



Dossier Technique de Candidature

Prototypes de l'eXtrême Défi



1) Résumé du projet

La problématique à laquelle le projet Velbo répond est la suivante : comment se déplacer de façon sobre, c'est à dire à la fois économique et écologique, en périphérie urbaine ou même en milieu rural ?

La proposition du projet Velbo, consiste en un quadricycle électrique présentant uniquement les fonctions principales liées aux déplacements quotidiens (2 places assises en tandem, véhicule de 200kg pour 200kg de charge), et qui utilise le bambou pour la partie structure / carrosserie du véhicule.

L'utilisation du bambou, dont l'éco-système se développe de façon importante en Europe depuis quelques années, présente deux intérêts majeurs : le premier est lié à ses caractéristiques matériaux (rigidité vs poids), et le second à son impact environnemental radicalement inférieur à celui de l'acier ou de l'aluminium.

L'Ademe et l'Extrême Défi permettront au projet d'aller au bout de la démarche, via en particulier les coopérations et mises en commun pour ce qui concerne les composants de la chaîne de traction : ce afin d'obtenir un score ACV le meilleur possible.

2) Description du projet

a. Le Cahier des Charges

Le projet constitue une réponse au cahier des charges fonctionnel suivant :

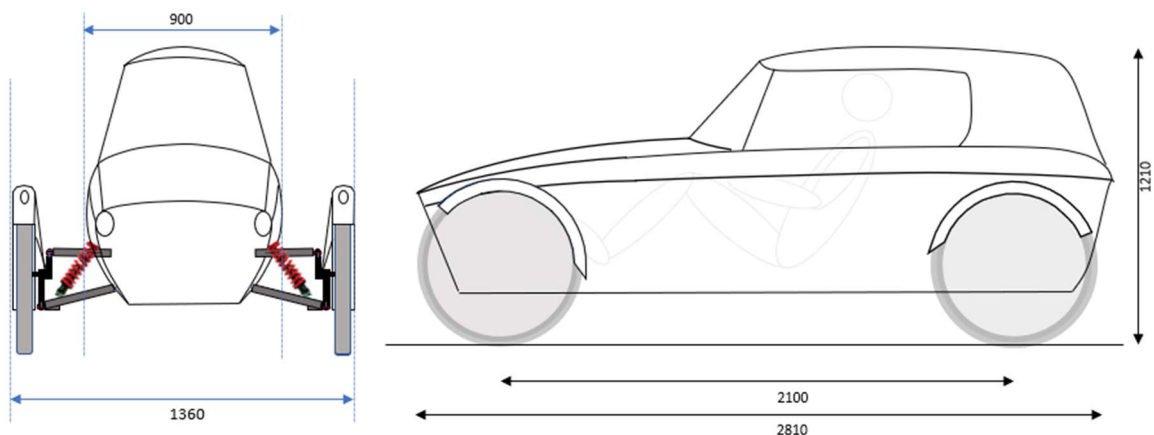
- Fonctions Principales
 - Permettre le déplacement de 2 adultes assis (ou 1 adulte et 2 enfants de moins de 10 ans) et leurs bagages, pour un total de 200 kg
 - Permettre de déplacer un volume de bagages de 70 L avec 2 adultes
 - Être facile d'accès, pour des personnes de moins de 55 ans.
 - Disposer d'une ouverture dédiée aux bagages
 - Disposer d'une garde au sol et de liaisons au sol donnant l'accès à tout type de voirie, y compris des chemins agricoles
 - Disposer d'une autonomie minimale de 80 km
 - Permettre d'atteindre 80 km/h (45 km/h version SP) en marche avant et 15 km/h en marche arrière
 - Disposer d'une protection contre le vent et les intempéries, ainsi que contre le froid

- Permettre la vision extérieure malgré les intempéries (pluie)
 - Disposer d'une protection contre le vol
 - Avoir un temps de charge sur prise domestique de 3,5 h max
 - Disposer d'une solution de charge (potentiellement rapide) intégrée et amovible
 - Disposer d'un tachymètre, d'un compteur kilométrique et d'une jauge batterie
 - Disposer d'un système d'éclairage externe, d'éclairage interne, d'un avertisseur sonore, de moyens de rétrovision
- Fonctions de contraintes
 - Disposer d'une structure (châssis, carrosserie, mobilier interne) élaborée en matière végétale à plus de 80% en masse
 - Résister aux intempéries pour une durabilité de 15 ans minimum
 - Présenter une masse à vide maximum (avec batteries) de 200 kg
 - Retenir les occupants en cas de choc
 - Présenter une consommation maximum de 5 kWh / 100 km
 - Respecter la réglementation (homologation L6 et/ou L7)

b. Le Véhicule

Le véhicule proposé consiste en un quadricycle existant en deux versions, un pouvant être homologué pour un usage sans permis en catégorie L6eBP et l'autre en catégorie quadricycle lourd L7eCP.

Ce véhicule est destiné au premier chef à un usage peri-urbain ou rural, ce qui lui permet d'optimiser la surface frontale au détriment de la surface projetée au sol. Ainsi, avec ses deux places en tandem, il affiche les dimensions suivantes :



Cette optimisation de la surface frontale permet de réduire la trainée du véhicule et donc sa consommation.

Le Châssis

Le véhicule dispose d'un châssis tubulaire en bambou, les cannes de bambou étant utilisée sans transformation ce qui permet de limiter l'impact lors de la fabrication. Les cannes sont assemblées par collage, selon un procédé spécifique propre au projet.

La carrosserie n'assure donc pas de fonction structurelle ce qui lui permet d'être allégée au maximum. Elle est fabriquée en composite fibres de bambous, et utilise une résine biosourcée. Pour réduire l'impact environnemental, elle n'est pas peinte mais teinte dans la masse.

Le mobilier intérieur est également composé d'éléments en fibre végétale, de bambou essentiellement, pour les parties spécifiques. Néanmoins sur les protos, les éléments tels que sièges, volant etc, sont des éléments repris dans des catalogues existants.

Le reste du châssis, en particulier les éléments techniques de suspension, de direction, de freinage sont dans un premier temps conventionnels. Les éléments relatifs à la géométrie des trains sont spécifiques, en acier (triangles) et aluminium (pivots). Mais les amortisseurs, les organes de freinage et de direction sont eux des composants existants, issus de fournisseurs de quadricycles ou de motos.

La Chaîne de Traction

La chaîne de traction n'est pas arrêtée, mais proposera une puissance limitée de 5kW pour le L6 et 8 kW pour le L7, rendue possible par le faible poids du véhicule et sa surface frontale réduite.

Les différents éléments devront être produits en France ou en Europe. 3 acteurs principaux sont identifiés et contactés pour le développement et l'approvisionnement des éléments de l'ensemble GMP + calculateur : Valeo (avec le support de Kintesis), Ambre et Ellenkos. Néanmoins, il est acquis que le GMP sera situé à l'arrière, la solution moteur-roue présentant l'avantage de libérer de l'espace pour l'habitacle. Idéalement, 2 prototypes sont réalisés avec deux chaînes de traction différentes (moteur central et moteur roue).

Différents acteurs sont également identifiés pour la batterie, mais celle-ci devra utiliser une technologie Sodium Ion, qui présente des avantages certains en matière de durabilité et dont les performances (puissance élevée en particulier) correspondent bien à l'objectif de limiter la taille de la batterie et donc le poids total. La société Tiamat et ses partenaires sont donc d'ores et déjà contactés.

La batterie sera implantée à l'avant du véhicule en quasi porte-à-faux, pour équilibrer les masses, dans la limite du possible vis-à-vis des exigences de safety. Elle aura un poids contenu, entre 30 et 50 kg max pour une capacité de 4kWh. Cela donnera une autonomie de 80 km au véhicule, soit une consommation réelle de 5 kWh / 100 km rendue possible par le poids limité du véhicule, sa faible traînée et ses pneumatiques dimensionnés vis-à-vis de la seule exigence de sécurité.

BOM, IMPACT et PANEL

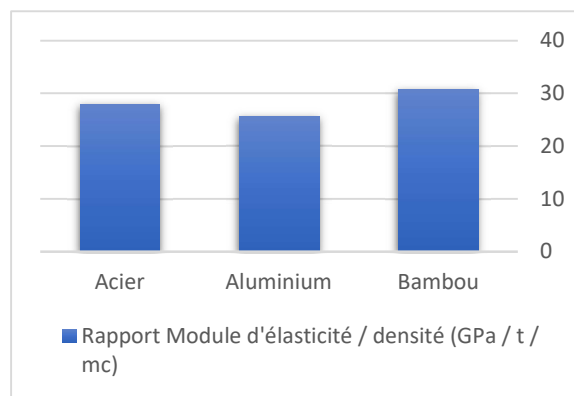
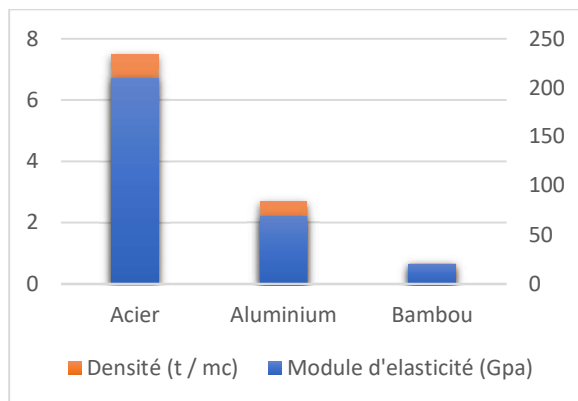
Une première macro-BOM donne les éléments suivants, le panel des fournisseurs avec qui l'équipe échange pour les parties spécifiques étant indiqué également.

Composant	coef	poids (kg/un)	CO2eq/un (matière + process)	cible coût €/un, HT	panels partenaires fournisseur (proto, composants spécifiques)
Chassis bambous (bambous)	1	30	-61,0	170,0	OnlyMoso, Horizom, Pandam, bamboologic
chassis - pièces métalliques acier (rotules, fixations fauteuils et ceintures, brackets)	1	7	24,5	212,5	Vota (si spécifique)
châssis - pièces alu (pivot)	4	3	31,0	34,0	CRPM
Carrosserie et mobilier interne - fibre bambou	1	30	-61,0	297,5	Cobratex
résine	1	12	96,5	38,3	Sicomim
pare-brise	1	4	39,0	200,0	Saint Gobain
Roue avant (moyeu, rayonnage, jante, pneu)	2	9	29,5	78,2	
amortisseurs	4	0,5	8,3	63,8	
Roue arrière (moyeu, rayonnage, jante, pneu)	2	7	24,5	78,2	
Chaîne de traction (moteur, transmission)	1	25	182,0	1120,0	Ambre, Ellenkos, Valeo, Kintesis
Contrôleur	1	3	28,0	440,0	Ambre, Ellenkos, Valeo, Kintesis
Batterie	2	15	322,0	1020,0	Tiamat, Plastic Omnium, Neogy
freinage (étrier+disques+maitre cylindre+flexibles)	1	7,8	26,5	425,0	
Direction (volant+colonne+crémaillère+bielles)	1	5,5	20,8	212,5	
Assise (moulé fibre de lin)	1	3	0,0	51,0	
Éclairage (feux avant, arrière, interne), rétrovision,	1	5	19,5	255,0	
total		208,3	1223,8	6166	

c. l'utilisation du bambou

Le bambou est le matériau qui présente les meilleures caractéristiques pour la réalisation d'un véhicule léger comme le Velbo :

- Du point de vue technique, parce qu'avec son ratio rigidité / densité sensiblement similaire à celui de l'aluminium, il permet de réaliser des structures robustes et légères.
-



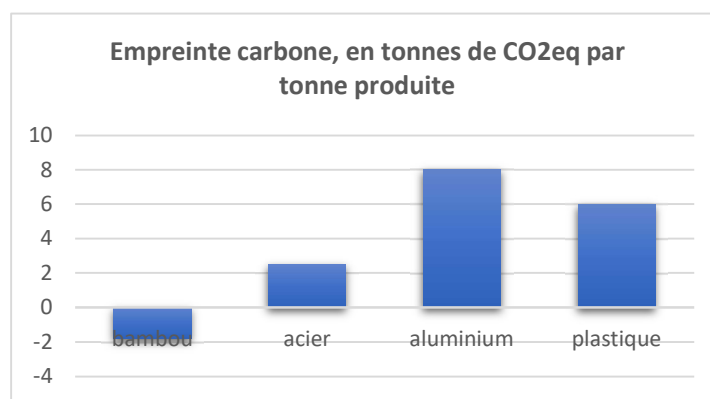
- Du point de vue écologique parce qu'il présente une croissance extrêmement rapide, et que celle-ci absorbe du CO2 dans l'atmosphère quand la production d'acier ou d'aluminium en rejette beaucoup.

Le bambou géant MOSO, très adapté au climat Européen (notamment dans sa partie sud), **présente une croissance pouvant aller jusqu'à 1m / jour**. Cela lui permet d'atteindre sa taille finale, jusqu'à 30m, en quelques mois. **En moins de 5 années, il aura atteint sa raideur finale**, et pourra être utilisé après moins de 3 mois de séchage.

d'après Nath, A. J. et al (2015), le taux moyen de stockage et de séquestration du carbone dans la partie aérienne d'une forêt de bambous *Phyllostachys edulis* exploitée au Japon est de **138 Mg1.ha**. Selon les mêmes études, **un peuplement de bambou exploité absorbe de 6 à 13 Mg.ha-1.an-1**. Or, une production durable du bambou peut donner 7t de chaumes en sec par ha et par an.

On aurait donc, avec une production durable, et pour une durée de vie du produit final supérieure à 5 ans, une « **empreinte carbone** » **négative, de -13 / 7 = - 1,8 t CO2eq / t de bambou produit**.

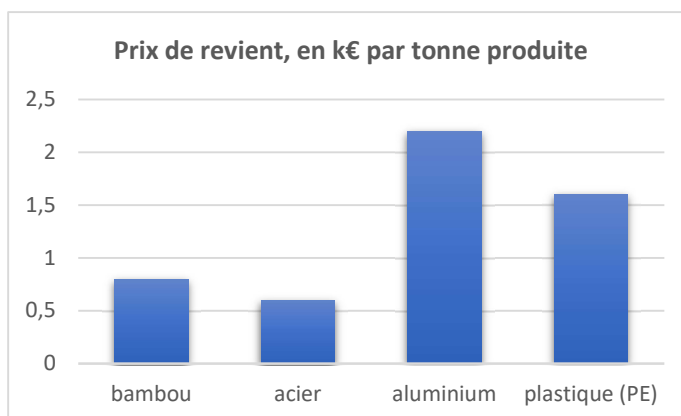
À titre de comparaison, les émissions moyennes de CO2 par tonne d'acier qui proviennent du minerai de fer sont de 2,5 tonnes au niveau mondial. Pour l'aluminium, l'empreinte carbone dépasse les 8 tonnes et pour le plastique les 6 tonnes (source : ArcelorMittal).



- Du point de vue économique, parce que faire pousser du bambou coûte considérablement moins cher que produire de l'aluminium; la filière industrielle du bambou commence à se constituer en Europe, et constitue un véritable axe de développement local pour une bonne utilisation des ressources.

Le prix de revient d'un chaume de bambou Moso est de l'ordre de 12 € à la production, soit 0,8 € / kg (un chaume donnant en moyenne 15 kg exploitable).

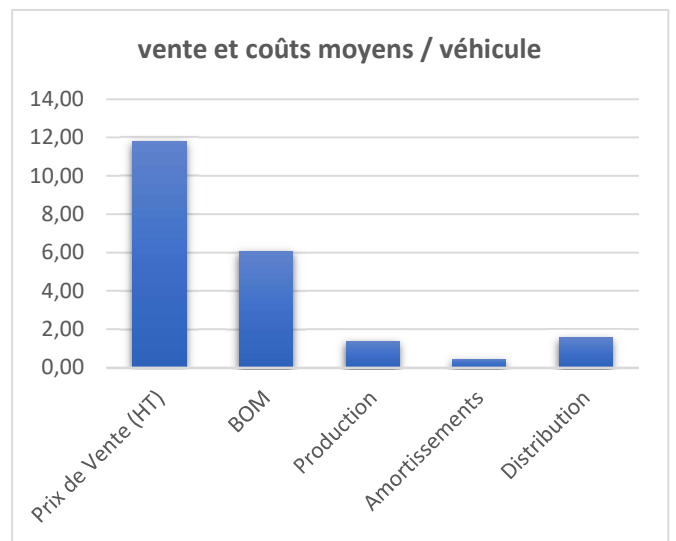
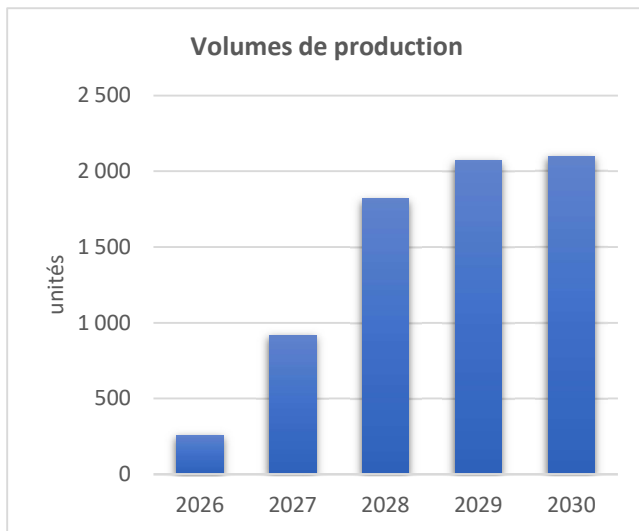
Le prix de revient d'un kg d'aluminium est de 2,2 €, et celui d'un kg d'acier de 0,6 €.



d. Le Modèle Economique

Le Business Model initial est basé sur un mode de consommation classique achat-utilisation-vente. Il considère un positionnement prix intermédiaire sur le marché des quadricycles : moins élevé vs les quadricycles fortement équipés (Silence S04 et autre Microlino), mais pas low-cost, du fait de la qualité du produit, de sa production locale en petite série.

Les données économiques macro du projet sont les suivantes :



3) Objectifs et Résultats attendus

Sur la base d'un POC engagé par ailleurs, 2 niveaux de prototypes vont être réalisés :

Un premier niveau sera essentiellement tourné vers le développement du châssis en bambou. Diverses solutions de design, d'assemblage, de dimensionnel, de qualité de bambou utilisé seront évaluées à travers un DOE, celui servant également à alimenter les bases de données matériaux pour corrélation FEM. L'objectif sur le projet sera de définir la meilleure solution technique pour la construction de la structure et du châssis du véhicule.

Un deuxième niveau portera sur l'ensemble du véhicule et aura vocation à valider les choix d'architecture réalisés vis-à-vis du cahier des charges fonctionnel et des exigences réglementaires. L'objectif sera de disposer d'un au moins, idéalement 2, protos représentatifs pour validations et pré-homologation.

4) Organisation du projet et personnes impliquées

L'équipe est constituée de 4 personnes au départ, 5 à partir du mois de Mai.

Benjamin Janssen, chef de projet, rédacteur de ce document. J'ai exercé la fonction de Program Manager dans l'industrie automobile chez un tier one durant 7 ans, après avoir été ingénieur développement produit. Je suis le point d'entrée de l'équipe pour les sujets techniques et administratifs.

Mail : benjamin.janssen@mhv-vehicules.com

Tel : 06.17.76.27.60

Agnès Vernier, ventes & marketing. A exercé ces fonctions dans diverses entreprises, de la start-up au grand groupe.

Etienne L. à partir de mai, occupera le poste d'Ingénieur Conception Véhicule, sous la direction de Benjamin. Il aura en charge la conception 3D et les validations numériques.

Baptiste Janssen, Contrôle et Finances. Side job, exerce cette fonction au sein d'un grand groupe.

Timothée Bertin, RSE, en charge des analyses ACV. Side job, exerce cette fonction au sein d'un tier one après y avoir été ingénieur qualité.