



Equipe Colibri

Extrême défi

Année 2023 – PROTOTYPAGE



Table des matières

| | |
|---|----|
| Résumé | 4 |
| Contexte | 6 |
| Etude de marché – EDHEC business school..... | 8 |
| Cahier des charges pour la réalisation du prototype | 9 |
| Cadrage technique..... | 9 |
| Vérification des performances de la chaîne de traction TWIZY et numérisation des composants pour étude d'intégration..... | 10 |
| Mise à jour de la conception présentée en phase d'idéation | 12 |
| Mise à jour de la conception de la base roulante | 16 |
| Implantation des composants et mise à jour de la base roulante | 17 |
| Vérification de la section des bras constituant les demi-châssis latéraux pour la tenue à un choc frontal | 18 |
| Mise à jour du dessin de la nacelle | 19 |
| Vérification de la conformité réglementaire aux saillies | 21 |
| Réalisation de la nacelle | 22 |
| Approvisionnement des profilés | 22 |
| Modification des portes et réalisation des cadres | 23 |
| Maquettage d'ergonomie..... | 24 |
| Maquettage de l'habitacle et fixation des cotes de largeur | 24 |
| Réglage de la position longitudinale | 28 |
| Mise à jour du dessin avec ces cotes de largeur et longitudinales..... | 28 |
| Vérification du champ de vision conducteur | 29 |
| Préparation de la structure de la nacelle | 30 |
| Préparation du repère de montage..... | 32 |
| Début d'assemblage de la nacelle | 33 |
| Nettoyage des pièces issues du tronçonnage..... | 33 |
| Maquettage du nez de la nacelle | 33 |
| Mise en place de la couronne de phare | 34 |
| Mise en place de la partie avant de la nacelle | 36 |
| Installation de l'habillage en partie inférieure | 38 |
| Pose du « nez » de la nacelle et du phare | 41 |
| Maquettage du berceau de la base roulante | 42 |
| Composition de l'essieu arrière | 43 |

| | |
|---|----|
| Composition de la transmission par chaîne | 43 |
| Choix des couronnes d'entraînement pas chaîne..... | 43 |
| Vérification de la tenue de la chaîne | 44 |
| Choix de la monte des pneu et jantes | 44 |
| Raccordement des jantes aux moyeux..... | 46 |
| Installation des couronnes sur les tripodes de transmission | 46 |
| Construction de l'essieu arrière avec bras tiré | 47 |
| Articulation du bras de suspension arrière sur le berceau..... | 47 |
| Bras arrière complété | 48 |
| Montage sur le berceau..... | 49 |
| Montage des combinés ressort amortisseurs | 49 |
| Articulation arrière de la nacelle | 50 |
| Mise en place de l'unit central, chaîne de traction, batterie et chargeur | 52 |
| Mise en place des éléments | 52 |
| Mini berceau sous la chaîne de traction | 52 |
| Réalisation du châssis destiné à porter la chaîne de traction et la batterie..... | 53 |
| Etapas 2024 | 55 |
| Bilan 2023 et perspectives 2024..... | 55 |

Résumé

L'année 2022 avait été consacrée au cadrage du projet Colibri et a été présentée à la fin de la phase d'idéation de l'Extrême Défi.

L'année 2023 a été consacrée à la confirmation du positionnement de Colibri sur le marché grâce à une étude menée par l'EDHEC et à la mise en œuvre du projet, à savoir principalement la conception détaillée du prototype et sa fabrication.

A la fin 2023 la construction a bien avancé mais n'est pas terminée.

Le premier trimestre a été consacré à identifier et numériser les composants utilisés pour la fabrication, principalement des pièces de Twizy (moteur, batterie, chargeur) mais également pièces d'origine diverses, portes de Fiat Panda, élargisseurs de voies et jantes larges de tuning, pneu de quad, triangle de suspension de Honda civic.

Le second trimestre a été consacré à faire les approvisionnements nécessaires, pièces citées ci-dessus mais aussi tubes d'acier et outillage spécifique. Le troisième et quatrième trimestre ont été consacrés à la construction.

A ce stade, trois des cinq units dont est composé Colibri sont construits :

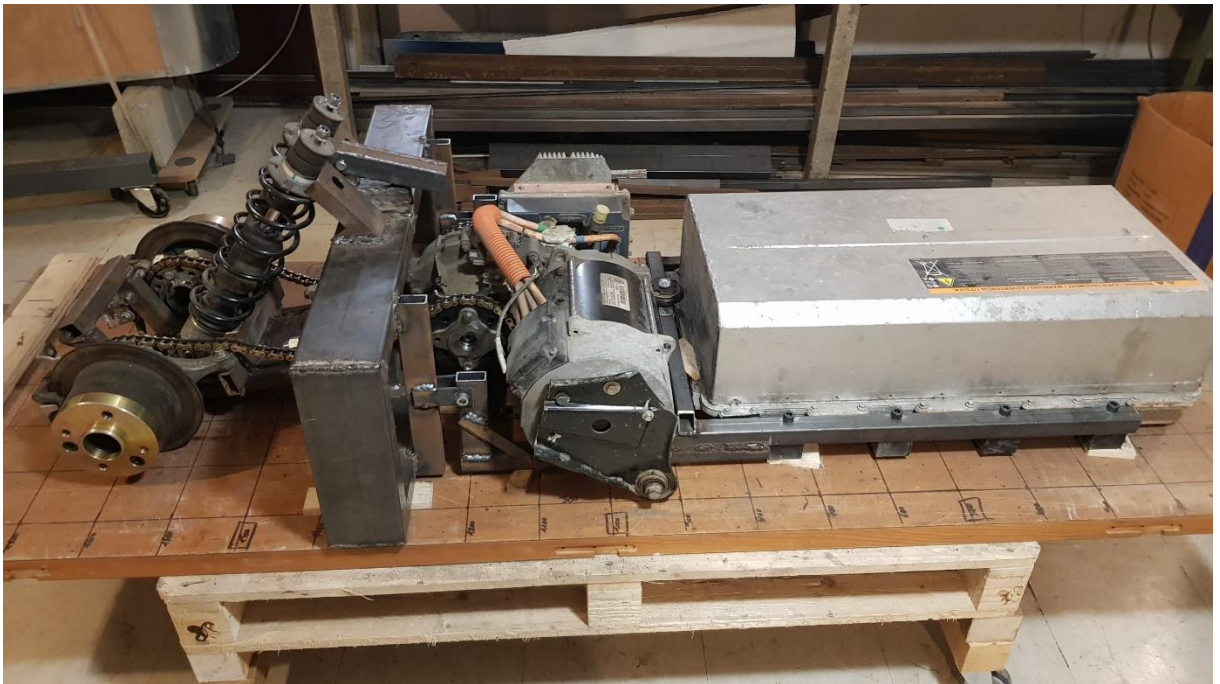
- La nacelle, encore à l'état brut mais qui sera complétée et peinte toute à la fin du montage



- L'essieu arrière complet avec moyeux et frein, suspension, roues et transmission, monté sur le berceau



- Le châssis pendulé qui porte la chaîne de traction, la batterie et le combine chargeur convertisseur.



Les deux derniers units, les deux demi-châssis articulés qui portent les roues avant, et la système de direction et de stabilisation du véhicule seront probablement prêt courant premier semestre 2024.

Il restera ensuite à faire le câblage, installer le système hydraulique de freinage et installer les équipements de l'habitacle.

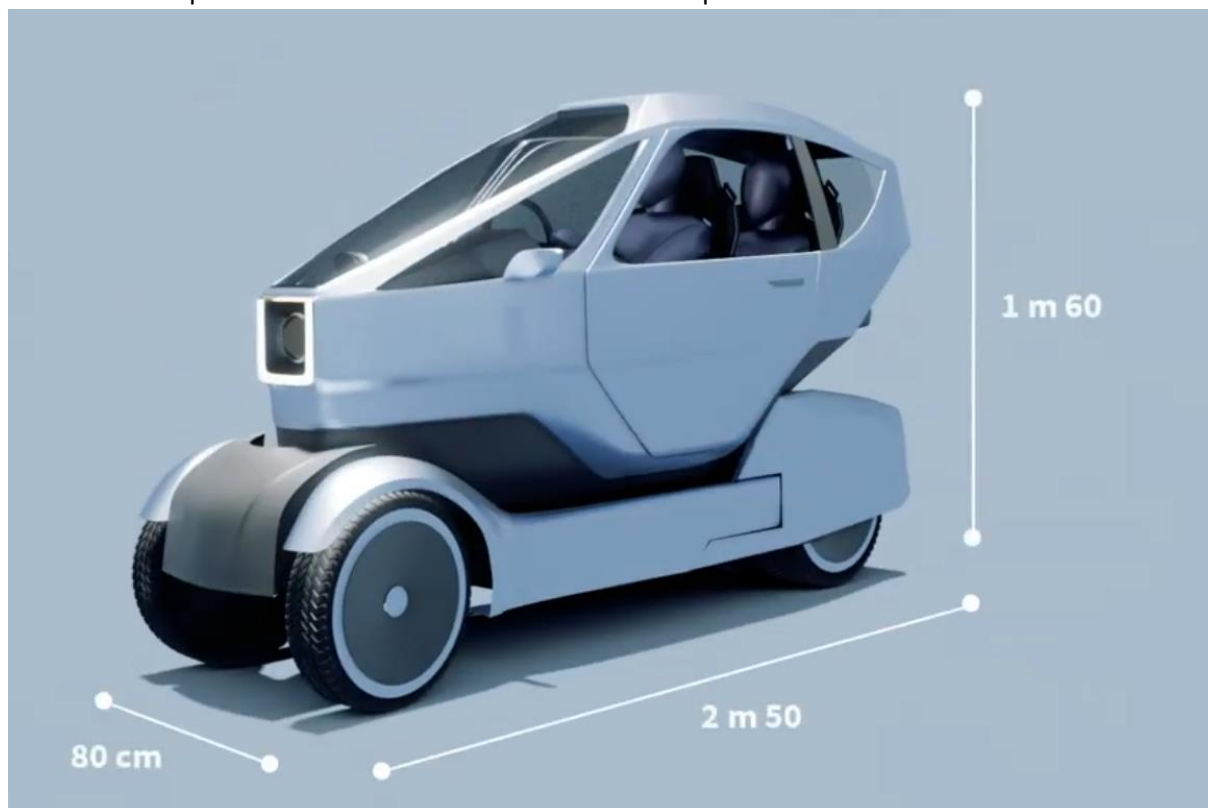
Le rapport qui suit décrit le processus depuis la conception détaillée jusqu'à la réalisation.

Rapport d'étude et de construction de COLIBRI

Avancement au 23/6/2023

Contexte

COLIBRI est un petit véhicule de la taille d'une moto mais qui offre un habitacle de voiture.



Sa petite taille et en particulier sa largeur extrêmement réduite le destine au commuting, trajet domicile-travail, courses, loisirs, ces dimensions lui donnant un avantage particulier pour se faufiler dans les embouteillages et se garer très facilement.

COLIBRI étant très étroit, il doit pouvoir s'incliner dans les virages pour garder sa stabilité.

Contrairement à d'autres réalisations qui font appel à des systèmes d'inclinaison actifs comme l'I ROAD de Toyota par exemple, le système de d'inclinaison de COLIBRI est 100% mécanique donc structurellement peu coûteux et intrinsèquement sûr puisque réalisé à partir de pièces dont le taux de défaillance est extrêmement faible à l'image des composants de direction de voiture.

C'est la particularité de COLIBRI.



Ainsi, avec ses dimensions réduites et son système simple Colibri permet d'aller sur le marché à un cout de production limité et être rentable à un prix de vente faible, qui correspond aux attentes des clients, à savoir entre 7 500€ et 10 000€ (réponse médiane 8 625€ sur le panel des sondés lors d'une étude de marché conduite par l'EDHEC).

Etude de marché – EDHEC business school

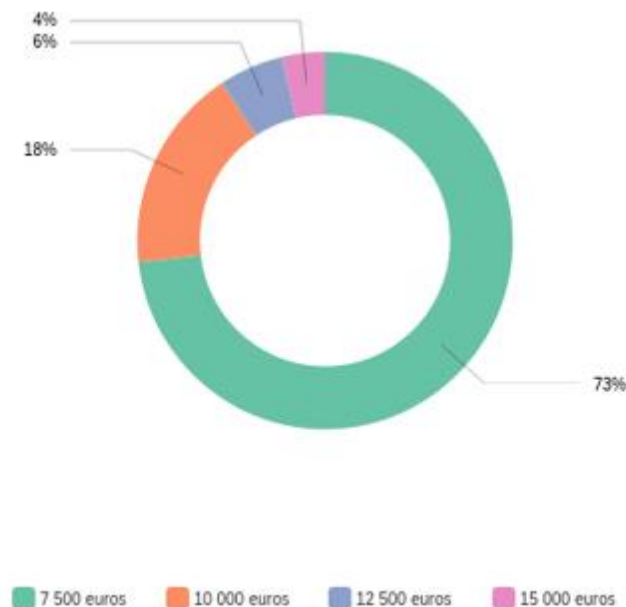
Une équipe d'étudiants de l'EDHEC, Sylvie DAUMAS, Clarisse HIERSO DISSAUX, Benoît LE MEUR et Ivan FEIJ ont menés sur 2022 – 2023 une étude de marché sur le concept COLIBRI sous la direction de Laura SERVANT VOLQUIN, directrice de mémoire à l'EDHEC.

Au-delà de l'approche théorique qui valide le cadrage général du véhicule et le positionne dans le marché émergent des moyens de transport alternatif (rapport sur demande), l'équipe EDHEC a conduit une étude de terrain, sur un panel de 114 personnes. Ce volume de sondés est suffisant pour avoir une représentativité statistique.

Les points majeurs qui ressortent de l'étude sont :

- Les sondés comprennent bien la vocation du véhicule i.e. commuting domicile – travail – loisirs et son avantage concurrentiel en termes de fluidité dans la circulation et pour se garer. 91% sont satisfait des dimensions de COLIBRI.
- Ils jugent la traction électrique et son autonomie limitée à 90-120 km acceptable pour ce type d'usage
- Le côté dépouillé du véhicule, sans gadgets électroniques est jugé tout à fait en rapport avec la vocation du véhicule
- Les deux places en tandem sont jugées acceptables, le coffre est un plus indéniable par rapport aux scooters par exemple
- Le concept est perçu comme disruptif et suscite un clivage net dans les sondés entre ceux qui seraient prêt à l'adopter et ceux qui ne s'y risqueraient pas. Les tranches d'âge 25-34 ans et 34-54ans sont les plus séduites, ce qui correspond aux actifs sous contrainte de temps.
- L'avantage écologique du véhicule est perçu comme un facteur important

Les sondages considèrent comme acceptable un prix de vente se situant entre 7 500€ et 10 000€, avec une moyenne à 8 650€.



Le marché potentiel en Europe n'a pas été étudié dans cette session, il fera l'objet d'une étude 2023-2024 avec l'EDHEC également.

A ce stade, le cadrage technique de COLIBRI n'a pas lieu d'être remis en cause et le développement du prototype reprendra les orientations envisagées pendant la phase d'idéation.

Cahier des charges pour la réalisation du prototype

Le concept de stabilisation mécanique a été testé sur des maquettes et des POC (proof of concept).

L'étape suivante sera de réaliser un démonstrateur échelle 1 pour valider les points suivants :

- Vérification du fonctionnement du système et de sa stabilité avec des masses et un centre de gravité représentatifs
- Vérification de la maniabilité et manoeuvrabilité du véhicule en contexte d'usage réel (route, milieu urbain, embouteillage)
- Vérification de l'ergonomie du véhicule, accès à bord, position de conduite
- Vérification de l'homologabilité du véhicule (respect de la règlement N° 168/2013 du parlement Européen et du conseil du 15 janvier 2013 relatif à la réception et à la surveillance du marché des véhicules à deux ou trois roues et des quadricycles et des normes et règlements associés)

Au-delà de ces démonstrations techniques, le prototype servira de support de démonstration et de communication auprès les investisseurs et industriels susceptibles de développer industriellement ce concept.

A ce titre, le prototype devra présenter une certaine représentativité du véhicule cible à savoir

- Présenter un gabarit, des dimensions et des performances représentatives pour rendre compte de ce qu'un véhicule de série pourrait être
- Présenter un habitacle représentatif avec habitacle fermé, sièges, interface de conduite de type automobile (volant, pédales d'accélérateur et de frein, clignotants etc...)

Cadrage technique

Pour la partie motorisation, le choix s'est porté sur des composants déjà homologués en catégorie véhicule léger d'une puissance de l'ordre de 15kW.

Sur le marché, seul le TWIZY 80 Renault présente ce type de motorisation, l'AMI One Citroën n'offrant qu'une puissance de 6 kW, et le Renault DUO, remplaçant du TWIZY n'étant pas encore commercialisé.

Pour des raisons de facilité de réalisation du prototype, le choix a été fait de réaliser les surfaces vitrées planes pour éviter des coûts d'outillage et de pièces prototypes prohibitifs.

Les panneaux de carrosserie seront en plaques pliées ou cintrées.

De ce fait, le dessin du prototype est parti

- D'une part de l'étude de design faite lors de la phase d'idéation
- D'autre part à partir de portières existantes offrant des vitres planes

Cette deuxième contrainte à réduit considérablement le choix des possibles

- Porte de 4L Renault
- Portes de 2CV Citroën
- Portes de FIAT Panda

Le choix s'est porté sur des portes de FIAT Panda, offrant des vitres coulissantes vers le bas comme les voitures plus modernes.

Ce sont ces deux inducteurs, chaîne de traction de TWIZY et portes de FIAT Panda qui ont guidé la conception du prototype, le reste étant intégré en fonction de ces contraintes.

Vérification des performances de la chaîne de traction TWIZY et numérisation des composants pour étude d'intégration

La première étape a consisté à acheter un TWIZY Renault d'occasion et à le démonter pour prendre les dimensions des organes.

Ce fut fait avec l'achat d'un TWIZY d'occasion vendu avec sa batterie en septembre 2022.



Avant le démontage, plusieurs essais ont été réalisés, révélant une autonomie très en dessous de l'annonce commerciale.

La jauge indiquait régulièrement une autonomie de l'ordre de 52 km à 54km en usage périurbain, alors que l'annonce commerciale annonçait un véhicule de 100km d'autonomie.

Un diagnostic de la batterie a été fait montrant que tous les éléments étaient très bien équilibrés, donc pas de défaut susceptible d'expliquer la très faible autonomie de ce côté-là.

Malheureusement, le véhicule étant ancien (Aout 2012), le système de diagnostic batterie ne donnait pas la capacité résiduelle ni l'état de santé de la batterie.

Sans cette information directe, une investigation a permis de reconstituer la raison de la faiblesse de l'autonomie.

Le premier facteur est le cycle d'usage. En effet TWIZY a été homologué sur cycle NEDC tronqué à 80 km/h qui ne correspond en rien à un usage réel.

Deuxièmement la batterie est âgée et a perdu naturellement de sa capacité.

En vérifiant auprès d'experts, ce type de batterie (Lithium Ion NMC) perd au bout de 10 ans environ 25% de sa capacité initiale.

Quelques simulations faites ont permis de reconstituer les autonomies suivantes, en considérant un usage urbain et périurbain de type WLTP et en faisant l'hypothèse que la batterie avait perdue 25% de sa capacité :

| | Urbain | Périurbain | Complet |
|------------------------|--------|---------------|---------|
| Conso cycle (Wh) | 453,2 | 1120,6 | 1573,9 |
| Conso/100km (Wh/100km) | 5778,7 | 8603,3 | 7541,7 |
| Autonomie (km) | 80,1 | 53,8 | 61,4 |

Ces calculs ont donc permis de retrouver l'autonomie réelle observée et donner confiance dans les projections faites pour COLIBRI.

Ce recalage ayant été fait, il a permis de re-estimer l'autonomie possible que pourrait atteindre COLIBRI avec une batterie de technologie récente et neuve d'une part, et d'autre part grâce à une aérodynamique un poids en faveur de COLIBRI.

En effet, la batterie de la TWIZY est de technologie ancienne et peu optimisée. Depuis 10 ans, à iso volume et iso masse, les batterie Lithium Ion ont doublé de capacité. C'est le cas par exemple pour la Zoe dont la première batterie faisait 22kWh et qui a été portée à iso packaging et iso masse à 40 kWh.

Le calcul qui a été fait en prenant en compte le gain de capacité de la batterie, la réduction de masse et de Scx du véhicule et permet d'espérer les autonomies suivantes pour COLIBRI avec une batterie de 10.5 kWh :

| | Urbain | Périurbain | Complet |
|------------------------|--------|--------------|---------|
| conso cycle (Wh) | 361,3 | 932,3 | 1293,6 |
| conso/100km (Wh/100km) | 4607,1 | 6718,6 | 5956,1 |
| Autonomie (km) | 222,1 | 152,3 | 171,8 |

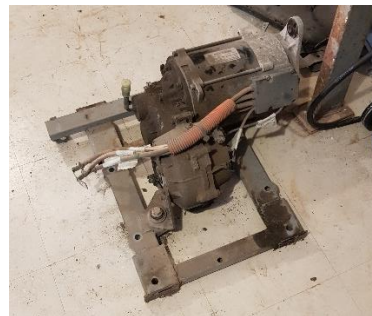
Cette projection avec une batterie de technologie récente permet d'envisager pour COLIBRI une autonomie en ligne voir supérieure aux attentes des clients à savoir 120km réels et valident ainsi le cadrage fait en phase d'idéation.

Mise à jour de la conception présentée en phase d'idéation

Le choix d'utiliser des composants de TWIZY ayant été validé, la conception a pu débuter. La première étape a été de démonter le TWIZY pour numériser les organes (Les numérisations figurent dans la maquette numérique jointe au dossier).



Batterie



Moteur



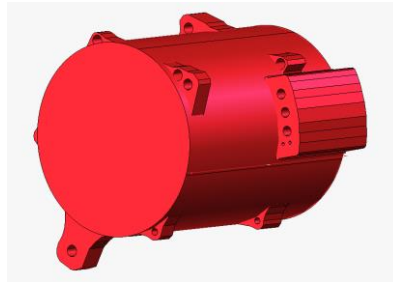
Onduleur



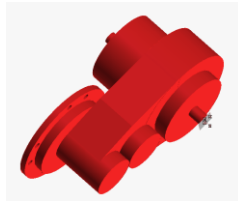
Chargeur/convertisseur

Ci-dessous les numérisations obtenues :

- Le moteur



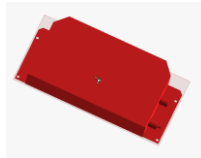
- Le réducteur



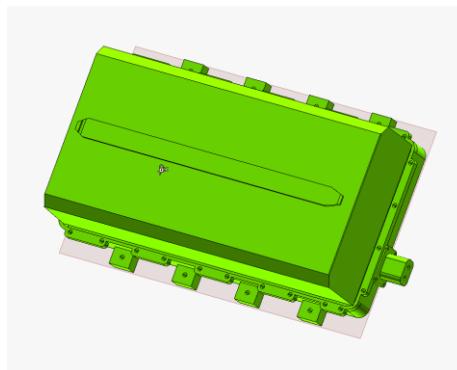
- L'onduleur



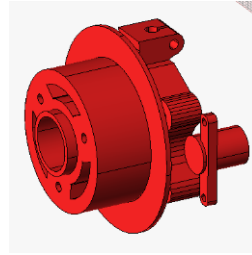
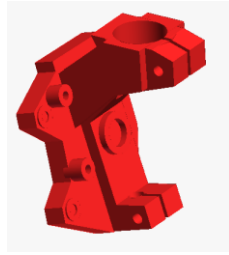
- Le combiné chargeur convertisseur



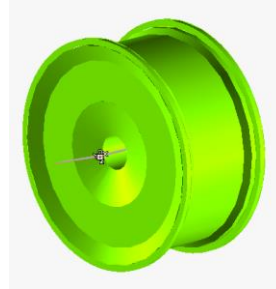
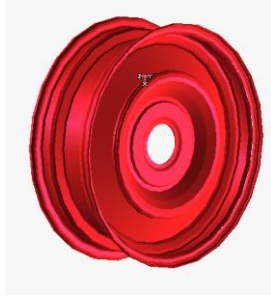
- La batterie



- Les portes fusées avant et arrière



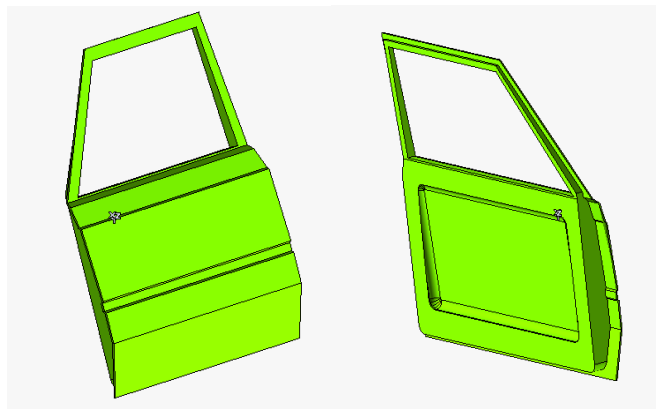
- Les jantes avants et arrière



- Les triangles de suspension avant, en provenance d'une Honda CIVIC



L'achat de deux portes de FAIT Panda d'occasion ont permis également de faire le modèle 3D des portes:



Enfin, la caractérisation de la raideur de plusieurs combinés ressorts amortisseurs a permis de faire un choix entre plusieurs combinés.



Moto



MP3 Piaggio

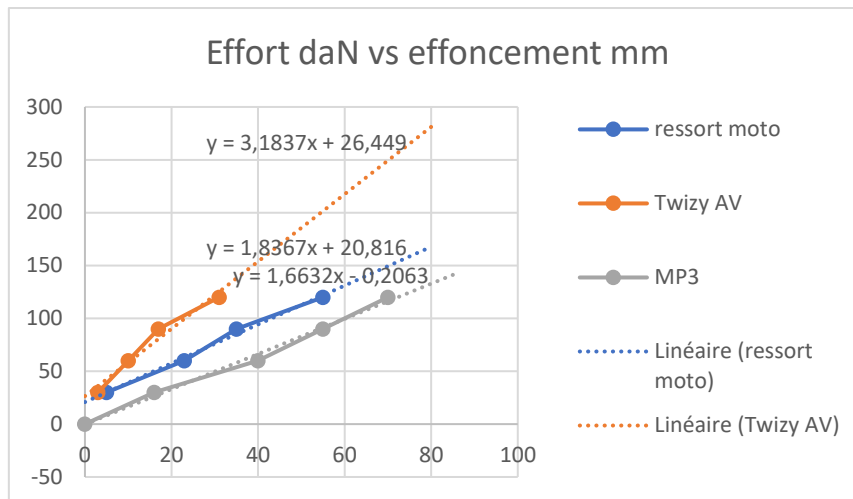


Twizy



Dispositif pour mesurer la raideur du combiné
(Mesure de la charge sous presse avec pèse personne et déflexion par lecture sur réglet)

La raideur de la suspension de moto et de Piaggio MP3 s'est révélée beaucoup trop souple et celle de la TWIZY trop raide.



Avec ces éléments, Le choix s'est porté sur le combiné ressort amortisseur de TWIZY, trop raide naturellement mais installé en oblique pour réduire la raideur et augmenter le débattement. Ce choix est confirmé par les règles de dimensionnement théorique des suspensions que l'on trouve sur internet sur des sites spécialisés.

Mise à jour de la conception de la base roulante

La numérisation et le choix des éléments a permis de commencer à mettre à jour les plans préliminaires réalisés pendant la phase d'idéation.

Le moteur de TWIZY étant de conception très ancienne et de technologie peu performante (machine asynchrone alors que le standard actuel est synchrone) s'est révélé quasiment deux fois plus gros qu'escompté et il a fallu élargir un peu la base roulante pour le loger. Pour information, le moteur de la TWIZY fait la taille de moteurs de 80kW que l'on trouve sur des modèles de voitures électriques récents.

Cet aménagement n'a pas finalement remis en cause les dimensions globales du véhicule

La batterie a trouvé sa place devant le moteur, l'onduleur à gauche et le combiné chargeur convertisseur sur la batterie de traction.

Vue la largeur de l'essieu arrière, limité à 460 mm de voie par la réglementation L5e (tricycle) le moteur n'a pas pu être logé entre les roues. Une descente de mouvement par chaîne a permis de déporter le moteur en avant de l'essieu arrière.

Comme on peut le voir sur le dessin plus bas, les combinés ressorts amortisseurs ont été installés très inclinés pour augmenter leur souplesse.

Les moyeux d'origine avec le système de freinage ont pu être conservés ainsi que le frein à main.

Les roues avant ont été gardées telles quel. Les roues arrière seront remplacées par des roues larges pour donner un peu de stabilité au véhicule malgré la voie arrière étroite imposée par la réglementation.

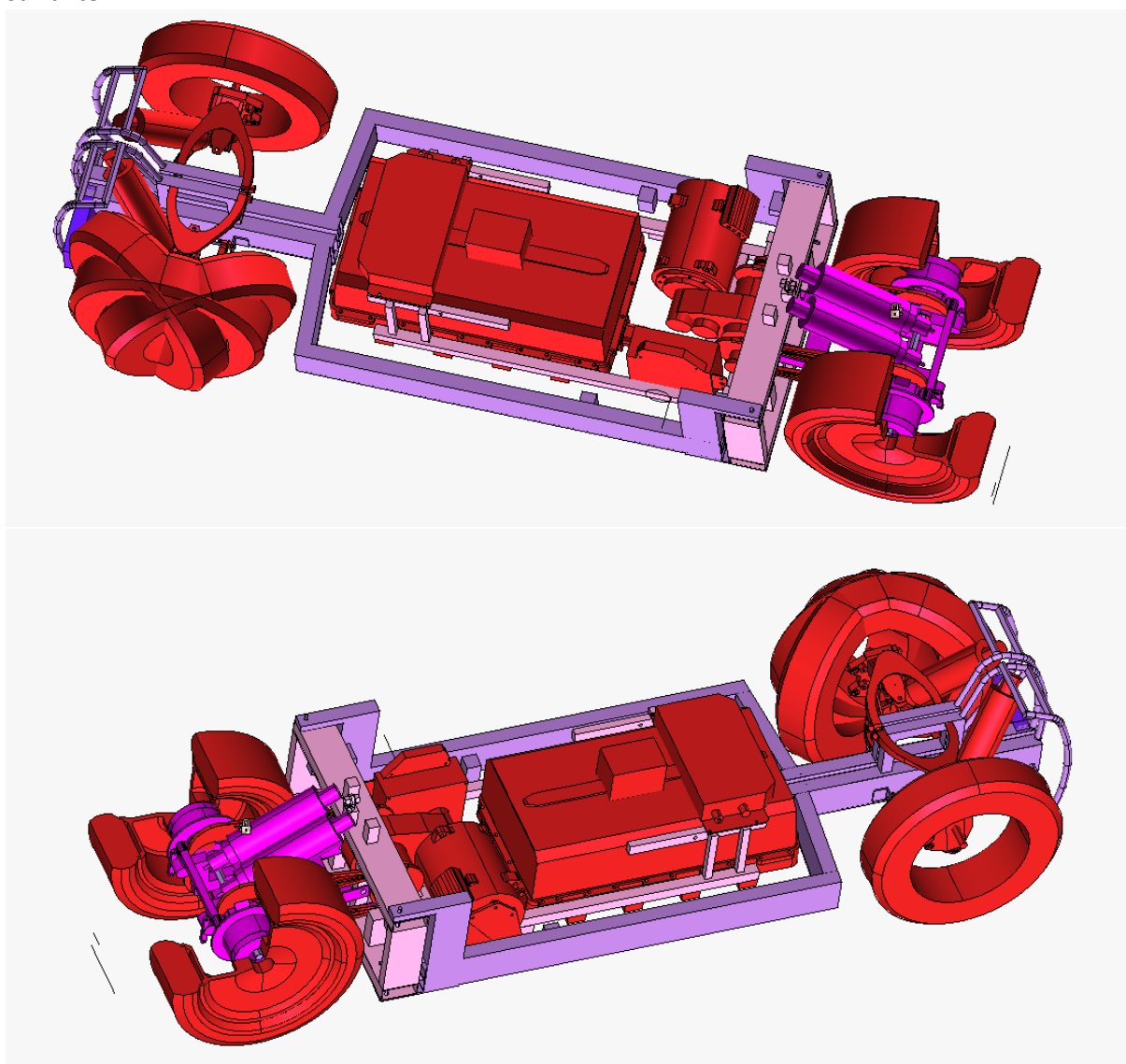
Le choix qui a été fait est de retenir des pneus 205 / 40 R15 qui donnent une développée similaire aux roues d'origines, permettent de conserver la réduction initiale et de conserver le compteur de vitesse d'origine en évitant la recalibration et la réhomologation de celui-ci.

Ci-dessous la composition pneu / jante / chaine / couronne qui ont été retenus (ref sur demande)

| | |
|----------------|--------------|
| Jante | 3x98 R14 6 |
| Pneu | 205 / 40 R15 |
| Entretoise | 20 mm |
| Couronne roue | 32 dents |
| Chaine | 428 |
| Couronne avant | 33 dents |

Implantation des composant et mise à jour de la base roulante

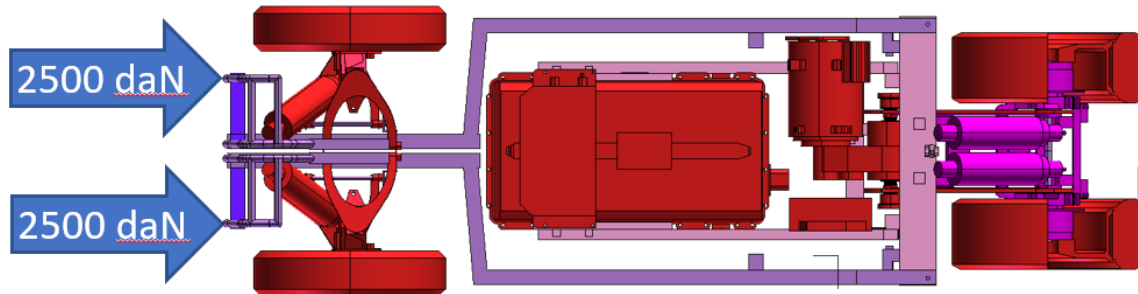
Les composants ayants été sélectionnés, la base roulante a pu être mise à jour et donne l'implantation suivante :



Vue de la base roulante reconçue

Vérification de la section des bras constituant les demi-châssis latéraux pour la tenue à un choc frontal

Un petit calcul d'ordre 1 a permis d'établir que la section des bras, fixés à 100x40x2 permettraient d'absorber un choc frontal d'environ 10 G, ce qui correspond au test de tenue de la ceinture de sécurité, avant que la structure ne se déforme et mette les roues dans le masque d'écrasement, augmentant d'autant la tenue au choc de la structure.



| Choc frontal 10G, 250kg par coté | | |
|----------------------------------|--------|---------------------|
| effort choc (500kg x 10G / 2) | 2500 | daN |
| Bras de levier | 150 | mm |
| Mf | 375000 | daN.mm |
| Hauteur section | 40 | |
| Largeur section | 100 | |
| Épaisseur | 2 | |
| I (bh ³ /12) | 160085 | mm ⁴ |
| I/v | 8004 | mm ³ |
| Contrainte | 46,9 | daN/mm ² |
| Résistance déformation plastique | 50 | daN/mm ² |
| Coef sécurité | 1,07 | |

De la même façon, cette section employée pour réaliser le berceau central permet de garantir une déformation maximum inférieure à 1° entre bras gauche et droite sous 3G de choc incidentel en croisement d'essieu soit un décalage de 20 mm vers le haut de la roue avant gauche et une descente de 20 mm de la roue avant droite.



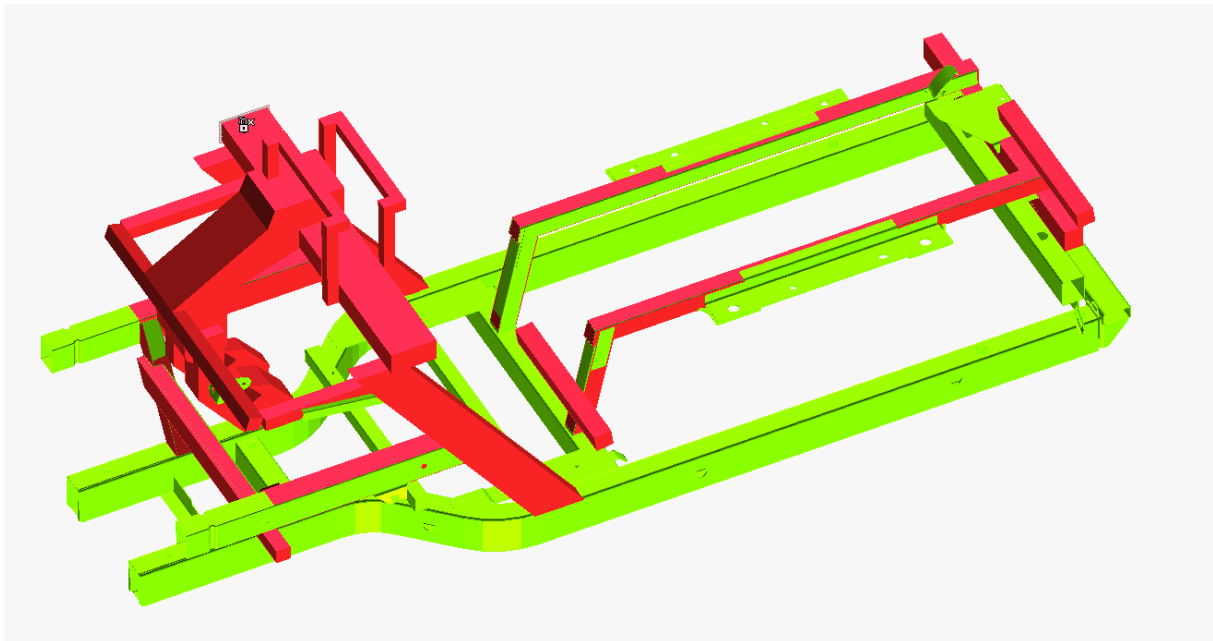
| Torsion berceau | | |
|-----------------------------|------------|---------------------|
| Effort | 750 | |
| Bras de levier | 1150 | |
| Nb de tubes | 2 | |
| Couple torsion | 431250 | daN.mm |
| Hauteur | 100 | mm |
| Largeur | 40 | mm |
| Épaisseur | 2 | mm |
| Moment d'inertie polaire | 457142,857 | mm ⁴ |
| Demi-longueur tube | 360 | mm |
| Module d'élasticité (Young) | 21000 | daN/mm ² |
| Angle de torsion | 0,02 | rd |
| Angle torsion | 0,93 | deg |
| Cisaillement | 29 | daN/mm ² |

Mise à jour du dessin de la nacelle

Le parti a été pris de conserver autant que possible l'ergonomie et les composants d'origine (siège, pédalier, colonne de direction, volant, ceinture de sécurité) du Renault TWIZY.

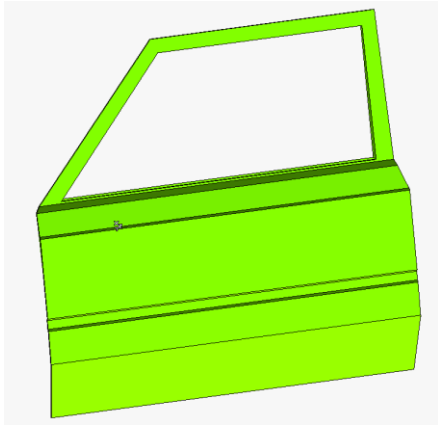
Ce choix a conduit à conserver les éléments de châssis associés : support de siège avec glissières, fixation de colonne de direction, support de pédalier.

La première étape a été de numériser les éléments de châssis d'origine à conserver.

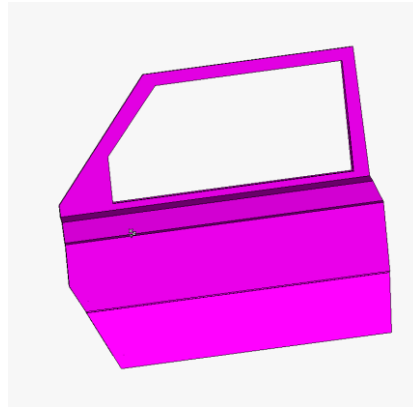


En rouge, les parties conservées ou modifiées, en vert les parties d'origine

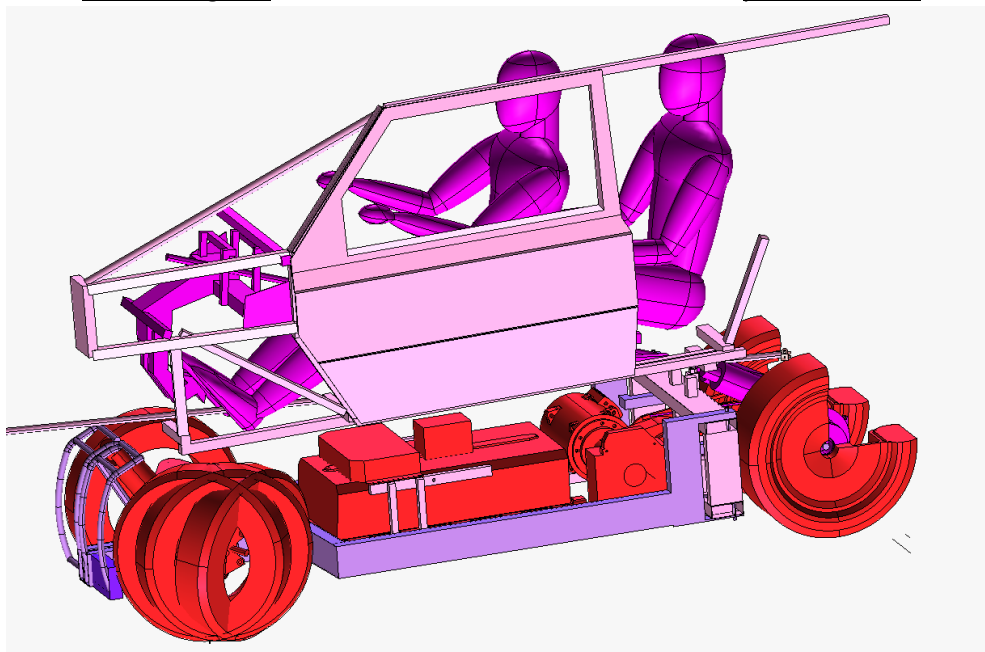
Pour respecter autant que possible le design établi lors de la phase d'idéation, les portes retenues ont été remodelées : réduction de la hauteur et modification de la forme en partie basse pour suivre les lignes retenues.



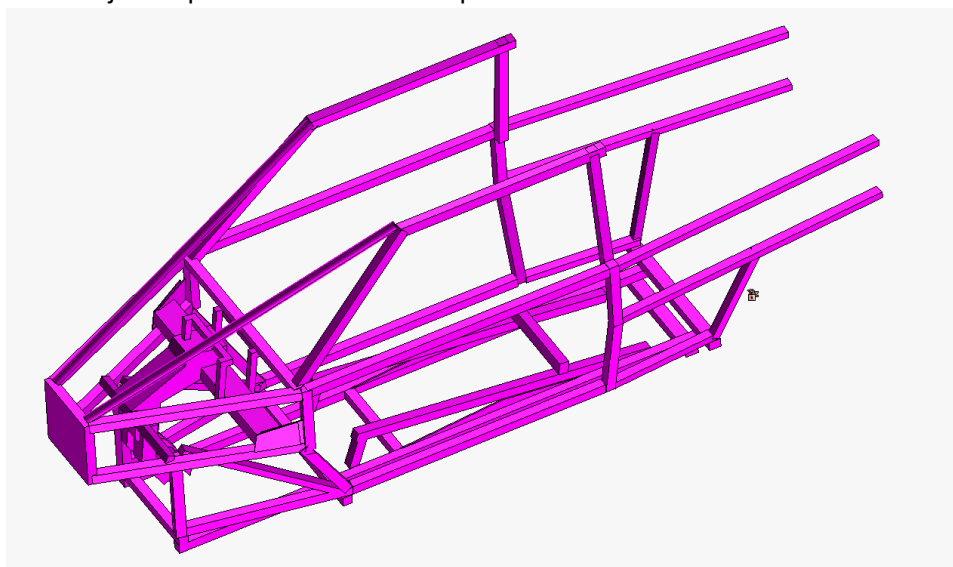
Porte d'origine



porte modifiée



La structure a été ajustée pour accueillir ces composants.

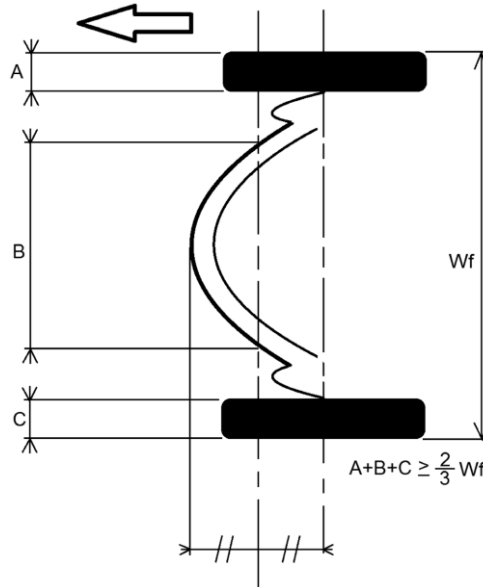


Un calcul de premier ordre sur la base d'une thèse sur la tenue des structures au crash a permis d'établir que les tubes nécessaires à la nacelle pouvaient être réalisés en tube carré de 25mm x 25mm x 2mm ou 30mm x 30mm x 2mm selon les zones (cf calcul structure à l'écrasement TH_T1413_xwang).

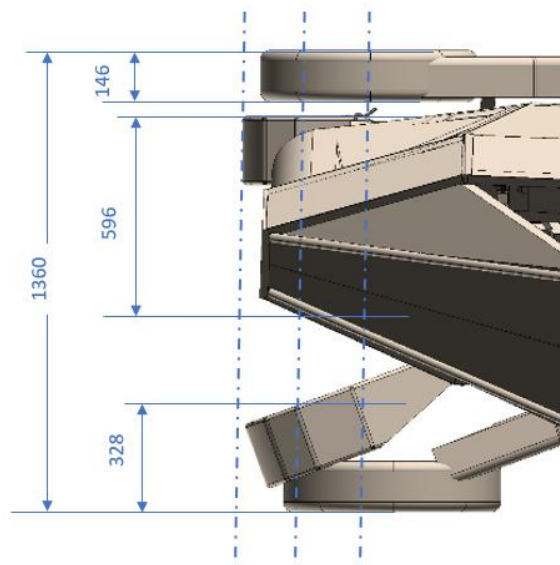
Vérification de la conformité réglementaire aux saillies

Dans ce dessin, lorsque les roues avant s'écartent, il apparaît un jour entre les roues et la nacelle. La taille de ces ouvertures est réglementée pour éviter de « happer » un passant au bord de la route. (RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) N° 3/2014 DE LA COMMISSION du 24 octobre 2013 complétant le règlement (UE) N° 168/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences de sécurité fonctionnelle aux fins de la réception des véhicules à deux ou trois roues et des quadricycles)

Ce règlement prévoit que la face avant du véhicule réponde à la prescription suivante :



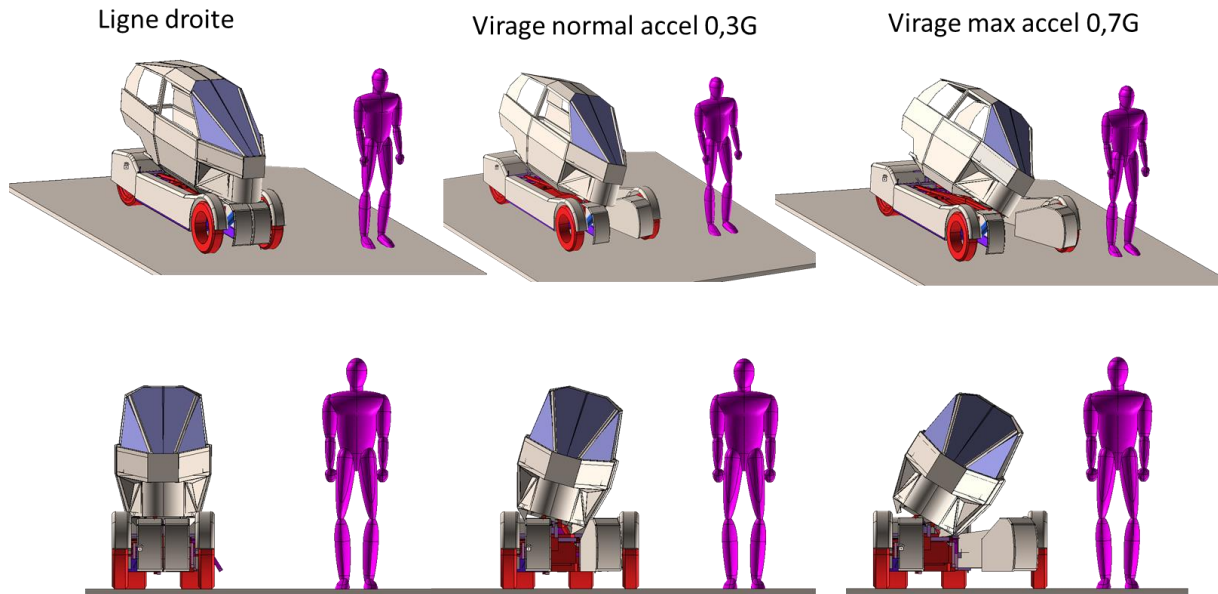
Dans le cas de COLIBRI, les cotes sont les suivantes :



La prescription donne $(A+B+C) / W_f = 0,78$, et donc la règle est bel et bien respectée.

Pour plus de sécurité, vérification a été faite auprès du CNRV (Centre National de Réception des Véhicules) qui a confirmé.

Une mise en situation 3D montre d'ailleurs que l'écartement de la roue intérieure est masqué en bonne partie par la nacelle en position inclinée.



Réalisation de la nacelle

Approvisionnement des profilés

La toute première étape a été d'approvisionner les tubes nécessaires à la fabrication de la nacelle et de la base roulante.

Les approvisionnements se sont faits chez un grossistes en profilés acier en région parisienne, UMHS. Les tubes nécessaires sont principalement des tubes rectangulaires de 25x52x2 et 30x30x2 pour la nacelle et de 40x100x2 pour la base roulante.



L'ensemble des fournitures de tubes représentent environ 200kg.

Modification des portes et réalisation des cadres

L'étape suivante a été la modification des portes de FIAT Panda.

La première étape a été de découper le bas des portes pour mettre à jour le mécanisme de lève vitre et vérifier que la porte pourrait bien être modifiée selon les plans.



La découpe n'ayant pas révélé de mécanisme en zone basse, la porte a pu être modifiée selon le dessin prévu.



L'étape suivante a été de construire le contour de porte, opération extrêmement délicate puisqu'il s'agit de construire une structure tubulaire d'un mètre d'envergure, mais ajusté à quelques millimètres pour que le joint porte bien sur tout le tour de la porte, le plan de joint n'étant évidemment pas plan.



Découpe des tubes nécessaires à la fabrication du tour de porte



Réalisation du cadre



Réalisation des portées de joint et pose



Réalisation des charnières et pose de la porte sur le cadre

Maquettage d'ergonomie

Maquettage de l'habitacle et fixation des cotes de largeur

La mise à disposition des portes et de leur cadre a permis de les mettre en place sur le châssis d'origine du TWIZY.



La structure d'origine du TWZY gênant la mise en place des portes, la partie arrière du châssis d'origine a été tronçonnée et enlevée.



Cet « élagage » a permis d'installer à nouveau les portes, et aussi de mettre en place le siège, le volant et la siège arrière.



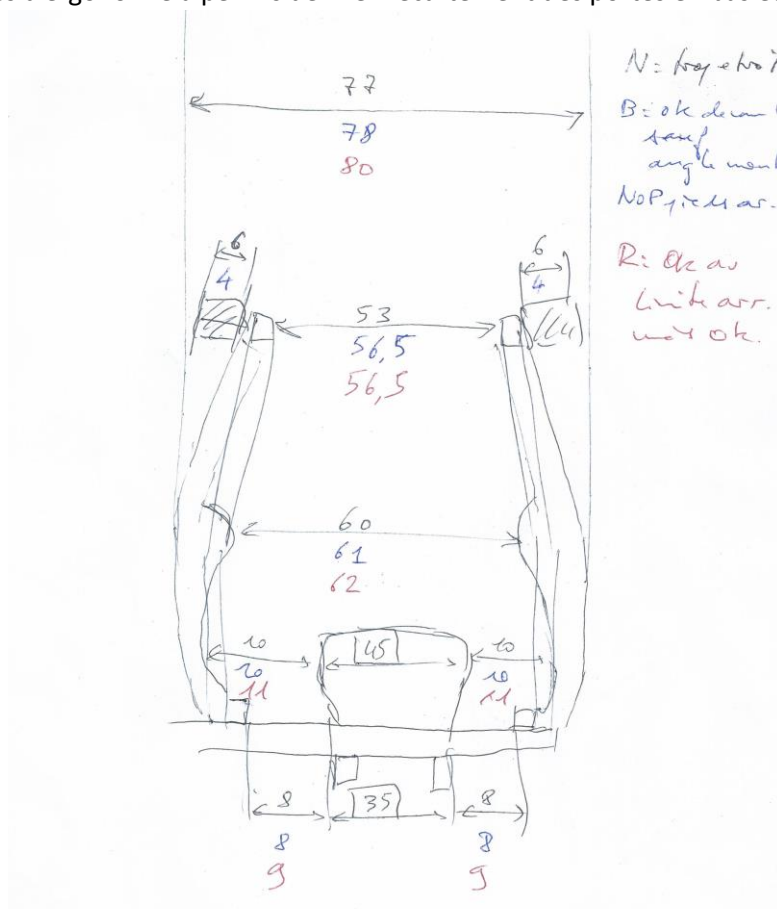
Les roues avant de COLIBRI étant beaucoup plus resserrées que sur TWIZY, les pieds du passager avant ne peuvent pas être installés entre, et doivent forcément remonter au-dessus.
De ce fait, l'installation des passagers dans COLIBRI est beaucoup plus haute et plus allongée que sur TWIZY.

Pour récupérer le maximum de pièces du TWIZY, le châssis d'origine a de l'être incliné de 7° sur l'arrière comme on le voit clairement sur la photo ci-dessous :



L'assise très droite du TWIZY se retrouve un peu inclinée, ce qui est plutôt une amélioration. En revanche le volant se retrouve beaucoup trop haut et masque le champ de vision. Des entretoises entre le châssis et la colonne de direction ont permis de régler ce problème. L'accès à bord aux places avant s'est montré assez classique, la hauteur de la nacelle facilitant naturellement l'accès.

Du point de vue de la largeur, le siège d'origine TWIZY est beaucoup plus large qu'attendu, il a donc fallu écarter les portes pour que le passager arrière puisse installer ses pieds entre le siège et les portes. Le relevé des cotes d'ergonomie a permis de fixer l'écartement des portes en bas et en haut :



En noir le positionnement initial, qui a montré que malgré une largeur déjà augmentée par rapport au plan, les gardes aux épaules du conducteur et au pieds du passager arrière n'étaient pas suffisantes. Un repositionnement, en bleu, a montré que la garde aux épaules devenait acceptable, sans régler la garde pour les pieds des passagers.

Enfin les cotes en rouge donnent un confort acceptable aux épaules et juste suffisant mais sans marge aux pieds du passager arrière.

Ce sont ces dernières cotes qui ont permis de positionner les portes en largeur, amenant la nacelle à 800 mm de large soit 80 mm de plus que le plan initial.

A noter que cette largeur de 800mm est la largeur maximale permettant à Colibri de conserver l'agilité nécessaire pour circuler entre les files de voitures. Cette largeur de nacelle ne change pas la largeur de Colibri qui est définie à 800mm par son train avant, mais malgré tout réduit un peu la fluidité du véhicule.

La hauteur d'origine des vitres de FIAT Panda s'est révélée bien adaptée à la vision périphérique.

Réglage de la position longitudinale

Le dessin original de design avait placé les portes très en arrière.

Les essais d'accès à bord ont montré que le montant de porte devait être avancé significativement pour éviter le syndrome du canoé kayak où le rameur doit enfile ses jambes dans le nez de l'embarcation.



Après plusieurs essais, la montant de porte a été placé environ 7 cm en arrière de l'ouverture de la porte d'origine.

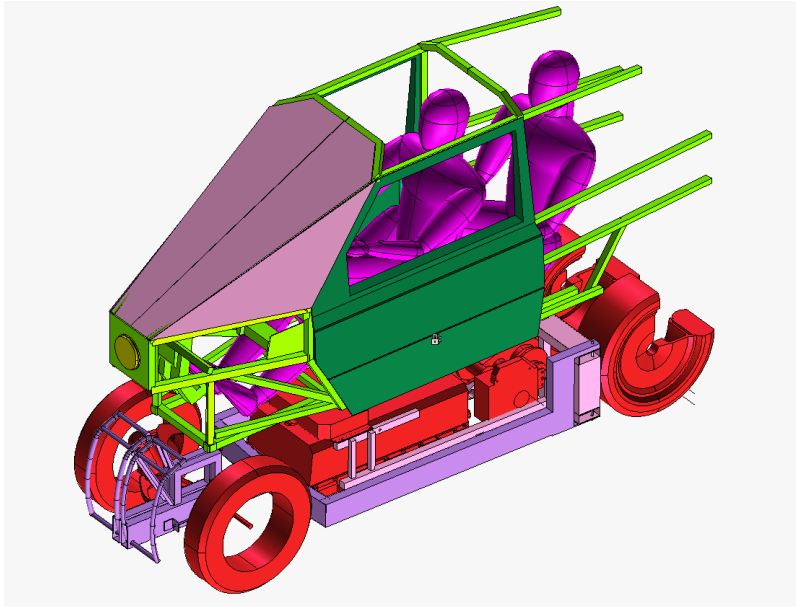
Ce recul permet au conducteur d'insérer assez facilement ses jambes malgré la hauteur réduite du volant.

Dans cette position, l'accès aux places arrière s'est montré impossible avec le siège de TWIZY d'origine qui ne se rabat pas, l'ouverture des portes de FIAT Panda étant beaucoup moins large que les portes papillon d'origine du TWIZY.

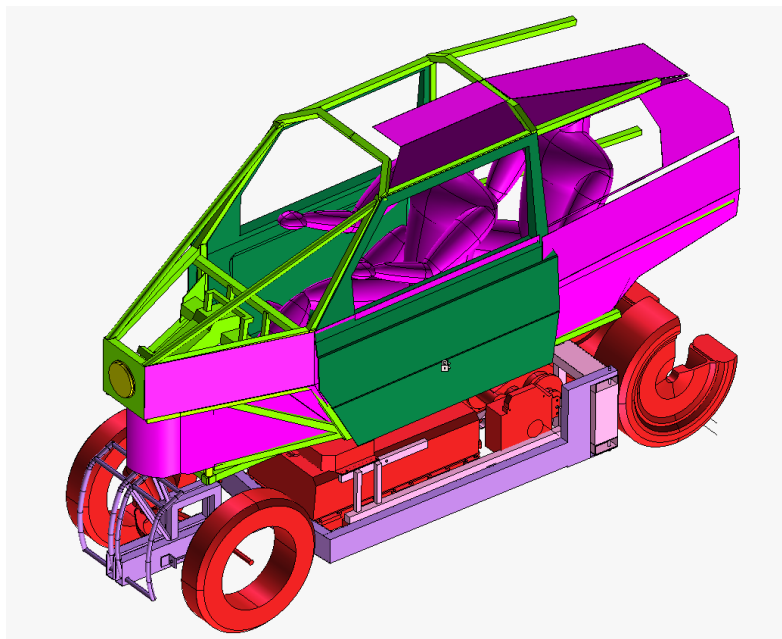
Une modification du siège conducteur est donc prévue pour rendre le dossier rabattable.

Mise à jour du dessin avec ces cotes de largeur et longitudinales

Suite à ces calages, le plan 3D a été mis à jour et donne le dessin suivant :



Les différences par rapport au dessin précédent apparaissent ci-dessous (lignes d'origine en fuchsia):

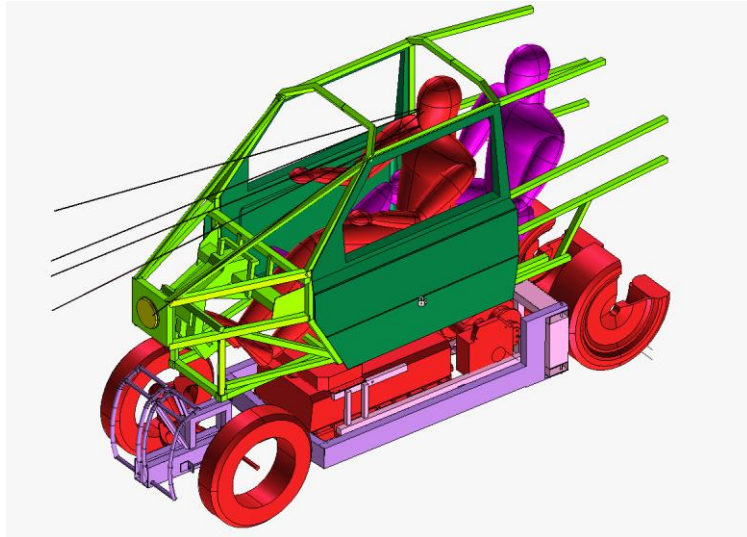


On voit que l'habitacle et le pare-brise ont été avancé par rapport à l'origine et que les portes (en vert) sont légèrement plus larges que prévu.

Vérification du champ de vision conducteur

Après vérification avec le CNRV, le règlement « Règlement no 125 de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-ONU) — Prescriptions uniformes concernant l'homologation des véhicules à moteur en ce qui concerne le champ de vision du conducteur des véhicules à moteur [2018/116] » ne s'applique pas aux véhicules légers.

Néanmoins les lignes de vision ont été placée (ligne noires).



A peu de chose près, le pare-brise est conforme aux prescriptions relatives au champ de vision des véhicules de la catégorie M mais sans marge en largeur.

Préparation de la structure de la nacelle

Le châssis d'origine du TWIZY a été conservé dans un premier temps pour servir de repère et de structure d'appui.

La première étape a été d'installer les futurs longerons de la nacelle, en tube de 30x30x2.



Les montants de porte ont ensuite été mise en place, et soudés sur les traverses.



Les traverses à ce stade ne sont pas soudées sur les longerons pour pouvoir sortir la superstructure et donner accès aux zones à tronçonner.

Deux manchons provisoires ont été soudés pour relier la structure ainsi constituée à la traverse avant qui porte le pédalier et le volant, les manchons étant vissés sur la traverse pour rester démontables.



La structure a ensuite été retirée pour pouvoir tronçonner le châssis du TWIZY et extraire le support de siège et la traverse avant.



L'étape suivante été de tronçonner la structure d'origine pour extraire le support de siège et la traverse avant, opération particulièrement pénible en termes de bruit et de poussière de tronçonnage.



Structure de siège après extraction



restes du châssis après tronçonnage

Suite à cette extraction, la structure du siège et la structure supérieure ont pu être réassemblées.



On distingue sur la partie avant la traverse remise en position sur ses manchons.
 Cette traverse embarque des structures d'origine qui seront retravaillées par la suite comme la traverse haute qui va disparaître.

Préparation du repère de montage

Préalablement à l'assemblage définitif des pièces, il fallait un marbre pour mettre en place dans de bonnes conditions de géométrie, repère XY et planéité.

N'ayant pas de marbre, un marbre artisanal a été réalisé à partir d'un bloc porte de récupération (ce type de porte de séparation intérieure est constitué d'un sandwich de deux plaques assemblées sur un nid d'abeille ce qui la rend très rigide en torsion et en planéité).

On en trouve pour 30€ dans tous les magasins de bricolage.

La porte qui a servi de marbre est une porte de récupération sur laquelle un repère a été tracé au marqueur.



Les éléments préparés précédemment ont ensuite été mis en place sur des cales, faisant d'ailleurs apparaître un gauchissement de la structure de l'ordre du millimètre, ce gauchissement étant lié classiquement à la soudure par arc.

Ceci sera redressé ultérieurement avant assemblage de la base et de la structure supérieure.



Début d'assemblage de la nacelle

Nettoyage des pièces issues du tronçonnage

Cette base ayant été mise en place, la nacelle a pu commencer à être travaillée.

La première étape a été de mettre au propre la structure inférieure et de débarrasser la traverse avant de ses éléments inutiles, traverse supérieure et résidus de structure qui n'avaient pas été enlevé lors du premier tronçonnage.



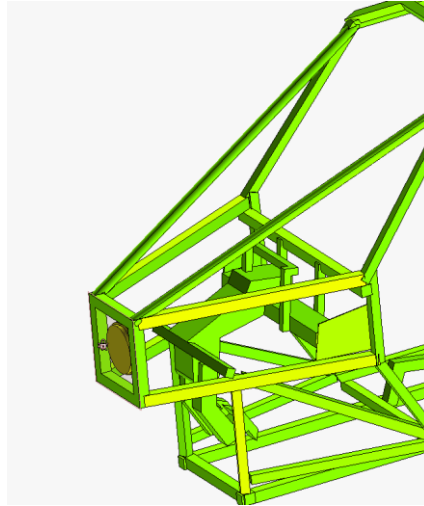
Avant



Après

Maquettage du nez de la nacelle

Le nez de la nacelle étant en fort porte à faux avant il a fallu créer une structure en bois en appui sur le marbre pour tenir la couronne qui entoure le phare avant.



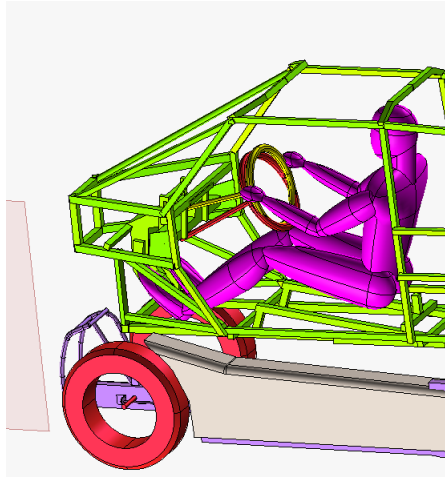
Mise en place de la couronne de phare



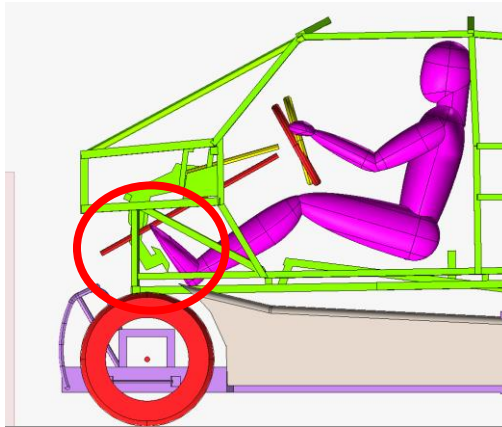
Préalablement à la fixation de la couronne de phare, il a fallu vérifier la position de l'assise, du pédalier d'accélérateur et de frein, et du volant, le nez du véhicule dépendant de la mise en place de tous ces éléments à la fois pour des raisons d'ergonomie mais aussi de vision.

Deux options ont été considérées :

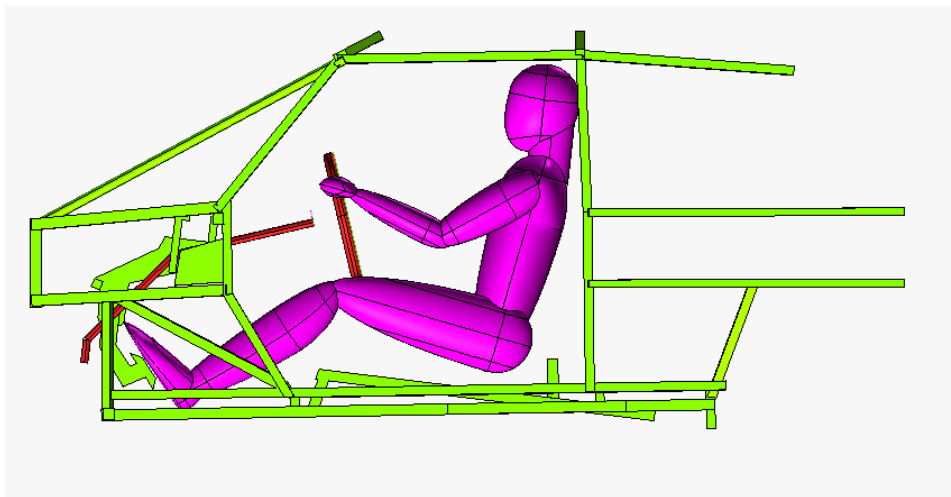
- Une option avec un angle de volant très faible en jaune
- Une option avec un angle de volant plus important en rouge



Après maquettage, l'option 2 (rouge) s'est montrée meilleure pour l'ergonomie et pour le champ de vision mais présentait une interférence de la colonne de direction avec le pédalier.



Cette option a malheureusement été abandonnée et l'option 1 a été retenue.



Le maquettage a permis d'affiner la mise en position définitive du volant.



Le volant étant définitivement positionné, tous les éléments disponibles ont pu être remontés pour donner un premier aperçu de Colibri.



Mise en place de la partie avant de la nacelle

La partie avant de la nacelle est composée de deux parties :

- Une partie d'habillage destinée à porter la carrosserie et le pare-brise en 3 parties
- Une partie tubulaire structurale destinée à supporter l'habillage et tenir les contraintes structurales, et en particulier un choc frontal

Le maquettage a commencé avec la partie habillage, beaucoup plus exigeante en termes de précision d'ajustements.

Le pare-brise est constitué en partie centrale d'un pan vitré à 6 cotés qui doit être parfaitement plan pour recevoir le triplex.

Le pare-brise en complété de chaque côté par deux vitres de custode de forme triangulaire.

Les trois côtés des vitres de custode sont constitués du montant de porte, du longeron avant et du montant de pare-brise.

Le montant de porte et le longeron ont été habillé de cornières d'acier mises en place par des vis.



La porte a dû être complétée en partie centrale avant pour épouser la forme des habillages.



L'habillage ayant été défini, les longerons ont pu être installés et soudés.



La traverse qui porte la colonne de direction et le pédalier a pu ensuite être recoupée et soudée définitivement.



Installation de l'habillage en partie inférieure

Un plat a été installé en partie basse devant la porte, solidaire du châssis de la nacelle.

Malheureusement la position de la charnière de porte n'étant pas assez avancée occasionnait une interférence entre le pan coupé inférieur de la porte et le plat.

Une échancrure a été faite pour permettre le débattement de la porte.



Le résultat visuel étant particulièrement décevant, il a été cherché un dessin alternatif qui finalement a été trouvé en montant le plat non plus sur la nacelle mais sur la porte.

Le résultat final est le suivant :



Et les portes ouvrent sans interférences contrairement à la solution précédente.



Il ne restait plus alors qu'à installer les montants de pare-brise et la traverse supérieure du pare-brise.

Pour garantir la planéité les montants ont été installés en utilisant une plaque plane qui a servi de gabarit.





Les feuillures de pare-brise et de vitres de custode avant ont pu être mise en place pour accueillir le vitrage.



Il ne restait qu'à compléter le panneau avec une cornière inférieure permettant au panneau latéral de se raccorder avec le plancher et à construire le symétrique pour habiller le côté gauche.



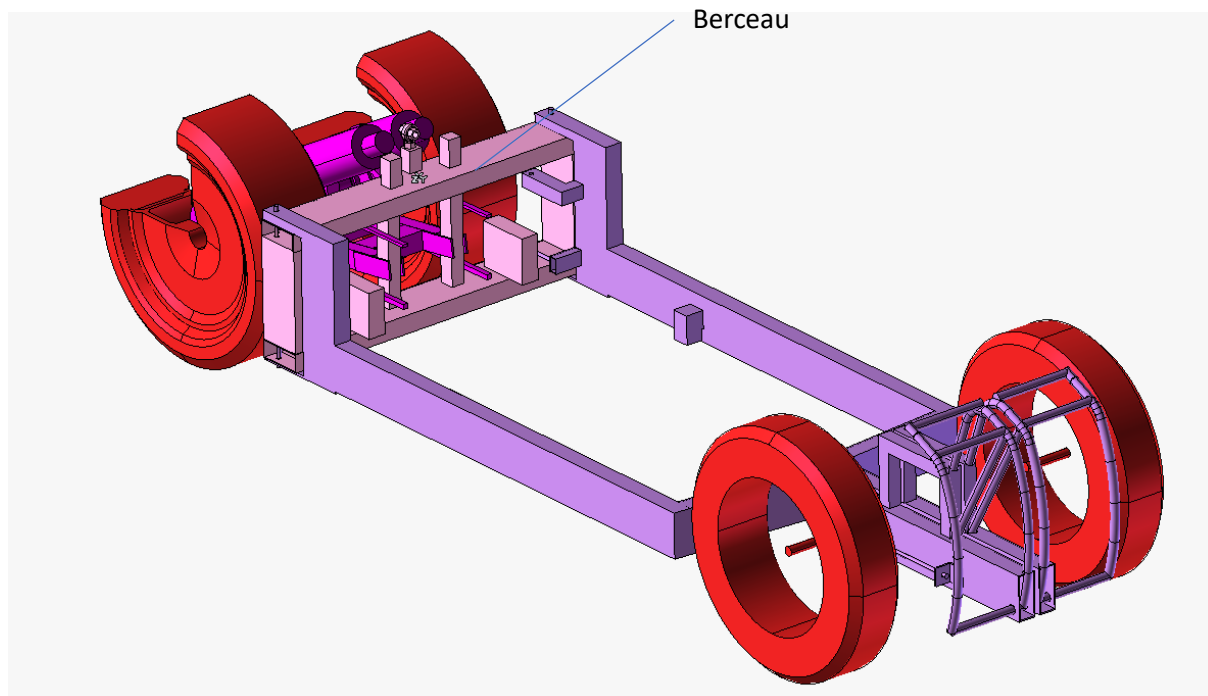
Pose du « nez » de la nacelle et du phare

Les panneaux latéraux ayant été complétés, Colibri a pu recevoir le panneau de fermeture avant de la nacelle, en tôle fine pour pouvoir être cintrée facilement, et la tôle de support du phare.



Maquettage du berceau de la base roulante

Par analogie avec les voitures classiques, nous avons appelé berceau la pièce rectangulaire qui porte les suspensions arrière

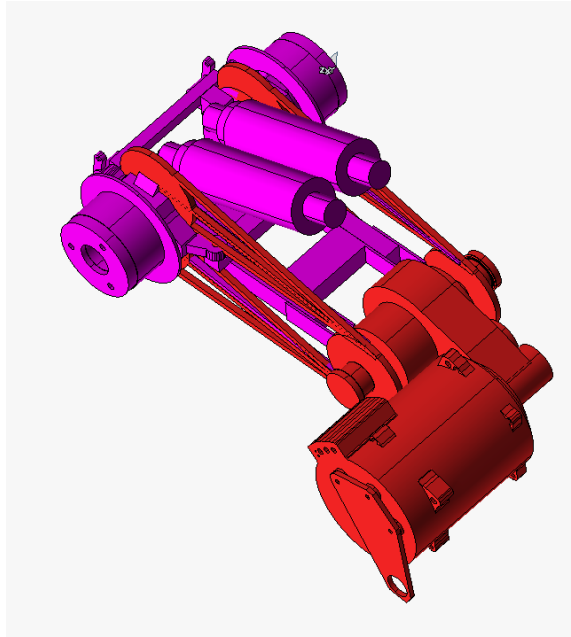


Cette pièce sert à relier et fixer la suspension arrière sur deux montants et à fixer les bras articulés qui portent les roues avant.

La pièce a été réalisée en tube rectangulaire de 100 x 40 mm épaisseur 2 pour tenir les contraintes de torsion quand le véhicule sera en croisement de pont, roue avant gauche et arrière droite sur des bosses et roue avant droite et arrière gauche dans un creux.



Ce berceau doit recevoir les articulations du bras de suspension arrière.



Composition de l'essieu arrière

L'essieu arrière doit porter les moyeux arrière, tenir les combinés ressort amortisseurs et transmettre le couple de la chaîne de traction via des chaînes.

Composition de la transmission par chaîne

La transmission par chaîne doit répondre aux contraintes suivantes

- Avoir des couronnes les plus grands possibles pour limiter la sollicitation dans les chaînes
- Avoir un nombre de dents entre couronne menante et couronne menée premiers entre eux
- Retrouver une V1000 (vitesse à 1000 tr/min) identique à l'origine pour pouvoir conserver le tachymètre d'origine, condition indispensable pour l'homologation
- Avoir les pneus les plus larges possible pour donner de la stabilité au véhicule malgré une voie arrière limitée à 460mm par la réglementation
- Avoir des jantes qui puissent se visser sur les moyeux d'origines, à savoir 3 trous sur un diamètre de 98mm.

Choix des couronnes d'entraînement pas chaîne

Par dessin CAO, le diamètre maximum que pouvait accueillir l'essieu arrière était de 33 dents, avec un pas de 428 (12.7 mm d'entraxe entre deux maillons) et 35 dents coté moteur.

Le nombre de dent étant premier entre eux, la première contrainte était bien respectée.

Des couronnes 33 et 35 dents ainsi que des chaînes en 428 ont été commandées.

La couronne 35 dents avec la chaîne passait bien coté moteur. En revanche, la couronne 33 dents avec sa chaîne coté essieu ne passait pas, du fait des dépouilles de fonderie qui n'avaient pas été bien numérisées.

Il a fallu passer à 32 dents coté essieu.

Restait alors à choisir entre conserver les 35 dents coté moteur ou passer à 33 dents, 34 dents étant exclu, 32 et 34 n'étant pas premiers entre eux.

Le choix 35/32 induisait à une multiplication de vitesse significative, ce qui imposait des diamètres de roue très faible pour garder la V1000 d'origine. Il aurait fallu des jantes larges de 13 pouces et de pneu taille basse pour y arriver.

Or ce type de monte de jante et de pneu, si elle existait sur les 104, R5 et autre Samba ne se trouve absolument plus de nos jours, ces modèles ayant disparu il y a 30 ans.

Malgré des recherches poussées sur les sites spécialisés en pièces anciennes, il n'a pas été possible de trouver un jeu de pneu et de jante adéquat, toutes les références identifiées étant en rupture de stock.

Le choix a été fait de basculer à du 33/32, permettant de retrouver des montes en 14 ou 15 pouces pour lesquels il existe une offre de pneumatiques et de jantes en taille basse.

Vérification de la tenue de la chaîne

La couronne menant étant passée de 35 à 33 dents, la contrainte sur la chaîne a augmenté d'autant.

Une petite vérification a été faite sur les applications qui utilisent des couronnes 32 dents.

| | mot | P | roue ar | masse | masse avec 2 passagers | diam roue | ratio rayon roue/rayon couronne | rayon roue colib | ratio couronne / roue colib | masse équivalente | masse vide |
|------------------------|-----------|---------|------------|-------|------------------------|-----------|---------------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------|------------|
| Mashc 125 scrambler | 4T 125 cc | 11,6 cv | 110/90 R16 | 96 | 246 | 586,4 | 4,40 | 531,1 | 3,98 | 543 | 393 |
| Zongshen ZS 125 Custom | 4T 125 cc | 10,6 cv | 3,50 R16 | 125 | 275 | 584,2 | 4,38 | 531,1 | 3,98 | 605 | 455 |
| Kymco Stryker 125 | 4T 125 cc | 11 cv | 130/80 17 | 128 | 278 | 591,8 | 4,44 | 531,1 | 3,98 | 620 | 470 |

Ramenée à la configuration de Colibri, la chaîne et la couronne choisie devraient permettre d'entraîner un véhicule de 393 à 470 kg avec des contraintes équivalentes aux applications industrielles.

Le devis de masse de Colibri étant de 400kg, la contrainte sera donc semblable, voire moindre, le moteur électrique de Colibri étant beaucoup moins acyclique qu'un moteur monocylindre.

On peut donc s'attendre à une durée de vie des chaînes semblables à celles des motos où elles étaient appliquées, habituellement 7500km avant changement.

Choix de la monte des pneu et jantes

Le choix du rapport 33/32 conduit à un diamètre de pneu 545 mm, les pneus d'origine en 145 / 80 R13 étant de 562 mm.

Le choix le plus proche était des 205 / 40 R15, les 195/45 R14 étant plus éloignés de la cible.

Avec la monte 205 / 40 R15, l'écart de V1000 entre l'origine et la monte finale se trouve être de 0,3%, insignifiant comparé à la variation de diamètre du pneu en fonction de son usure.

Malheureusement, les pneus commandés en 15 pouces sont arrivés en 17 pouces, les rendant inutilisables.



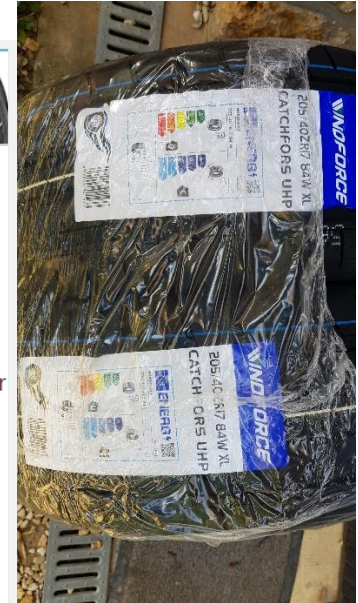
Delticom AG
Votre magasin: [123pneus.fr](https://www.123pneus.fr)

Date de la commande : 29/09/2023
Référence de la commande : RD 51333760
Référence client : 55315316

Cher monsieur ou madame,

Votre commande a été communiquée à notre entrepôt.
Veuillez prendre note que maintenant que la commande a été prise en compte par l'entrepôt, modifier votre commande n'est plus possible.
Nous vous tiendrons informé au fur et à mesure que la commande progresse.

Date de la commande : 29.09.2023
Articles commandés :
Nombre d'articles : R-489765
Article : Windforce 205/40 R15 84W RF (So) Catchfors UHP
Quantité : 2



Après un renvoi et une nouvelle livraison, elle aussi arrivée en 17 pouces, la société a constaté qu'il y avait un problème de référencement et que les pneu 205/40 R15 n'existaient pas.

Malheureusement, aucune autre offre dans cette dimension n'était disponible, la plus proche étant en 205/45 R15, conduisant à un écart de V1000 de l'ordre de 3%.

Cet écart qui semble faible pose néanmoins un problème d'homologation puisque le tachymètre d'origine n'aurait pas pu être réutilisé, l'erreur étant trop grande et conduisant à sous-estimer la vitesse réelle du véhicule.

Il a fallu chercher une monte de remplacement. Les 185 / 45 R15 convenait très bien en termes de diamètre, mais semblaient trop étroit pour la stabilité latérale du véhicule.

Finalement le choix s'est porté sur des 205/35 R15 en provenance de quad pour lesquels il a fallu revoir le nombre de dent des couronnes. Le choix s'est porté sur la composition 33 dents coté moteur, 31 coté roue. La V1000 finale avec cette composition sera de -0,7% de l'originale, en espérant que cet écart minime ne sera pas un frein à l'homologation.



Vue des pneus 205/35 R15 comparé aux pneus d'origine 145/80 R13

En cas de difficulté, nous pourrions toujours revenir sur une composition 33/32 185/5 R15 qui elle est exactement à la même V1000 que l'originale.

Raccordement des jantes aux moyeux

Les moyeux d'origine du TWIZY sont en 3x98 (3 trous sur un diamètre de 98mm).

Ce motif n'existe plus de nos jours. On trouvait cette disposition sur les AX Citroën par exemple.

Après plusieurs recherches, il a été possible de trouver des adaptateurs qui permettent de passer de 3x98 à 4x98, le 4x98 étant couramment utilisé de nos jours sur les FIAT.

Ces adaptateurs ont une épaisseur de 20mm.

Le déport de la jante nécessitant une cale de 40 mm, il a été commandé en plus des adaptateurs 3x98 vers 4x98 des élargisseurs de voie de 20mm en 4x98.

Installation des couronnes sur les tripodes de transmission

Pour éviter de faire fabriquer des pièces prototype, il a été décidé de modifier les tripodes de transmission d'origine pour recevoir les couronnes.

Coté essieu, la situation est relativement simple puisque les couronnes ont un alésage de 58mm, quand les tripodes font 60mm de diamètre.

Un tournage léger a permis de réduire le diamètre du tripode et de monter les couronnes, via une rondelle usinée à cet effet



Coté moteur, la situation était un peu plus compliquée, la couronne devant être installée sur une zone où le diamètre du tripode était beaucoup plus réduite.

Une entretoise a été usinée à cet effet, en récupérant une pièce de quad.





L'ensemble couronnes, entretoises, jantes et pneu ayant été réalisé, restait à passer à la suspension proprement dite.

Construction de l'essieu arrière avec bras tiré

L'essieu arrière reprend les portes fusées d'origine monté sur un cadre tubulaire.

Les portes fusées ont été recoupés pour supprimer les fixations des combinés ressort amortisseurs d'origine et assemblés sur le cadre mécanosoudé.



Le tube central que l'on voit entre les deux moyeux est temporaire, le temps de positionner et souder les traverses. Il sera enlevé après assemblage

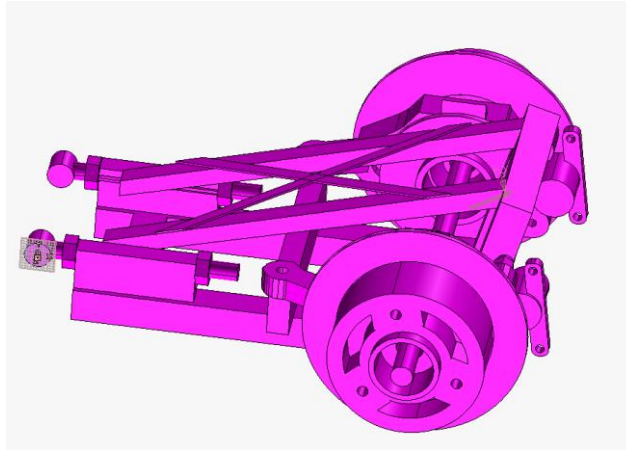
Articulation du bras de suspension arrière sur le berceau

L'entraînement se faisant par chaîne, il a fallu prévoir un réglage de la tension des chaînes.

Ceci fut fait grâce à une adaptation de gond de portail.



Destinés à être installés de la façon suivante :



Les tiges filetées permettent d'ajuster la longueur du bras par un réglage simple des écrous.

Bras arrière complété

Toutes les pièces ayant été réceptionnées, l'assemblage du train arrière a pu se faire.

Présentation de toutes les pièces :



Soudage et montage avec les roues complètes et les couronnes de chaîne.



On note la très grande largeur des pneumatiques destinés à compenser l'étroitesse de la voie imposée par la réglementation L5e.

Montage sur le berceau

Le pont étant complet, il a pu être monté sur le berceau via des tubes ajourés et renforcés pour tenir la charge.



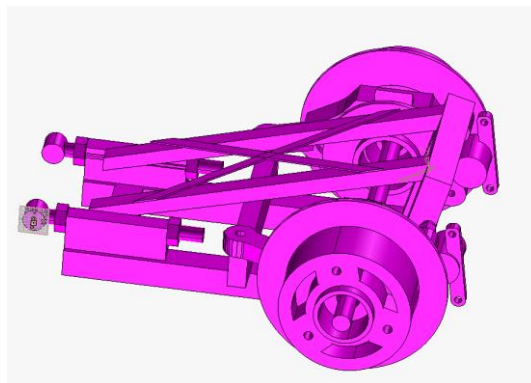
Les articulations sur vis doivent permettre de régler la tension des chaînes.

Montage des combinés ressort amortisseurs

Présentation des combinés :



Deux implantations étaient possibles : horizontaux ce qui simplifiait la triangulation du pont arrière (cf vignette ci-dessous) pour lui donner de la rigidité en torsion ou inclinés mais sans triangulation.



Malheureusement la technologie des amortisseurs du TWIZY, à double tubes, oblige une installation la plus verticale possible.

Il a fallu renoncer à la triangulation et renforcer le bras central en « coffrant » les deux tubes de suspension avec deux plaques de tôles soudées.

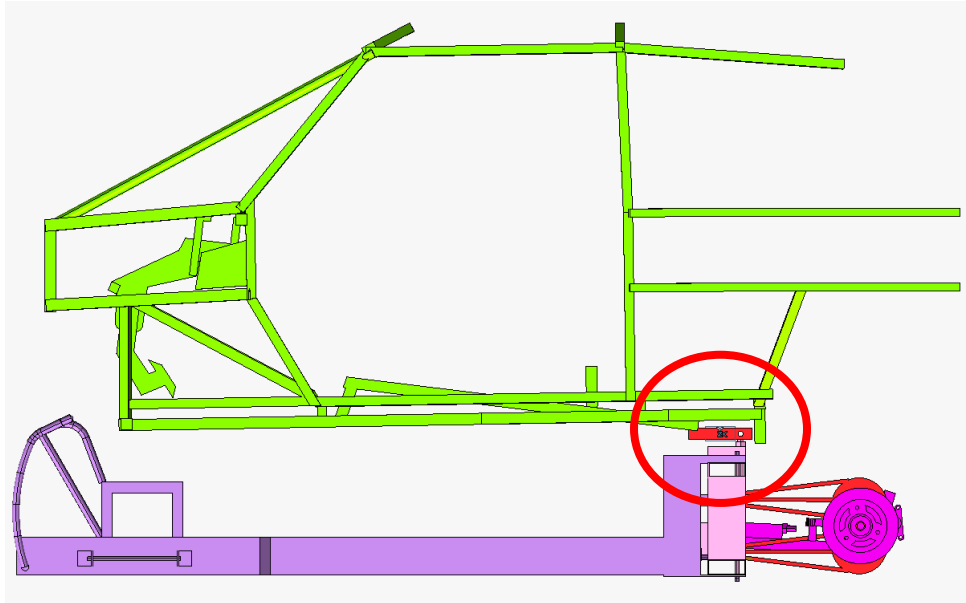


Ce renfort a permis d'installer les combinés ressort amortisseurs dans une position inclinée, compatible avec cette technologie d'amortisseur.



Articulation arrière de la nacelle

L'essieu arrière étant complet, nous avons pu installer l'articulation arrière de la nacelle sur le berceau.



Cette articulation est absolument essentielle au concept de Colibri.

C'est elle qui permet l'inclinaison de la nacelle sur la base roulante, mais surtout c'est le seul point de retenue entre la nacelle et la base roulante.

De ce fait, c'est elle qui devra assurer l'arrimage de la nacelle sur base roulante en cas de crash.

Or on considère qu'un être humain peut survivre à un choc impulsif de 30 G. Il ne faut donc pas que la nacelle et la base roulante se désolidarisent à ce niveau, ce qui représente pour une nacelle de 150 kg + 2 passagers un effort de 9 tonnes dans l'articulation.

Un rapide calcul montre que l'axe vertical du pivot doit avoir une section d'au moins 180 mm² avec un acier de résistance à la rupture de 50 daN/mm² en cisaillement, soit un diamètre d'au moins 15 mm.

Les mêmes articulations que celle de la suspension, de 16mm avec un filet de 1,5 est un peu juste, mais permet d'assurer quand même une tenue au choc de 6.5 tonnes soit 22 G avec deux passagers et 30 G avec un seul. C'est l'une d'entre elle a été utilisée pour le prototype.

Pour une application de série il faudrait aller sur 18 ou 20 mm de diamètre.



L'axe horizontal de cette articulation fait 14 mm, mais la prise en chappe divise par deux les efforts.

Le diamètre de 14 est donc largement surdimensionné et a été conservé tel quel.

La pièce définitive a été réalisé de la façon suivante et montée sur le berceau :



Un axe horizontal permettra de relier l'articulation à la nacelle via un axe longitudinal pour permettre l'inclinaison de la nacelle.

Mise en place de l'unit central, chaine de traction, batterie et chargeur

L'essieu arrière étant complet, nous avons pu passer à l'unit central qui recevra chaine de traction et batterie sur un châssis.

Mise en place des éléments



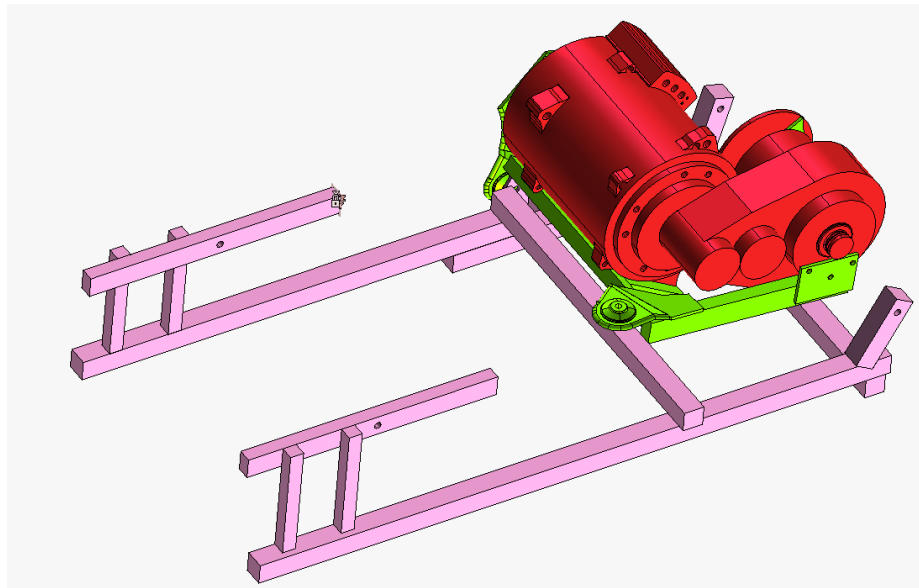
On voit sur la photo l'emplacement des différents organes : de gauche à droite l'essieu arrière, le berceau, le moteur avec son réducteur puis la batterie.

Mini berceau sous la chaine de traction

Cette présentation a permis de révéler que la position originelle des silents blocs du moteur étaient trop rapprochés les uns des autres pour assurer un bon positionnement des chaînes.

En effet sous l'effet du couple et débattement les chaînes risquaient de se détendre et sauter.

Il a fallu retravailler les points de fixation et les écarter grâce à un mini berceau sous le moteur (pièce en vert) pour avoir une surface d'appui suffisante sur le châssis (en rose).



Une fois réalisé ce mini berceau ressemble à ceci :



Réalisation du châssis destiné à porter la chaîne de traction et la batterie

Le châssis en question est présenté en rose sur l'image plus haut.

La réalisation est faite de tubes de section carré, la difficulté étant d'ajuster de positionner des grosses pièces comme le moteur ou la batterie en laissant les jeux de débattement lié au système de pendulage de la nacelle et aux silent blocs, ce qui revient à positionner des pièces de plusieurs décimètres de taille et de plusieurs dizaines de kilo à quelques millimètres prêt sur une structure de plus d'un mètre.

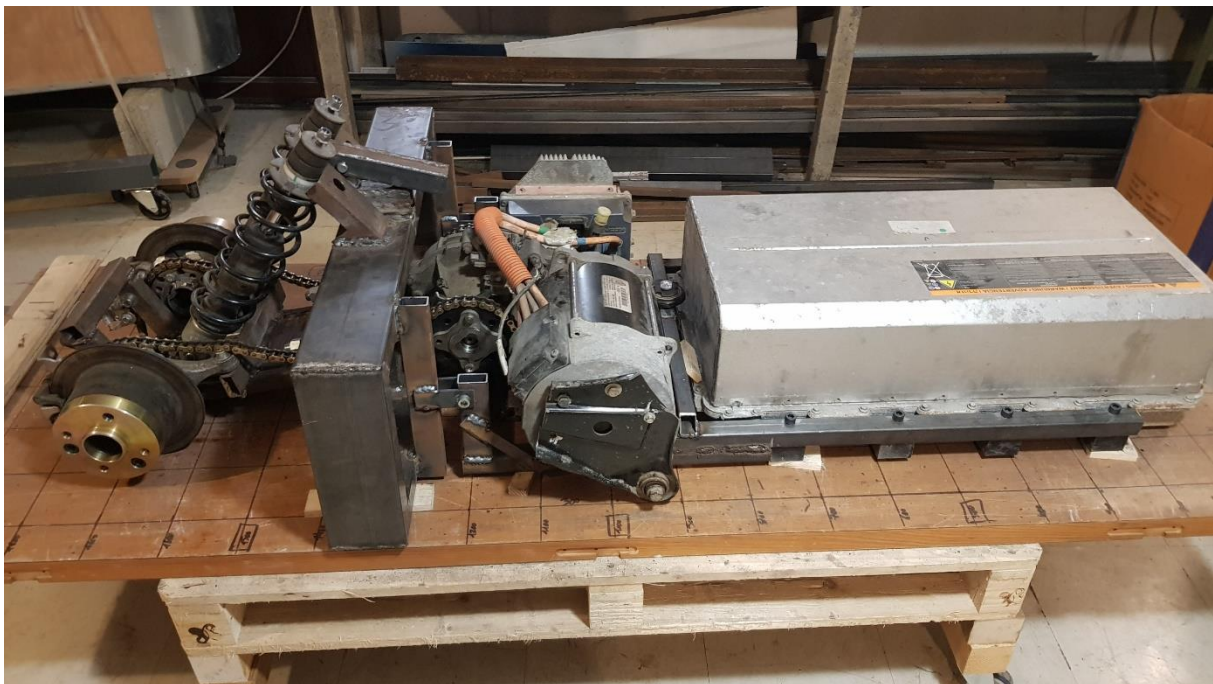
Voici la mise en place de tous les éléments avant soudure



Et le châssis après soudure :



Et une fois remonté



La construction 2023 s'arrêtera à ce stade.

Etapes 2024

La suite sera d'assembler les deux demi-châssis, le système de stabilisation et de monter la nacelle.

Ces étapes seront réalisées début 2024.

Une fois que la mécanique sera terminée, restera à adapter toute la partie câblage électrique et le système hydraulique de freinage.

La nacelle sera alors complétée des éléments de carrosserie manquants.

Bilan 2023 et perspectives 2024

L'année 2023 a permis de confirmer le positionnement produit de Colibri sur la base de l'étude de marché EDHEC, tant dans sa destination que dans ses grandes cotes.

Une partie importante de l'année a ensuite été consacrée à la recherche de pièces disponibles sur le marché et compatibles avec l'usage voulu, à leur numérisation et à l'étude de leur adaptation pour faire un remontage détaillé et complet.

L'approvisionnement des pièces a eu lieu en parallèle, que ce soient des matières brutes comme les profilés acier ou des pièces d'origine auto ou moto.

Le maquetage s'est fait ensuite et a permis de réaliser 3 des grands units du véhicule sur les 5, à savoir :

- Nacelle
- Essieu arrière
- Châssis pendulé central

L'année 2024 verra se terminer la construction du prototype avec les deux demi-châssis articulés avant et le système de contrôle de stabilisation, la partie hydraulique de freinage et le faisceau électrique de commande et de puissance.

Viendront ensuite la mise en route, les essais techniques puis de l'homologation à titre isolé pour enfin permettre de faire une étude d'usage en conditions réelles.

Le prototypage devrait se terminer en T2 2024, les essais premiers essais technique en T3 2024 et l'homologation à titre isolée en T4 2024.

Une deuxième phase d'étude de marché pour connaître les volumes prévisionnels de vente avec l'EDHEC permettra de compléter le business model.

La recherche de partenariat pour un développement industriel pourrait ainsi se faire en 2025 si les tests produit et l'étude de marché sont concluants.



Equipe Colibri

Extrême défi



Claude LEHONGRE

Conception

Incubateur chez
Renault



Clotilde DATIN

Etude de marché

Consultant
Transports et
Mobilités



Emmanuel FRAISSE

Conception

Chef de projet chez
Renault



Magali LANCIEN

Communication

Déleguée générale
chez French Craft
Guild



Maxime SCHUMENG

Business plan

Deputy plant
Controller at
Faurecia



Romain TONDRE

Design

Designer
indépendant