



Dossier Véhicule

En saison 1 de l'extrême Défi dédiée à l'idéation, toute question concernant la définition exacte des pièces et leur approvisionnement ne peut trouver pour réponse que des intentions et des principes. C'est pourquoi ce dossier comporte également une description de l'architecture et un retour d'expérience suite au premier prototype.

Présentation générale de VeMoo

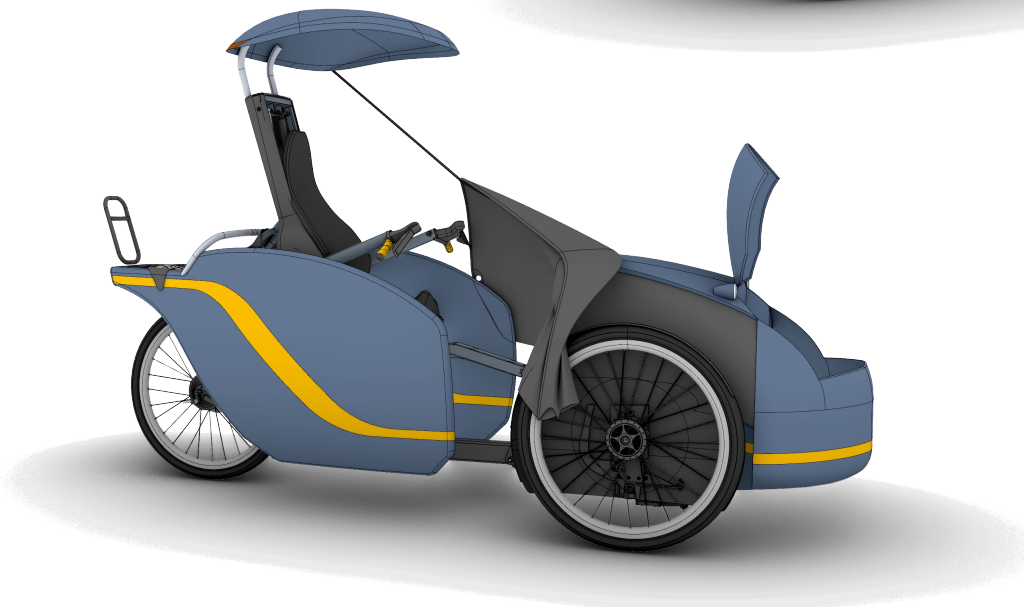
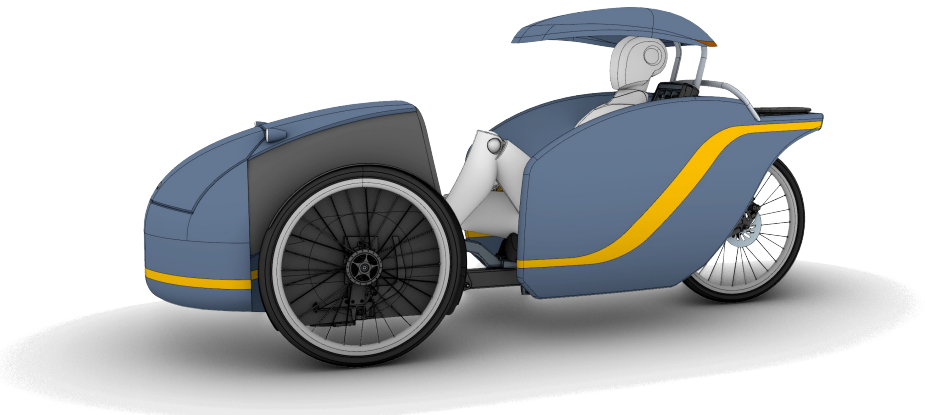
VeMoo est un tricycle partiellement caréné, pendulaire avec 2 roues devant. Il est pensé pour un adulte avec une capacité d'emport variable pour bagages et jeunes enfants. VeMoo est un engin léger propulsé à la pédale avec ou sans assistance électrique issue du monde du vélo.

VeMoo profite d'une hauteur d'assise variable brevetée, qui permet de rouler haut pour voir et être vu, ou très bas pour privilégier l'aérodynamisme, optimisé tout spécialement pour les trajets périurbains.

VeMoo est d'abord constitué d'une base roulante. Seule, elle suffit à se déplacer de manière comparable à l'usage du vélo.

La définition du trajet quotidien est propre à chacun, et il peut changer au fil des années et selon la saison.

C'est pourquoi la base roulante de VeMoo est entourée de modules : Coffre avant, coffres arrières, protections pluie, propulsion, ... Chacun pourra adapter le VeMoo à ses besoins.



Composition de VeMoo

À l'automne 2022, les différentes parties de VeMoo sont à des maturités différentes, loin de la série. La description de la composition de VeMoo ne peut donc que se limiter à de grands principes :

- la base roulante est au stade de prototype, elle permet de travailler sur le confort et la facilité de prise en main (installation à bord et sortie, tenue de route, emprise au sol, diamètre de giration, freinage, transmission...).
- Les modules d'habillage et de rangements sont à l'état de pré-étude et de design.

Le tableau suivant correspond à des objectifs pour une **pré-série** de 20 exemplaires maximum d'un VeMoo **totalemtent équipé**. Une fabrication en série permettra d'optimiser les masses et les coûts.

VeMoo est constitué d'une base roulante commune et d'un habillage adaptable et des modules en option.

Nom du module	Fonction	Etat	Nb pièces	Poids
	Réalisation	Remarques		
Châssis	Supporter : Squelette du véhicule qui supporte tous les autres organes, modules, options et carrosseries	Prototype	3 pièces*	15 kg
	Constructions métalliques soudées à base de tôle et de tube aluminium et acier. 3 modules boulonnés entre eux.	<i>Gros investissement et gros travail d'industrialisation à accomplir pour passer en moyenne ou grande série.</i>		
Siège à hauteur variable	S'asseoir : Assise confortable avec hauteur variable	Prototype	10 pièces*	10 kg
	Constructions métalliques soudées à base de tôles et de tubes aluminium et acier.	<i>Siège peut être multi véhicule. Support spécifique brevet VeMoo, à industrialiser</i>		
Roues et freins	Se déplacer : Supporter le poids du véhicule, assurer une tenue de route sûre et permettre un freinage sécuritaire	Disponible	15 pièces*	10 kg
	Matériel Standard de Vélo-Cargo	<i>Ensemble compact de roue complète avec frein à dimensionner pour un véhicule intermédiaire.</i>		
Direction pendulaire	Se diriger : Diriger le véhicule avec précision et en toute sécurité même avec vitesse dans les virages	Prototype	20 pièces*	6 kg
	Constructions métalliques soudées à base de tôles et de tubes aluminium et acier.	<i>Guidon spécifique pourrait être réutilisé sur d'autres véhicules pendulaires ou non.</i>		
Transmission	Avancer : Transmettre l'effort de pédalage à la roue, et permettre une démultiplication.	Prototype/ disponible	20 pièces*	6 kg
	Pièces Standards et constructions métalliques soudées	<i>Pièces standards à développer pour un véhicule intermédiaire</i>		
Suspension	Confort : Absorber les chocs et les vibrations pour le confort du conducteur et la durée de vie du véhicule	Prototype/ disponible	12 pièces*	6 kg
	Pièces Standards et constructions métalliques soudées	<i>Pièces standards à développer pour un véhicule intermédiaire</i>		

Options			
Coffre avant	Transporter un volume de 150L en sécurisant son contenu lors du stationnement	Pré-étude	10 pièces* 10 kg
	Tubes métalliques, bois, textile <i>Module en cours de définition</i>		
Coffre arrière	Transporter un volume de 100L en sécurisant son contenu lors du stationnement	Pré-étude	5 pièces* 5 kg
	Transporter un enfant et le protéger des intempéries	Tubes métalliques, textile <i>Module en cours de définition</i>	
Habillage	Protéger le conducteur des intempéries et permettre une bonne aérodynamique	Pré-étude	20 pièces* 15 kg
	Tubes métalliques, bois, textile, plastique thermo-formé <i>Module en cours de définition</i>		
Assistance pédalage	Faciliter le déplacement	Disponible, non intégré	4 pièces* 15 kg
	Composants du marché <i>Module en cours de définition</i>		

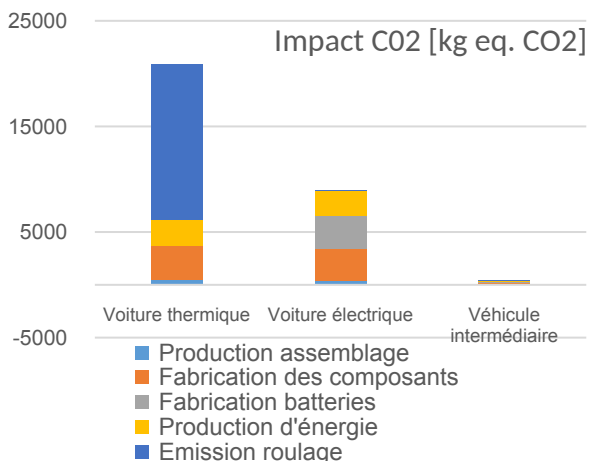
*Nombre de pièces : Pièces principales, hors roulements/paliers/visseries/axes simples/Faisceaux/Gaines & câbles...

Principes de conception

Légereté = Sobriété

Un VeMoo est un véhicule de transport individuel léger, il pèse environ **15 fois moins** qu'une voiture. Ce qui entraîne inévitablement **15 fois moins** de matière pour le produire, et à l'utilisation **15 fois moins** de matière à déplacer chaque jour.

Le gain écologique est considérable dès le concept du véhicule.



Ainsi, **rendre un véhicule léger** assez pratique, rapide et sécuritaire pour qu'il **soit utilisable au quotidien** par une majorité de personnes est déjà une victoire écologique.

Durabilité

VeMoo est construit pour durer, conçu pour pouvoir évoluer et être réparable ou mis à niveau, et facilement recyclé.

VeMoo est conçu en respectant des règles de conception pour atteindre ces objectifs, dont voici quelques exemples :

- **Simple et efficace** : chercher la simplicité
- Choix de techniques d'assemblage de grande diffusion et **peu contraignants**.
- Composants standards et **de qualité** (roulements, paliers, éléments de transmission)
- Si besoin de connecteurs : **standard** avec faisceau électrique du châssis équipé de sur-longueur de

câbles pour pouvoir recâbler un connecteur neuf si besoin.

- Éviter les collages et composites multi-matériaux difficiles à séparer/recycler.

La base roulante est composée de pièces d'acier et d'aluminium. Elle offre des interfaces mécaniques et électriques simples et adaptées à différentes capacités de charges à l'avant et à l'arrière, et pour les habillages. Les interfaces mécaniques et électriques seront définies et documentées publiquement.

La modularité donne de la souplesse pour l'organisation de la production et la constitution d'une gamme commerciale. Elle améliore la réparabilité et l'évolutivité. Elle ouvre également la porte à un marché de l'occasion de modules et à la personnalisation par des équipementiers ou particuliers qui peuvent équiper eux même un châssis nu.

Durée de vie

Pour réduire les impacts de la fabrication et de l'usage d'un véhicule, sa durée de vie est un paramètre important. Globalement, une durée de vie longue est 'écologique'.

En tant que constructeur de véhicules, l'objectif de durée de vie est importante pour la conception et la fabrication des véhicules. Mais de quelle 'vie' parle-t-on ? De quelles parties du véhicule parle-t-on ?

Le kilométrage, la charge emportée, la manière de rouler, l'état des routes, les conditions atmosphériques, le stockage influencent grandement la durée de vie du véhicule.

Chercher une durée de vie longue sur tous les composants du véhicule entraîne forcément des surcoûts, des surpoids, et des traitements de surface ou des matériaux moins propres et moins recyclables.

L'exemple des pneumatiques est évident : Vouloir des pneumatiques presque inusables rendrait les pneus plus lourds, plus chers, plus encombrants, moins confortables.

La tenue mécanique d'un cadre ou d'un axe porteur est moins évidente : quel surpoids est nécessaire

pour tenir une probabilité de casse très faible après 250.000 km plutôt qu'après 125.000 km ? La maîtrise de ces considérations fait appel à des compétences très spécialisées.

Chez VeMoo, nous dimensionnons le véhicule pour 15 ans avec un usage intensif prédéfini (cela ne signifie pas qu'il n'est plus utilisable après, pensez aux vieilles 4L qui roulent encore passé 50 ans). Mais cela ne concerne pas tous les composants, la vie d'un véhicule inclut de la maintenance par un réseau formé et du remplacement de pièces. On peut généralement considérer qu'il y a 3 niveaux de durée de vie :

- **Consommable** : durée de vie autour de 1 an ou 10 000 km, par exemple les freins, la transmission, câblerie, pneus
- **Longue** : durée de vie entre 1 et 5 ans ou 50 000 km, par exemple la housse de siège, les roues ou les étriers de frein
- **Très longue** : durée de vie de 15 ans par exemple le châssis

Pour assurer la longévité du véhicule, il est important qu'un effort de documentation détaillée soit fait pour que la maintenance des différents niveaux puisse être réalisée correctement.

Par ailleurs, il est également nécessaire d'assurer la disponibilité de pièces de rechange pendant au moins 15 ans après la dernière vente de véhicule neuf. Cette disponibilité sous-entend l'usage de pièces standards et l'ouverture progressive de la définition des pièces spécifiques ou intermédiaires.

Fin de vie

Chez VeMoo, nous sommes conscients de l'importance de la prise en compte de la fin de vie dès le développement et la production du véhicule. VeMoo est pensé pour faciliter deux branches de fin de vie : le marché des véhicules ou des composants reconditionnés et la réutilisation des matériaux.

La conception facilite le recyclage et la revalorisation des pièces non réutilisables.

Différences entre prototypes et série

Ce dossier véhicule n'est qu'une version temporaire et changera lorsque nous développerons le véhicule commercialisable.

La première différence concerne les **objectifs** : Nous développons actuellement (2022) le deuxième prototype de notre base roulante, sans habillage ni aspect pratique ou esthétique. L'objectif actuel est d'affiner l'agrément de conduite et de mettre en œuvre notre système breveté de changement de hauteur d'assise.

La seconde différence concerne les **moyens de fabrication**. Une bonne industrialisation doit permettre de réduire le bilan environnemental du véhicule, la masse et les coûts de fabrication. La réduction des coûts est indispensable pour conserver une fabrication locale, mais cela nécessite des investissements importants en re-conception et outillage. Il est à noter qu'il y a plusieurs stades

d'industrialisation entre le prototype unique et la grande série.

Par exemple pour nos prototypes, nous avons adopté des procédés et matériaux faciles à mettre en œuvre et rapidement disponibles : mécanosoudure de tubes et tôles de qualité standard.

Pour une série d'une vingtaine de véhicules, l'augmentation des quantités permettrait d'utiliser des nuances d'acier ou d'aluminium plus résistantes, ce qui permettrait de réduire la quantité de matière nécessaire et simplifierait les assemblages.

Dans le cadre d'une fabrication en grande série, les pièces les plus complexes pourraient faire appel à l'emboutissage ou à la fonderie, pour réduire encore la quantité de matière utilisée et poursuivre l'indispensable réduction des coûts pour pérenniser une production locale.

Retour d'expérience sur notre premier prototype

Vélo ou pas vélo ?

Lors de l'étude, nous avons rapidement noté la limite d'utilisation de pièces standards vélo, parce que un vélo de 15kg et un véhicule qui en fait 60 ou 80 n'ont pas les mêmes comportements ou les mêmes efforts. Néanmoins, la croissance du marché des vélo-cargos commence à apporter des composants plus adaptés aux véhicules intermédiaires.

Établi ou CAO ?

Le prototypage artisanal itératif dans un atelier présente des résultats rapidement. Mais finalement, au vu des nombreuses interdépendances entre systèmes, ce mode de fonctionnement peut être bien plus long et coûteux : il faut fabriquer pour détecter des problèmes ou trouver des idées.

Nous avons fait le choix de développer tout en CAO, pour appréhender au plus tôt la complexité d'un tel véhicule : Suspension / Dynamique / Freinage / Transmission / Rigidité / Direction / Roulis / Ergonomie / Encombrement etc....

Une idée de montage peut être vérifiée en quelques minutes en CAO, alors qu'elle aurait nécessité plusieurs jours de travail en atelier.

N'ayant pas à disposition divers procédés industriels, nous avons travaillé avec des sous-traitants industriels pour la confection des différentes pièces de notre prototype.

Au final, ce développement en CAO et sous-traitance industriel nous a nécessité 18 mois de travail à 2 ingénieurs et environ 25 000€ de dépenses pour la fabrications des pièces spécifiques de notre premier prototype.

