

Dossier Projet

20/10/2022

LE PEDALOCAB

Ou le vélo protégé à Assistance Electrique





1. Retour d'expérience

L'extrême défi nous a apporté l'acquisition des points suivants.

1.1. L'équipe PedaloCab

L'équipe PedaloCab inscrite à l'extrême défi est composée des personnes suivantes :

- Benoit DEHAIS (engineering, gestion de projet, fabrication)
- Clotilde DAUTIN (Questionnaires et étude de marché)
- Romain TONDRE (Design de la caravane)

Cette équipe a soutenu ce projet en supplément des activités salariées ordinaires. Une réunion en vidéo conférence de 30 minutes a été organisée chaque semaine pour faire le point en fonction des disponibilités des uns et des autres. L'aspect positif de ce genre d'organisation à distance est que malgré l'écart de distance cela ne nous a pas empêché de travailler correctement ensemble. Au sein de ces entretiens est née l'idée de développer une caravane et de la proposer comme réponse à l'Extrême défi. Les échanges nous ont permis de progresser même si nous n'étions pas forcément d'accord au début.

Cependant cette double activité de chacun des membres était un frein à une implication plus engagée au projet.

1.2. Réunion avec les autres équipes

La réunion du jeudi matin avec les autres équipes candidates était également un bon moyen d'échanger avec les autres équipes et de garder les livrables en perspectives.

De plus les ateliers proposés par Benoit Tholence sur les modèles économiques étaient très intéressants et en particulier celui sur l'économie circulaire.

1.3. Groupe de travail batterie

L'objectif de ce groupe de travail est de permettre à des concepteurs de véhicules intermédiaires de choisir la configuration batterie recharge la plus adaptée à leurs besoins.

Les personnes participantes à ce groupe de travail étaient les suivantes

- Tom Royer
- Arnaud Sivert
- Martin Vaz
- Benoit Dehais

Les sujets suivants ont été abordés dans ce groupe de travail:

- Batteries Swapping
- Voltage et type de chimies
- Interfaces et communication Moteur/batterie

Ce groupe de travail a également rédigé un questionnaire qui a recueilli une dizaine de réponses de la part des participants des XD dont l'analyse est actuellement en cours.



1.4. Stagiaire pour la version oscillante

Ziyed Daab est actuellement en formation d'ingénieur en alternance aux méthodes chez Safran moteur d'avions. Dans le cadre de sa formation il avait besoin de faire un stage de 3 mois à l'étranger pour valider son semestre et souhaitait faire un stage dans la conception. Lion Engineering lui a proposé de faire les recherches de solution technologiques en utilisant le logiciel de CAO Catia V5. Lion engineering à sponsorisé le cout de ce stage.

1.5. Enquêtes qualitatives

Dans un premier temps des enquêtes qualitatives ont été menée auprès de 20 personnes différentes en France et en Allemagne. Les questions étaient ouvertes et permettaient de mieux comprendre les attentes et perceptions des potentiels clients de véhicules alternatifs. Les sujets allaient de la sensibilité sur les enjeux climatiques, l'utilisation des véhicules motorisés jusqu'au prix acceptable pour un véhicule alternatif. Ces entretiens prenaient environs 1 heures et plus par personne.

Ces enquêtes qualitatives nous ont permis de mieux cibler les questions pour l'enquête quantitatives.

1.6. Enquêtes quantitatives

Les enquêtes quantitatives ont été conduites en ligne et ont récoltés 69 réponses et informant les contacts, la communauté du XD et LinkedIn. Nous aurions aimé obtenir au moins 100 réponses, mais étonnamment il n'est pas facile de motiver les gens à prendre le temps pour répondre. De plus les réponses obtenues sont parfois étonnantes en particulier sur les points suivant :

- A la question sur le plus grand "plus" apporté par le PedaloCab, la majorité a répondu que c'était la protection contre la pluie. La sécurité étant la minorité avec 1,2% des réponses. Ce résultat montre qu'actuellement le PedaloCab n'as toujours pas convaincu de son apport à la sécurité.
- A la question sur l'importance du prix du poids et du faible impact CO2 à la fabrication, l'aspect empreinte carbone viens en dernier. Ce résultat montre quant à lui que dans les mentalités cet aspect n'est pas encore une priorité.
- A la question sur l'échelle de prix la majorité a placé sa réponse sur le prix minimum de 4500€. Ce résultat aurait été plus bas si nous en avons laissé la possibilité. Ce résultat montre que l'acceptation d'un prix réel vas être un défi sérieux afin de ne pas simplement toucher qu'une frange des potentiel clients qui seront repoussés par un prix élevé. Pour souvenir le prix actuel proposé d'un PedaloCab est de 7300€.

Cette enquête globale montre l'intérêt pour ce genre de véhicule mais également pour les options amphibies ou a poussée vélique ainsi que pour la caravane. Cette enquête permet également de préciser le cahier des charges et de ne pas mettre la concentration sur l'économie de l'empreinte carbone à la fabrication.



2. Les obstacles à surmonter

2.1. Fabrication

Les deux premiers prototypes ont été fabriqués sur un poinçon en bois (couples + lisses) sur lequel était fixés de la mousse recouverte de fibre de carbone. Après polymérisation le poinçon interne a été démonté et des plis drapés à l'intérieur du véhicule.

Pour la série un moule négatif a été drapée sur la forme positive qui a subi des modifications de forme. Ce moule est en deux parties droite et gauche.

Le choix de la fibre de bambous montre que cette fibre est difficile à draper, car elle ne prend pas facilement les petits rayons de courbures qui sont au niveau des caissons de roues et des renforcements au niveau du cockpit. Sur le premier fuselage drapé avec cette fibre plusieurs délaminages ont été détectés dans ces zones. Ce premier fuselage sera réparé et servira de premier véhicule de présérie (PS1).

Afin de palier à ce problème de drapabilité, le prochain fuselage sera drapé en hybride fibre de lin dans les zones à grandes déformation et en bambous dans les zones plus faciles et plus développables.

2.2. Finalisation de PS1

A cause des réparations à faire sur le fuselage de PS1 ce fuselage sera recouvert d'un film coloré comme le prototype #2. De plus ce véhicule recevra pour la première fois un moteur boîte Effgear au lieu des moteurs Bafang.

Une autre différence importante par rapport aux prototypes est que les roues d'entraînement ne seront plus utilisées pour la marche arrière puisqu'elle sera électrique. Les roues de chaises d'handicapés, qui déplaçaient beaucoup de personnes seront remplacées par des roues de VTT de 24 pouces en aluminium. L'axe de transmission sera donc plus petit en diamètre par rapport aux prototypes entraînant une adaptation des roulements et supports drapés.

Différence supplémentaire, les freins à disques ne seront plus à l'intérieur du fuselage en sortie de différentiel mais à l'extérieur fixé sur les roues. Toutes ces différences et nouvelles installations et mise au point demanderont un effort supplémentaire par rapport à la solution actuelle qui sont maintenant bien maîtrisées.

2.3. Mise en route de PS1

Suite à l'expo virtuelle SPEZI 2021, Iris H. est venue spécialement de Bochum à Munich pour essayer un PedaloCab. Iris travaille à la création des pistes cyclables et infrastructures dans la région de Bochum et elle a déjà utilisé 6 mois un Quadvelo mais n'était pas convaincue de la protection aux intempéries par temps de pluie et du vent, qu'elle trouve beaucoup plus efficace sur les PedaloCab. PS1 lui sera donc livré dès qu'il sera terminé et validé afin qu'elle puisse l'essayer sur la route quotidiennement.

Iris parcourt environ 4000 km par an en vélo électrique (pentes à 14% dans sa ville) et espère atteindre 7000 km/an avec un véhicule lui permettant d'être indépendante de la PedaloCab_Projet



météo. Iris permettra de valider rapidement les problèmes qui pourraient apparaître sur les véhicules de présérie. Iris sera aussi une ambassadrice sur la région de la Ruhr et organisera des essais dans cette région.

2.4. Essais avec PS2 et suivants

Les véhicules suivants seront essayés et mis à disposition en sur la région de Munich, et un à disposition de Clotilde de l'équipe PedaloCab sur Montpellier qui elle aussi le mettra à disposition pour des essais.

2.5. Essais de charge solaire

20 cellules SunPower 50 de dimensions 50x50mm ont été collées sur une peau de fibre de verre qui sera monté sur le toit de cockpit du proto2. Ce panneau sera relié à un contrôleur de charge MPPT (Declic-Eco) et le test de chargement de la batterie sera testé très prochainement.

2.6. Essais sur l'eau

Après modifications des aubes pour être plus efficaces en fonction de la vitesse de rotation, de nouveaux essais sur l'eau seront reconduits. Le Lac d'essai est juste à côté de l'atelier de fabrication et qui a l'avantage de ne pas être très profond (60cm) en cas de chavirement.

2.7. Essais à poussé vélique

Les essais de l'option char à voile du PedaloCab sera testé en début d'année 2023 sur l'ancien aéroport militaire de Neubiberg qui offre l'avantage de faire 3,5 km de long pour 50m de large en dehors de circulation motorisée. Cette piste est orientée Est-Ouest (70 et 250 degrés) qui offre l'avantage d'être dans l'axe des orientations de vent majoritaire. Grâce à sa bonne largeur cette piste d'essai permettra de tirer de bord pour vérifier la capacité à résister au chavirement au près et la vitesse maximum au portant.

2.8. Certification et homologation et assurance

Les deux premiers prototypes sont certifiés conformes en accordance à la norme de vélo à assistance électrique EN 15194 afin de pouvoir rouler sur les routes allemandes avec une limitation à 25 Km/h.

Pour une homologation Le6 (45 Km/h), la démarche n'a pas encore été commencée et sera envisagé après les premières livraisons de véhicules. Pour rappel le moteur sélectionné est capable des 2 classifications par paramétrage dans le Software. Les principaux défis de l'homologation Le6 sont le freinage de 45 à 0 Km/h en moins de 9 mètres et également les aspects de protection électrique. Cette homologation oblige une immatriculation et une assurance afin de pouvoir être utilisé sur la route.

2.9. Essai de collision

Afin de démontrer l'apport de sécurité qu'offre l'exosquelette du PedaloCab des tests de collision avec vidéo et comparaison avec des accidents de vélo serait un plus très important. Un essai de collision simple sur rail coûte 15 000 euros (instrumentation des mannequins, pose des accéléromètres, analyse des données...). De plus le véhicule est très probablement hors d'état après l'essai donc ce prix est également à ajouter. Le prix de l'essai augmente dans le cas de collision entre une voiture et un vélo

Pour info les tests actuels montrent que pour un cycliste renversé par une voiture tournant à droite l'accident à 30 km/h est déjà mortel dans 50% des cas, dues aux impacts sur la tête.



Pour l'instant le financement de tels essais n'est pas possible alors qu'ils seraient un atout majeur pour convaincre sur le plus qu'apporte ce genre de véhicule pour la sécurité.

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/fahrrad/kindertransport-fahrrad-systemvergleich/>

2.10. Essai foudre

Le fuselage étant en composite de bambou et pas métallique, l'effet cage de faraday reste à démontrer. Actuellement nous n'avons pas de données sur la résistance à l'impact contre la foudre de ce genre de composite. Un essai foudre serait intéressant sur des éprouvettes représentatives du drapage pour tester la résistance à la perforation et le risque d'inflammation après impacts. Ce test serait fait avec une onde de Forme D à 0,5 m de distance (+ 350kV, -400kV sur 50 à 250 μ s).

En cas de succès de cet essai sur éprouvettes un essai sur un véhicule pourrait être envisagé avec le moteur en fonctionnement afin de vérifier la résistance au ondes électromagnétique du PedaloCab.

En cas de perforation des éprouvettes un tissu de cuivre devra être incorporé dans le drapage pour répartir la charge sur le composite.

Malheureusement tous ces essais de résistance à la foudre coutent très chers et ne sont pour l'instant pas planifiés et budgétés.