

Dossier Véhicule

19/10/2022

LE PEDALOCAB

Ou le vélo protégé à Assistance Electrique



1. Les Véhicules

1.1. Le PedaloCab de Base

Dans le cadre de l'extrême Défis nous présentons un concept de véhicule léger (60 Kg) capable de transporter un conducteur plus un passager (ou des marchandises) à l'abri des chutes et des intempéries actuellement nommé PedaloCab. Le terme Pedalo est pour rappeler que c'est un véhicule à pédales et Cab pour cabriolet, Cabine et taxi en Anglais.

La structure en composite est autoportante et avec un Design aéronautique. L'accès se fait par un panneau de cockpit coulissant semblable à un avion et permettant la ventilation et la protection en cas de précipitations. La transmission se fait par les 2 roues centrales qui sont connectés au moteur par une chaîne au moteur. La direction se fait sur les roues avant et arrière par un palonnier centrale et actionnées par des biellettes. Le guidon dans le cockpit se situe sous le siège conducteur.

Le véhicule de base est en configuration de roues Rhomboïde afin d'offrir une grande stabilité et un rayon de braquage très court (3,2 m) grâce à une double direction avant et arrière. Le basculement étant un problème sur les véhicules tricycles cette configuration offre un atout a ce genre de véhicule qui permet de charger les roues motrices car le centre de gravité du passager est situé très proche de cet axe et ainsi de d'augmenter le couple au basculement. Pour faire une comparaison avec le monde nautique de bateaux un vélo aurait la faible résistance au chavirement d'un monocoque, une voiture « normale » d'un catamaran et un véhicule rhomboïde celle d'un trimaran.

Les Pedalocabs sont équipés de 2 feux avant et arrière LED, de clignotants, de rétroviseurs, et de ceintures de sécurités.

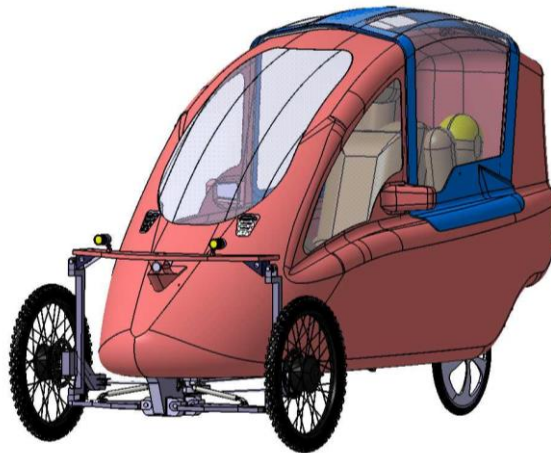
Le véhicule peut transporter 2 personnes mais seulement le conducteur doit pédaler et conduire, le passager est passif et peut discuter avec son conducteur. Le véhicule est adapté pour une taille de conducteur de 1,4m jusqu'à 2,1m et pour le passager jusqu'à une taille de 1,6m.



Les prototypes 1 et 2, ci-dessus, ont parcourus respectivement 6000 et 4000 km par des températures minimales de -15°C et maximales de 37°C et sous différentes conditions météo (grêle, neige, verglas, routes très chaudes...)

1.2. Le PedaloCab Pendulaire

En plus de cette configuration une version à cabine Pendulaire a été étudiée pour les conducteurs en zone rurales et montagnardes qui ont beaucoup de dénivelés et de virages. Cette solution sera pour eux plus agréables car la version rhomboïde vire à plat, et a tendance à pousser le conducteur hors de son siège.



La configuration est avec deux roues avant directrices, permettant l'inclinaison du véhicule et une roue arrière assurant la transmission. L'inclinaison est limitée à 15° avec des vérins hydrauliques passifs permettant de garder le véhicule droit en position repos et de pouvoir monter dans le véhicule. Par contre les roues avant sont exposées et il y a un risque d'attraper un obstacle sur la route qui pourrait détruire le train avant.

1.3. La motorisation des PedaloCab

Les deux versions seront équipées d'un moteur électrique pour faciliter l'utilisation et la certification sera de type vélo à assistance électrique pour les véhicules jusqu'à 25km/h et Le6 avec immatriculation pour ceux à 45 km/h. Le choix sera fait par le client car la motorisation sera capable des 2 configurations (gérés par le logiciel).

L'équipement sélectionné est le Moteur/boîte de Valeo Effigear qui offre un groupe compact au niveau du pédalier avec marche arrière intégrée, récupération d'énergie en descente et changement de vitesse automatique avec un ratio de 450%.



Les caractéristiques de ce moteur-boîte sont les suivantes :

- Moteur électrique d'une puissance continue de 750W, couple maximum 7 N.m, rotation maximum 6000 Tours/min, couple en sortie 130 N.m
- Boîte 7 vitesses à pignons hélicoïdaux en mode automatique ou manuel, démarrage en cote jusqu'à 14%
- Batterie 48V, capacité 2047 Wh
- Rapports de boîte

Vitesse 1	1.00
Vitesse 2	1.32
Vitesse 3	1.72
Vitesse 4	2.27
Vitesse 5	2.86
Vitesse 6	3.85
Vitesse 7	4.54

1.4. Aérodynamisme et coefficient de frottement

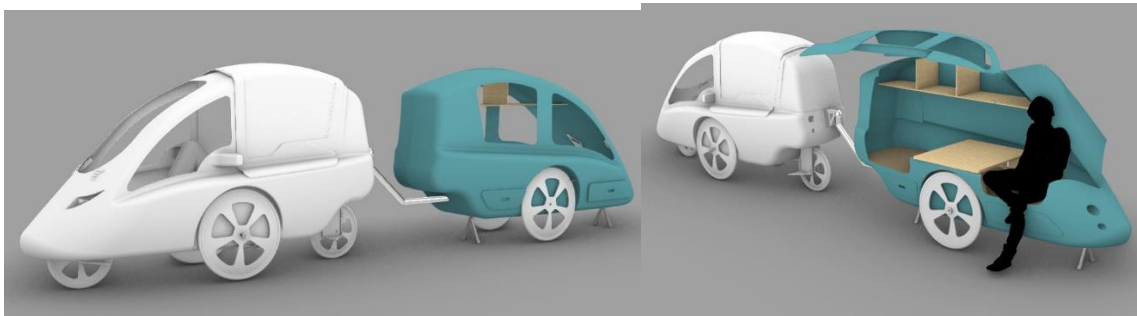
Même si le PedaloCab ne roule pas à grande vitesse il est connu qu'un bon aérodynamisme permet de réduire l'effort nécessaire pour avancer. Le PedaloCab avec son cockpit fermé atteint un Cx de 0,27 et 0,34 avec le cockpit ouvert (perturbation du flux dans le cockpit et à l'arrière du véhicule). Dans les 2 cas ce Cx est proche de ceux des coureurs cyclistes et des vélos les plus remarquables par leur aérodynamisme qui atteignent des valeurs de (Cx) aux environs de 0,25 alors que pour le cycliste de ville, la valeur gravite autour de 0,8.

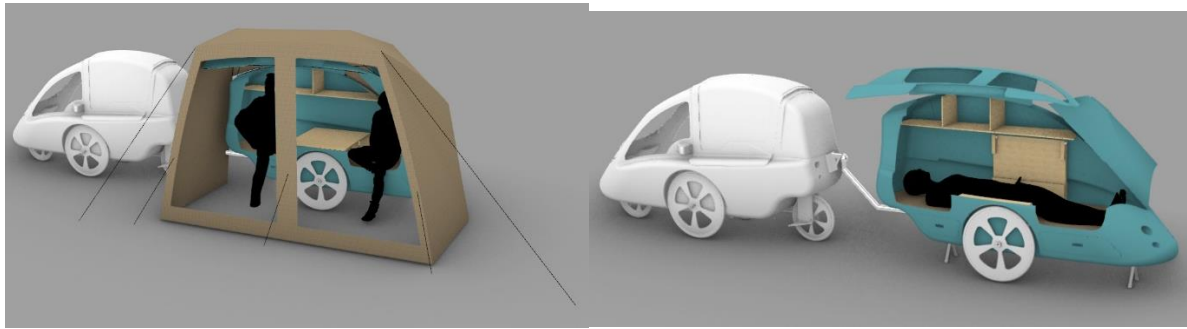
Le coefficient de frottement (roulements, routes, pneus...) d'un PedaloCab est d'environ 1,44% due aux 4 roues (environ 0,87% pour un vélo).

Ces résultats ont été obtenus en utilisant le site suivant : http://www.velomath.fr/dossier_fcx/FCX.php

1.5. La remorque PedaloCab

En addition du véhicule de base, une remorque a été étudiée qui est adaptée au design du PedaloCab. Cette remorque à deux roues non suspendues, permettra soit de transporter du matériel ou des personnes et surtout pourra être utilisée comme caravane. La forme extérieure est identique au PedaloCab tracteur et l'ensemble sera monté en opposition comme les trains à grande vitesse et ainsi de bénéficier d'une résistance au vent améliorée.





La caravane aura une couchette pour une personne et 2 personnes pourront s'attabler pour manger ensemble cote à cote.

L'ouverture se fera latéralement par une porte papillon qui servira également d'auvent et de support pour la tente. Avec la tente installée il sera possible de dormir à deux personnes par extension du sommier vers l'extérieur. Un panneau solaire sera installé en lieu et place du pare-brise afin de garantir un peu d'intimité et aussi de recharger les batteries.

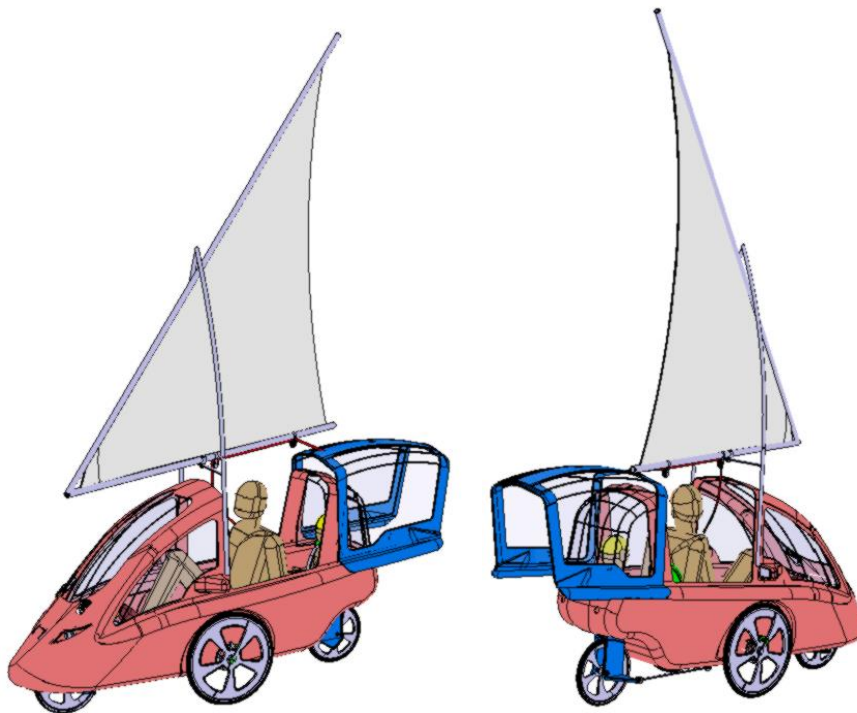
Deux ouvertures sont prévues en partie basse du fuselage afin de permettre de ranger du matériel sous le lit. Des rangements seront aussi disponibles dans la partie haute de la caravane. L'attelage sera standard et permettra d'utiliser la Caravane avec un vélo, VAE ou autre véhicule à pédale.

1.6. Le PedaloCab version amphibie

La version amphibie du PedaloCab est identique avec la version de base, mais afin de pouvoir flotter sans que le véhicule ne se remplisse d'eau, des joints toriques supplémentaires sont ajoutés sur les arbres de transmission et des roues à aubes ajoutées sur les roues. Les premiers essais ont été réalisés avec 8 aubes semi sphérique de rayons 110 mm. Ces aubes sont clipsés sur les roues et peuvent se monter et démonter rapidement. Des mousses supplémentaires fixés sur cet équipement permet d'augmenter la résistance au chavirement sur l'eau du PedaloCab. Les premiers essais ont montré que la quantité et la forme des aubes doit être modifiés car plus les roues tournent vite et moins le système est efficace.

1.7. Le PedaloCab version à voile

Afin d'utiliser la force vélique une version avec une voile sera proposée. Cette voile lattée sera de tya latine avec une bôme et une corne, encadrée par 2 mats latéraux en carbone. La voile sera bordée par l'avant nécessitant au conducteur une main pour manier cette voile. Un taquet lui permettra de pouvoir remettre les 2 mains sur le guidon. Cette voile est un complément en ne fera pas plus de 3 mètres carrés pour éviter un basculement ou une perte de contrôle du PedaloCab. La largeur maximum par vent arrière ne dépassera pas 2,4 mètres pour rester dans le gabarit routier. L'avantage d'associer une voile est qu'il est possible de remonter plus au vent grâce à l'entraînement par les pédales et le moteur.



1.8. Fichiers 3D

Les différents fichiers 3D des versions sont enregistrés sur le WIKI de l'Extrême Défi.

1.9. Choix des matériaux

Les deux prototypes ont été fabriqués avec de la fibre de carbone unidirectionnel à plusieurs épaisseurs. Ces rouleaux de fibres aéronautique étaient destinés à la destruction.

Afin de réduire l'impact CO₂ à la fabrication le fuselage série des fuselages sera moulé en fibre de bambous fournis par Cobratex imprégnés de résine époxy à 55 % de matière végétales. Le choix de ces matériaux permet une économie d'environ 800 kg de CO₂ par rapport à un fuselage similaire en carbone. Cette fibre offre en plus l'avantage de réduire les vibrations et donc le bruit en cabine. Le bambou utilisé pour faire les rouleaux de fibres proviennent du Sud-Ouest de la France limitant ainsi le risque de déboisement de forêt primaire en Asie et l'empreinte CO₂ du transport.

L'inconvénient de la fibre de bambous c'est qu'elle n'est pas particulièrement flexible et un mixe avec des fibres de lin sera faite dans les zones nécessitant plus de rayons de courbures (Passages de roues, support de rail cockpit...).

2. Software

Le seul software embarqué est celui qui gère le moteur Effigear – Valeo. Ce software gère la cadence de pédalage, le changement de vitesse et la récupération d'énergie en descente. Ce logiciel est la propriété de Valeo et les détails ne sont pas accessibles. Un accès afin de procéder à des modifications ou des mises à jour du logiciel est possible grâce à une prise d'échange d'informations.

3. Nomenclature

3.1. Liste des pièces PedaloCab rhomboïde

Cette liste est pour la définition série qui varie des prototypes qui sont équipés avec des moteurs et batteries de fabrications chinoises (Bafang).

Rep.	Désignation	Quantité	Fournisseur	Poids (Kg)	Statuts
1	Fuselage	1	Ben & Fils	19,5	Pre série
2	Cockpit	1	Ben & Fils	2,5	Pre série
3	Moteur Boite	1	Effigear /Valeo	5,2	Série
4	Batterie 48V	1	Effigear	5,3	Série
5	Panneau de control	1	Effigear	0,15	Série
6	Harnais électrique	1	Effigear	0,250	Série
7	Aimant de capteur de vitesse	1	Effigear	0,01	Série
8	Siege conducteur	1	Ben & Fils	2,2	Pre série
9	Siege Passager	1	Ben & Fils	1,2	Pre série
10	Différentiel	1	Kynast - Pfautech	0,257	Série
11	Jantes Alu 24 Pouces	2	Rad-Krefeld	1,245	Série
12	Pneu Marathon plus 24 pouces + chambres	2	Schwalbe	1,8	Série
13	Roue 18 Pouces	1	/	0,8	Série
14	Pneu 18 Pouces + chambres	1	Schwalbe	0,4	Série
15	Jantes 12 Pouces PVC	1	Rollen Plus	0,5	Série
16	Pneu 12 Pouces + chambres	1	Schwalbe	0,3	Série
17	Axe de transmission	2	Thyssen	0,8	Série
18	Roulement	2	SKF + Ben & Fils	0,8	Pre- Série
19	Fourche Avant	1	TBD + Ben & Fils	0,9	Pre- Série
20	Fourche Arrière	1	TBD + Ben & Fils	1,3	Pre- Série
21	Guidon	1	TBD + Ben & Fils	0,8	Pre- Série
22	Palonnier externe	1	TBD + Ben & Fils	0,45	Pre- Série
23	Rail cockpit 80Cm	2	BRESKO	1,6	Série
24	Biellettes de direction	2	Ben & Fils	1,2	Pre- Série
25	Chaine	1	Shimano	0,8	Série
26	Poignée de guidon	2	TBD	0,150	Série
27	Poignée de frein	2	TBD	0,3	Série
28	Disques de frein	2	Shimano	0,3	Série
29	Étriers de frein	2	Shimano	0,3	Série
30	Support moteur Carbone	1	Ben & Fils	0,67	Pre- Série

Rep.	Désignation	Quantité	Fournisseur	Poids (Kg)	Statuts
31	Panneau de control	1	Ben & Fils	0,2	Pre- Série
32	Relais de clignotants	1	/	0,03	Série
33	Phares Avant 100Lum	2	/	0,35	Série
34	Phares arrière	2		0,15	Série
35	Clignotants	2	Piece de moto	0,2	Série
36	Rétroviseurs	2	ZEFAL	0,156	Série
37	Ceinture de sécurité	1	SCHROTT	0,350	Série
38	Câbles électrique	1		0,34	Pre- Série
39	Plexiglass 2 mm	8	Sahlberg	2,2	Série
40	Joint en H	8	Dichtung TBD	1,94	Série
41	Interrupteurs	2	TBD	0,01	Série
42	LED affichage	2	TBD	0,01	Série
43	Entrée d'air ventilation	2	3D Engine	0,08	Pre- Série
44	Naca ventilation	2	3D Engine	0,09	Pre- Série
45	Plaque d'identification	1	3D Engine	0,01	Pre- Série

3.2. Liste des Pièces PedaloCab en version amphibie

Pour la version amphibie les éléments supplémentaires suivants sont à installer en plus de la version de base :

Rep.	Désignation	Quantité	Fournisseur	Poids (Kg)	Statuts
101	Roue à aubes	2	Ben & Fils	2,1	Pre série
102	Joint à lèvres	2	Sahlberg	0,01	Pre série

3.3. Liste des Pièces PedaloCab en version oscillante

Pour le PedaloCab en version oscillante les roues 24 et 12 Pouces ainsi que le guidons et les biellettes doivent être supprimées et les pièces suivantes ajoutées.

Rep.	Désignation	Quantité	Fournisseur	Poids (Kg)	Statuts
201	Parallélogramme avant	1	Ben & Fils	3,2	Étude
202	Roues Avant 20 »avec pneu	2	TBD	2	Étude
203	Manette de commande droit	1	Ben & Fils	1,1	Étude
204	Manette de commande Gauche	1	Ben & Fils	1,1	Étude



205	Bielle de commande	2	Ben & Fils	1,8	Étude
-----	--------------------	---	------------	-----	-------

3.4. Liste des Pièces PedaloCab ren version Vélique

Pour la version amphibie les éléments supplémentaires suivants sont à installer en plus de la version de base.

Rep.	Désignation	Quantité	Fournisseur	Poids (Kg)	Statuts
301	Mat Carbone	2	Ben & Fils	3,2	Étude
302	Bome	1	Carbon Scout	2,4	Étude
303	Voile lattée	1	TBD	3,5	Étude
304	Traverse carbone	1	Carbon Scout	0,6	Étude
305	Corne	1	Carbon Scout	2,8	Étude
306	Écoute de Grand-voile	1	NWN	1,8	Étude
307	Poulie de renvoi	1	Harken	0,08	Étude
308	Taquet de fixation	1	Harken	0,05	Étude

3.5. Liste des Pièces de la remorque PedaloCab

La remorque est actuellement en cours d'étude. Pour l'instant le concept est de réutiliser le moule de drapage de la version rhomboïde, mais la caravane n'aura que 2 roues de 24 pouces et une porte papillon latérale. Deux béquilles ajustables permettront de dételer la caravane et qu'elle ne bascule pas en utilisation et de permettre de compenser les pentes afin que le lit soit horizontal. Une liste des pièces complètes sera établie quand l'étude sera plus avancée.