

TECHNO **MAP**

**Stage en Câblage électrique
automobile et Réalisation
d'éléments 3D**



Sommaire

REMERCIEMENTS	3
INTRODUCTION	4
TECHNOMAP	5
HISTORIQUE	7
LE SECTEUR D'ACTIVITÉ	7
L'ORGANISATION	7
DIEPPE AUTO RACING	7
BUREAU D'ÉTUDES	8
APPROVISIONNEMENT	9
ATELIER PROTOTYPE ÉLECTRIQUE	10
ATELIER PROTOTYPE MÉCANIQUE	10
VERS DE NOUVEAUX SECTEURS	11
L'AÉRONAUTIQUE	11
LES VÉHICULES AUTONOMES	11
PERSPECTIVES D'AVENIR	12
MISSIONS	13
DÉCOUVERTE DU MÉTIER DE TECHNICIEN CÂBLEUR	15
CONCEPTION ET FABRICATION D'UN BANC DE TEST ÉLECTRIQUE	32
VOLANT TECHNOMAP	52
BILAN PERSONNEL	77
LEXIQUE	78

Remerciements

Avant toutes choses je tiens à remercier sincèrement toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce stage. Commençons par énoncer tous les techniciens d'atelier électrique, du bureau d'études, les mécaniciens, la direction et le secrétariat qui m'ont accueilli comme dans une grande famille, accompagné dans mes missions et transmis leur savoir-faire avec pédagogie et dans la bonne humeur. Mention particulière pour les membres de l'approvisionnement (qui m'ont fourni tout le matériel et toutes les informations dont j'avais besoin malgré leur charge de travail importante lors du stage), pour Brice (stagiaire en même temps que moi qui m'a formé à l'impression 3D) et Pierre Berger (alternant à l'ESIGELEC (école d'ingénieur) qui m'a aidé à la maintenance des imprimantes et à la rédaction de ce rapport). Je tiens également à souligner l'investissement du personnel de l'IUT de Nantes, qui a su bien nous préparer et nous rassurer mes collègues de promo et moi à propos du stage. N'oublions pas de citer toute le team Arion Racing et Romain Dumas pour avoir partagé leur passion et leur expérience lors de cette super journée d'essais passée ensemble. Cette aventure n'aurait également pas été possible sans ma famille qui m'a accompagné dans la logistique d'hébergement, un grand merci à eux. Maintenant je me dois de remercier les deux hommes qui m'ont accordé leur confiance et sans qui rien n'aurait été possible, à savoir Monsieur Christophe Vergneault, patron de Technomap, pour sa bienveillance et son bon état d'esprit, et bien sûr Monsieur Tony Fournier, responsable du bureau d'études et mon tuteur de stage. Ils ont su prendre en considération ma candidature en me proposant des opportunités et des missions intéressantes et en lien avec ma formation tout en suivant attentivement mon travail et en étant honnête avec moi concernant mes défauts en vue de les perdre à l'avenir. Pour toutes ces raisons je leur suis grandement reconnaissant.

Introduction

« Passion et Force de proposition », tels sont les maîtres mots de Technomap, une entreprise dieppoise et dynamique dans laquelle j'ai eu l'occasion de réaliser un stage de 11 semaines en première année de DUT Génie Mécanique et Productique à l'IUT de Nantes. L'automobile, au sens large, étant ma passion depuis mon plus jeune âge, et le secteur dans lequel je souhaite à tous prix travailler à l'avenir, je ne pouvais pas trouver meilleur milieu pour construire ma première expérience professionnelle. En effet, Technomap est l'une des rares entreprises de l'industrie automobile à être prototypiste et préparateur à la fois. On y croise autant de voitures de sport et de course que de concept-cars confidentiels, ce qui, en tant que passionné, m'a très largement convaincu d'y postuler malgré la distance avec mon domicile. Durant ce stage j'ai donc eu plusieurs objectifs tels que, dans un premier temps, comprendre l'entreprise dans ses aspects sociaux, technico-économiques et organisationnels. J'ai dû ensuite appliquer et enrichir les connaissances acquises à l'IUT pour mener à bien mes missions liées à la **modélisation** 3D et au **câblage** automobile. Tout ceci dans le but d'acquérir de l'expérience dans le domaine de la conception automobile et de découvrir le langage et les codes à adopter en entreprise. Pour comprendre la manière dont j'ai pu mener à bien ces objectifs, nous étudierons dans un premier temps l'entreprise Technomap et son contexte. Par la suite, je vous présenterai en détails les différentes missions qui m'ont été attribuées et leurs aboutissements. Pour finir, je réaliserai mon bilan personnel afin de faire le point sur ce que m'a apporté ce stage.

Historique



TechnoMap a été fondée en 1995 par Messieurs Patrice Motte et Christian Roucheux. La société était alors spécialisée dans la préparation de voitures de compétition, notamment pour les rallyes. Malheureusement, la passion pour ce domaine d'activité n'a pas suffi à l'entreprise pour être rentable, car celui-ci était trop risqué et aléatoire, pouvant causer de lourdes pertes financières. Les dirigeants, anciens membres du **BEREX** (Bureau d'Études et de Recherches Exploratoires de Renault), ont décidé au début des années 2000 de se lancer dans le montage de câblages sur **mulets** car certains **faisceaux** nécessitaient sans cesse des modifications, c'est pourquoi l'entreprise s'est lancée dans leur fabrication. Il faudra attendre l'année 2004 pour voir la naissance du **bureau d'études**, orchestré par Tony Fournier (mon tuteur de stage). Christophe Vergneault rachètera Technomap en Juillet 2014 et y apportera une vision jeune et dynamique, portée sur l'avenir, en intégrant une technologie toujours renouvelée et en étant visionnaire.

Secteur d'Activité

Technomap est prototypiste et préparateur automobile. Le prototypage permet avant tout de faire des essais. Dans le cas de Technomap, cela signifie réaliser des **faisceaux** qui seront montés dans des véhicules testés dans certaines conditions (ex : grand froid, grand chaud, vieillissement, rejet moteur etc...) afin de valider les normes imposées et/ou observer le comportement de nouveaux composants.

Dans la réalisation d'un véhicule, le prototypage intervient au niveau du 2^{ème} et du 3^{ème} quart de l'avancée du processus. Il précède la **présérie**.

Il existe deux finalités pour les câblages avec chacune leurs propres caractéristiques et donc des câblages différents. On retrouve ainsi les **câblages** pour **mulets** et ceux pour **banc moteur**.

Il y a peu de concurrents dans ce secteur car l'intérêt des grands groupes comme Safran ou Polymont est d'offrir une grande capacité de production tandis que dans le monde du prototypage, beaucoup de mises à jour se font au cours de l'étude. La force de Technomap réside donc dans la proximité qu'a le BE avec l'atelier électrique et qui offre une grande réactivité ainsi qu'une grande souplesse.

Un autre avantage qu'offre Technomap est la qualité toujours présente de ses câblages en lien avec la main d'œuvre. En effet, un câbleur série (réalisation assistée par des robots) n'a pas le même métier qu'un câbleur prototype. Il est dans une optique de produire le plus rapidement possible tandis que le câbleur Technomap doit savoir faire face à des imprévus et faire preuve de minutie.

Technomap se distingue donc de ses principaux concurrents par la qualité de ses produits et par sa facilité d'adaptation, tous deux très appréciés des constructeurs.

Le client principal de Technomap est le groupe Renault et ses infrastructures, cependant la clientèle se diversifie au fur et à mesure que l'entreprise grandit.



POLYMONT
ENGINEERING

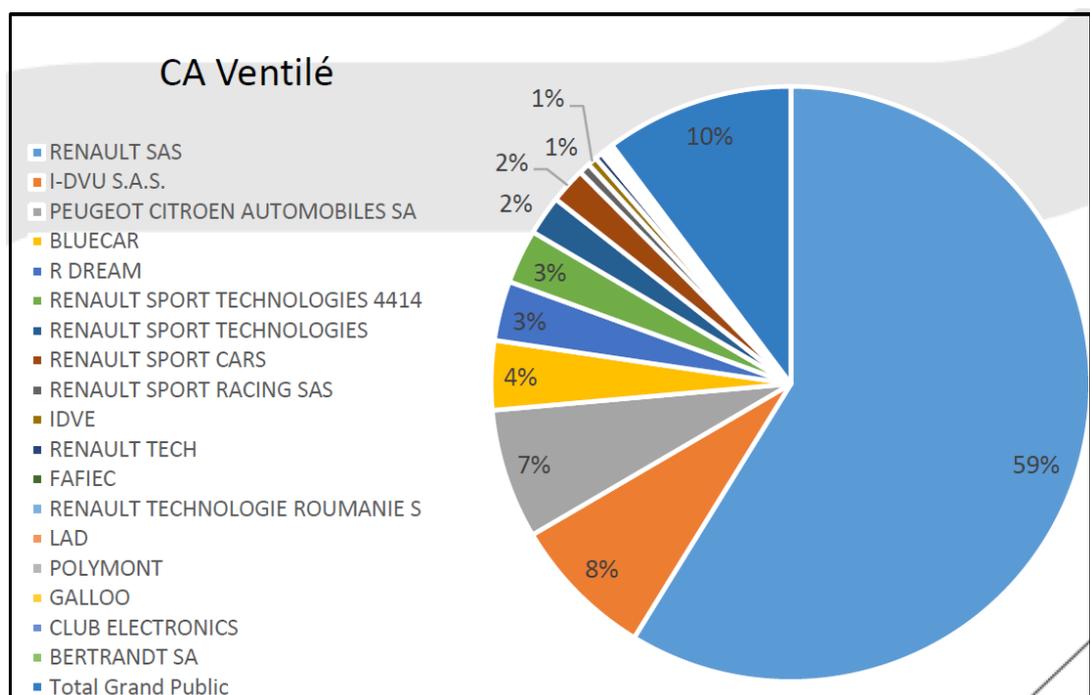
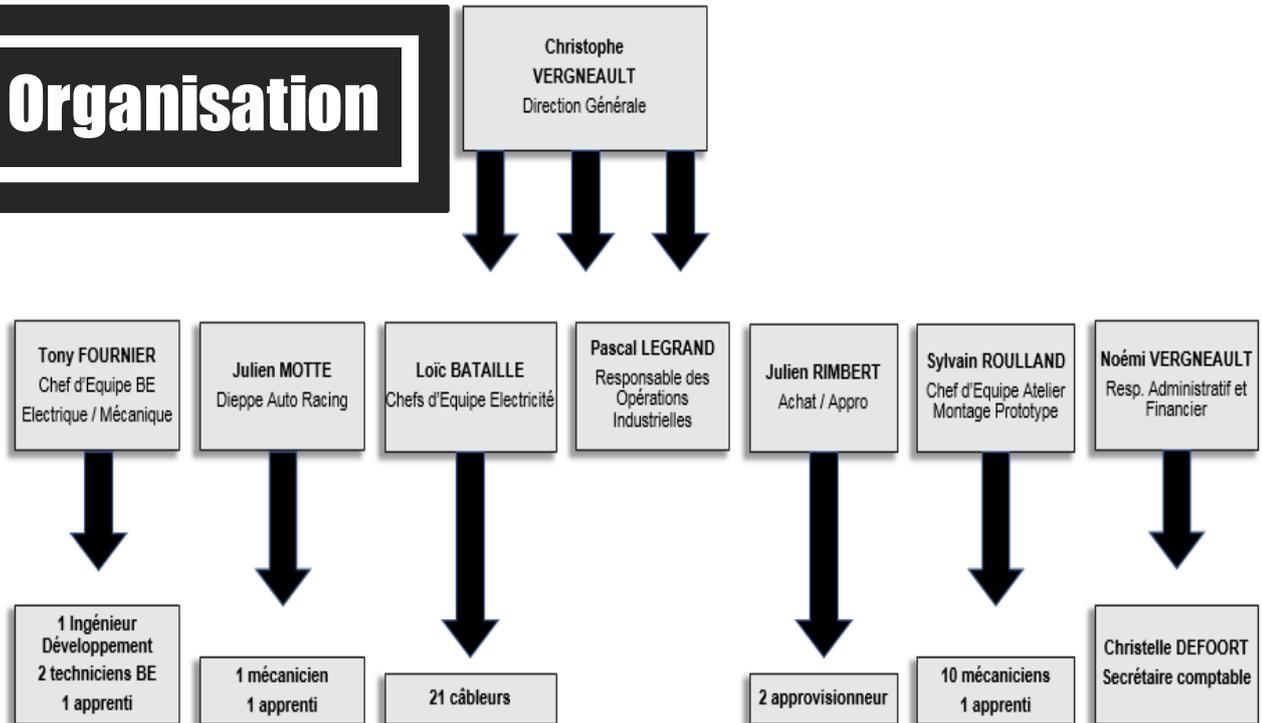


Diagramme du pourcentage du chiffre d'affaire par client.

Organisation



Technomap se distingue en cinq activités qui peuvent être liées ou distinctes en fonctions des clients et dont une est « grand public » :



Dieppe Auto Racing (DAR) fait partie du groupe France Auto Racing.

Cette société est spécialisée dans la **reprogrammation** et préparation moteur de véhicules principalement orientés vers la compétition automobile (notamment à l'aide d'un **banc performances**).

L'association entre **DAR** et Technomap est très intéressante. En effet, pour des préparations très poussées, si le **câblage** de la voiture doit être modifié de par le changement de composants dans la voiture, la proximité avec le **Bureau d'études** et **l'atelier prototypage**, permet une grande flexibilité.

DAR est composée d'un chef d'atelier ainsi que de deux mécaniciens.



Bureau d'Études

Le **Bureau d'étude (BE)** est le premier maillon de la chaîne « Technomap ». C'est ici que sont réalisées les études électriques et 3D des futurs **faisceaux** ainsi que tous les documents nécessaires à la réalisation d'un **faisceau**.

Le **BE** réalise environ 50 projets par an, chaque projet étant composé d'environ 5 études. C'est ici que j'ai passé le plus de temps.

Il est composé d'un responsable, de deux techniciens de bureau d'étude (concepteur 3D, architecte électrique), d'un alternant à l'ESIGELEC (école d'ingénieur) et, depuis le 9 mai, d'un ingénieur d'étude et développement.



Approvisionnement

L'**approvisionnement** gère tous les achats de la société, du simple stylo au **connecteur** le plus complexe, en passant par les bobines de fil, de **languettes**, de **clips** etc.... Il se charge aussi de l'approvisionnement des ateliers et principalement de l'**atelier électrique**. Pour cela, il se base sur les documents fournis par le **BE** et réalise des **kits** pour les différents **faisceaux**. Sa troisième fonction est l'envoi des lots de **câblages** aux différents clients. Il est important de mentionner que Technomap dispose également de quatre imprimantes 3D. Celles-ci servent principalement à imprimer des **goulottes**, nécessaires sur de nombreux **câblages**. Le prototypage ne permettant pas la production de masse, investir dans une imprimante 3D permet donc d'éviter les temps de production (les **goulottes** étaient auparavant fabriquées et fournies par le client) et permet une plus grande flexibilité au niveau de la conception du **câblage**. Parfois le temps de livraison ou de fabrication interne des composants est trop long par rapport à la fabrication des **câblages**. Dans ce cas on les note comme manquants et le câbleur doit attendre que les éléments soient disponibles pour finir son **câblage**.

L'**approvisionnement** fait aussi de la vente de composants, du **Kitting** car trouver certains composants est une tâche ardue surtout quand il s'agit de prototype. C'est pourquoi certaines sociétés font appel à Technomap pour trouver ces composants et les acheter directement. Un certain nombre demandent également de concevoir directement un **kit** contenant tous les éléments nécessaires à la réalisation de **faisceaux** comme Safran par exemple. L'**approvisionnement** est composé d'un chef de magasin aidé par trois personnes dont l'une est arrivée début mai.

Atelier électrique

L'atelier prototype électrique est en charge de la fabrication de faisceaux, de boîtiers électriques et de divers autres composants spécifiques. Il suit différentes étapes de fabrication que je détaillerai dans la suite de ce rapport car elles ont fait l'objet de ma première mission à Technomap. C'est la plus grande partie de l'entreprise en termes de personnel et de chiffre d'affaire.

Cet atelier est composé d'un chef et de 29 câbleurs prototypistes.

Atelier Prototype Mécanique

C'est dans cet atelier que sont montés certains câblages sur les mulets. Pour autant, peu de câblages fabriqués dans l'atelier électrique finissent dans l'atelier mécanique. En effet chez la plupart des clients, comme Renault ou PSA, il y a peu de relations entre les parties électrique et mécanique, les sous-traitants peuvent donc être différents en fonction du secteur.

Certains de ces mécaniciens sont appelés des intégrateurs. Contrairement aux mécaniciens classiques qui s'occupent de véhicules prêts à recevoir un câblage, l'intégrateur va adapter l'environnement de la voiture pour que le faisceau concerné passe correctement.

L'atelier mécanique est composé d'un chef et de 10 mécaniciens prototypistes.

Vers de nouveaux secteurs d'activité

Technomap est une entreprise en pleine expansion. Son effectif a doublé en 3 ans et ne cesse d'augmenter, ce qui va amener l'entreprise à changer prochainement de locaux en vue d'envisager l'avenir sans être bridés par l'espace disponible.

Certains projets nécessitent de s'intéresser à d'autres secteurs d'activité et certains clients créent de nouvelles demandes. C'est ainsi que de nombreuses pistes peuvent être suivies. N'étant parfois pas intéressantes pour la société ou pour éviter d'aller trop vite et de perdre les atouts d'une PME, certaines voies seront écartées tandis que d'autres seront développées comme ce sera probablement le cas pour une des missions que j'ai effectué dont je parlerai par la suite.

L'Aéronautique

Contrairement à l'automobile, dans l'aéronautique chaque fonction a son propre câblage. Cela a pour avantage d'être plus sécurisé (si un faisceau est défectueux, il n'affectera qu'une fonction de l'appareil). Cette technique alourdit considérablement les appareils, c'est pourquoi beaucoup de sociétés de ce secteur comme Airbus ou Thales s'intéressent aux méthodes de l'automobile. Fort de son savoir-faire, Technomap veut se développer dans ce secteur et apporter une vision nouvelle aux systèmes embarqués dans les véhicules volants. Suivant cette optique, Technomap fait déjà parti d'un groupe d'entreprise nommé CCHAMO (Câbles, Connecteurs et Harnais : Approche Multiphysique et Optimisation)

Les véhicules autonomes

Technomap travaille déjà dans l'ombre sur des projets de voitures autonomes, l'idée serait donc d'agrandir le cercle des véhicules à développer en travaillant notamment sur des camions, des engins agricoles, militaires, industriels etc...

Perspectives d'avenir

En plus de développer son activité **câblage**, Technomap veut se diversifier, notamment concernant la recherche et développement. Il faudra donc envisager de se tourner vers la conception mécanique de composants automobile (une des raisons de ma présence en stage dans cette entreprise) ainsi que dans l'électronique (ceci étant l'objectif de développement de l'alternant d'ESIGELEC (école d'ingénieur) présent au **BE**).

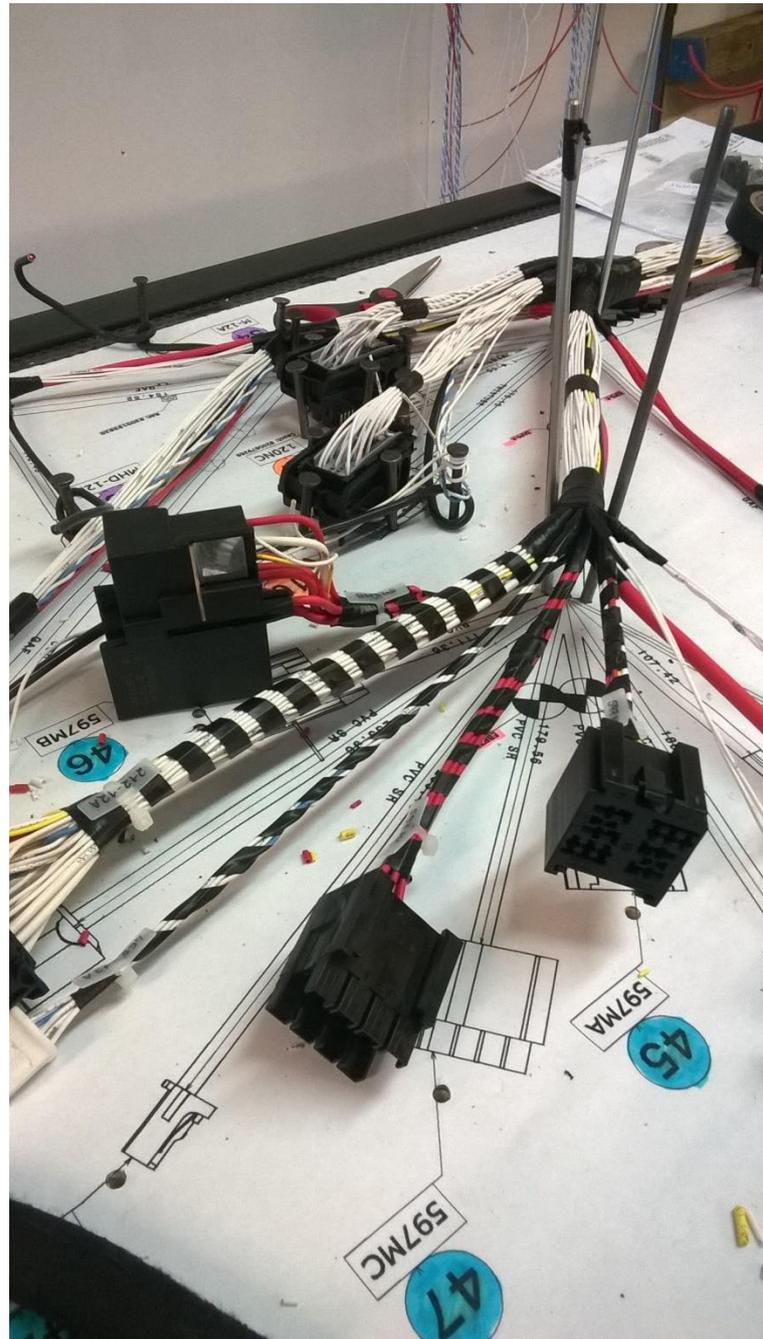
L'avenir de Technomap dans certains secteurs est donc presque assuré. C'est pourquoi la société cherche quand même à rester dans le domaine de la mobilité et des systèmes embarqués.

Missions

Pour comprendre les différentes étapes du métier de prototypiste chez Technomap, il faut tout d'abord commencer par passer du temps en **atelier électrique**. Bien que cette démarche puisse paraître inverse à la norme du fait que l'on commence par la fin de la chaîne de production, elle reste néanmoins la plus efficace pour tout appréhender au mieux. Ma première mission a donc été de me familiariser avec le métier de technicien câbleur en vue de découvrir toutes les contraintes physiques liées au **câblage**. Fort de cette première expérience, j'ai ensuite pu démarrer mieux renseigné et plus confiant les projets suivants. Le premier consistait à concevoir et fabriquer un **banc de test électrique** adaptable à tout **câblage** en vue de supprimer le **test électrique** manuel qui est responsable d'une bonne part du temps de production. Ceci a nécessité un travail important en **CAO**. Parallèlement et également concernant la **modélisation 3D**, on m'a confié la conception d'un boîtier de commandes à implanter sur un volant monté dans un bateau de compétition motorisé. Ce volant avait pour but d'être plus léger et ergonomique que celui déjà présent dans le bateau, tout en mettant en valeur le savoir-faire de Technomap dans une optique de diversification d'activités.

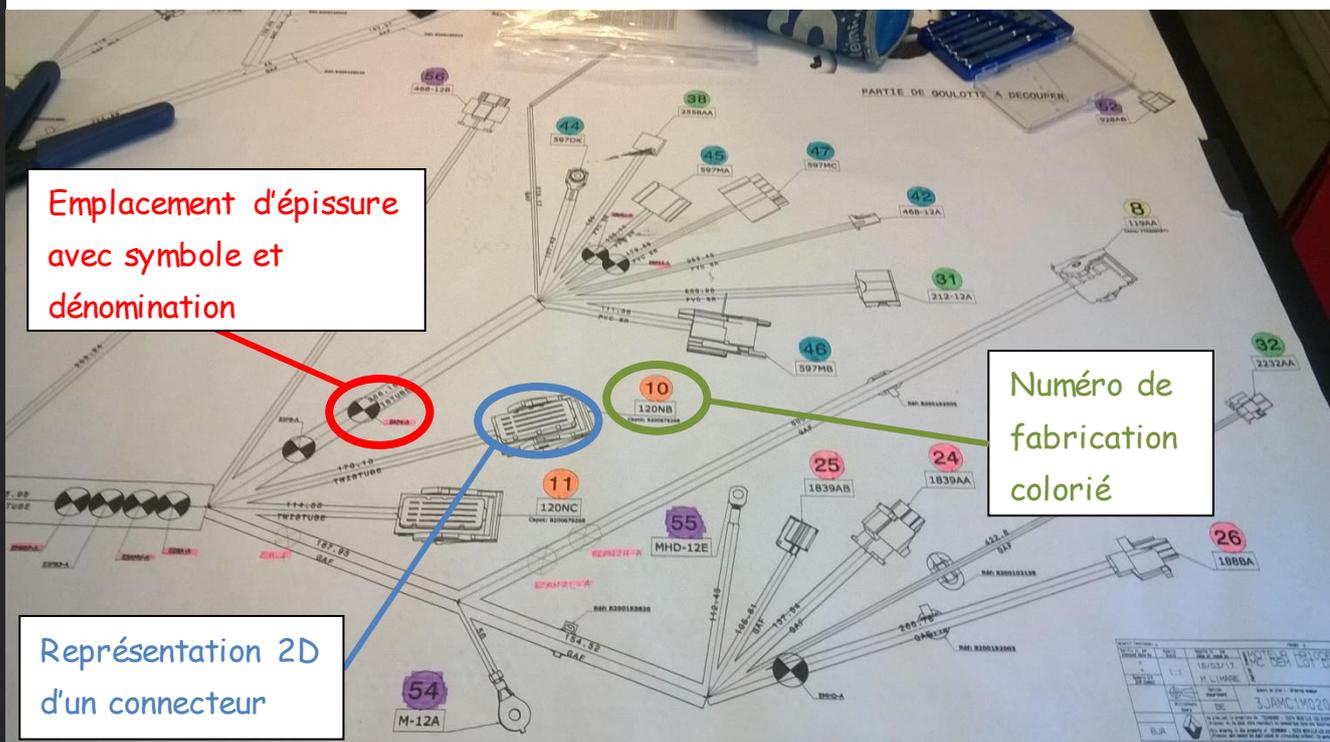
Découverte du métier de Technicien Câbleur

Durant les premières semaines j'ai été placé sous la tutelle des câbleurs en **atelier électrique**. Mon objectif était de me former aux bases de leur métier en vue de bien cerner les contraintes du **câblage** pour préparer les missions principales suivantes. Les **câblages** fabriqués par Technomap, également appelés **faisceaux** dans l'entreprise, sont des ensembles de fils plus ou moins nombreux formant des réseaux qui seront implantés dans les véhicules concernés ou sur des **bancs d'essai moteur**. Le **faisceau** relie les composants existants entre eux par l'intermédiaire de **connecteurs** compatibles et très diversifiés. La fabrication est méticuleuse et suit plusieurs étapes précises qui, en cas d'erreurs, peuvent grandement accroître le temps de production. Examinons donc ces procédés.



Étape 1 : Préparation

La première étape consiste à préparer la fabrication en vue de gagner du temps sur les étapes suivantes. Les techniciens de Technomap travaillent sur des tables de 2m de longueur sur 1m de largeur formées d'une grille sous laquelle est présente une plaque de mousse. Ceci sert à pouvoir planter des pointes à intervalle régulier pour guider les fils lors du **tirage** (une des étapes suivantes expliquées ci-après). On commence donc par appliquer le **plan** du **câblage** fournit par le **bureau d'études** sur la table. Il faut veiller à le tendre pour ne pas laisser de plis qui peuvent rendre un **faisceau** invalide et abimer le **plan**. Sur certains **câblages**, le **plan** est à faire à la main en suivant une documentation fournie par le client. On part donc d'une feuille blanche et on trace à l'échelle l'emplacement des câbles et leurs terminaisons que l'on marque par un trait perpendiculaire. Ceci peut parfois être complexe car il faut éviter de faire des angles trop marqués. En effet, certaines **sections** de câbles sont difficilement pliables. Il faut aussi économiser le plus de place possible pour ne pas être « piégé » par le manque d'espace afin de ne pas utiliser une table superflue. On peut colorier les **numéros de fabrication** afin de les classer par dizaine pour pouvoir les chercher moins longtemps par la suite.



Liste de fils

Matière des clips ou languettes

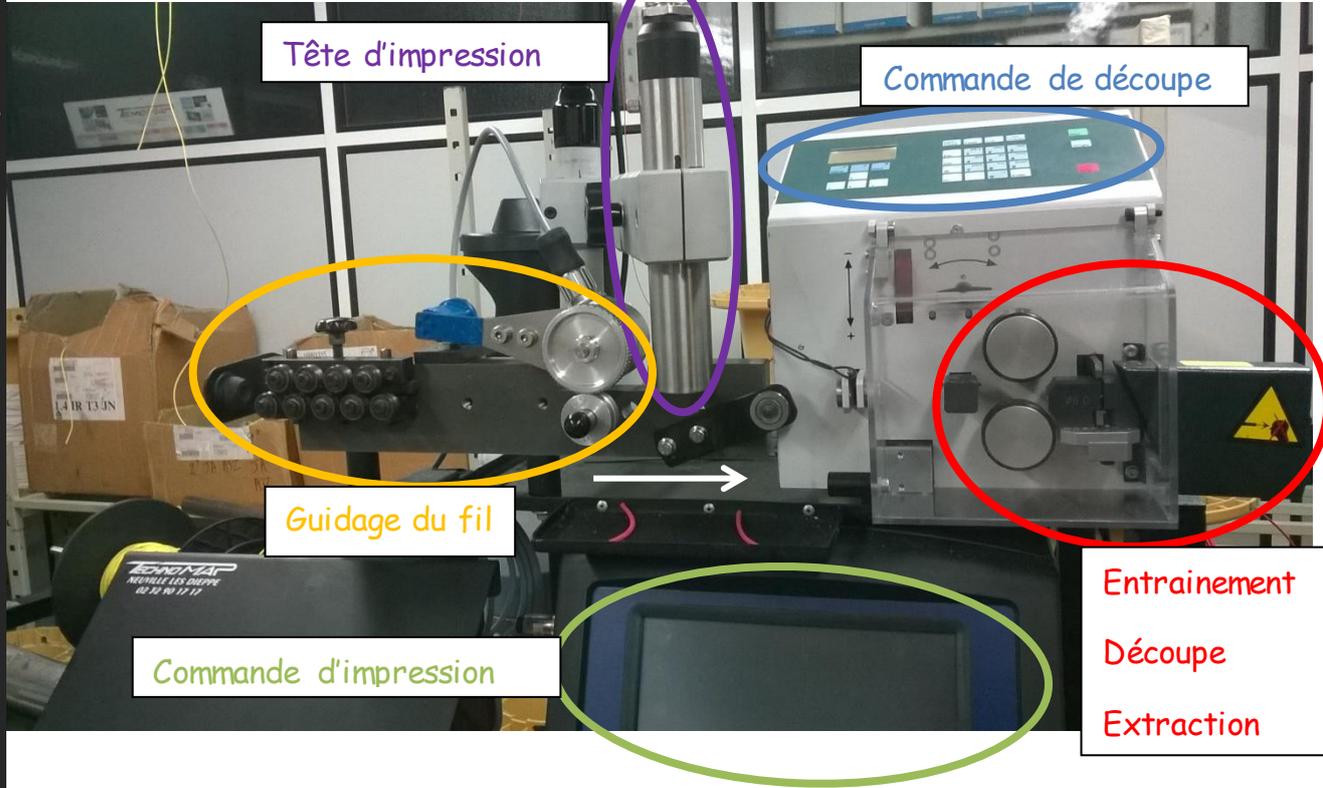
REF	LIB	LONGS	DESIGNATION	COUL	SEC	TYPE	TOR	NUM FAB	ALY	TOUT	REF FON	NUM FAB 2	ALY 2	REF FON 2	
112I	1	869		BA	0,50	A3Z		10	D1	SN	8200679259	31	B2	SN	8200527487
1A	2	1342	CDE+ SOLENOIDE DMR /RL	BA	2,50	F3Z		31	A1	SN	8200527487	20	1	***	8200428729
1B	3	746	CDE- BBN RL DMR	BA	0,50	F3Z		31	C4	SN	8200527487	46	A2	SN	243512602R
1I	4	746		BA	3,00	A3Z		31	B1	SN	8200527487	46	A5	SN	243512602R
28A	6	399	CDE- TMN PRSN HL	BA	0,75	F3Z		10	H1	SN	8200679259	E28A-A	1	***	"EPISSURE"
28A	7	1339		BA	0,75	F3Z		41	1	SN	243427Y000	E28A-A	1	***	"EPISSURE"
28A	8	711		BA	0,75	F3Z		31	A10	SN	8200527487	E28A-A	1	***	"EPISSURE"
2T	9	1402		BA	0,50	A3Z		31	C5	SN	8200527487	52	2	SN	243427Y006
2W	10	1402		BA	0,50	A3Z		31	C3	SN	8200527487	52	1	SN	243427Y006
2X	11	1682		BA	0,50	A3Z	TOR9	31	C6	SN	8200527487	52	3	SN	243427Y006
2Y	12	1682	SGN CPTR CRT BDU	BA	0,50	F3Z	TOR9	31	C7	SN	8200527487	52	4	SN	243427Y006
2Z	13	2334		BA	1,00	A3Z		45	B5	SN	7703297574	33	4	SN	243406912R
2ZA	14	505		BA	2,00	A3Z		47	S1	SN	7703597102	45	A3	SN	7703297574
32A	15	2260	SGN 2 SDE NV HL	BA	0,50	A4Z		31	B8	SN	8200527487	36	2	SN	8200587084
32B	16	2260	SGN 1 SDE NV HL	BA	0,50	A4Z		31	C8	SN	8200527487	36	1	SN	8200587084
38AQ	17	1839	CDE- CYL VRB CPRS	BA	0,50	F3Z		31	C2	SN	8200527487	7	1	SN	8200490359
38R	18	1873	CDE EMBR CA	BA	0,50	F3Z		22	2	SN	243427Y000	31	A8	SN	8200527487
38U	19	1948	- CPTR PRSN FREON	BA	0,35	A3C		11	L1	SN	8200679262	9	3	SN	243427Y003
38X	20	1948	SGN CPTR PRSN FREON	BA	0,35	A3C		11	L3	SN	8200679262	9	2	SN	243427Y003
38Y	21	1948	+ CPTR PRSN FREON	BA	0,35	A3C		11	D2	SN	8200679262	9	1	SN	243427Y003
3AAS	22	1559	CDE- CHFT SDE UEGO AMONT	BA	0,50	F3Z		10	P4	SN	8200679259	17	3	SN	243427Y009
3AAT	23	1495	SGN VS VN SDE UEGO AMONT	BA	0,50	F3Z		11	E4	SN	8200679262	17	6	AU	243427Y009
3AAV	24	1495	-SDE UEGO AMONT	BA	0,50	F3Z		11	E3	SN	8200679262	17	2	AU	243427Y009
3AAW	25	1495	SGN VIP SDE UEGO AMONT	BA	0,50	F3Z		11	F4	SN	8200679262	17	1	AU	243427Y009
3ABV	26	1443		BA	0,50	A3Z		10	E2	SN	8200679259	18	2	AU	243403326R
3AC	27	869	CDE- BBN RL PPE ESS	BA	0,50	F3Z		10	B1	SN	8200679259	31	A9	SN	8200527487
3AJB	28	1271	CDE+ MOT PPL	BA	0,75	F3Z	TOR6	4	1	SN	243427Y009	10	Q2	SN	8200679259
3AJC	29	1271	CDE- MOT PPL	BA	0,75	F3Z	TOR6	4	2	SN	243427Y009	10	Q1	SN	8200679259
3AJP	30	1313		BA	0,50	A3Z		11	C1	SN	8200679262	15	3	AU	243406474R
3AJQ	31	1313		BA	0,50	A3Z		11	C4	SN	8200679262	15	1	AU	243406474R
3AJR	32	1313		BA	0,50	A3Z		11	J1	SN	8200679262	15	2	AU	243406474R
3ALU	33	1436		BA	0,50	A3Z		31	B5	SN	8200527487	32	1	SN	243400218R
3ALV	34	1402	SGN+ CPTR AAC	BA	0,35	A3C	TOR7	11	B1	SN	8200679262	12	1	AU	243427Y003
3ALW	35	1345		BA	0,50	A3Z		11	C3	SN	8200679262	14	1	AU	243406474R
3AMQ	36	1457		BA	0,50	A3Z		10	Q4	SN	8200679259	34	2	AG	243408530R
3AMR	37	1457		BA	0,50	A3Z		10	Q3	SN	8200679259	34	1	AG	243408530R
3AMS	38	1457		BA	0,50	A3Z		10	M1	SN	8200679259	34	3	AG	243408530R
3AMT	39	1393		BA	0,50	A3Z		11	M2	SN	8200679262	34	5	AG	243408530R
3AMU	40	1393		BA	0,50	A3Z		11	E1	SN	8200679262	34	4	AG	243408530R
3AMV	41	731	SGN LIN MOT	BA	0,50	A3Z		31	B4	SN	8200527487	E3AMV-A	1	***	"EPISSURE"
3AMV	42	419	SGN LIN MOT	BA	0,50	F3Z		10	F3	SN	8200679259	E3AMV-A	1	***	"EPISSURE"
3AMV	43	903	SGN LIN MOT	BA	0,50	A3Z		3	1	SN	243427Y000	E3AMV-A	1	***	"EPISSURE"
3BB	44	1826	CDE E/VN PURGE A/VE	BA	0,50	F3Z		10	E4	SN	8200679259	40	2	SN	243403326R
3BGA	45	1812	+5V CPTR PMH	BA	0,50	F3Z	TOR2	11	G2	SN	8200679262	16	3	SN	243427Y003
3BGB	46	1812	SGN CPTR PMH	BA	0,50	F3Z	TOR2	11	F2	SN	8200679262	16	2	SN	243427Y003
3BGC	47	1812	-CPTR PMH	BA	0,50	F3Z	TOR2	11	A2	SN	8200679262	16	1	SN	243427Y003

TOUS LES FILS SONT EN CLASSE 5 SAUF FILS STIPULE / TOUTES LES EPISSURES SONT ETANCHEES

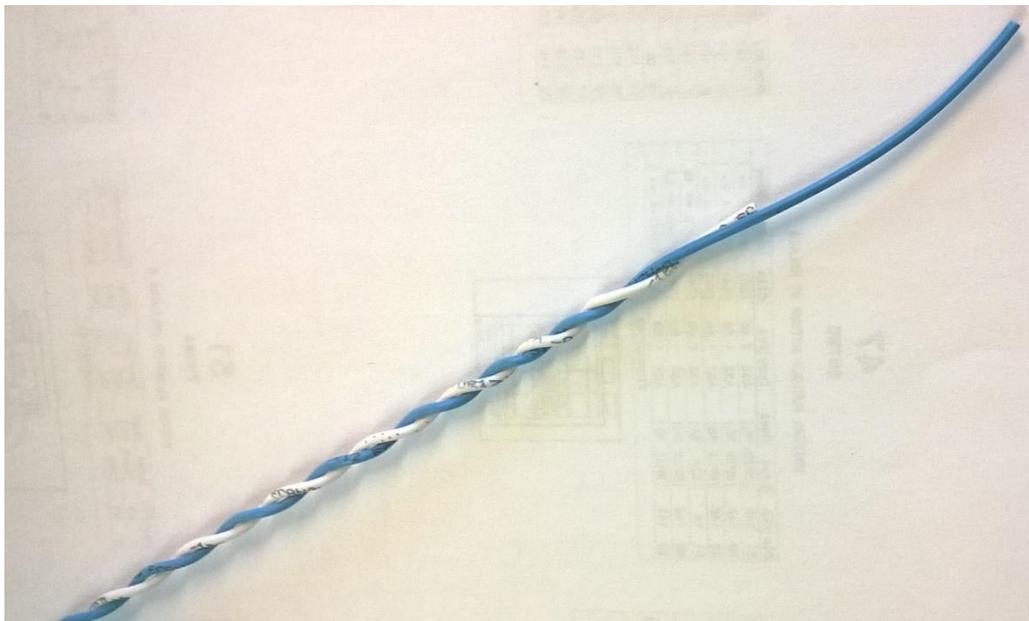


La liste de fils permet de passer à l'étape suivante, la coupe.

La coupe se fait à l'aide de machines spéciales placées au rez-de-chaussée qui permettent de couper plusieurs fils de même longueur de façon répétitive à partir de grosses bobines. Elles impriment également les numéros et les spécifications sur les fils afin de les identifier.

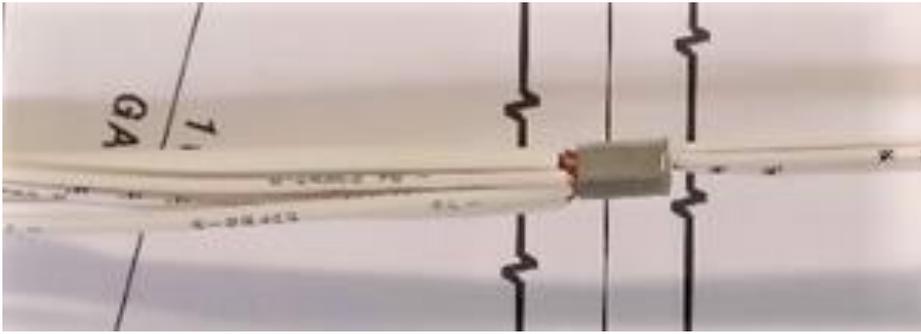


Une fois tous les fils coupés et triés, on remonte à l'**atelier électrique** pour **torsader** certains fils (ceux notés TOR dans la liste de fils). Pour se faire il faut se munir d'une visseuse sur laquelle on accroche les fils concernés. On les accroche sur un support fixe à l'autre extrémité puis on s'écarte pour faire tourner l'outil et ainsi **torsader** les fils. Il faut au minimum 3 spires tous les 10 centimètres.



Les fils **torsadés** étant à présent préparés, on passe ensuite à la réalisation des **épissures**.

Les **épissures** sont des jonctions entre différents câbles à lier ensemble.



Les fils composant les **épissures** sont repérés par de la couleur dans les lignes de la **liste de fils**. Pour les fabriquer on commence par **dénuder** une des extrémités des câbles concernés grâce à une pince spéciale. Il faut ensuite mettre tous les bouts de fils de cuivre dans un même **fut** (cylindre creux de métal conducteur), de diamètre supérieur à la somme des **sections** des fils à contenir, que l'on écrase à l'aide d'une pince spéciale pour fixer (**sertir**) le tout. Il faut bien prendre en compte leur destination respective pour ne pas qu'un fil soit du mauvais côté. Certaines **épissures** ayant une somme de **section** importante, il faut parfois utiliser des machines de **sertissage**.



Les câbles et le **fut** ne pouvant pas rester à nu, il faut maintenant les recouvrir à l'aide d'une **gaine thermorétractable** (appelée **ATUM**) et d'un **décapeur**.



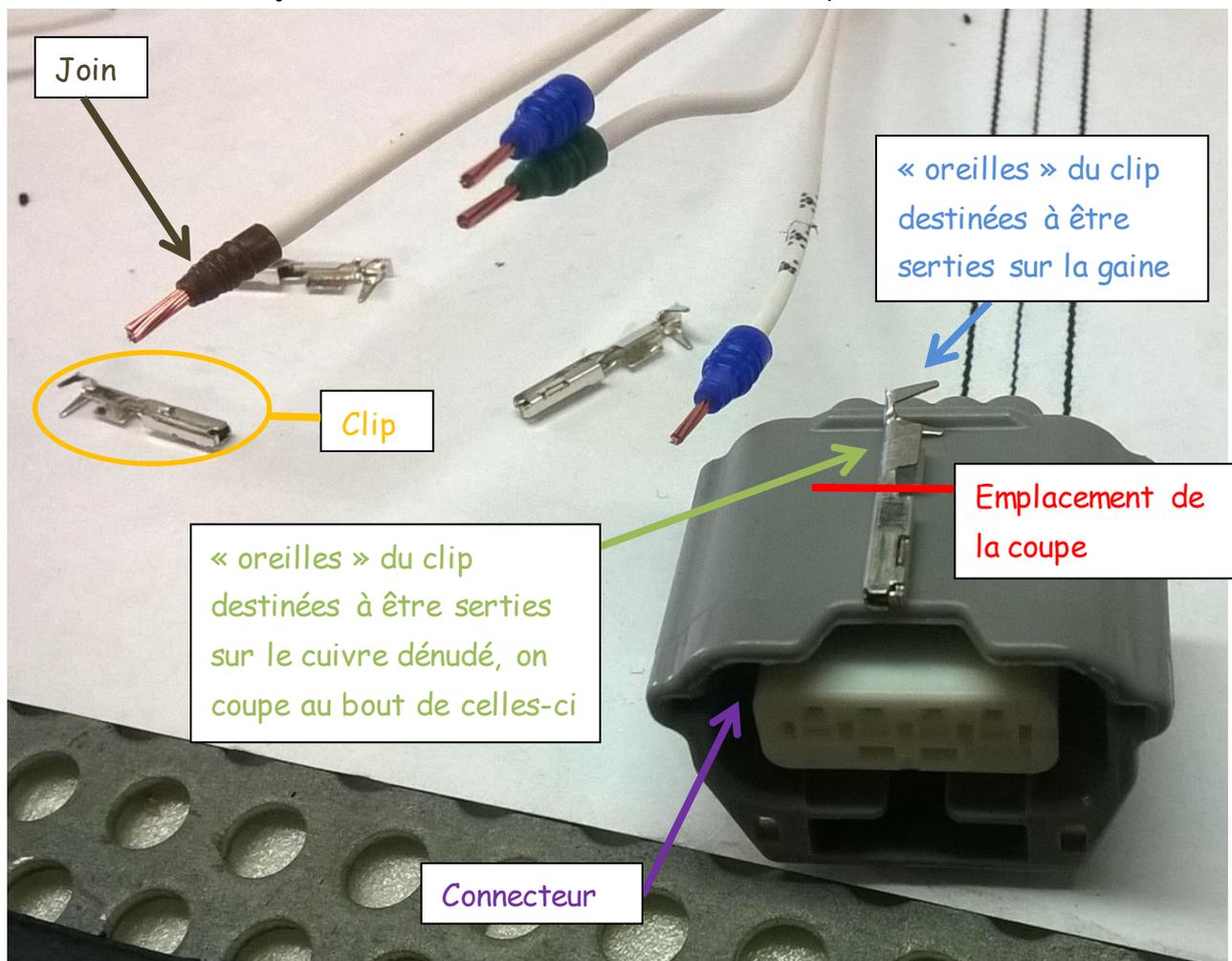
La préparation ne se compose alors plus que d'une étape. Le **pré-sertissage** de certains composants. Nous étudierons plus en détails cette opération dans la suite du processus de fabrication.

Étape 2 : Tirage des fils

Une fois la préparation effectuée et les fils à disposition, on peut commencer le **tirage** des fils. Ceci consiste à tout simplement placer les fils à leurs emplacements respectifs sur le plan. Pour ce faire on regarde dans **la liste de fils** les deux **numéros de fabrication** associés au fil à tirer. Ces **numéros de fabrication** sont les « adresses » des bouts du fil sur le **plan**. Une fois ces emplacements repérés et le chemin du fil bien visualisé, on plante des pointes dans les virages et aux extrémités. Il suffit donc ensuite de passer le fil d'un point à un autre et de l'enrouler autour d'une pointe à chaque bout. On répète cette opération pour chaque fil en veillant à les emmêler le moins possible. Il est également préférable d'opérer en choisissant les fils suivant l'ordre décroissant des **sections**. Ceci aura pour effet de garder les gros fils en bas et les petits en haut afin de garder un ensemble homogène. Les **épissures** sont également à prendre en compte lors du **tirage**. Elles sont repérées par une dénomination et un symbole particulier sur le plan et il est important de les placer à leurs emplacements respectifs.

Étape 4 : Sertissage

Lorsque les **nœuds** ont tous été fait correctement, on enchaîne avec le **sertissage**. Cette étape consiste à implanter les différents **connecteurs** et **cosses** au bout de chaque **toron**. Pour ce faire on commence par couper l'extrémité du **toron**. Pour visualiser l'endroit où couper il faut premièrement placer le **connecteur** (que l'on a sorti du **kit d'approvisionnement**) sur le plan avec un petit espace entre l'arrière de celui-ci et le **trait de cote**. On place ensuite le **clip** ou la **languette** sur le **connecteur** comme s'il était déjà introduit. On voit maintenant où couper.



Certains connecteurs ont une marque intégrée pour repérer l'endroit où couper les fils. Une fois les fils coupés, on les **dénude** de la longueur des « oreilles » du **clip**. Sur certains **connecteurs** il faut appliquer des **joints** sur les fils. Ils servent à l'étanchéité du **connecteur** et on les enfle en les tournant afin de ne pas se planter de brins de cuivre dans le doigt mais la plupart du temps les **joints** sont déjà

présents dans le **connecteur**, parfois sous forme de pâte collante. Une fois ces opérations réalisés on peut **sertir** le **clip** ou la **languette** autour du fil à l'aide d'une pince de **sertissage**. Il en existe de nombreuses chez Technomap, toutes différentes en fonction de la morphologie et des fabricants des **clips**, **languettes** et **connecteurs**.



Une fois les **clips** ou les **languettes sertis** sur le bout des fils (sans avoir oublié les **joints**) il faut introduire ceux-ci dans les voies correspondantes du **connecteur** jusqu'à entendre un « clic » marquant la fin de course et le maintien. Pour ce faire il faut suivre une **planche connecteurs** qui dit quel fil va dans quelle voie. Elle rappelle également le matériau du **clip** ou de la **languette**. En effet, il faut veiller à ne pas se tromper d'élément car il en existe de différents matériaux comme l'étain, l'argent ou même l'or. Les voies qui n'ont pas de fil sont bouchées par des **bouchons** qui sont comme des **joints** mais sans passage de fils.

Numéro de fabrication

Couleur du fil

Numéro de fil

Entrée du connecteur

Section du fil

Matériau du clip

11
120NC

UGE INJECTION

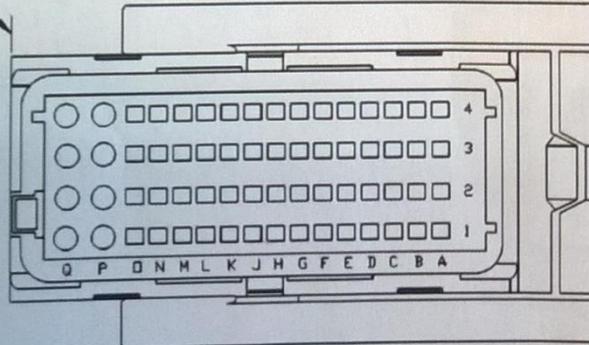
Pin	Fil	Lie	Coul	Type	Sec	Clip	Aboutissant
A2	47	[3BGC	BA]	F3Z	0.50	{SN}	149NB => 1
B1	34	[3ALV	BA]	A3G	0.35	{SN}	1265NA => 1
C1	30	[3AJP	BA]	A3Z	0.50	{SN}	147NA => 3
C2	93	[3BY	BA]	A3Z	0.50	{SN}	1474NA => 3
C3	35	[3ALW	BA]	A3Z	0.50	{SN}	1474NA => 1
C4	31	[3AJQ	BA]	A3Z	0.50	{SN}	147NA => 1
D2	21	[3BY	BA]	A3G	0.35	{SN}	1202AA => 1
D3	79	[3GL	BA]	A3C	0.35	{SN}	242NB => 2
D4	78	[3GJ	BA]	A3C	0.35	{SN}	242NB => 1
E1	40	[3AMU	BA]	A3Z	0.50	{SN}	2371AA => 4
E3	24	[3AAV	BA]	F3Z	0.50	{SN}	1587AA => 2
E4	23	[3AAT	BA]	F3Z	0.50	{SN}	1587AA => 6
F1	92	[3SX	BA]	A3C	0.35	{SN}	1265NA => 2
F2	46	[3BGB	BA]	F3Z	0.50	{SN}	149NB => 2
F4	25	[3AAW	BA]	F3Z	0.50	{SN}	1587AA => 1
G2	45	[3BGA	BA]	F3Z	0.50	{SN}	149NB => 3
G3	86	[3MP	BA]	F3Z	0.50	{SN}	1076NA => 6
H3	87	[3MQ	BA]	F3Z	0.50	{SN}	1076NA => 3
J1	32	[3AJR	BA]	A3Z	0.50	{SN}	147NA => 2
J2	85	[3MO	BA]	F3Z	0.50	{SN}	1076NA => 5
J3	90	[3SV	BA]	A3C	0.35	{SN}	1265NA => 3
K2	80	[3JK	BA]	A3C	0.35	{SN}	244NA => 1
L1	19	[3BU	BA]	A3C	0.35	{SN}	1202AA => 3
L3	20	[3BX	BA]	A3C	0.35	{SN}	1202AA => 2
M2	39	[3AMT	BA]	A3Z	0.50	{SN}	2371AA => 5
N1	91	[3SW	BA]	A3Z	0.50	{SN}	1474NA => 2
P2	56	[3CVA	BA]	A3Z	1.00	{SN}	791AA => 1
P4	62	[3FB	BA]	A3Z	0.50	{SN}	E3FB-A => 1
Q2	57	[3CWA	BA]	A3Z	1.00	{SN}	792AA => 1
Q3	58	[3CWB	BA]	A3Z	1.00	{SN}	793AA => 1

8200679262

Référence connecteur

POINT DE MESURE
MEASUREMENT POINT

ENTREE DES FILS
WIRES ROUTE



Schématisation 2D du connecteur et instructions



Étape 4 bis: Soudure

Certains **connecteurs** sont conçus pour être soudés à l'étain, dans ce cas il faut sortir le poste de soudure et la bobine d'étain. C'est une opération délicate car, le plus souvent, il faut appliquer de l'étain au préalable et ensuite plonger le fil **dénudé** dedans tant qu'il est encore fondu. Ceci nécessite de la dextérité. Une fois refroidi, celui-ci maintient le tout et il suffit encore une fois de l'isoler avec de l'**ATUM**. Voici quelques exemples de ces connecteurs particuliers :

Sub D 9 voies (2 utilisées ici)



Arrière d'un Sub D 78 voies

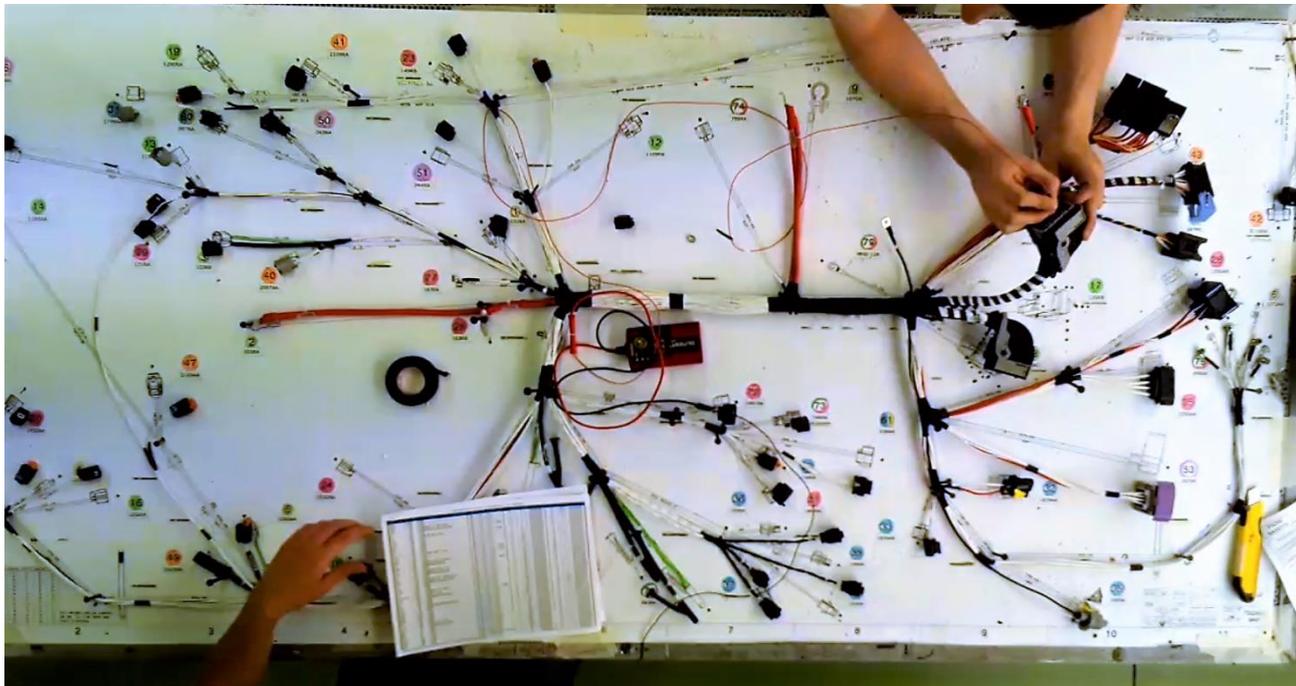


Fiche banane diamètre 5mm

La soudure prenant un peu plus de temps que le **sertissage**, certaines opérations peuvent être très longues proportionnellement au nombre de voies à traiter.

Étape 5: Contrôle électrique

Une fois que le **sertissage** et la soudure sont terminés et qu'aucun fil n'a été laissé sans terminaison, on doit s'assurer que le **faisceau** fonctionne et remplira bien son rôle. Pour le vérifier on effectue un **contrôle électrique** exigeant, fils par fils, à l'aide de la **liste de fils** et d'un **testeur**. Cette opération est fastidieuse, car aucun fil ne doit être oublié, sujette à l'erreur humaine et particulièrement longue quand il s'agit de **câblages** avec beaucoup de fils (parfois près de 1000 fils!).



Vue aérienne d'un test électrique de faisceau chez Technomap

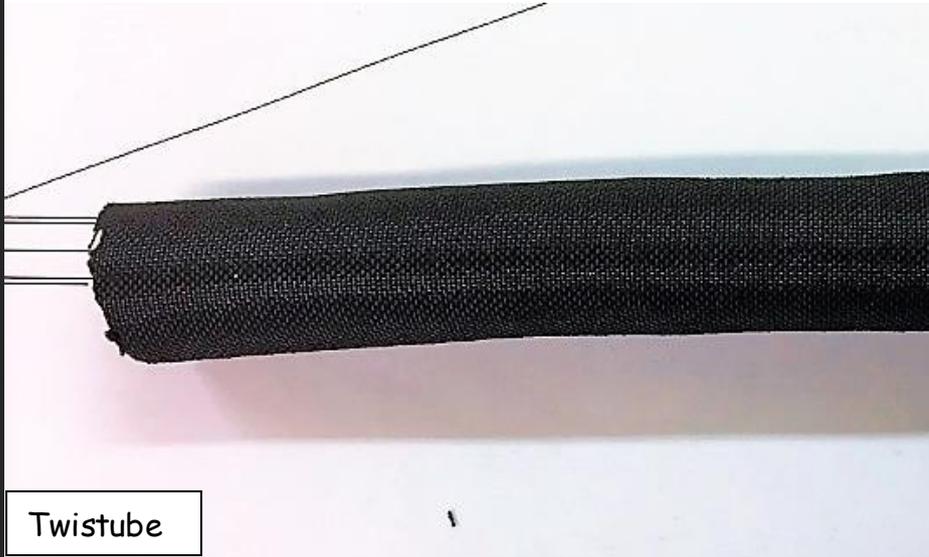
Étape 6: Habillage

Lorsque tout le câblage est serti et testé, on l'habille, c'est-à-dire qu'on y ajoute des revêtements spécifiques. Chaque revêtement a différentes utilisations en fonction des contraintes liées à l'environnement futur, tel que les vibrations ou la chaleur par exemple. On voit donc plusieurs types d'habillage sur un même faisceau. Les informations sur l'habillage sont données sur le plan sous forme d'écritures le long des traits. Il existe quelques types d'habillage courants chez Technomap. Commençons par le **PVC SR** (Sans Recouvrement). Il s'agit de scotch PVC noir que l'on applique en faisant tourner le rouleau autour des fils de façon tendue mais sans les cacher complètement. A l'inverse, le **PVC AR** (Avec Recouvrement) ne doit laisser aucun fil apparent. Il existe également d'autres types de scotch utilisés tel que le **scotch tissu** ou encore la **feutrine** (aspect différent). Complètement différent du scotch, on applique également de la **GAF** sur les câblages. C'est un tube de plastique fendu de différentes classes de qualité qu'il suffit d'enfiler autour des **torons** concernés entre les **nœuds** sans oublier de le scotcher aux extrémités.



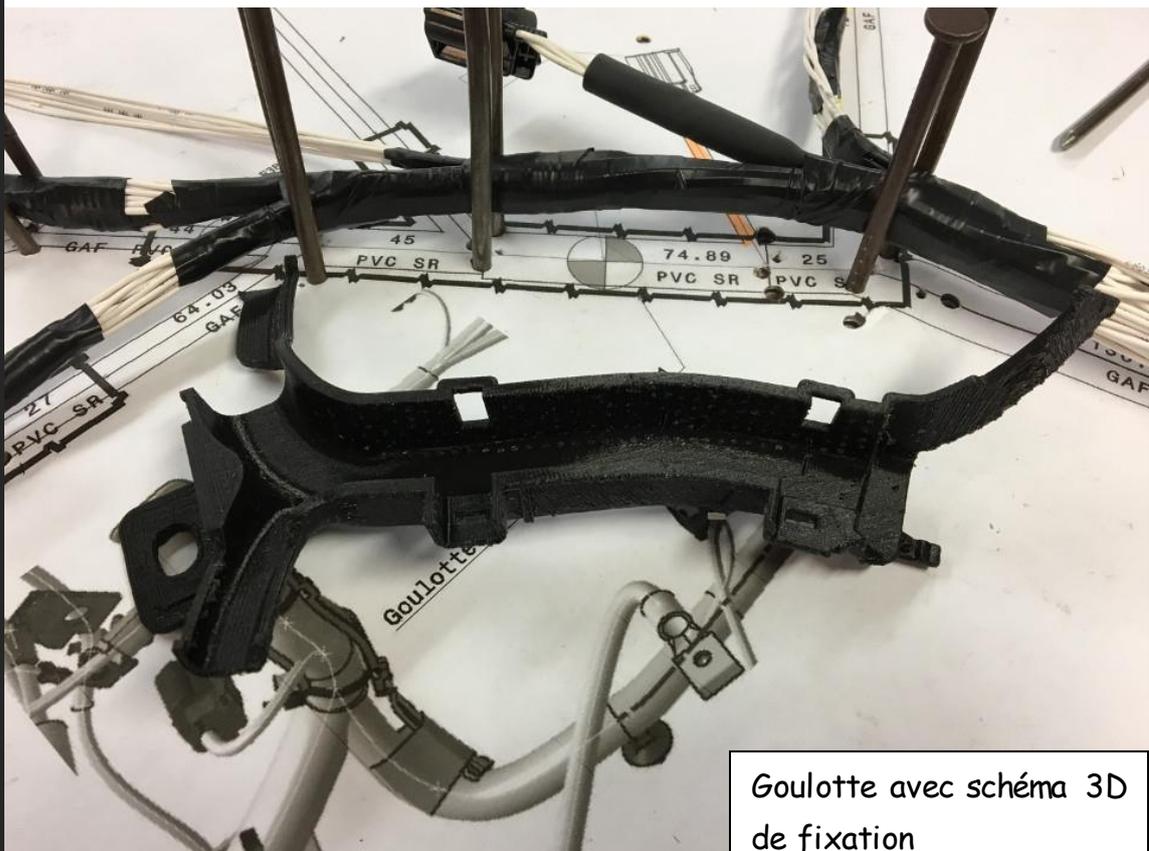
GAF de différents diamètres et classes de qualité (vert classe 3 (courant) et orange classe 4 (plus rare))

Le dernier type d'habillage courant que l'on trouve chez Technomap est le **Twistube**. Comme son nom l'indique c'est également un tube fendu mais cette fois ci composé de tissu renforcé. Il faut le scotcher sur les fils à chaque extrémité puis le tendre lorsqu'on l'applique afin que l'habillage ne soit pas lâche et ne se détériore lors de l'utilisation.



Twistube

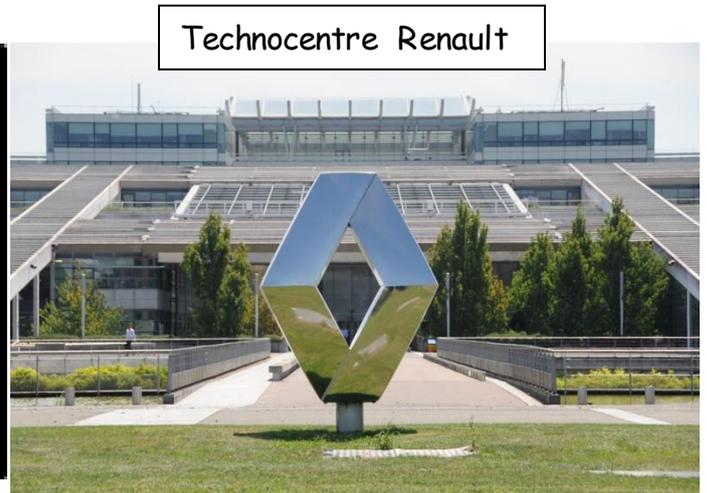
Certains **nœuds** sont équipés de **goulottes**. Ce sont des pièces de plastique imprimées en 3D dans l'entreprise qui font office de guide dans l'espace pour les câbles. On les fixe aux fils à l'aide de petits colliers en plastique.



Goulotte avec schéma 3D de fixation

Étape 7: Contrôle habillage et Livraison

Tous les câbles étant maintenant recouverts, on peut finaliser l'habillage en plaçant les **agrafes**. Ce sont de petites pièces en plastique à placer précisément à l'aide du plan qui permettront au câblage de se fixer à son environnement. Elles ressemblent pour la plupart à des colliers.



A ce stade le **câblage** est terminé sauf si le contrôleur habillage remarque des erreurs qui sont corrigées dans la foulée. Dans le cas contraire on retire le **faisceau** de la table et on l'apporte à l'**approvisionnement** qui le livrera au client.

A la suite de cette formation j'ai eu l'occasion de fabriquer un petit **câblage** de 39 fils en autonomie en suivant les instructions qui m'ont été fournies. J'ai dû dessiner le plan à la main et faire toute les étapes seul. Ceci m'a permis de bien mieux comprendre l'enjeu de la mission qui a suivi.

J'ai également eu l'occasion de me rendre, en déplacement à Paris, au **Technocentre Renault**, dans le **Centre Recherche et Prototypes (CRP)** et dans la « **Ruche** », afin de faire un **montage à blanc**. Ceci consiste en fait à monter un **câblage** sur un moteur hors du véhicule afin de vérifier que son implantation sur celui-ci se fait correctement. J'ai également pu approcher la dernière Alpine A110 2017, symbole de la renaissance de la marque dieppoise, sur laquelle Technomap a réalisé toute l'implantation électrique du moteur, tableau de bord, des phares etc... Ca a été une expérience exceptionnelle et très enrichissante de découvrir les coulisses d'un tel organe industriel français.



Faisceau que j'ai réalisé en autonomie

Conception et fabrication d'un banc universel de test électrique de faisceaux

Cet intitulé de mission peut paraître complexe mais ma seconde mission est en réalité très simple à comprendre. L'étape du **test électrique** prenant beaucoup de temps et n'étant pas fiable à 100%, il a fallu trouver une solution pour la raccourcir, la fiabiliser ou même la remplacer par un autre procédé plus performant. Nous avons donc pensé à un **banc de test électrique** sur lequel les câbleurs viendraient directement brancher leurs **câblages** afin d'appuyer sur un bouton pour le tester entièrement et instantanément. Technomap disposant déjà de quelques **bancs de test électrique** spécifiques à certains **câblages**, il paraissait simple d'en réaliser un adaptable à tout **faisceau**. Cependant, une contrainte importante est apparue. En effet tous les **connecteurs** et composants utilisés chez Technomap n'ont pas forcément de **contreparties** associées. C'est-à-dire qu'il n'existe pas de composants sur lesquels les brancher excepté directement dans les véhicules prototypes. Ma mission consistait donc à concevoir et imprimer en 3D ces **contreparties** et à les rendre modulable pour les implanter sur un **banc de test électrique**, par conséquent universel. Au départ il a donc fallu me briefer sur les principes de conception et sur l'utilisation et la maintenance de l'imprimante 3D. Je parle au singulier car pour imprimer les **contreparties** je n'ai utilisé qu'une des 3 imprimantes présentes chez Technomap (il y avait 3 imprimantes durant mon stage mais aujourd'hui ils disposent d'une quatrième). Il s'agit de l'imprimante **Onyx One**. C'est une imprimante fabriquée par Markforged utilisant un plastique spécial imprimé de carbone, octroyant de bonnes performances mécaniques aux pièces imprimées. Cette imprimante est commandée à l'aide de l'application **Eiger** et toute le CAO a été réalisée à l'aide de **Catia V5**, le logiciel qu'utilise Technomap pour ses études électriques ainsi que l'IUT

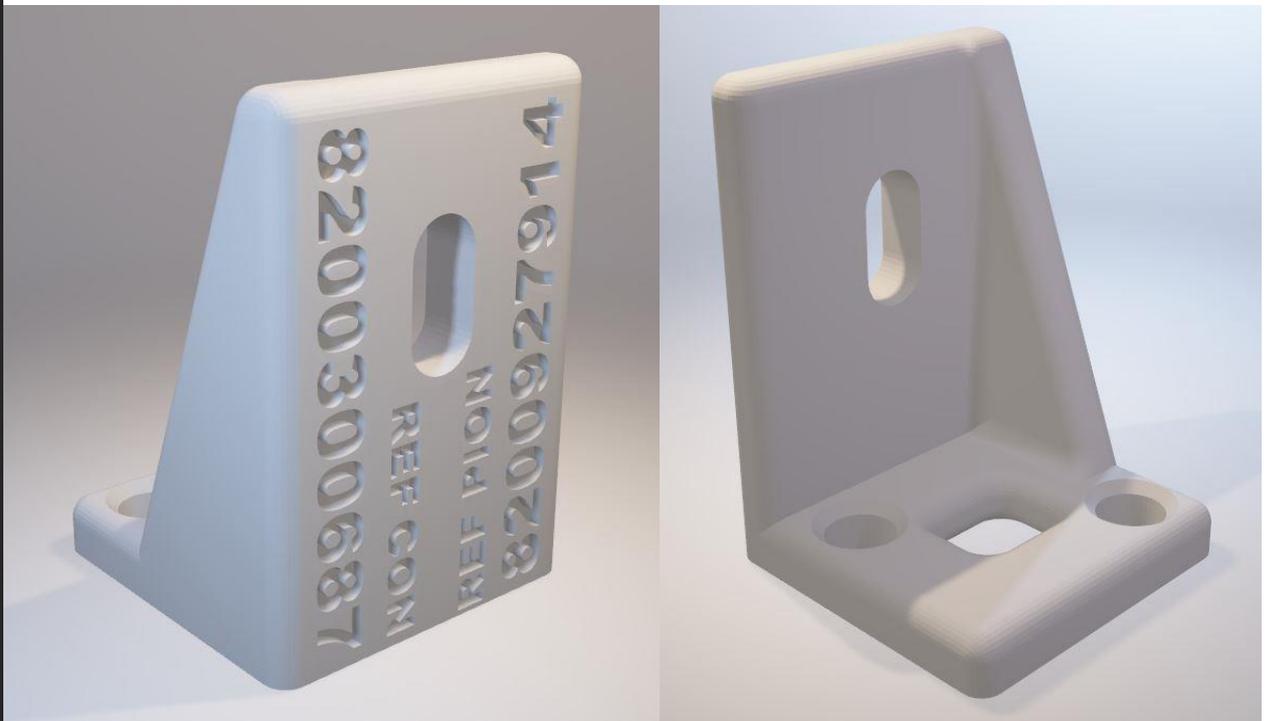
de Nantes pour former ses étudiants au monde industriel. Étudions donc les différentes étapes pour concevoir un banc de test électrique et des contreparties de connecteurs.



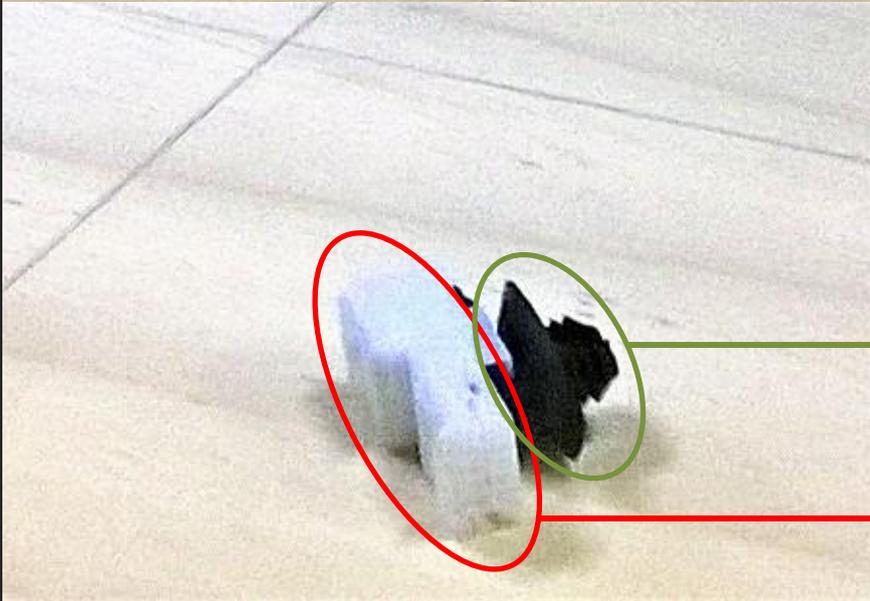
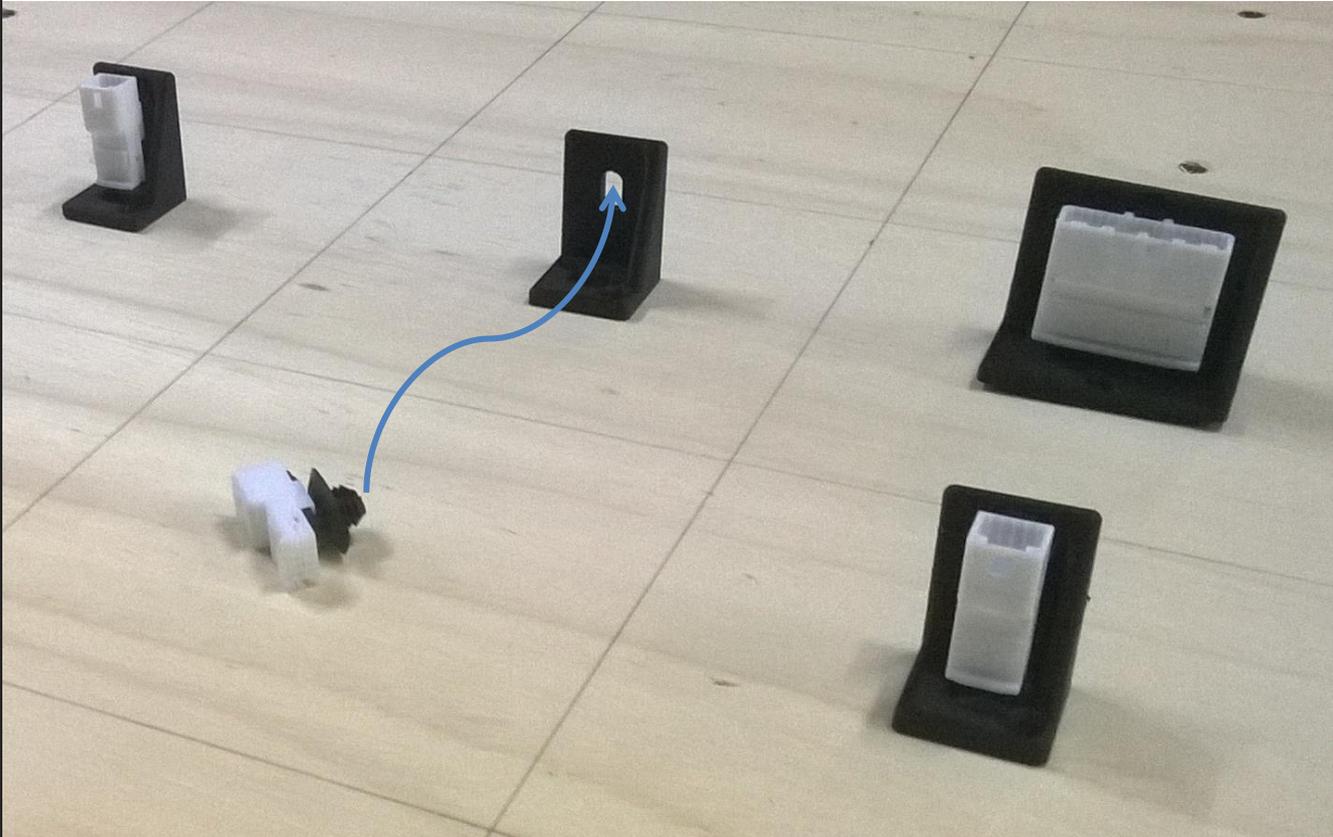
Imprimante 3D Onyx One et logos associés à ma mission

Étape 1: Réflexion sur les composants à utiliser

Dans un premier temps il a fallu réfléchir sur le fonctionnement physique du banc. De quoi sera-t-il composé et comment se déroulera son utilisation ? Le principe est donc simple. Le banc est composé d'une planche de bois sur laquelle sont fixés des petits supports que j'ai modélisé et imprimé en 3D. Leur position est repérée par un quadrillage en vue de garder les mêmes branchements lorsqu'on test plusieurs câblages similaires. Ces supports servent à accueillir un petit connecteur de 8 ou 32 voies dont les références sont gravées. Ce connecteur est fixé à l'aide d'une pièce intermédiaire et adaptée appelée pion conçu pour se fixer dans un trou houblon aux dimensions données, dont j'ai pris les mesures pour concevoir le support. Ce connecteur ayant une contrepartie déjà existante, nous utilisons celle-ci en guise de pont entre le banc et les contreparties à relier au câblage.

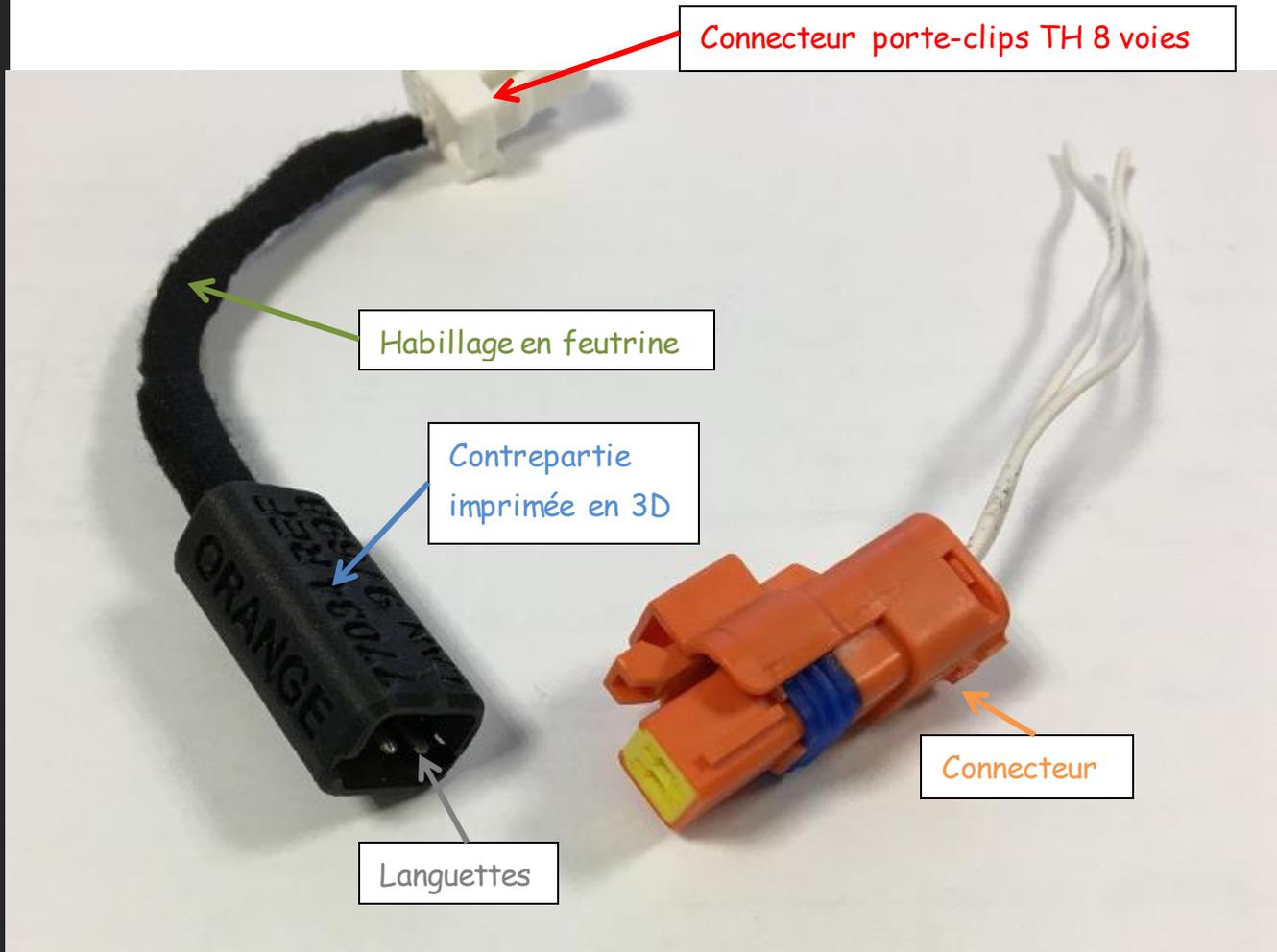


Support du banc de test pour pion et porte-languettes TH 8 voies



Pion

Connecteur
porte-languettes
TH 8 voies



Le câbleur n'aura donc qu'à :

- 1-amener son **faisceau** et le poser sur le **banc de test électrique**
- 2-prendre les **contreparties** associées aux **connecteurs** de son **câblage** et les brancher sur celui-ci
- 3-brancher son **câblage** sur le **banc** et vérifier qu'il n'y a pas d'anomalies

Étape 2: Pré-conception d'une contrepartie de connecteur

Le principe de fonctionnement du **banc de test** ayant été établi, il a fallu également prendre en considération la durée de ma présence chez Technomap. En effet l'étape suivante consiste à concevoir et fabriquer des **contreparties de connecteurs** qui sont la clé du lien entre le **banc de test** et les **câblages**. Cependant, il existait beaucoup trop de **connecteurs** utilisés par Technomap pour que je puisse en fournir toutes les **contreparties** sur ma période de stage. Tony, mon tuteur de stage, a donc prit la décision de me lancer sur un **câblage** particulier qui fait office de « cobaye », le **faisceau** avant moteur, utilisant sa **planche connecteurs** comme base, car celui-ci est récurant chez Technomap. Je me suis également occupé d'autres **connecteurs** extérieurs à celui-ci mais très utilisés dans l'entreprise.

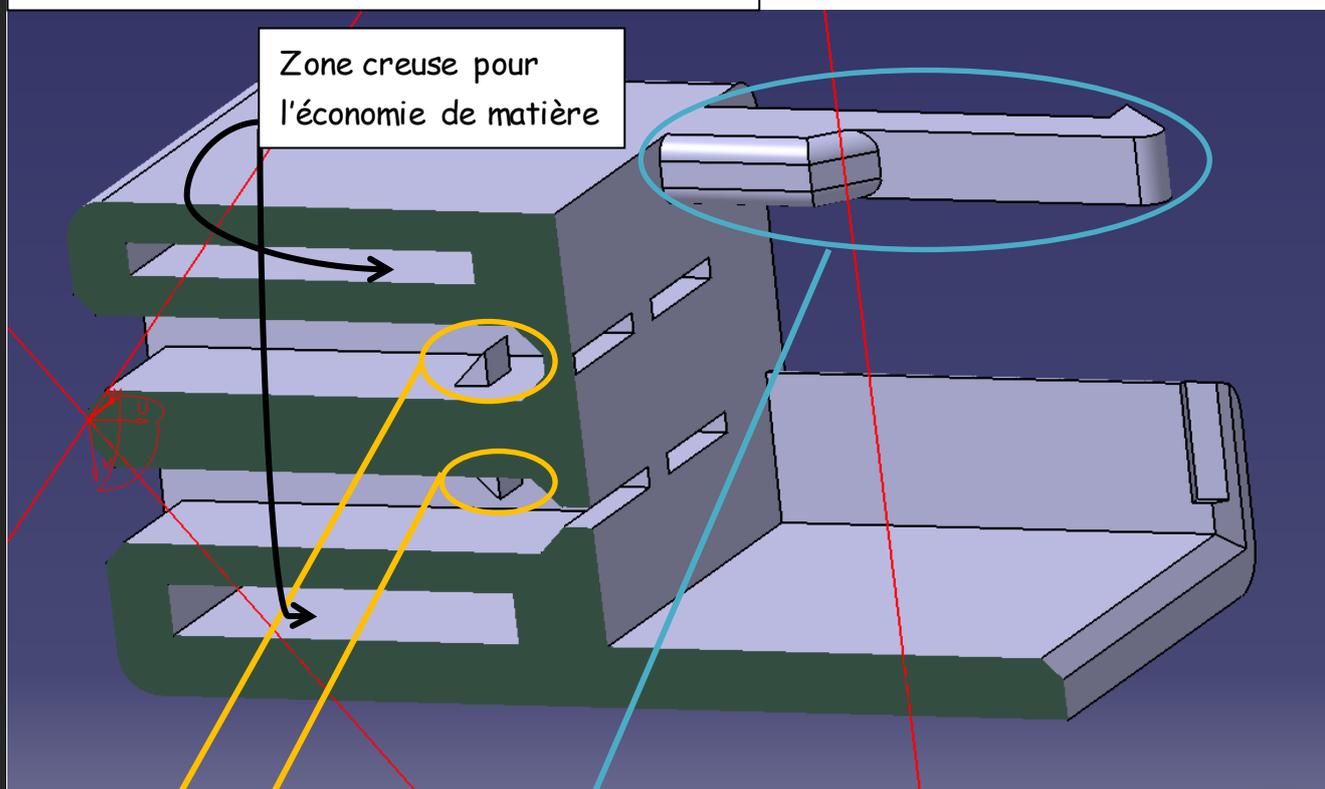
La première étape de la conception d'une **contrepartie de connecteurs** consiste donc à aller chercher le **connecteur** concerné à **l'approvisionnement**. On obtient le **connecteur** mais pas seulement, on a également tout pour le **sertir** (**clips, joints, bouchons** etc...) et les **languettes** associées à intégrer dans la futur **contrepartie**. Une fois tous ces éléments à disposition on peut avoir un aperçu précis de la forme qu'aura notre **contrepartie** ainsi que de l'emplacement et du moyen de maintien des **languettes**. On peut commencer à prendre les mesures indispensables à la **CAO**.

Étape 3: Modélisation et mesures

Les étapes de modélisation dépendent de la forme du **connecteur**. Certains seront plutôt cylindriques tandis que d'autres seront cubiques par exemple. L'ordre des opérations dépend donc du **connecteur** mais on retrouve toujours les mêmes fonctions à assurer. Il faut premièrement créer une empreinte qui soit compatible, c'est-à-dire qui permette à la **contrepartie** de s'assembler correctement à son **connecteur**. On garde donc un jeu fonctionnel (j'ai pris généralement 0.5mm) . Si ce jeu est trop important, la **contrepartie** aura trop de liberté et pourra bouger trop amplement créant ainsi des faux contacts. Au contraire, si on ne laisse pas un jeu suffisant, celle-ci ne s'assemblera tout simplement pas, c'est pourquoi il faut parfois l'ajuster. Cet ajustement peut permettre d'assurer également le maintien de la **contrepartie** avec le **connecteur** par frottement. Sur certains **connecteurs** plus complexes, ce n'est pas le jeu fonctionnel qui est responsable d'un non assemblage mais plutôt une imprécision de cotation. En effet, mon meilleur moyen de mesures était un pied à coulisse digital. Celui-ci n'est pas adapté à tous types de mesures sur les **connecteurs** et certains étant vraiment de petites dimensions et ne laissant peu d'accès à l'outil de mesure, l'erreur est vite arrivée.

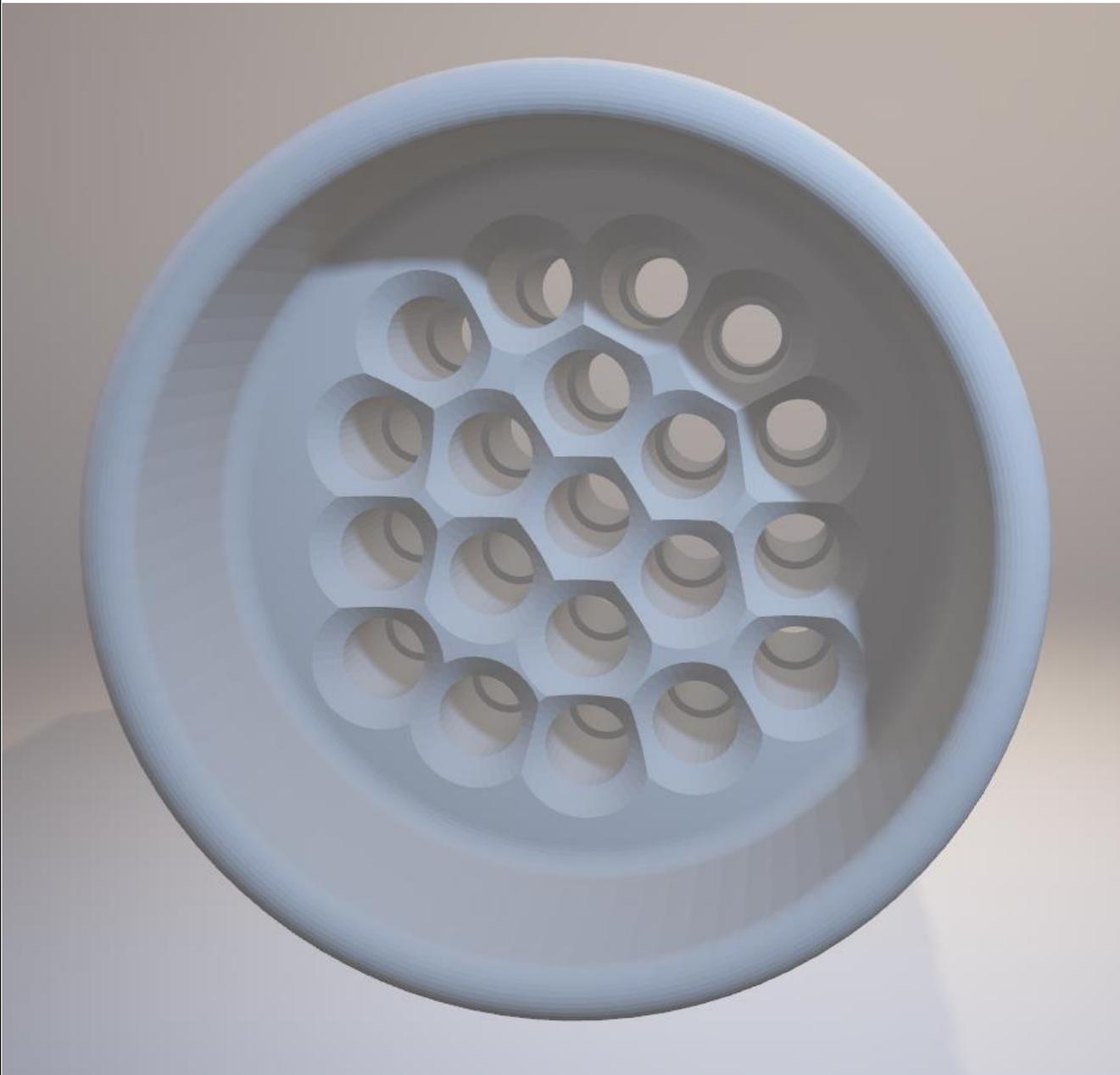
La deuxième chose à assurer à tout prix est le maintien et le positionnement des languettes dans la contrepartie. C'est eux qui assurent le contact électrique alors elles doivent être positionnées très précisément en face des clips du connecteur. On doit également prévoir un système de maintien qui a principalement deux formes possibles. Le premier est utilisé lorsque les languettes de la contrepartie ont des sortes d'« ailettes » anti retour. Dans ce cas, il suffit de diminuer la taille du trou de placement sur une certaine profondeur puis de revenir à la taille initiale jusqu'à la butée prévu pour le corps de la languette pour que les « ailettes » soient comprimées puis relâchées une fois passée ce système lors de l'insertion. Le second système consiste à mettre un prisme anti retour qui, après insertion et déformation de la languette, se glisse dans un emplacement et fixe celle-ci. Même principe, si on laisse trop de jeu concernant le système de maintien, la languette pourra bouger d'avant en arrière et le contact ne se fera pas correctement. A l'inverse, pas assez de jeu ne permettra pas à la languette de s'insérer.

Vue en coupe d'une contrepartie de connecteur



Prismes anti retour permettant le maintien des languettes

Prisme anti retour extérieur permettant le maintien de la contrepartie dans le connecteur

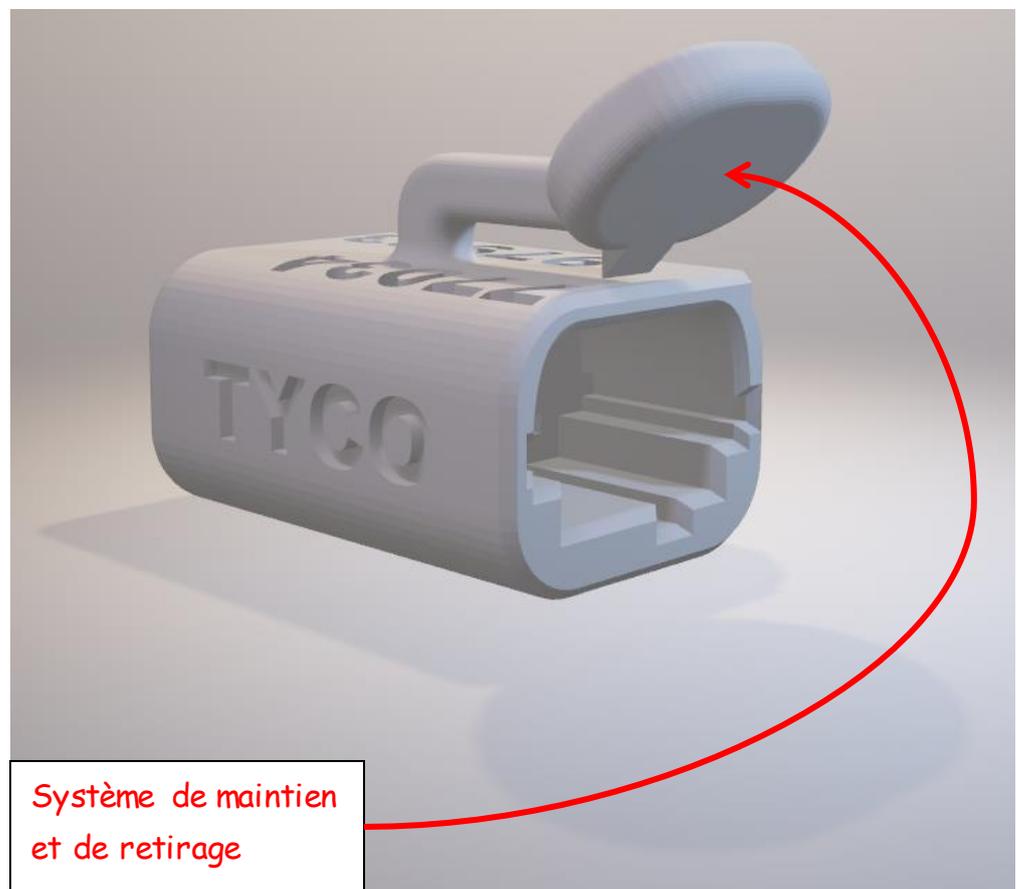


Vue de face d'une contrepartie de connecteur (on peut y voir les variations de diamètre dans les trous prévues pour les languettes à « ailettes »)



Languettes à « ailettes » prévues pour cette contrepartie

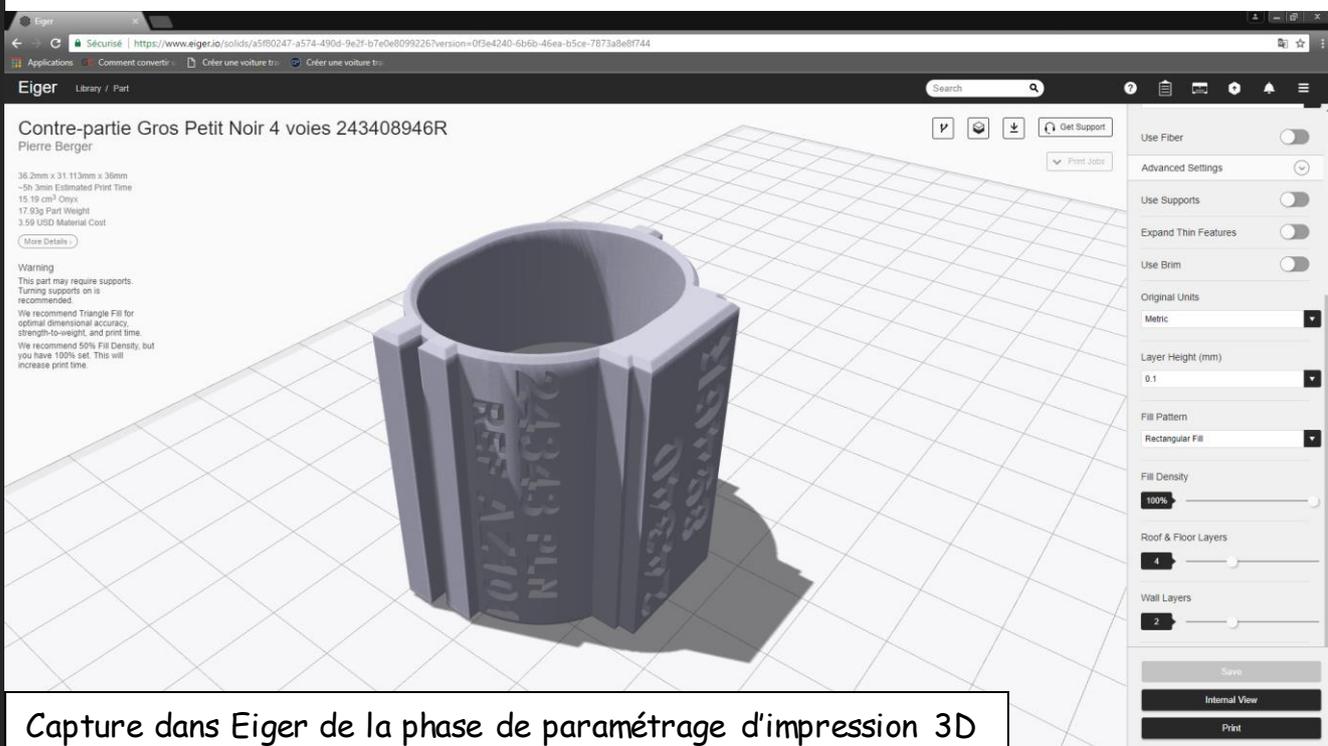
La dernière contrainte concernant la conception d'une **contrepartie** de **connecteur** concerne également le maintien. En effet, lorsque le technicien câbleur branche une **contrepartie** sur un des **connecteurs** de son **câblage**, celle-ci doit rester fixée au **connecteur** le temps du test effectué par le **banc de test électrique**. On doit donc également prévoir une solution permettant de remplir cette fonction. Comme énoncé précédemment, il arrive que l'ajustement permette un **maintien par frottement** mais ce cas est plutôt chanceux car les ajustements plastiques sont un domaine complexe de l'industrie, dépendant des matériaux et que je ne maîtrise pas même avec ma formation. La plupart du temps il s'agit donc également d'un **prisme anti retour**, extérieur ou intérieur. Notons également que le frottement des **languettes** dans les **clips** aide à ce maintien. Cependant une sous contrainte est présente. La **contrepartie** doit pouvoir se fixer au **connecteur** mais doit également pouvoir se retirer facilement. Il faut donc prévoir une bonne prise en main de la **contrepartie** et/ou un **système de retraitage**. En effet, certaines contreparties sont fragiles de par leur morphologie. Il faut prévoir le fait qu'elles seront manipulées à répétition sur le **banc de test** par les câbleurs.



La matière utilisée par l'imprimante 3D, à savoir le plastique Onyx, a un certain coût. Ceci implique qu'elle doit être économisée au maximum sans détériorer les performances mécaniques de la pièce. La plupart de mes **contreparties** sont donc creuses pour prendre en compte ce critère.

Étape 4: Fabrication, Sertissage et Réajustements

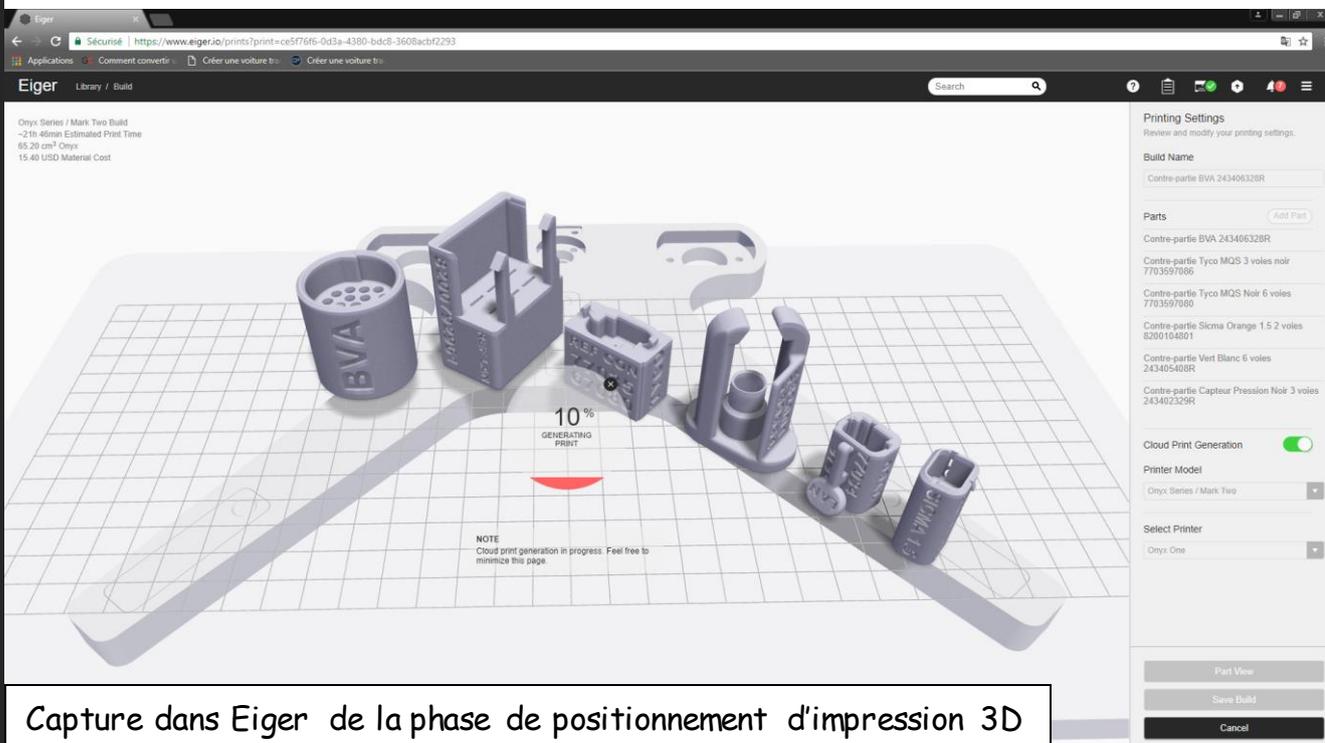
Une fois la **modélisation** terminée sous **Catia V5**, on exporte son fichier au format STL pour passer à la fabrication. Il est important de noter qu'à cette étape, les paramètres de performance de rendu de **Catia V5** doivent être au maximum car dans le cas contraire, le fichier exporté sera de moindre qualité que la **modélisation** (les faces arrondies deviennent par exemple **facettées**). Une fois cette opération effectuée on peut ouvrir l'application **Eiger** qui gère l'impression 3D concernant l'**Onyx**.



La première démarche consiste à importer le fichier STL précédemment créé. Notre pièce apparaît donc sur la simulation du plateau mais pas forcément suivant l'orientation que l'on souhaite pour l'impression. Celle-ci a une grande importance car la machine ne peut pas déposer de matière dans le vide (seulement sur de petites distances et on constate une petite déformation à cause de la flexion due au poids du plastique pendant le durcissement). Elle ne peut imprimer une face au-dessus du plateau dans le vide qu'à condition de rajouter du **support**. Le **support** est calculé et rajouté par l'application si on le souhaite. L'idéal est donc de faire en sorte qu'il y ait

Le moins de **support** possible en posant la pièce sur la face la mieux adaptée. On a également le choix du **maillage** intérieur, on peut le faire en nid d'abeilles, en triangles ou plein. Étant donné que j'ai déjà prévu l'économie de matière en creusant les pièces et que ce sont des éléments de relativement petites dimensions, j'ai choisi d'imprimer toutes mes pièces pleines pour garantir leur bonne résistance mécanique.

Une fois la pièce configurée, on passe par une étape de disposition sur le plateau où on peut ajouter autant de pièces que l'on souhaite suivant la place qu'elles prennent et le temps d'impression. C'est à ce moment que l'application calcule toutes les futures trajectoires de l'imprimante 3D.



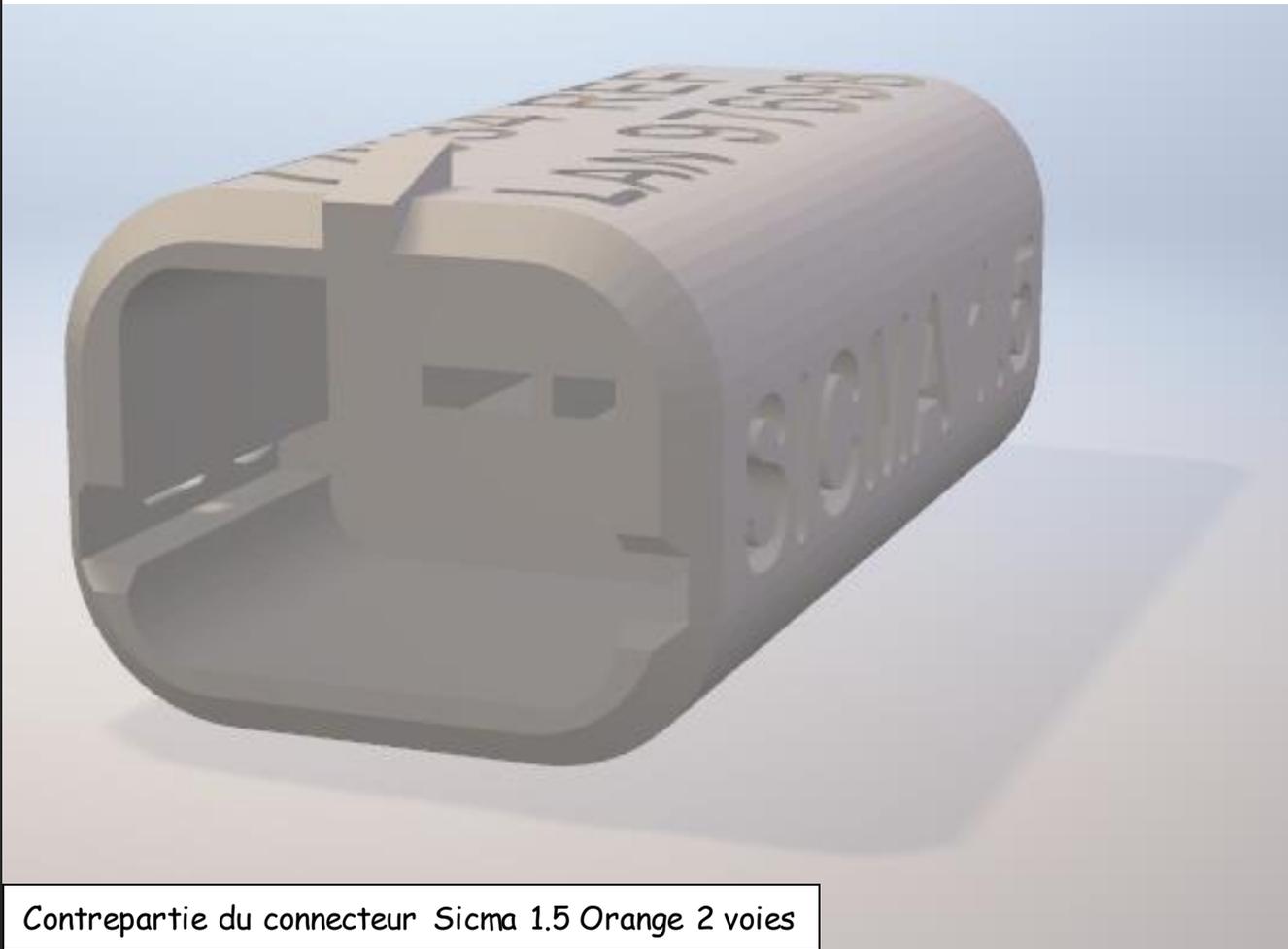
Capture dans Eiger de la phase de positionnement d'impression 3D

Après que les calculs aient été effectués il ne reste plus qu'à lancer l'impression depuis l'ordinateur car l'imprimante **Onyx** est connectée en réseau Ethernet. Il faut quand même s'assurer au préalable que l'environnement de l'imprimante est complètement dégagé. On applique également un peu de colle papier sur le plateau pour que le plastique adhère bien lors du premier niveau d'impression. La plupart du temps je lançais mes impressions en fin de journée pour que l'imprimante travaille la nuit et que je puisse tester les **contreparties** le matin suivant. En règle générale il est rare d'obtenir une **contrepartie** fonctionnelle du premier coup. Il faut quelques

essais avant d'y parvenir mais les « ratés » ne sont pas perdus pour autant. En effet certains finiront dans la vitrine de Technomap tandis que d'autres seront découpés pour comprendre d'où vient le problème. Il m'a paru intelligent de rendre mes **modélisations** paramétrables, c'est-à-dire que je n'avais qu'à modifier une cote sur une **contrepartie** défectueuse et toutes celles qui en dépendent s'ajustent automatiquement, afin de gagner du temps sur les réajustements. J'ai également proposé à Christophe de réaliser un **timelapse** d'une des grosses impressions pour lui fournir du contenu à ajouter au site internet de Technomap en reconstruction.

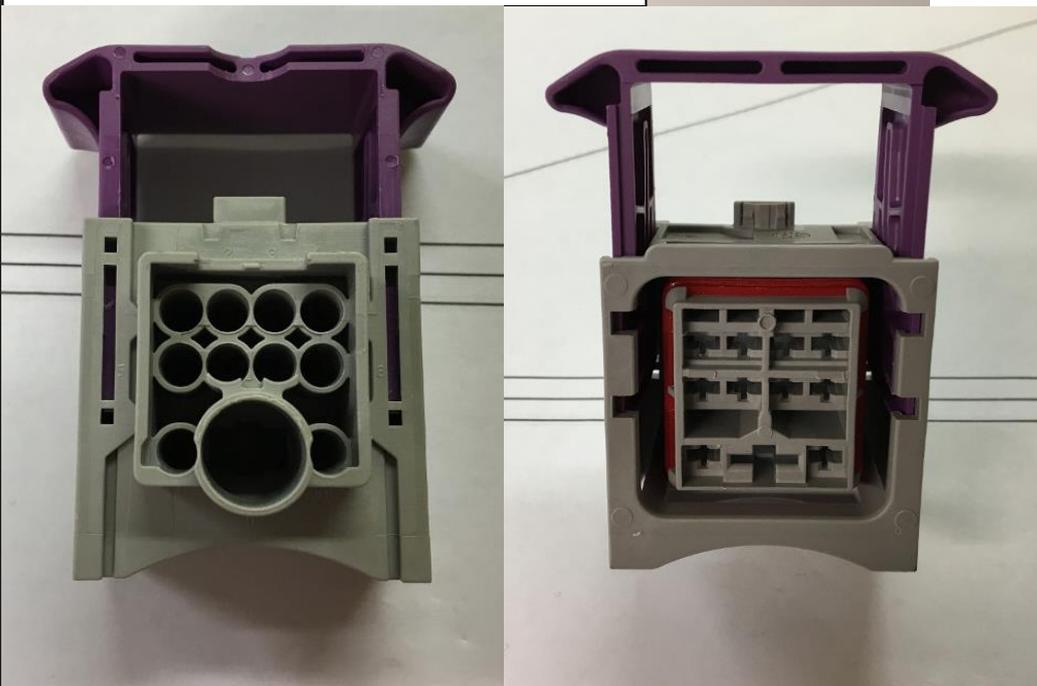
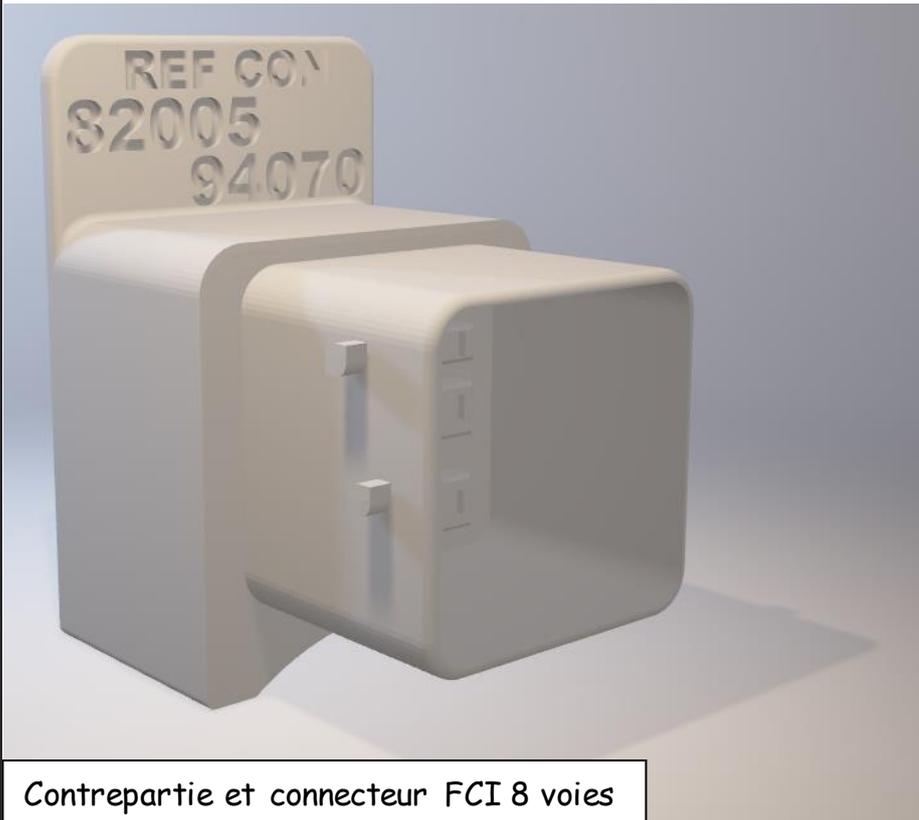
Après l'impression, on décolle les pièces obtenues en évitant de les casser (parfois il faut utiliser un outil comme un tournevis plat en veillant à ne pas rayer le plateau). On suit ensuite la procédure de **sertissage** et d'**habillage** vue en atelier (j'ai utilisé de la **feutrine** pour mes **contreparties**). Ceci consiste en fait à relier le petit **connecteur** porte-**clips** prévu pour se brancher sur le **banc de test** à la **contrepartie** fabriquée. Il faut veiller à faire correspondre les numéros de sortie de la **contrepartie** (on lit en face de ceux du **connecteur** sur le **faisceau**) avec ceux du **connecteur** du **banc de test**. Une fois cette étape réalisée, la **contrepartie** est terminée et on peut passer aux suivantes.

Voici quelque unes des **contreparties** de **connecteurs** que nous avons réalisé à Technomap, dont certaines ont quelque particularités :

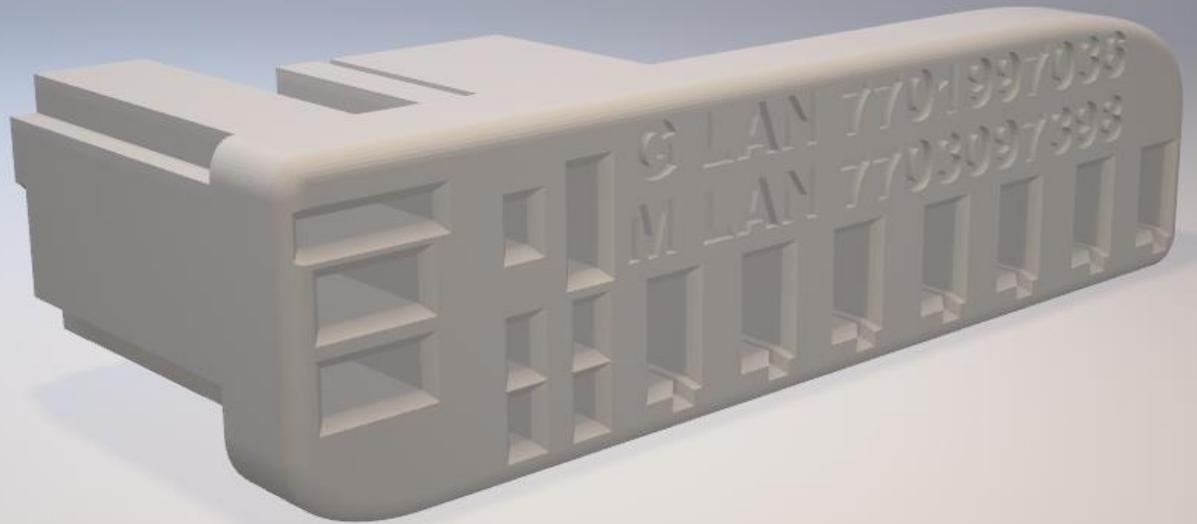


Contrepartie du connecteur Sicma 1.5 Orange 2 voies

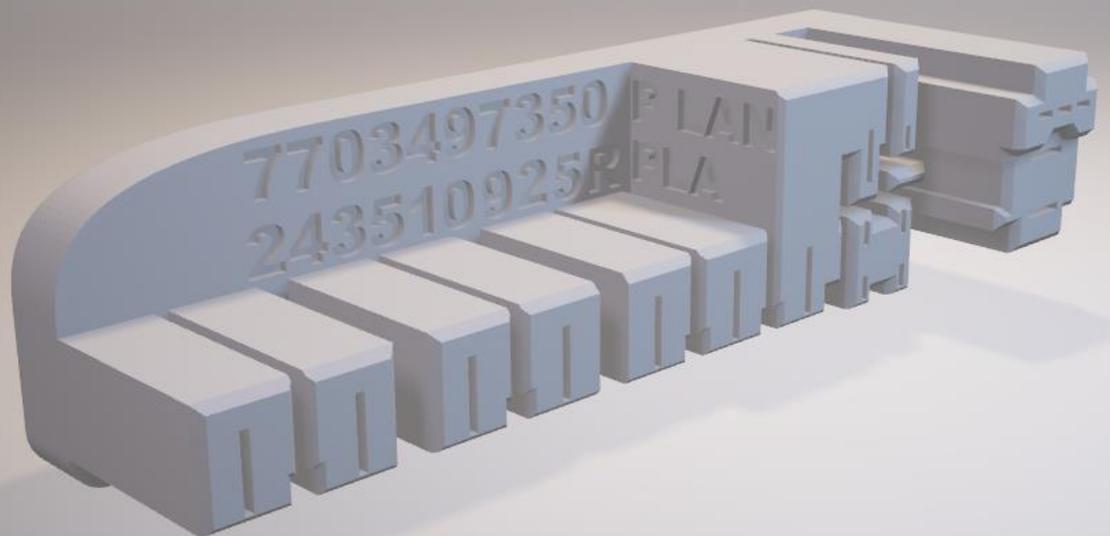
On peut voir que sur la **modélisation** il existe un « mur » de séparation entre les deux futurs emplacements des **languettes**. En réalité ce mur est trop fin pour être imprimé en 3D (de l'ordre de 0.3mm). Cette **contrepartie** nécessite donc d'ajouter manuellement de l'isolant (comme de l'**ATUM**) entre les **languettes** afin qu'elles ne soient pas en contact et ne faussent le test électrique.



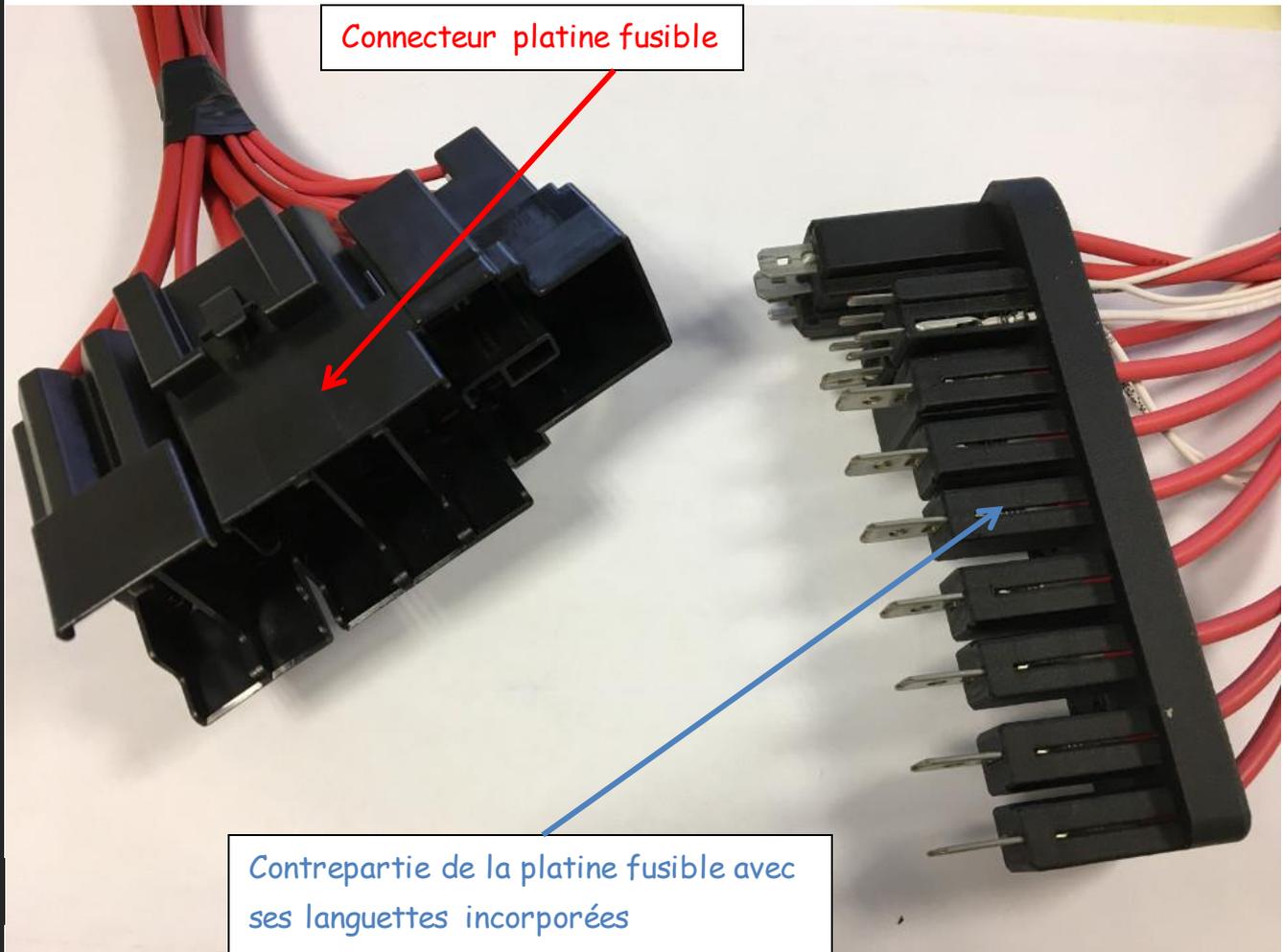
Concernant cette contrepartie, j'avais à disposition le composant du véhicule sur lequel se branche le **connecteur**. Il m'a fallu copier le plus justement possible celui-ci pour faire une **contrepartie** fonctionnelle car le système de fixation et de maintien était l'un des plus complexes que j'ai eu à traiter. Ceci m'a bien aidé.

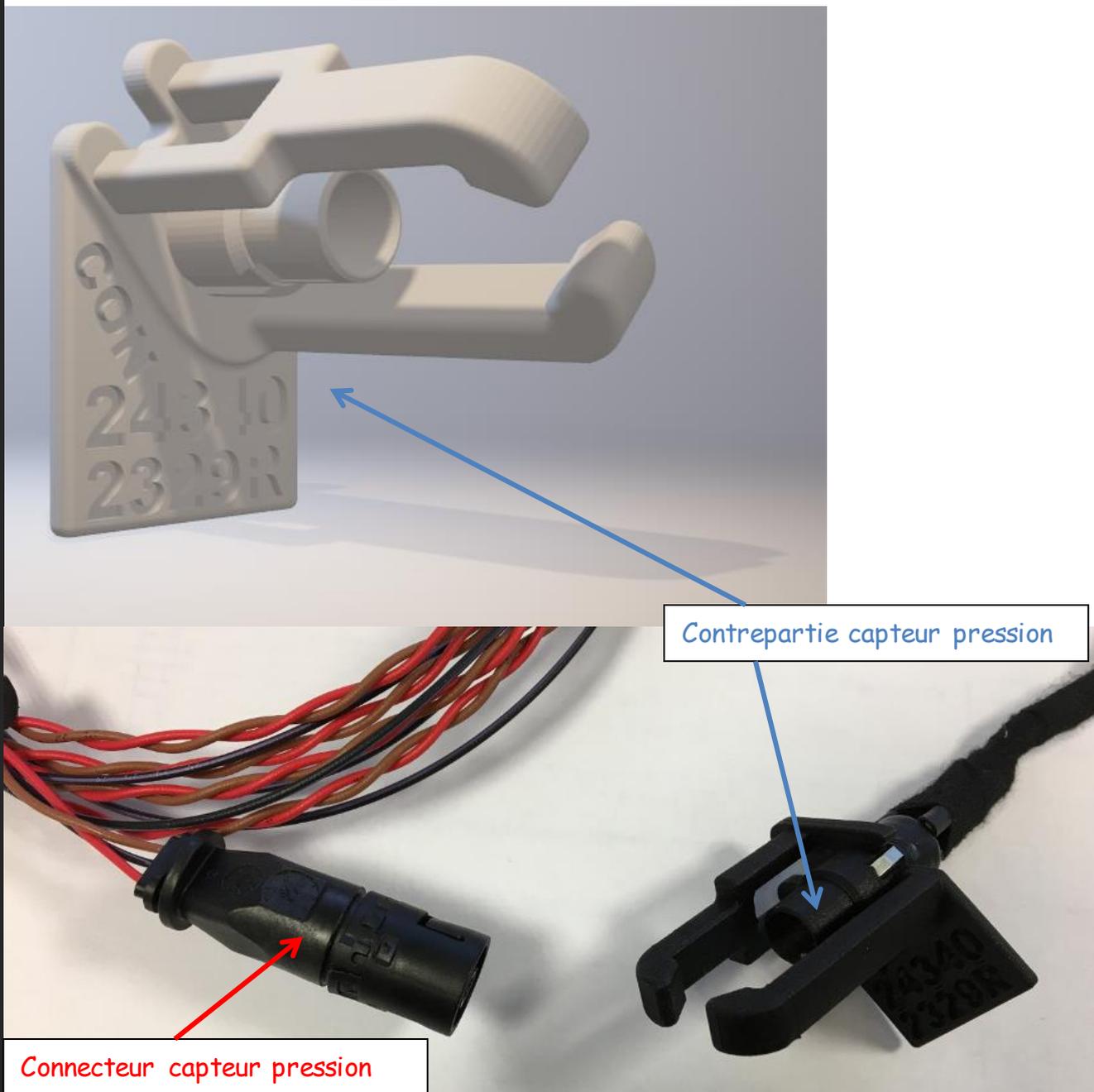


Contrepartie platine fusibles



Cette contrepartie est la plus volumineuse et aussi certainement le plus complexe en termes de cotation qu'il m'a fallu fabriquer. Elle comporte 16 voies avec 3 types de **languettes** différentes avec chacune leur système de maintien. Malgré tout elle n'a nécessité qu'un essai suivi d'un réajustement afin d'être fonctionnelle. Il faut 17h à l'imprimante 3D **Onyx** pour la fabriquer entièrement.





La **contrepartie** du capteur pression est sans nuls doutes celle qui m'a donné le plus de fils à retordre (sans mauvais jeu de mot). Elle a bouleversé mes habitudes de travail du fait que l'espace disponible pour une **contrepartie** était très restreint dans le **connecteur** (empêchant d'utiliser des **languettes** classiques) et que l'accès aux contacts électriques était difficile. J'ai été par conséquent contraint d'innover concernant le contact électrique. Au lieu d'utiliser une **languette** trop volumineuse et contraignante, j'ai utilisé une bande de métal conducteur tirée d'une bobine de **languettes**. En effet, les languettes arrivent à **l'approvisionnement** sous forme de

bobine. Il faut les découper de cette bobine et on jette ensuite la bande de métal (bobine vide) à la poubelle. J'ai récupéré ce composant et du fait que cela prenne très peu d'espace j'ai pu l'appliquer à ma **contrepartie** en la redécoupant simplement avec une paire de ciseaux. Pour la monter il suffit maintenant de la glisser dans les emplacements prévus à cet effet puis de la plier au bout. On scotch l'autre côté et on soude des fils puis le tour est joué. Le contact électrique se fait bien sans interférences entre les sorties, ce qui pourraient fausser le test.



Cette mission m'a donc permis de renforcer mon savoir-faire en **CAO** tout en découvrant les avantages et les contraintes de l'impression 3D avec un matériel performant. Nous avons au final fabriqué une vingtaine de **contreparties** ajoutées aux supports du banc de test permettant ainsi d'envisager l'avenir du **contrôle électrique** de façon plus claire chez Technomap.

Conception et fabrication d'un boîtier de commande pour volant sur bateau de compétition motorisé

En parallèle de l'élaboration du banc de test, l'une des raisons de ma présence chez Technomap était d'utiliser mes compétences et mon temps sur un projet de conception et de diversification d'activité. En effet, Technomap est sponsor d'une écurie de bateau de compétition motorisé, Arion Racing.



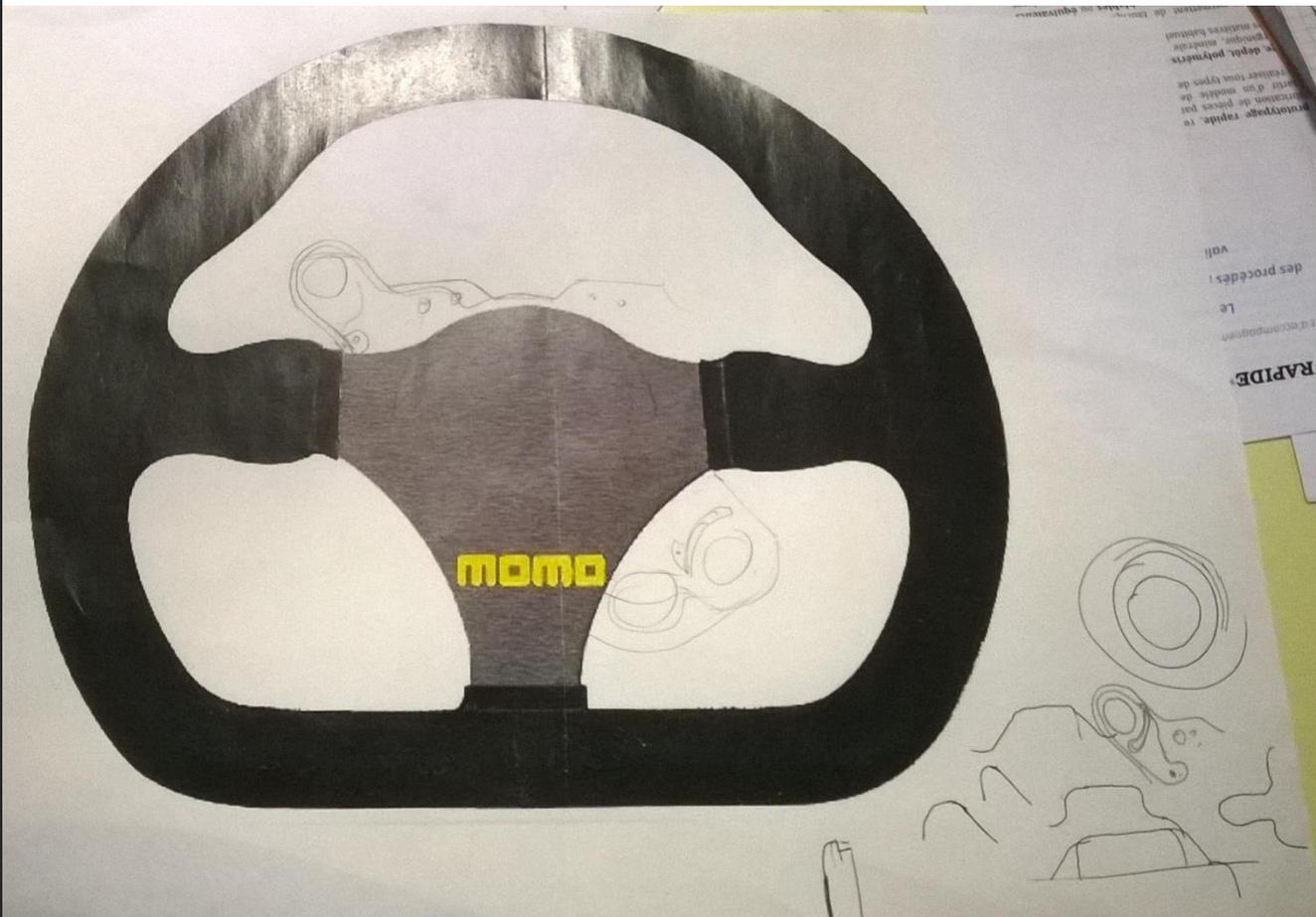
L'entreprise prend en charge tout ce qui concerne l'électricité embarqué et, constatant que l'ancien volant pouvait être amélioré, elle s'est proposé d'en fournir un nouveau plus performant.



Ancien volant fabriqué par les bénévoles du team Arion Racing



Le volant déjà présent dans le bateau, fabriqué par les bénévoles de l'écurie utilisant leur savoir-faire professionnel, avait en effet besoin de renouveau. Premièrement, il était plutôt lourd, notamment à cause de ses supports de palettes en aluminium usiné. Deuxièmement, les palettes étaient usées et avaient du flottement, ce qui n'était pas très **ergonomique** surtout quand on sait que le bateau peut prendre part à des courses d'endurance de 24 heures. Le dernier défaut qu'il fallait aussi corriger concernait le câblage. Celui-ci était apparent au dos du volant et pouvait être optimisé grâce au savoir-faire de Technomap. On nous a également demandé d'ajouter un bouton de démarrage du bateau directement sur le volant. Toutes les consignes étant à présent claires, Pascal, mon responsable de projet, a commencé à dessiner un croquis de la forme qu'il souhaitait pour le futur volant.



Croquis du design souhaité par Pascal, mon responsable de projet

C'est lui qui a acheté un volant, des palettes carbonées de compétition, des boutons et des leds rouges et bleues sur lesquelles il fallait que le boîtier s'adapte. Les boutons rouges et les palettes servent respectivement au **trim** positif et négatif du bateau tandis que les leds s'allument et s'éteignent pour signaler son utilisation. Le **trim** est le réglage de l'inclinaison du moteur à l'arrière permettant de poser au mieux le bateau sur l'eau en fonction de sa vitesse, des virages, des vagues, du vent etc... afin d'être le plus rapide possible. Le bouton vert (similaire au rouge), également déjà présent sur l'ancien volant, sert quant à lui à déclencher la transmission radio pour communiquer avec les stands.



Le volant nous a été livré plus tard que les autres éléments, mais j'ai malgré pu commencer la **modélisation** car j'avais à disposition le plan 2D échelle 1 du volant avec le croquis de Pascal dessus. J'ai aussi pu m'inspirer du volant d'une voiture de compétition pour concevoir le volant Technomap. Il s'agit du volant présent dans la Renault RS1.



Renault RS1

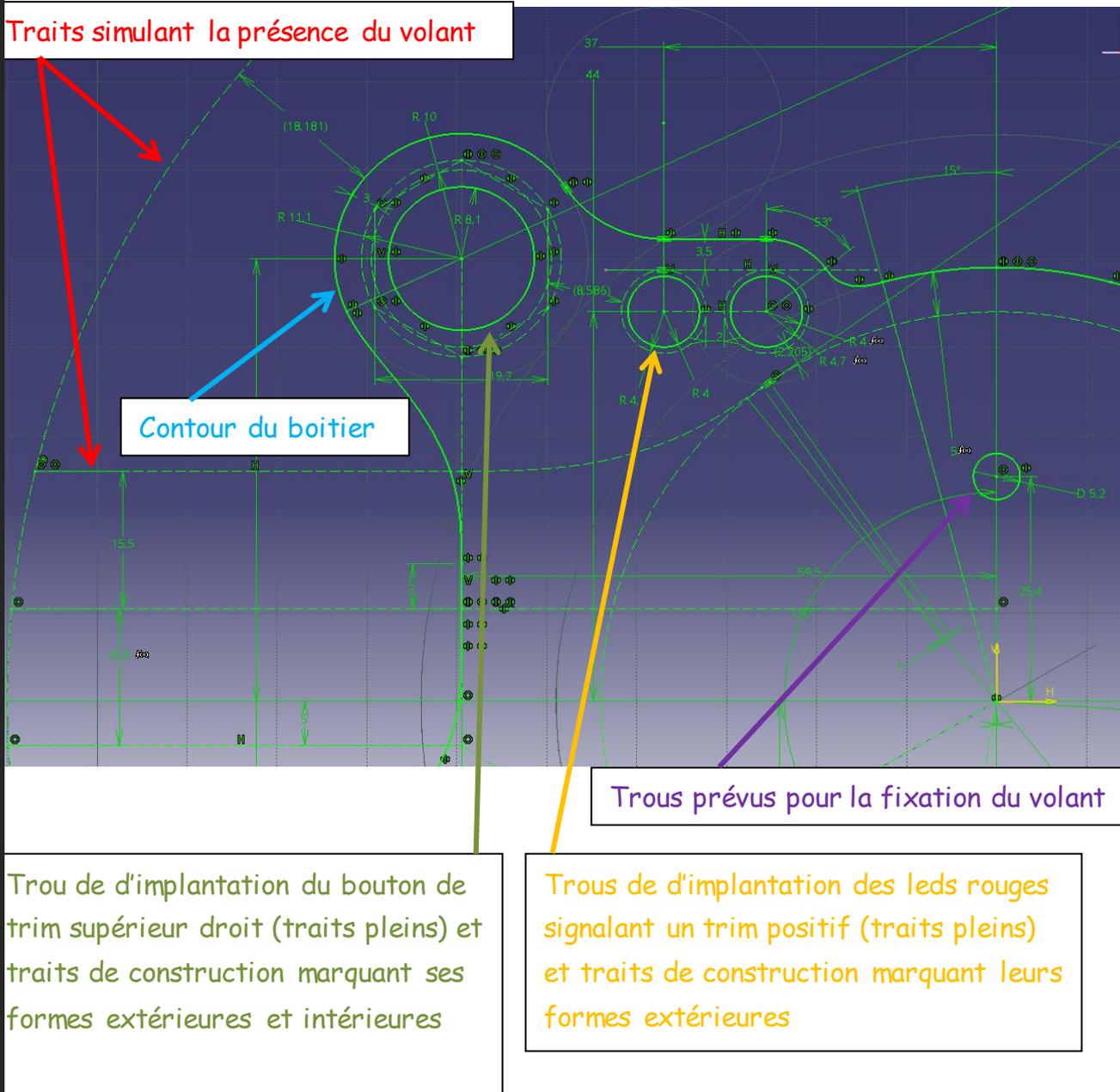
Il nous a été prêté par le **Département Pièces Compétition Renault Sport-Alpine (DPC)** qui se trouve très proche des locaux de l'entreprise et avec qui Technomap travaille de par son activité.

Étape 1: Mesure des éléments et dessin de la face avant

Pour commencer j'ai mesuré (sur la feuille) et redessiné le volant dans le plan de face de **Catia V5** (rappelons qu'il s'agit du **logiciel de CAO**) pour visualiser l'environnement du futur boîtier. J'ai ensuite mesuré les dimensions des boutons et je les ai positionnés dans le plan de façon à ce qu'il soit pratique d'appuyer dessus par rapport au positionnement des mains sur le volant. On comprend donc bien que cette conception a intégré une notion d'**ergonomie**. J'ai fait de même pour les leds en suivant le croquis de Pascal. Il est important de préciser que durant toute ma

modélisation j'ai fait en sorte de construire une pièce la plus simplement modifiable possible.

En effet, le plan n'était pas forcément exactement semblable en termes de dimensions et de formes au volant réel, et celui-ci n'étant pas disponible au début, il fallait que je garde une certaine flexibilité pour ne pas avoir à tout refaire en cas de différence. Cela permettra aussi à Technomap d'adapter ce volant en fonction de la potentielle demande future sur ce produit. Les éléments étant à présent positionnés au mieux, j'ai ensuite créé une forme épousant ceux-ci, s'intégrant dans le volant et respectant la contrainte de design fournie par Pascal. Il ne restait donc qu'à placer les trous pour la fixation du volant.



Traits simulant la présence du volant

Contour du boitier

Trous prévus pour la fixation du volant

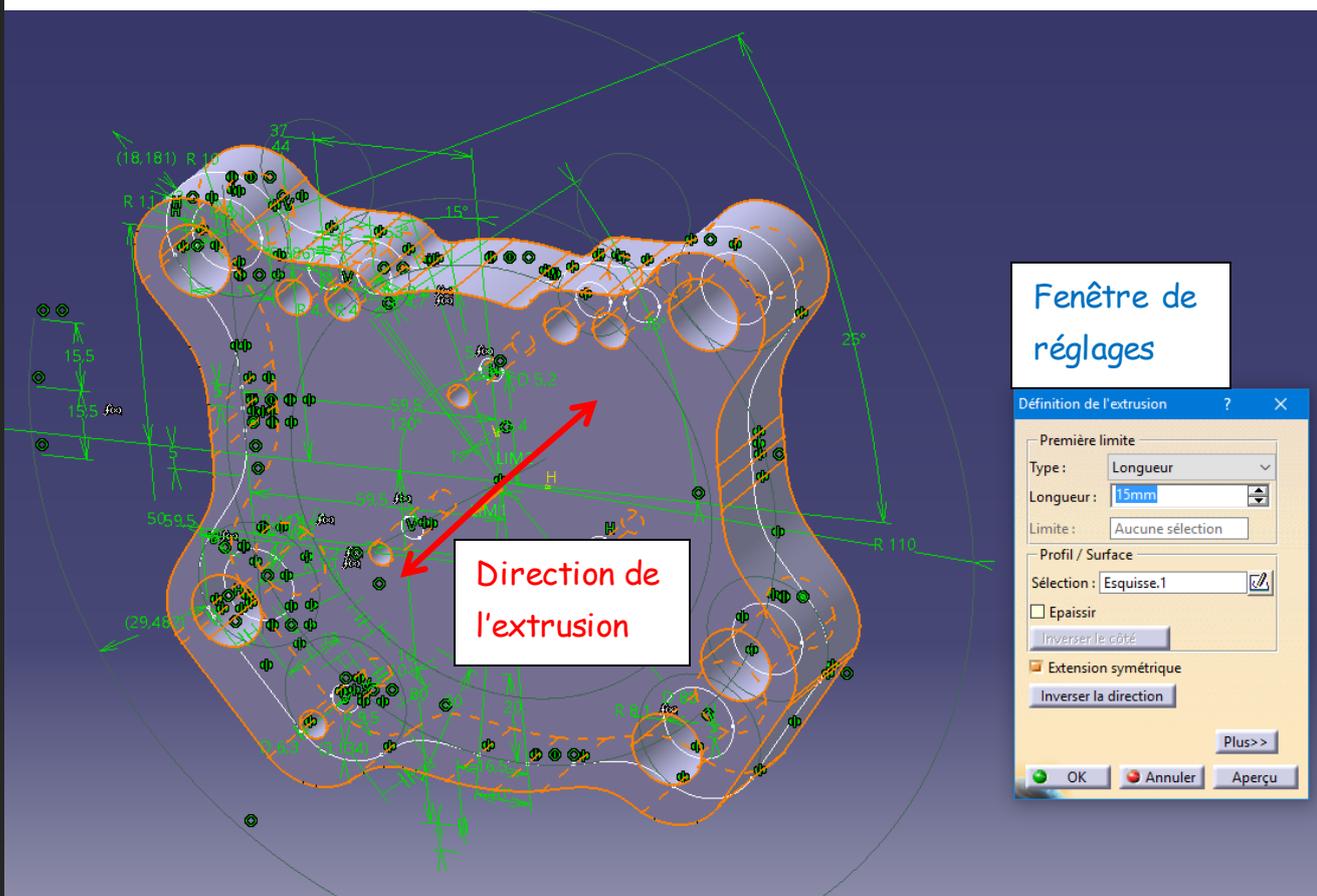
Trou de d'implantation du bouton de trim supérieur droit (traits pleins) et traits de construction marquant ses formes extérieures et intérieures

Trous de d'implantation des leds rouges signalant un trim positif (traits pleins) et traits de construction marquant leurs formes extérieures

Lors de cette opération j'ai appris à utiliser l'outil du logiciel « analyse d'esquisse » permettant de comprendre les défauts contenus dans une esquisse en vue de les corriger.

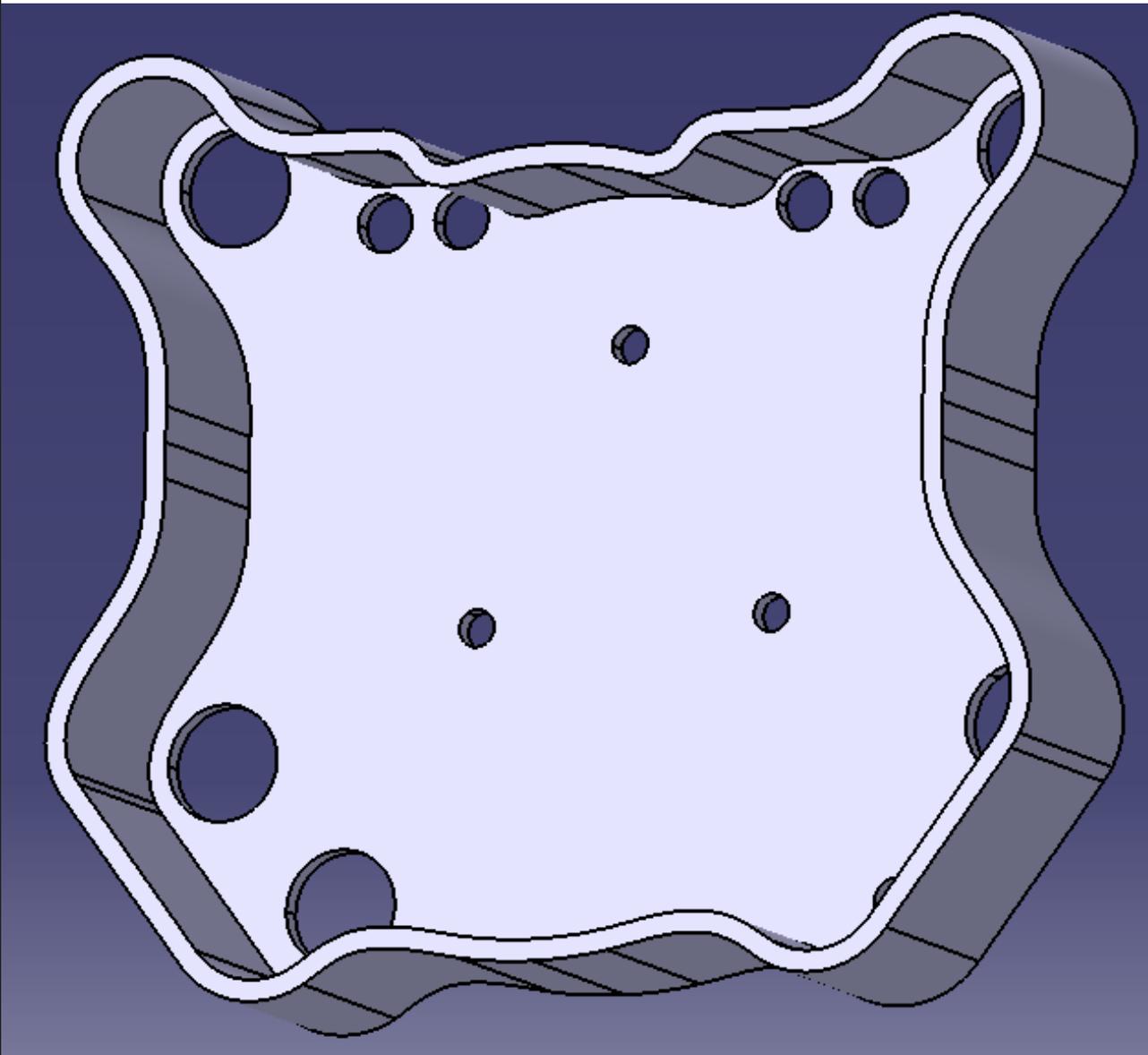
Étape 2: Extrusion de l'esquisse et création du volume

La seconde étape consiste à **extruder** la forme précédemment créée, c'est-à-dire la « tirer » suivant une certaine direction afin de créer un volume. Pour qu'un contour soit extrudable il doit respecter quelques conditions tel que ne pas être ouvert, ne pas s'entrecroiser ou encore ne pas être composé d'uniquement une ligne par endroit (car une ligne ayant une épaisseur théorique nulle, il est donc impossible de créer un volume à partir de celle-ci).



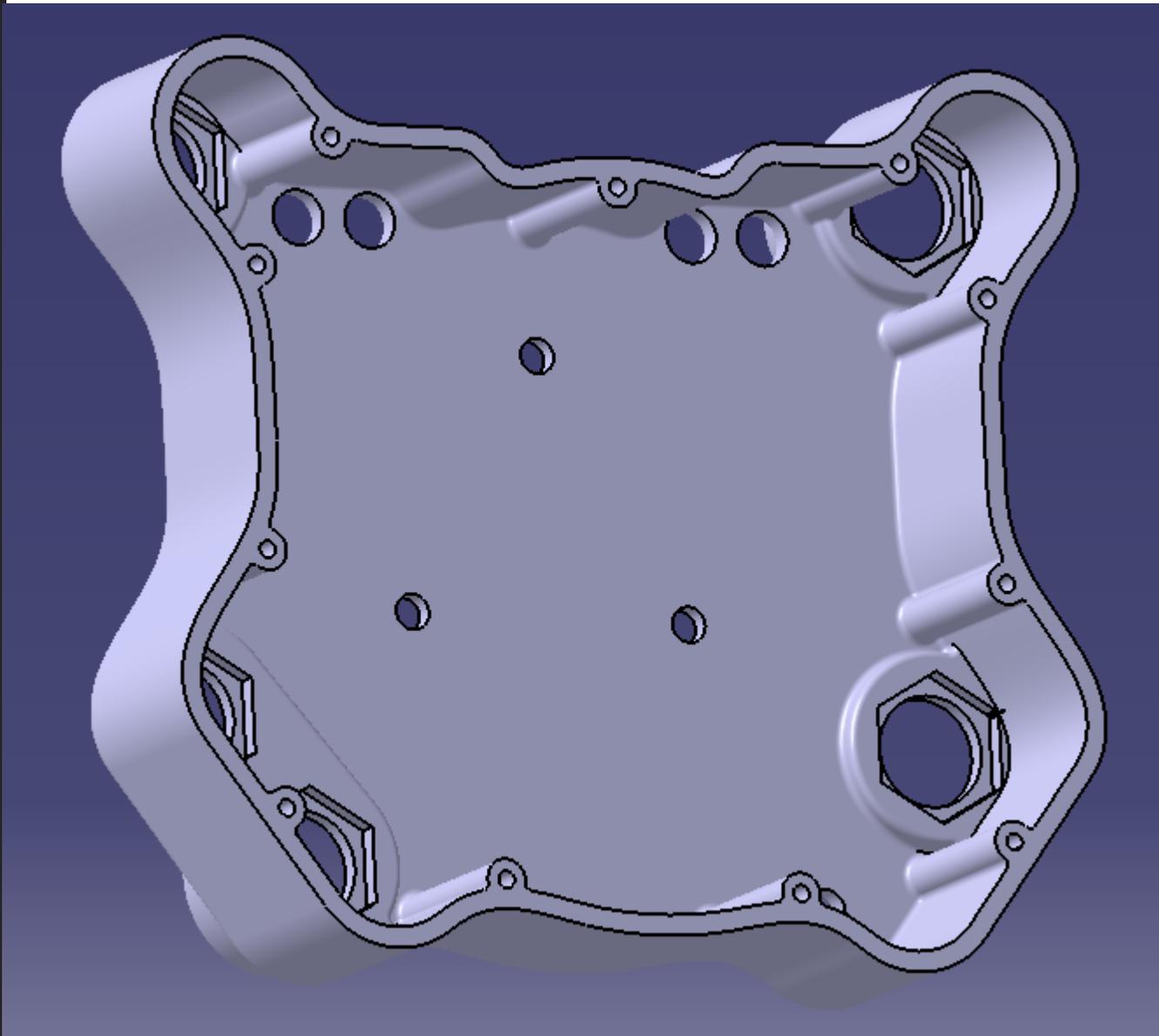
Étape 3: Création d'une coque

Après avoir créé le volume, on le creuse à l'aide de la fonction coque du logiciel. Pour ce faire on choisit l'épaisseur de matière à garder et les faces à retirer. Pour cette conception, mes responsables et moi nous sommes accordés sur une épaisseur de 3mm car il s'avérait que c'était le meilleur compromis entre poids et résistance en se basant sur d'autres pièces déjà fabriquées.



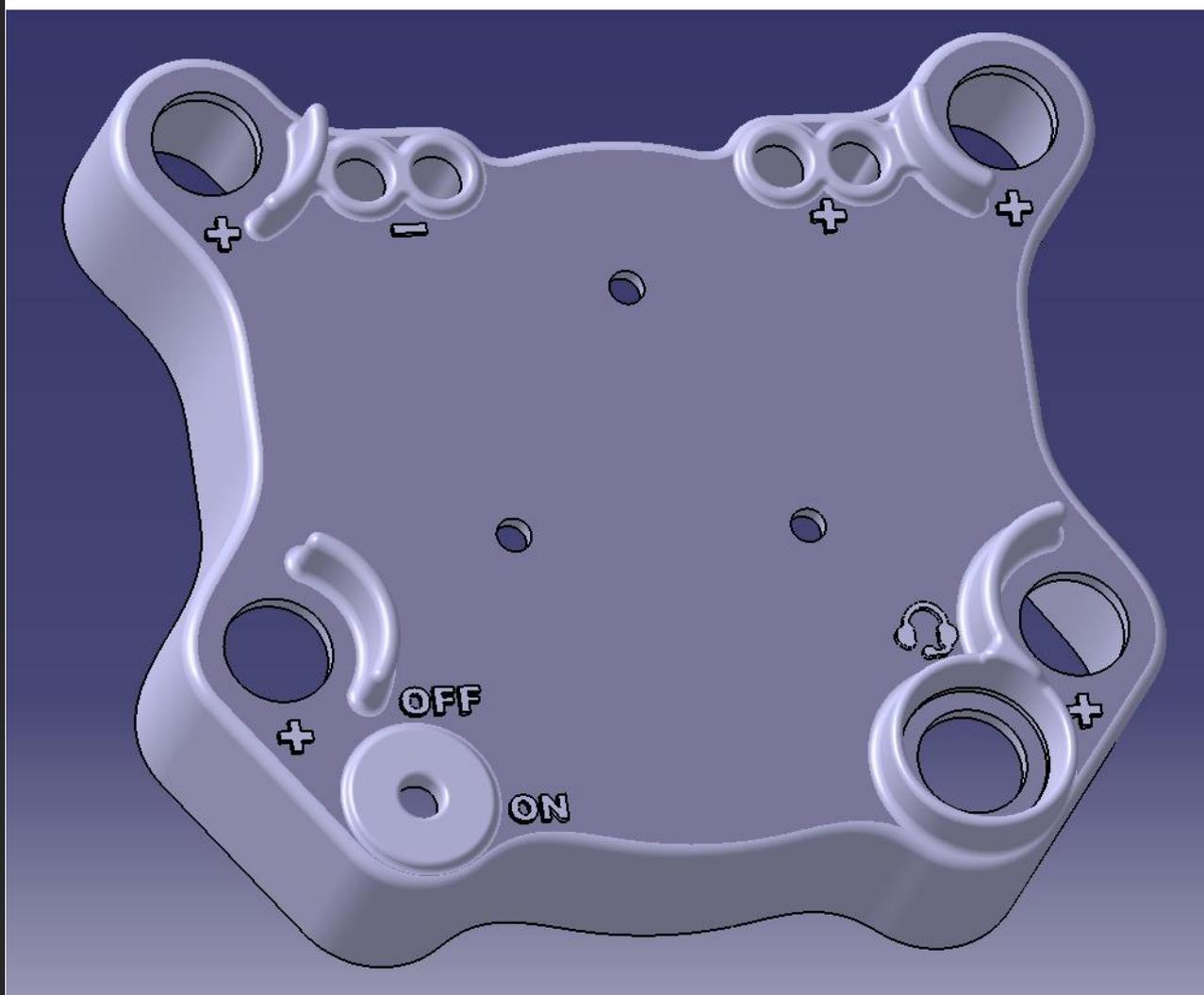
Étape 4: Création des formes d'assemblage

Une fois le volume creusé on peut dessiner et **extruder** les formes d'assemblage. Elles comportent les cylindres pour l'implantation des vis et le moulage des boulons des boutons. Les boutons se fixent donc simplement car il suffit de les tourner par le dessus pour les fixer. Un trou simple suffit cependant pour fixer les leds.



Étape 5: Finitions extérieures

On s'occupe maintenant de la face avant, qui est primordiale afin de garantir un bon rendu final. L'idée était de créer des butées pour les doigts des pilotes afin qu'il trouve les boutons aisément en course sans être obligé de regarder constamment le volant. Il faut prendre en compte le fait que la main change de positions dans les virages par exemple, et on constate encore qu'il est question d'**ergonomie**. En effet la distance de ces butées avec les boutons est déterminante dans l'aisance du pilote ou non. Il faut également signaler la fonction des boutons et des leds à l'utilisateur. Pour ce faire j'ai appris à transformer un texte ou une image en noir et blanc en **esquisse** dans le logiciel. En clair j'ai pu intégrer du texte et des images 3D sur la face avant du boîtier.



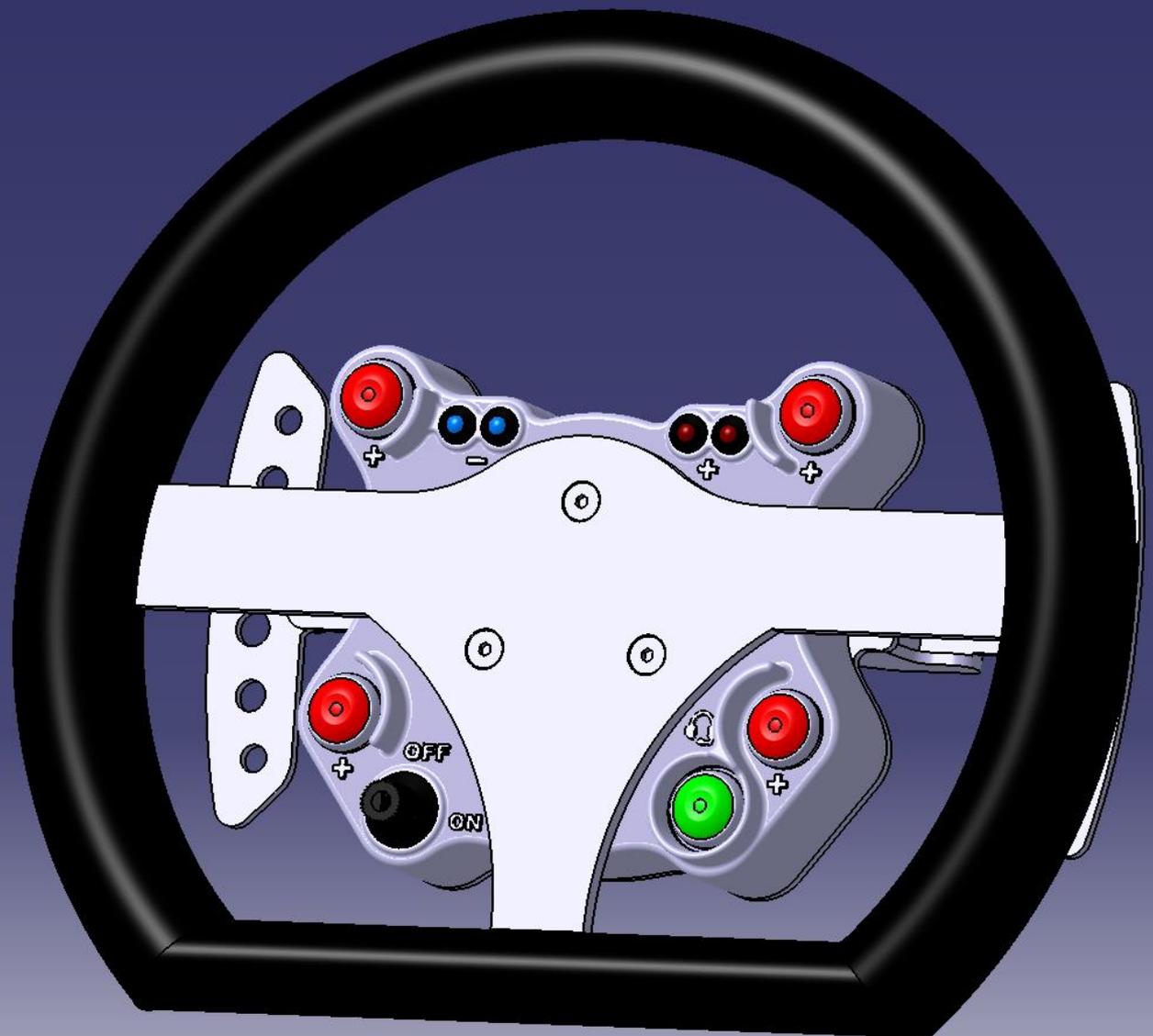
Au départ nous avons choisi d'écrire « RADIO » en toutes lettres au-dessus de l'emplacement du bouton prévu à cet effet mais nous avons constaté lors de l'assemblage dans le logiciel (étape suivante) que cela n'allait pas. Le problème étant que nous n'avions pas beaucoup de place à cause du recouvrement du boîtier par le volant et qu'un texte trop petit n'est pas lisible car l'imprimante 3D Onyx a une limite de précision. J'ai donc proposé d'exprimer la fonction transmission radio par une icône représentant un casque audio (tirée d'une image) car cela était moins encombrant et donnait un rendu tout aussi bon. Les finitions comportent également les **congés** qui consiste à arrondir les arrêtes sélectionnées, améliorant encore le rendu et le confort d'utilisation. Nous avons également essayé d'intégrer le logo Technomap sur le dessus du boîtier mais le rendu n'était pas bon lors de la phase de test alors nous avons décidé de le retirer.



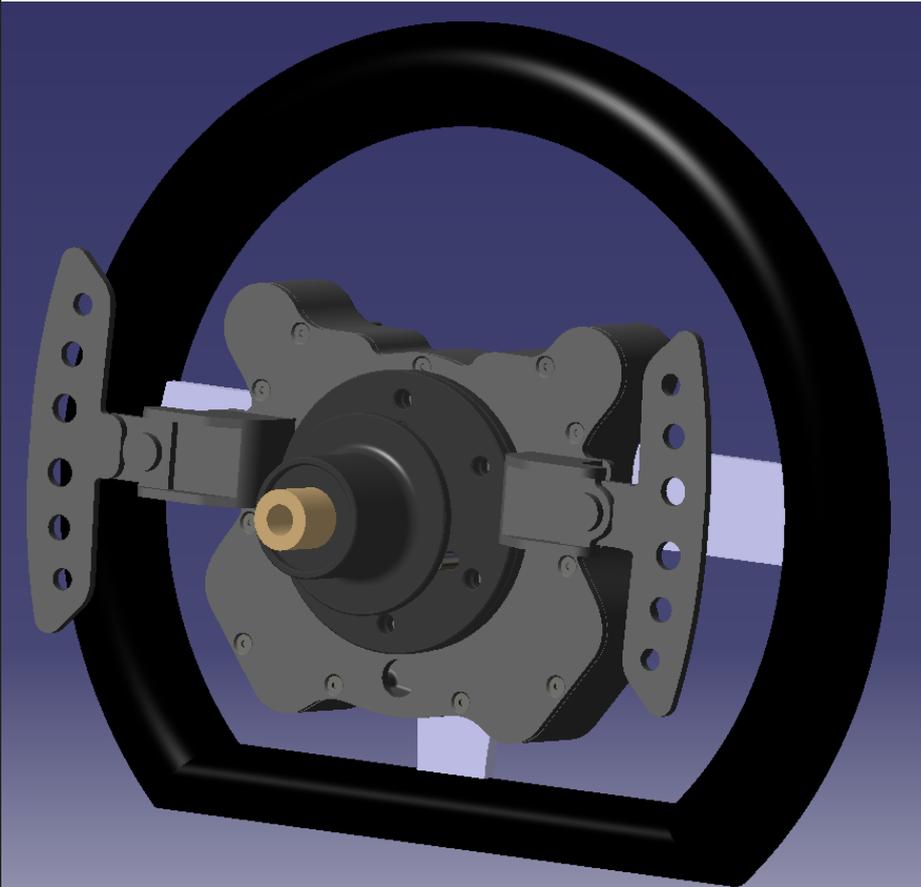
Aperçu de la pièce de test comportant le logo Technomap

Étape 6: Modélisation des autres éléments, Assemblage et Ajustements

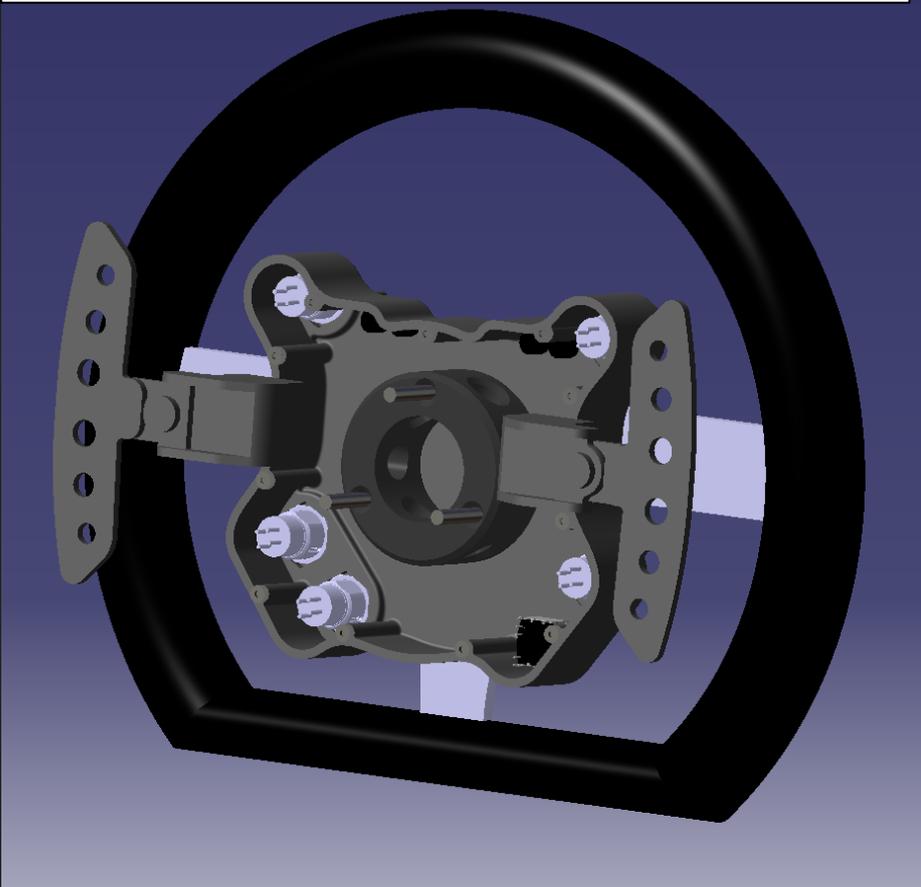
Le boîtier en tant que tel étant terminé, il a fallu que je mesure et modélise les autres éléments tels que le volant (une fois reçu), les palettes, les leds, l'entretoise, le cache et les vis de fixation (différentes en fonction de l'utilisation) en vue de vérifier que tout s'assemble correctement et de réajuster les éventuels imprévus. Les boutons, quant à eux, avaient déjà une modélisation disponible fournie par le fabricant que je n'ai eu qu'à implanter dans l'assemblage.



Vue de face de l'assemblage final



Vue de derriere de l'assemblage final avec et sans cache



Étape 6: Tests d'impression et validation

Une fois l'assemblage validé et tous les éventuels problèmes résolus nous avons pu passer à la fabrication d'une pièce de test, ceci afin de visualiser le rendu du boîtier complet sur une petite partie de celui-ci. Nous avons testé avec le texte sortant et entrant et il s'est avéré que le sortant était le plus adapté.

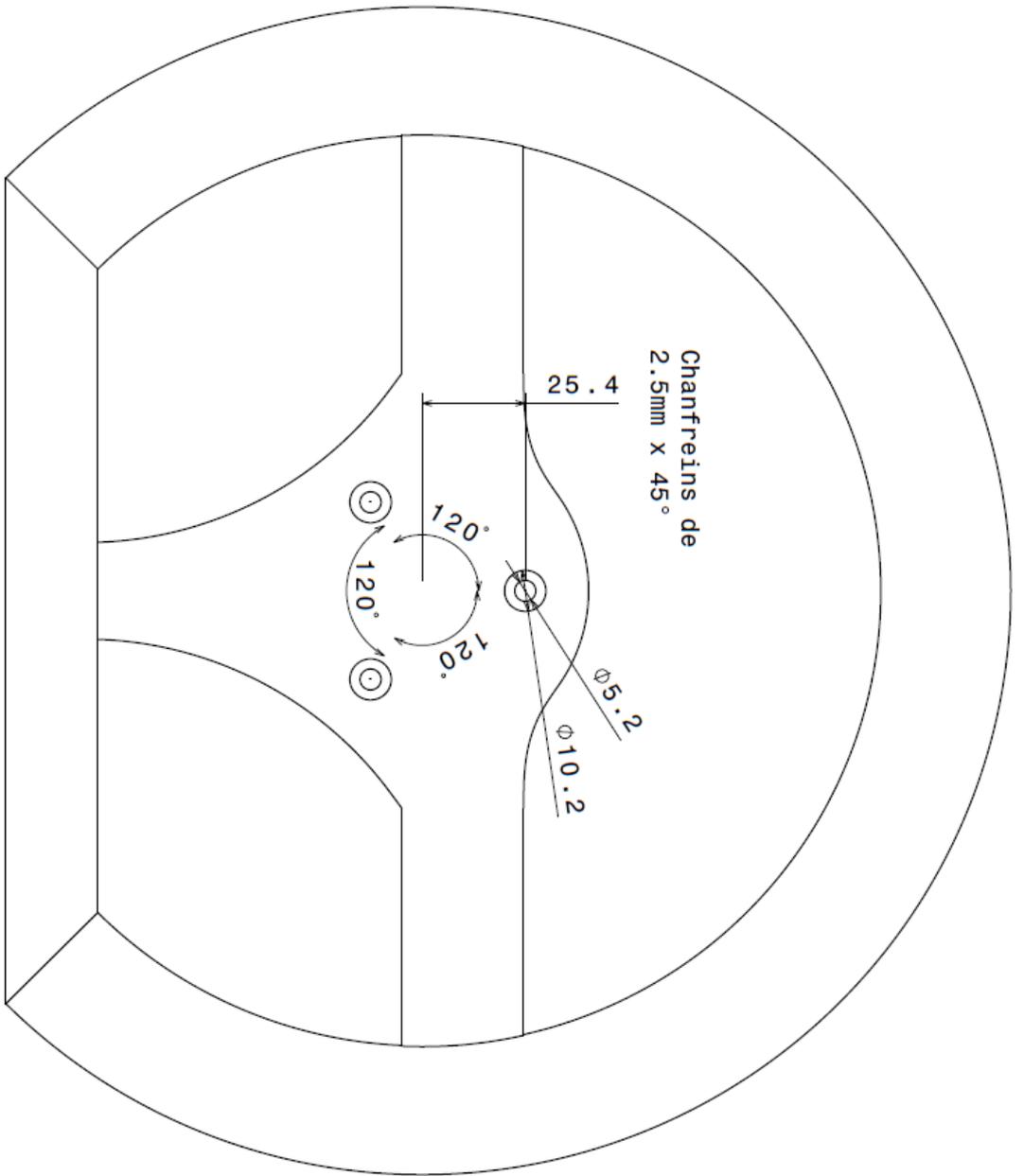


Pièce de test avec texte sortant et bouton et leds assemblés

Étape 7: Fabrication

Le rendu étant maintenant définitif, nous avons pu passer à la fabrication finale incluant plusieurs opérations concernant : le boîtier, son couvercle, l'entretoise et le volant. Le couvercle étant prévu en fibre carbone du même aspect que les palettes, nous avons donc fait sous-traiter l'approvisionnement et l'**usinage** d'une plaque de ce matériau par une entreprise locale avec laquelle Technomap travaille déjà pour certaines applications. C'est également cette entreprise qui s'est occupée d'effectuer l'**usinage** du volant (**perçage** des trous de fixation) et l'**usinage** (ici du **tournage**) de l'entretoise en Delrin (plastique dur qui garantit à l'entretoise de bien encaisser les efforts en course afin que l'ensemble ne se déforme pas). Je leur ai donc fourni une modélisation 3D du couvercle et de l'entretoise au format qu'ils souhaitaient (format STP) et une mise en plan du volant créée à partir de **Catia V5**.





Vue de face
Echelle : 4:5

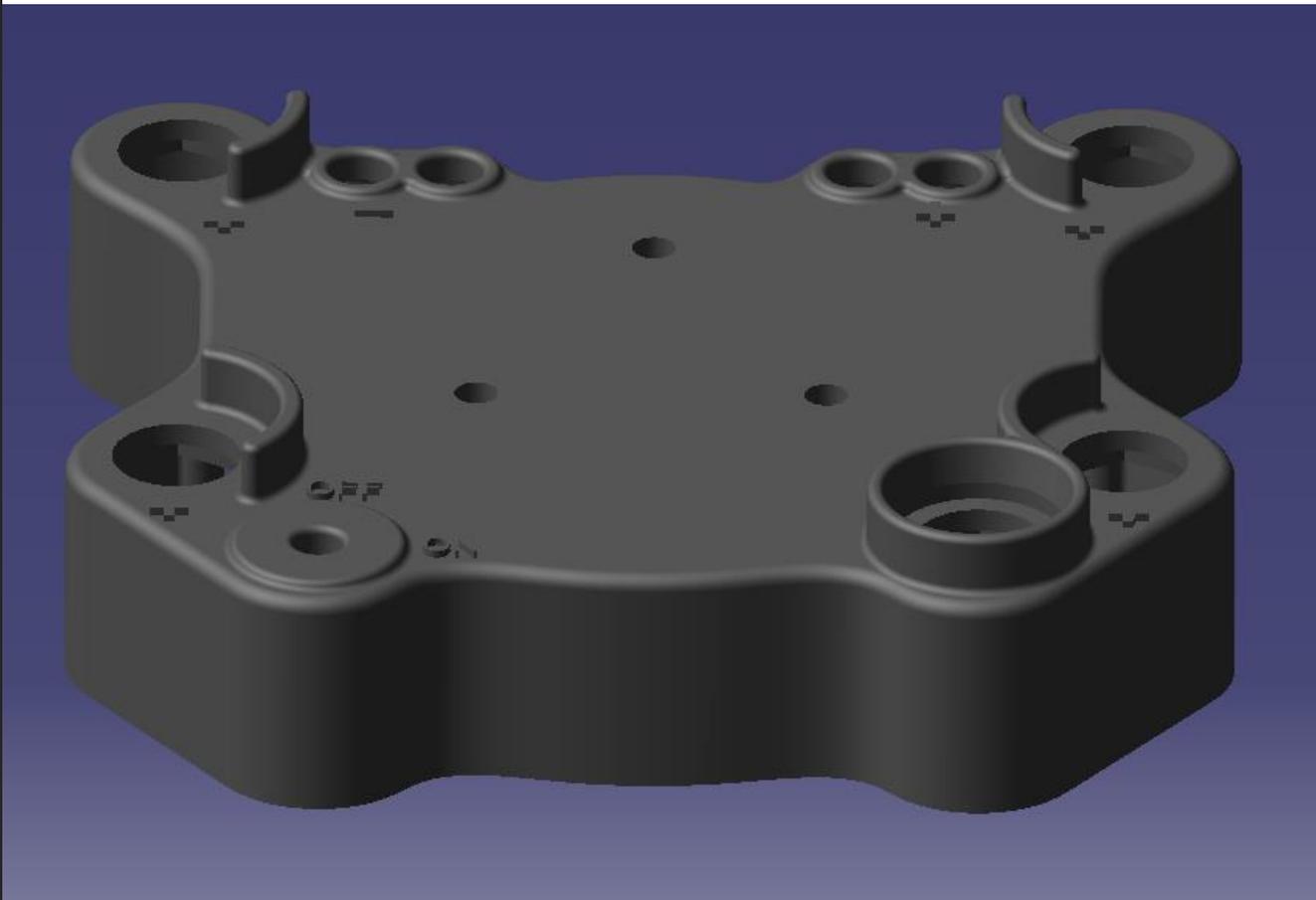
Mise en plan du volant envoyé à l'entreprise
d'usinage pour le perçage des trous de fixation

DESIGNÉ BY:	William Cloteau		DRAWING NUMBER	XXX	SHEET	1 / 1
DATE:	20/07/2017					
CHECKED BY:	XXX		TECHNOMAP	XXX	1 / 1	A
DATE:	XXX					
SIZE	A3	WEIGHT (kg)	XXX	XXX	1 / 1	B
SCALE	1:1	DRAWING NUMBER	XXX	XXX	1 / 1	C
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.						

H G F E D C B A

1 2 3 4

En parallèle nous avons bien sur imprimé le boîtier à l'aide de l'imprimante Onyx. Cette fabrication a duré 30 heures et c'est pourquoi nous avons décidé de la lancer vendredi soir afin qu'elle se déroule pendant le week-end pour ne pas rendre l'imprimante 3D indisponible en semaine. Elle s'est déroulée sans problèmes et j'ai réussi à retirer tout le **support** proprement. Pour cette application on constate que la **CAO** était très proche de la réalité et une fois tous les éléments fabriqués nous avons pu voir le résultat et le fournir à l'atelier pour le câbler.



Aperçu final de la modélisation du boîtier



Boitier brut d'impression 3D avec support





Volant Technomap assemblé et câblé

Le volant Technomap étant à présent fin prêt, les partenaires et sponsors du team Arion Racing ont été invités à une journée d'essais à la base nautique de Venable. C'est une grande étendue d'eau au bord de la Seine près de Rouen où nous avons pu faire tester et présenter le volant pour la première fois à toute la team et en particulier aux pilotes. Ceux-ci ont vraiment apprécié les qualités de notre volant et ont décidé de l'emprunter à Technomap pour courir avec lors de grandes courses. Romain Dumas (célèbre pilote double-vainqueur de la montée de Pikes Peak et également des 24 heures du Mans) étant par chance le parrain de cette team, il nous a fait le grand plaisir de venir nous rendre visite dans l'après-midi. Arion Racing lui a offert une combinaison et fait tester le bateau dans lequel nous avons notre volant de monté. Nous avons pu voir qu'il prenait du plaisir à bord de cet engin qui n'a pas grand-chose à voir en termes de pilotage avec les voitures de compétition qu'il a l'habitude de conduire. Il a malgré tout fait parler son talent et au bout de quelques boucles nous ne faisons plus la différence entre lui et un pilote de bateau aguerri. Après cette séance j'ai eu l'occasion de discuter avec lui à propos de son expérience dans le monde de la compétition automobile. Ce fut très enrichissant car il est quelqu'un de modeste et accessible malgré sa popularité. Nous avons passé une très bonne journée entre passionnés et ce fut la conclusion idéale d'un stage qui a tenu bien plus que ses promesses.



Ancien volant fabriqué par Arion Racing (à gauche)
et nouveau fabriqué par Technomap (à droite)



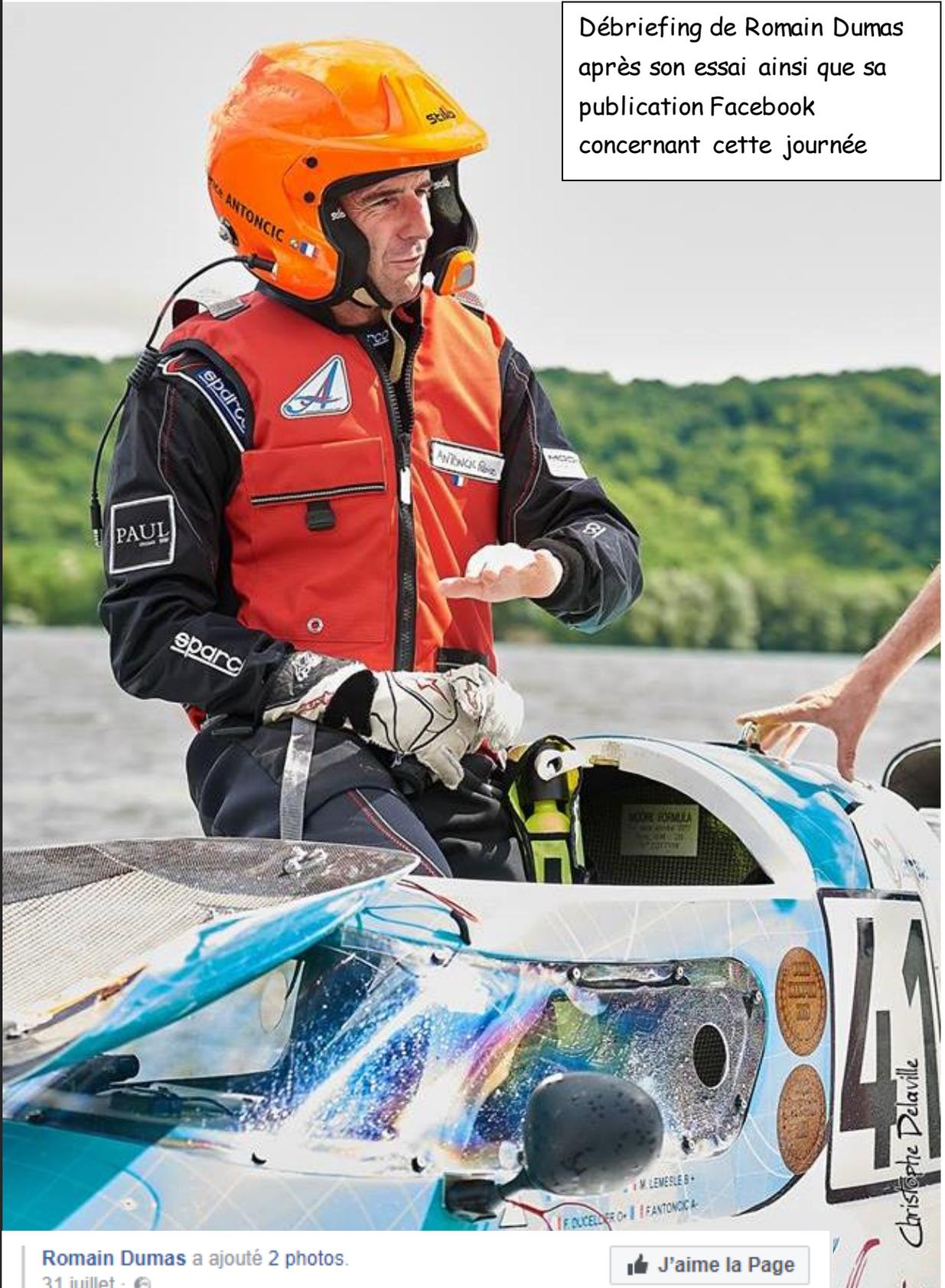
David (à gauche, pilote) offrant de la part du team Arion Racing une combinaison à Romain Dumas (à droite, parrain)



David (à droite, pilote) et Pascal (à gauche, responsable de projet) montant le volant Technomap dans le premier bateau



Montage du volant Technomap dans le premier bateau



Débriefing de Romain Dumas après son essai ainsi que sa publication Facebook concernant cette journée

Romain Dumas a ajouté 2 photos.
31 juillet · 🌐

👍 J'aime la Page

D'un volant à un autre ! Super expérience avec ARION Racing by Permispascher 😊
Je n'avais pas mes quatre roues habituelles mais j'ai eu l'occasion de découvrir un nouveau... bolide.
Après quelques tours de chauffe, j'ai retrouver une partie de l'environnement que je connais : trajectoire, équilibre, optimisation de chaque paramètre... sauf que c'était sur l'eau. Merci à toute l'équipe, c'était un honneur !! Merci pour cet excellent moment.

👍 J'aime

💬 Commenter

➦ Partager



Comparatif des deux volants en compagnie de David (au milieu) et de Romain Dumas (à droite)



Conclusion générale et bilan personnel

Le stage que j'ai effectué à Technomap a été une véritable réussite. J'ai travaillé avec des collaborateurs passionnés, accueillants et sympathiques qui m'ont transmis leur savoir-faire et à qui j'ai pu me rendre utile sur des projets industriels très intéressants. J'ai donc laissé derrière moi un prototype de banc de test électrique universel qui offre de très bonnes perspectives d'évolution à l'entreprise, notamment concernant l'atelier électrique. Le volant Technomap est également une belle réalisation industrielle qui a su satisfaire mes responsables. Pascal, mon responsable de projet, m'a même demandé suite à ce succès de faire des modifications sur le boîtier afin de proposer d'autres volants un peu différents et notamment de plus grand gabarit. Je les ai réalisées durant les dernières semaines du stage et j'ai pu fournir un second boîtier. Nous avons mené ces projets et missions à bien tous ensemble et j'ai découvert des personnes, des métiers et des activités qui ont apporté des éléments de réponse concernant mon projet professionnel. En effet, en travaillant chez Technomap, qui est une entreprise avec de multiples activités autour de l'automobile, j'ai été conforté dans l'idée que je veux travailler dans ce secteur mais plus précisément en modélisation et CAO (incluant du design) car j'avais plaisir à m'investir dans mes missions. J'ai également découvert le monde de l'entreprise et le comportement à adopter dans celle-ci afin d'être apprécié par les autres, pas seulement en termes de travail mais surtout en termes d'écoute et de travail en équipe car j'ai compris que c'est indispensable pour réussir. Ça a été une extraordinaire opportunité de me déplacer dans cette belle région de Normandie pour y travailler et l'explorer. Je ne regrette absolument pas ces onze semaines et je suis heureux d'avoir pu apporter ma pierre à l'édifice tout en pouvant profiter de la satisfaction de voir le résultat de mon travail prendre forme au sens propre comme figuré.

Lexique

Banc de test électrique : Planche sur laquelle on vient brancher un câblage/faisceau en vue de le tester électriquement plus rapidement que manuellement.

Banc moteur : Le moteur à tester est posé sur un banc équipé de nombreux capteurs et appareil de mesure dans les locaux du constructeur.

Banc performances : Le banc performances de Dieppe Auto Racing est composé de rouleaux horizontaux sur lesquels sont posés les roues d'une voiture. Il permet de mesurer les performances de celle-ci.

BE : Bureau d'Études.

Boitier électrique :



CAO/Modélisation : Création Assistée par Ordinateur d'un élément en 3D dans un logiciel

CATIA V5 : Logiciel dédié à l'ingénierie et la conception permettant l'élaboration d'un produit en 3D, utilisé chez Technomap pour l'architecture électrique des véhicules.

Clip : Petit composant femelle en métal conducteur destiné à être fixé (serti) sur un bout de câble dénudé pour ensuite être introduit et verrouiller dans un connecteur.



S'assemble avec une languette.

Connecteur : Composant électrique au bout d'un fil qui permet de se brancher à divers endroits, généralement en plastique. Porte-clips ou porte-languettes.

Contrepartie : Composant électrique pouvant se brancher sur un connecteur simplement pour faire passer le courant (pas un composant du véhicule)

DAR : Dieppe Auto Racing, branche optimisation de performances de Technomap

Décapeur : Sorte de gros « sèche-cheveux » industriel aux multiples applications et à haute température de chauffe

Dénuder : Retirer un bout de gaine d'un fil afin de le mettre à nu (cuivre apparent)

Ergonomie : Étude scientifique de la relation entre l'homme et ses moyens, méthodes et milieux de travail » et l'application de ces connaissances à la conception de systèmes de façon à ce qu'ils soient utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité par le plus grand nombre.

Extruder : Tirer une surface suivant une certaine direction afin de créer un volume dans un logiciel.

Faisceau = Câblage : Produit fabriqué par l'atelier électrique de Technomap, réseau de câbles terminés par des connecteurs destiné à être implanté dans les véhicules prototype ou sur un banc d'essai moteur.

Gaine thermorétractable/ ATUM : gaine isolante qui rétrécit sous l'effet de la chaleur avec, pour certaines, une colle intégrée

Goulotte : Pièce de plastique imprimée en 3D dans l'entreprise qui fait office de guide dans l'espace pour les câbles. On les fixe aux fils à l'aide de petits colliers en plastique.

Kit : Sachet dans lequel on regroupe des composants avec leurs références que l'on fournit à l'atelier pour la fabrication

Kitting : Méthode d'approvisionnement consistant à regrouper des composants destinés à être assemblés ensemble

Languette : Petit composant mâle en métal conducteur destiné à être fixé (serti) sur un bout de câble dénudé pour ensuite être introduit et verrouiller dans un connecteur. S'assemble avec un clip.



Mulet : Véhicule de test.

Numéro de fabrication : Numéro attribué à chaque connecteur par le BE, il permet d'identifier un connecteur grâce à un nombre de maximum trois chiffres plutôt que par une référence (10 chiffres).

PME : Petite ou Moyenne Entreprise

Présérie : Fabrication industrielle d'une petite quantité d'un produit avant d'en entreprendre la production sur une vaste échelle.

Reprogrammation moteur : Technique qui permet d'augmenter de façon électronique les performances d'un moteur à explosion.

Sur la plupart des voitures ou des motos modernes les moteurs sont gérés par une unité de contrôle électronique qui gère de façon continue la quantité de carburant injectée, la pression du turbo, et les temps d'allumage. Grâce à la reprogrammation il est possible d'optimiser un certain nombre de paramètres qui définissent le système de gestion moteur.

Section de fil : Surface en mm^2 de la coupe transversale de la partie conductrice (l'âme) d'un fil électrique.

Sertissage : Opération simple d'assemblage de deux pièces. On procède à une déformation de la matière (sans l'écraser) à l'aide de pinces ou de machines munies de matrices (cf page 22).

Support d'impression : Certaines imprimantes 3D ont la possibilité d'ajouter de la matière (retirable après l'impression) pour tenir les pièces qui ne sont pas assez en contact avec le plateau ou qui ont des faces au-dessus de celui-ci

Testeur : Petit appareil qui bipé lorsque le courant passe entre ses deux électrodes

Timelapse : Montage vidéo composé de plusieurs photos prises à intervalle régulier permettant de visualiser le temps en accéléré.

Toron : Partie d'un câblage délimitée par des nœuds ou connecteurs, branche de faisceau.

Trim : Réglage de l'inclinaison du moteur à l'arrière d'un bateau permettant de le poser au mieux sur l'eau en fonction de sa vitesse, des virages, des vagues, du vent etc... afin d'être le plus rapide possible.