

OBJECTIF du véhicule :



Proposer une alternative innovante aux voitures classiques (thermiques et électriques) en introduisant sur le marché un véhicule innovant et écologique alliant une pratique physique et sportive au plaisir et aux sensations de conduite d'un cyclecar, véhicule ultra léger avec un comportement dynamique.

CE VEHICULE AURA DONC UN IMPACT ENVIRONNEMENTAL TRES REDUIT PAR RAPPORT AUX VEHICULES QU'IL REMPLACERA, BIEN AIDE PAR UNE REPARABILITE FACILE ET ACCESSIBLE SUR LE TEMPS LONG.

Le parti pris d'un véhicule à 3 roues :

Comme indiqué précédemment (dossier narratif), la position semi-allongée du conducteur que nous avons adoptée dans ce projet, comporte de nombreux avantages pour la santé, on en retrouve régulièrement plusieurs sur les sites spécialisés :

Cette **position** permet d'améliorer l'**endurance** et les **capacités respiratoires**, fait travailler la face avant des **cuisses**, les **ischios-jambiers** et les **mollets** de façon **plus intense** qu'avec le vélo classique (on sollicite également les **abdominaux et fessiers**).

Ce type de position est **conseillé pour les gens ayant des problèmes de dos**, la position du corps et le maintien **diminuent la tension portée aux lombaires**.

Il est également plus confortable, doux pour les articulations, et donc **efficace**, car il permettra de faire de l'exercice plus longtemps pour améliorer les conditions physiques.

Enfin, **contrairement** à un **vélo classique**, le vélo semi-allongé demande à son utilisateur d'avoir les jambes légèrement surélevées pour pédaler, presque de façon parallèle au sol. Cette position permet une **meilleure activation de la circulation sanguine et favorise ainsi l'oxygénation des organes**.

Ensuite pour réduire le poids du véhicule et la consommation de ressources pour la fabrication, tout en réduisant le prix de revient, il a été choisi de baser le véhicule sur 3 roues au lieu de 4.

Cette 3ème roue à l'avantage d'offrir plus de stabilité qu'un deux roues, on peut prendre un nid de poule ou toucher un trottoir sans être déséquilibré et tomber.

On pourra également prendre une charge plus lourde sans déstabiliser le véhicule.

Les 2 roues à l'avant sur un tricycle permettent d'obtenir une puissance de freinage optimum, tout en gardant la possibilité de freiner, plus ou moins, avec les roues braquées, sans être autant déstabilisé qu'avec un deux roues.

Dans l'histoire de l'automobile, il y a toujours eu des véhicules à 3 roues, des cyclecars français du début du 20^{ème} siècle aux tricycles ultra sportifs proposés à l'heure actuelle aux Etats-Unis ou en Angleterre :

Exemple : Corso California RT

Crédit photo, voir source :

<https://corsoconcepts.com/>

Les images peuvent être soumises à des droits d'auteur



Le comportement sur circuit de ces « reverse trikes » sportifs prouvent que la stabilité peut être très satisfaisante sur 3 roues à condition de respecter quelques règles à la conception.

Si l'on souhaite un véhicule pour les trajets quotidiens, seul ou à deux personnes, sans emporter de gros bagages, alors il n'est pas nécessaire de monter une 4^{ème} roue.

➤ On évite ainsi une roue supplémentaire au niveau de la fabrication :

On utilise donc moins de matières premières, **pour la jante et le pneumatique, mais également pour les boulons, le roulement de roue, le moyeu, le porte moyeu, l'amortisseur, le ressort et le bras de suspension, voir même la transmission.**

On réduit ainsi considérablement le poids et le prix des pièces qui composent le véhicule.

Les modèles routiers seront homologués en catégorie L5e (puissance maxi 15Kw/20cv) voire une autre catégorie qui reste à créer si les normes sont trop contraignantes pour que le véhicule soit très sobre.

PUBLIC visé :

Il y aura d'abord beaucoup de curieux pour venir découvrir ce véhicule car de plus en plus de personnes sont intéressées par l'arrivée des nouveaux VAE (véhicules à assistance électrique) et ils seront forcément demandeurs pour découvrir et essayer un modèle plus rapide que les tricycles ou quadricycles légers proposés sur le marché (objectif 80 km/h en assistance électrique au pédalage) et qui pourrait permettre de remplacer une voiture sur une route nationale où l'on ne se risquerait pas à 45 km/h.

On voit donc de plus en plus de ces nouveaux engins électrifiés, surtout en ville, et même sous forme d'utilitaires, mais aussi à la campagne, principalement dans les régions avec des reliefs, que ce soit sur les pistes cyclables ou les routes touristiques.

Ces véhicules ne sont plus seulement des vélos classiques à assistance électrique car certains ont un design très « avant-gardiste » comme par exemple ceux que des constructeurs automobiles ont conçu, à l'image de PORSCHE ou d'AUDI avec un e-bike en carbone, capable d'atteindre 80 km/h :

Crédit photo, voir source :

<https://www.largus.fr/actualite-automobile/audi-sport-racing-bike-le-velo-dexception-dingolstadt>

Les images peuvent être soumises à des droits d'auteur



Des dérivés de cycles révolutionnaires à deux, trois ou quatre roues arrivent sur le marché : Les vélos semi-couché, Trikes (HP VELOTECHNIK, HASE BIKES, ICE, etc...) et vélomobiles ont un bilan environnemental imbattable pour se déplacer seul, à l'abri et avec un maximum d'efficacité :

Ils peuvent être jusqu'à **80 fois plus efficaces qu'une voiture électrique** ! notamment grâce à leur coque aérodynamique qui réduit jusqu'à 30 fois la résistance à l'air et à leur poids réduit : de 25 à 70 kg.

En France, nous avons par exemple les Cycles JV et Fenioux dont les modèles LeMans et Mulsanne sont de véritables véhicules de course qui peuvent être homologués pour la route :

Crédit photo, voir source :

<https://cycles-jv-fenioux.com/produit/le-mans/>

Les images peuvent être soumises

à des droits d'auteur



Mais aussi et surtout d'autres véhicules fermés et pratiques, visant un grand public et destinés à une circulation quotidienne sur route qui viennent d'arriver sur le marché et promis à une large diffusion, comme par exemple le Wello, fabriqué en France, au Mans :

Crédit photo, voir source :

ebike-generation.com

*Les images peuvent être soumises
à des droits d'auteur*



Ces véhicules représentent une alternative crédible à la voiture particulière pour les personnes qui ne peuvent ou ne veulent utiliser le vélo classique ou les transports en commun et qui vont pouvoir bénéficier de plus en plus d'infrastructures dédiées au vélo.

Ce qui rend l'e-GoCAR exceptionnel parmi cette offre, c'est qu'**aucun** de ces engins n'a un volant pour manier la direction, alors qu'on en trouve sur toutes les voitures qu'on utilise tous les jours et dont on a intégré les commandes. Mais surtout, les autres véhicules, même très chers et typés « sport », ne permettent pas une approche « plaisir » de la conduite, en proposant une **position de conduite adaptée** et un **châssis efficace** permettant un comportement dynamique sécurisant en toute circonstance, éléments essentiels pour un véhicule capable d'atteindre 80 km/h.

L' **e-GoCAR** réunissent ces caractéristiques, et elles sont nécessaires pour permettre à un plus large public de s'intéresser aux véhicules les plus éco-responsables.

APPROCHE GLOBALE POUR LA CONSTRUCTION : (e-COCONSTRUCTION !)

A noter que les vélos à assistance électrique et les vélos semi-couchés disposent de technologies et systèmes intéressants qui ont maintenant fait leurs preuves.

Pour rester dans l'esprit « éco-responsable » et être cohérent, les matériaux et les systèmes utilisés devront répondre à un cahier des charges strict et précis qui intégrera pleinement les externalités environnementales, à tous les niveaux, de la production au recyclage du véhicule en passant par les consommables, la fiabilité et la durabilité.

Des éléments issus du recyclage seront intégrés dès la conception, comme par exemple des bouteilles plastiques (y compris celles en PET opaque qui ont pu poser des problèmes au niveau du recyclage) : elles serviront, superposées verticalement en face avant, à créer une climatisation « low tech » grâce à l'effet Joule-Thomson, sur le même principe que l'Eco cooler imaginé par l'agence Grey au Bangladesh et la Grameen Intel Social Business Limited proche de celui de certaines claustres en terre cuite (humidifiées pour rafraîchir l'air qui les traverse) utilisées depuis toujours dans les pays arabes.

Les citoyens qui s'intéressent à l'environnement prennent conscience que le fait de se contenter de remplacer les moteurs thermiques des véhicules par des moteurs électriques crée d'autres problèmes environnementaux non négligeables. La solution d'avenir est avant tout de **limiter au maximum l'utilisation de ressources naturelles non renouvelables pour la construction des véhicules et de réduire leur consommation énergétique en déplacement**, en considérant l'ensemble de leur cycle de vie. Il va donc falloir construire des engins légers, les plus simples et durables possible.

Il faut parvenir à utiliser un maximum de matières premières issues de l'économie circulaire lors de la fabrication (tissus, plastiques, composites recyclés, etc...) et que le remplacement de pièces simples et résistantes puisse conduire à une durée de vie quasiment illimitée des machines.

Les garnitures de sièges et les garnitures intérieures, en option, pourront être issues de matières premières recyclées par exemple en créant un partenariat avec le fabricant français 1083.

Pour l'instant les batteries les plus adaptées au projet restent celles au lithium mais les besoins de l'**e-GoCAR** sont sans commune mesure avec ceux des véhicules électriques actuels. (format scooter électrique et possibilité d'« extended range » avec batterie « swapping » en partenariat avec Zeway).

Les petites batteries **e-GoCAR** pourront rapidement être déposées et mises en charge, remplacées par des pleines, ce qui permettra au véhicule de repartir immédiatement. Une étude batterie va être menée par le groupe un travail dédié dans le cadre de l'XD afin de les rendre facilement accessibles et réparables grâce à des cellules qui pourront être remplacées indépendamment du bloc batterie.

Il est inadmissible qu'en 2022 cette approche n'ait pas été généralisée pour les VE.

Le projet envisage donc une révolution dans les matières et le principe de fabrication de la structure (châssis/cellule de vie et éléments de carrosserie) du véhicule, les deux étant trop souvent considérés séparément ce qui ne favorise pas une démarche d'écoconception optimale.

Nous aurons recours majoritairement aux matériaux composites dans l'esprit de les utiliser au mieux de leurs capacités, ce qui n'est pas courant dans le domaine des petits véhicules qui conservent tous, peu ou prou, les grandes règles de la construction automobile standard (cf ci-dessous) : châssis par ferrage métal et carrosserie rapportée, souvent en plastique thermoformé. A notre connaissance, seul le véhicule de GAZELLE TECH, intègre massivement du composite dans sa fabrication. Les grands axes et défis techniques du projet de conception, fabrication et fin de vie de notre véhicule sont :

- Sélectionner des matières bio-sourcées, produites dans un rayon proche de leur transformation
- Développer une conception qui générera une faible consommation finale du véhicule : (a) en réduisant la masse tout en préservant la sécurité (matériaux composites fibres continues sont les meilleurs candidats), (b) en proposant une surface frontale réduite et un faible Cx (position semi-allongée) et (c) en réduisant les pertes au roulement (travail sur les liaisons au sol et les pneumatiques)
- Intégrer au maximum les fonctions principales dans le procédé de fabrication : carrosserie finie, structure et ouvrants principaux moulés en one-shot, réduction des opérations de parachèvement, passage de câbles commandes et puissance, fonctions amortissement, isolation thermique et phonique, habillage intérieur
- Développer une conception qui favorise une fabrication réduisant les coûts globaux (et non seulement de production) afin de la rendre acceptable pour une production en France (relation avec le point précédent), favoriser la sobriété du concept, notamment sur les équipements
- Développer une conception (de type kit) qui soit adaptée à un montage et à une maintenance au plus près des utilisateurs via un réseau de micro-usines, favoriser les réparations plutôt que les changements de sous-ensembles complets
 - Prévoir la récupération, le démantèlement et le recyclage du véhicule en fin de vie directement par le fabricant (via les micro-usines), en s'engageant ainsi dans une véritable démarche de REP, autrement que par une éco-contribution, ou une sous-traitance mal maîtrisée de la fin de vie (délocalisation...)

Exemple de quadricycles de conception plus classique (structure lourde et carrosserie séparée) :



(a)



(b)



Crédit photo, voir sources :

(a) Modèle SQUAD – Pays-Bas – www.squadmobility.com

(b) Modèle XEV YOYO – Italie-Chine – www.xevcars.fr/yoyo/

(c) Modèle MICROLINO 2.0 – Italie-Suisse – www.microlino-car.com

soumises à des droits d'auteur

Les images peuvent être

(c)



De plus, les économies se feront non seulement sur la consommation d'énergie mais aussi sur l'abonnement réseau, moins cher, et également sur les consommables (pneumatiques et freins) qui seront nettement moins sollicités sur un véhicule plus léger.

Pour être efficient le véhicule devra être le plus aérodynamique possible :

- La Schlörwagen de 1939 avec un Cx record à 0.15 :

Crédit photos, voir source :

<https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Schl%C3%B6rwagen>

Les images peuvent être soumises à des droits d'auteur



La carrosserie, comme celles des véhicules présentés plus haut, sera fabriquée en matériaux composites, renforcés de fibres de lin ou bambou voire basalte, matières qui offrent le meilleur compromis entre poids réduit et très bonnes résistances mécaniques, tout en ayant un impact environnemental limité.

Il sera proposé en option une carrosserie composée de cellules photovoltaïques en partie supérieure, réalisée avec des panneaux souples assemblés afin d'augmenter l'autonomie de la batterie.

Le véhicule aura donc une carrosserie en deux parties, il pourra circuler en version « roadster » ou « spider », son toit équipé de panneaux solaires pourra être facilement déposé ce qui permettra de recharger une batterie afin d'alimenter une station d'énergie portable. Cette solution pourra permettre par exemple d'avoir un minimum d'électricité en cas de coupure de courant à la maison afin de faire tourner l'essentiel (réfrigérateur, poêle à bois/chaudière/pompe à chaleur, etc...).

Comme on peut le voir sur le tableau suivant les pièces déjà listées ont un poids total inférieur à 150 kg ce qui laisse 50 kg de marge pour trouver des solutions satisfaisantes pour garantir une sécurité passive et active suffisante aux passagers de l'e-GoCAR, tout en restant sous les 200 kg :

- Ceintures de sécurité
- Zones de déformation programmées
- Capacité d'absorption naturelle de la pièce en composite
- Freinage avec antiblocage de roues
- Régulateur de vitesse

Une solution d'airbag innovante qui puisse servir à la fois aux passagers dans l'e-GoCAR et par la suite pour ces mêmes personnes sur un vélo dans le cadre de la multimodalité est à l'étude.

Liste de pièces prévues pour l'e-GoCAR : (*voir fichier annexe)

Les Fichier CAD présentant les pièces et leur assemblage en 3D sont disponibles en licence Creative Commons CC BY-NC-ND et partagés dans le logiciel Autodesk Fusion 360.

Voir dans le dossier « écosystème » la liste des fournisseurs envisagés pour les composants clés.

Concernant la partie électronique de l'e-GoCAR des accords de confidentialité ont été signés avec Valeo et Zeway pour la partie traction du véhicule et avec Keep Motion, également partenaire de l'extrême défi, pour la partie génératrice d'électricité à pédales.

Nous ne pouvons divulguer ici les informations confidentielles et avons donc choisi de présenter le hardware et les softwares du démonstrateur de l'e-GoCAR dont la réalisation va commencer fin octobre 2022 et qui sera animé par l'équipement d'un scooter électrique de récupération :

Caractéristiques :

Marque	Vmoto
Modèle	E-MAX 90L
Vitesse	45km / h
Puissance	3,9 kW (5,2 cv)
Poids	155 kg



Nous avons plusieurs intérêts à utiliser ce modèle :

- D'une part il est équipé à l'origine de 4 batteries plomb donc l'ensemble du châssis et des organes de sécurité sont étudiés pour son poids important de 155kg. Les batteries sont facilement remplaçables par un pack lithium bien plus léger (gain de poids supérieur à 70 kg)
- L'opération de transfert des équipements électriques de ce scooteur a déjà été effectué pour équiper la voiture solaire du Team Em-Project. La puissance maximum atteinte est de 90 km / h mais nécessite d'élever la tension du pack : l'équation du moteur donne environ 1 km/h max pour 1 V de tension pack. On aura donc 72 km/h pour 72 Volts.
(Ceci est lié directement au Ldi/dt des selfs ou bobinage du moteur roue)
- L'association Em-Project est encore propriétaire d'un scooter complet, prêt à être utilisé.
Et 3 autres modèles identiques existent chez un partenaire.



Seulement 3 points de fixations pour récupérer l'ensemble moteur-roue amorti permettent une adaptation rapide.

Les autres équipements peuvent s'adapter à volonté. Le contrôleur moteur, le contrôleur de service, le chargeur, le faisceau de câblage, les feux et clignotants, fusible, commandes électriques (feux, direction, fusible, klaxon, accélérateur), klaxon, [tableau de bord](#), barillet de clé de contact.

Une fois le démonstrateur de l'e-GoCAR terminé et les spécifications électriques arrêtées, l'e-GoCAR se verra ensuite pourvu des équipements électriques du scooter Zeway 125 SwapperX+ avec l'option batterie « swapping ». Une alternative est toujours à l'étude avec le système Valeo eAccess en 48 volts si le moteur du scooter Zeway n'est pas assez puissant pour atteindre 80 km/h.

Dans ce cas, il sera envisageable de conserver le partenariat avec Zeway, partenaire de l'extrême défi, pour garder une option « batterie swapping » en plus des batteries fixes en 48 volts même si celles de Zeway sont en 72 volts.