



Dossier Technique de Candidature Prototypes de l'eXtrême Défi



1) Résumé du projet

Kiwee est un quadricycle (L6/L7) emboîtable pouvant former un train routier compact (jusqu'à 10 véhicules).

Kiwee est au cœur d'un nouveau service d'autopartage redistribué et en trace directe destiné au périurbain : l'utilisateur loue un Kiwee pour aller d'un point A à un point B, l'opérateur professionnel redistribue des groupes de véhicules vides là où ils sont nécessaires. Ce service permet d'étendre la desserte des transports publics dans des zones peu denses afin de mailler les derniers kilomètres, et génère un transfert modal de la voiture particulière vers une mobilité partagée moins impactante.

Kiwee est un véhicule parcimonieux, de masse optimisée, fondé sur des composants/matériaux recyclés, efficace énergétiquement grâce à une chaîne de traction optimisée. Charge groupée et panneaux solaires de toit permettront de recourir à une batterie de faible capacité.

2 prototypes seront faits afin d'explorer et de qualifier les solutions et le service proposé.



2) Description du projet

Synthèse de 10 lignes

2 prototypes L7 2 places seront réalisés et destinés à des expérimentations d'autopartage redistribué pour la desserte de hubs de mobilité à Irigny (69) et Saint-Julien-en-Genevois (74, gare SNCF).

Performances : vitesse supérieure à 60Km/h ; autonomie de 60 Km (sur le cycle ECE 15 (UDC)) ; consommation énergétique 7kWh aux 100km ; dénivelé accessible de 1000m.

Caractéristiques : poids 450kg ; ossature en acier (faible contenu en CO2/Energie gris(e)) ; réduction de masse par optimisation géométrique de l'ossature (Altair) et par utilisation de matériaux de carrosserie légers (pare-brise en PC Plastrance) ou recyclés (Lines Manufacturing) ; moteurs roues à fort rendement ; toit solaire (SolarCloth) permettant l'usage d'une petite batterie (4kWh LFP, Arts Energy). Objectif 100% de polymères issus de matériaux recyclés.

Divers composants seront mutualisés (objectif : 80%) avec Avatar Mobilité (roues, freins, pneus, trains roulants, moteur roues et crémaillère de direction (JTEKT)) dont certains issus du remanufacturing de pièces auto et moto usagées (Surplus Recyclage, freins, roues).

Version longue

Kiwee, c'est un véhicule :



Sobre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Léger : 450kg ✓ Avec une chaîne de traction efficace et sans auxiliaires consommateurs d'énergie (chauffage, climatisation) ✓ Générant une partie de l'énergie qu'il consomme par la récupération d'énergie cinétique au freinage et par la présence d'un toit photovoltaïque
Simple	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Configuration produit minimaliste ✓ Finition spartiate (suffisante pour un usage de quelques minutes (desserte du dernier kilomètre))
Peu couteux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Batterie de très faible capacité (composant le plus cher d'un véhicule électrique) ✓ Finition simple et robuste, sans auxiliaires de confort ✓ Objectif : 80% de matériaux mutualisés (roues, freins, pneus, trains roulants, moteur roues et crémaillère de direction) dont certains issus du remanufacturing de pièces auto et moto usagées (freins, roues)
Durable	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dimensionné pour la durée de vie d'exploitation : trains roulants ; chaîne de traction, batterie ✓ Réparabilité élevée : pièces et ensembles démontables et remplaçables ou 'renovables' – cf schéma de maintenance en infra ✓ Objectif 100% de polymères issus de matériaux recyclés



2 prototypes de véhicules Kiwee seront réalisés, *a priori* de constitution identique. Ceux-ci présentent des caractéristiques spécifiques liées à leur constitution de véhicules emboîtables et attelables entre eux et des caractéristiques correspondant au cahier des charges de l'Extreme Défi. Ce projet s'appuie sur des acquis issus de précédents développements et propose une démarche complémentaire allant plus loin notamment en réponse aux enjeux de durabilité et mutualisation. Une conception de prototypes en catégorie L7 est donc proposée ici, centrée sur des véhicules à 2 places, permettant notamment d'en travailler plus encore la sobriété et la réduction de masse et les autres points résiduels de conception listés ci-avant.

En synthèse :

- Ils sont proposés en 2 places de manière, *via* une éventuelle limitation de vitesse maximale à 45 Km/h (dépendant de l'identification de l'utilisateur), à pouvoir aussi être considéré comme des véhicules L6 'sans permis' (accessibles à des personnes disposant du permis simplifié AM) dans une dimension 'inclusive' de l'autopartage.



Illustrations du véhicule Kiwee, seul et emboîté en train routier.

- Ils intègrent une démarche complémentaire de conception frugale et parcimonieuse. Celle-ci est totalement dans l'esprit du cahier des charges de l'extrême Défi. C'est cette démarche complémentaire de conception et de prototypage qui fait l'objet de ce dossier :



- La chaîne de traction (commune avec Avatar mobilité) est fondée sur des moteurs roues à haut rendement sans réduction additionnels. Le pilotage de cette chaîne de traction permet par ailleurs de récupérer l'énergie cinétique au freinage. Celle-ci sera re-paramétrable en usage courant pour basculer d'une configuration L6 (6kW, Vmax 45 Km/h) à une configuration L7 (Puissance légèrement supérieure, Vmax > 60 Km/h), suivant l'identité du conducteur (en particulier suivant sa situation d'obtention du permis B ou du permis AM). La chaîne de traction sera pilotée par une unité de contrôle électronique générique (modèle pressenti : gVCU (generic Vehicle Control Unit) de Continental), utilisable sur d'autres VELLs.
- La structure mécanosoudée en acier fait l'objet d'une optimisation de géométrie en collaboration avec la société Altair Engineering suivant leur processus C123 (voir <https://web.altair.com/c123>). Il s'agit d'un processus fondé sur une optimisation topologique. Tout d'abord les cas de charges (efforts) correspondant à l'utilisation sont définis ainsi que les volumes disponibles où la matière de l'ossature peut être positionnée. La première étape consiste à positionner, par optimisation numérique, le juste nécessaire de matière sous la forme d'un continuum autour des lignes de force qui se dessinent, en fonction des propriétés mécaniques du matériau d'ossature (élasticité, contraintes limites). Un 'modèle de poutres' est déduit de cette première disposition de matière, constitué sous la forme d'un treillis dont les moments d'inertie de chaque poutre sont issus de la modélisation, et qui sont jointés par des nœuds dont la raideur tridimensionnelle est elle aussi un résultat du calcul proposé. Les poutres finales sont choisies par consultation de bases de données de profils et de tubes disponibles commercialement, en choisissant les solutions les plus légères. Les nœuds font l'objet de conceptions de détail au cas par cas pour respecter les raideurs attendues. Une dernière étape d'optimisation topologique sur la géométrie semi-définitive permet d'enlever la matière là où elle n'est pas nécessaire (réalisation d'évidements dans les poutres (profils ou tubes) dans les zones peu contraintes). La résultante est une ossature mécanosoudée optimisée au regard du cas d'usage.
- La batterie sélectionnée est fondée sur électrochimie LFP (cellules communes avec les quadricycles Ligier) et est dimensionnée de façon optimisée vis-à-vis des exigences d'opération à savoir 48V 4kWh utiles en fin de vie. Pour ce faire le système présente deux innovations permettant ce downsizing de batteries :
 - Les véhicules se rechargent en groupe lorsqu'ils sont emboîtés, et se connectent automatiquement par le sol, en station, à basse tension. Le système de charge est fondé sur des patins de contact activés par le poids du véhicule et positionnés sur les rails qui servent à aligner les véhicules en station pour les accoupler (système uniquement présent dans les stations 'principales' et les lieux de stockage). Ceci permet des charges d'opportunité fréquentes, sans intervention des usagers. Les recharges en stations ont donc assez systématiques et limitent la profondeur de décharge, Ceci est doublement bénéfique car cela :
 - Permet de réduire le dimensionnement de la batterie.
 - Augmente la cyclabilité et la durée de vie de celle-ci.

Le dispositif de recharge ne sera pas fourni avec le démonstrateur, mais le véhicule sera prédisposé pour.
- Un panneau solaire de 0,9m² est installé sur le toit du véhicule. Il est surtout utile pour les véhicules garés isolément en dehors des stations et dont les batteries peuvent se décharger en raison de la consommation de courant résiduels de la télématique. Cette solution permet par ailleurs de contribuer à l'autonomie à hauteur de 5Km par jour.



- La carrosserie sera fondée sur l'utilisation de composants allégés (notamment un pare-brise en polycarbonate (Plastrance) et sera sourcée sur des composants intégrant des polymères recyclés. Notamment, des composants imprimés 3D seront sourcés chez Lines Manufacturing, société qui développe des imprimantes 3D de production sur base de polymères en granulés, potentiellement recyclés et extrudés au niveau de la tête d'impression. Tous les composants de carrosserie seront vissés et non collés pour des questions de réparabilité et de recyclage et le pare-brise sera monté sur joints pour la même raison. L'ensemble de la cabine sera démontable pour éventuellement être restaurée ou remplacée par une autre cabine sur la base du même châssis.
- Les trains roulants (travaillés pour être communs avec la société Avatar mobilité) intégreront des composants usagés de voitures et de motos remanufacturés par la société Surplus Recyclage (jantes, moyeux, freins, disques, maitre cylindres). Pour les système de freins un double sourcing de composants interchangeables sera recherché pour augmenter la résilience du sourcing de composants (notamment pour les disques et étriers de freins ou des composants Grimeca et Heng Tong sont interchangeables sur les motocyclettes d'origine Piaggio). De même un double sourcing de maitres cylindres de freins sera recherché.

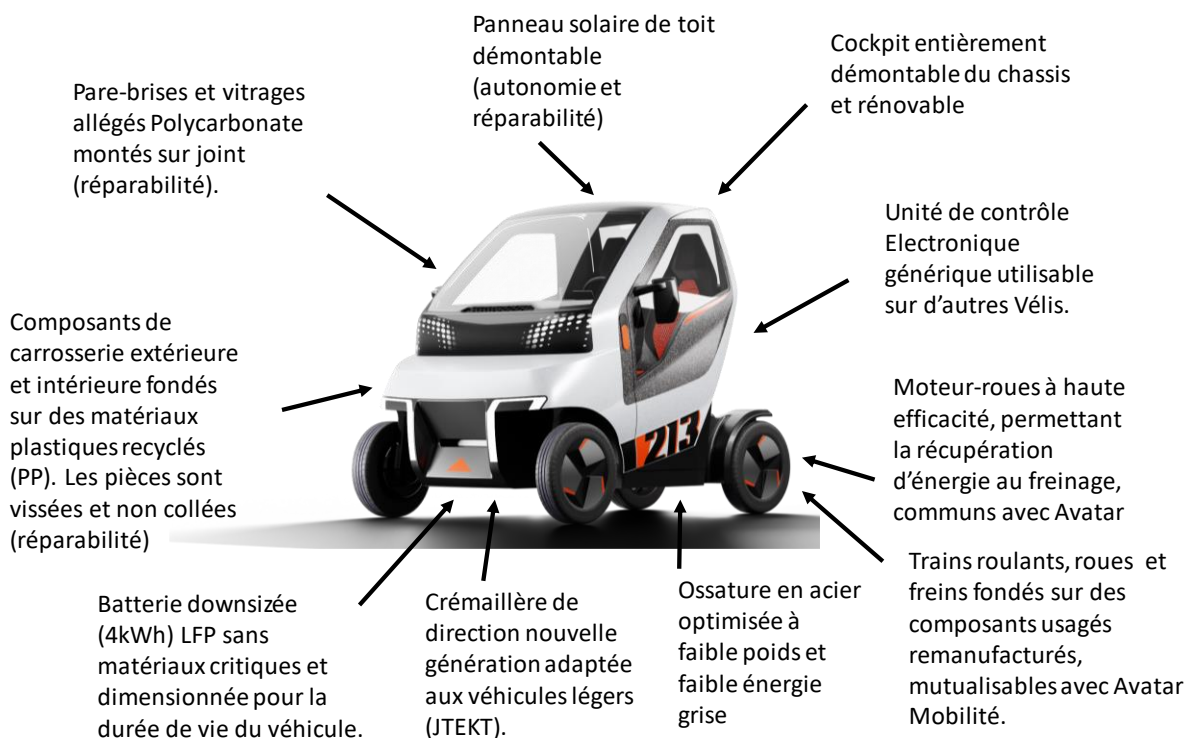


Illustration des choix et points techniques opérés sur le véhicule Kiwee, mise en visibilité des opérations de maintenance et réparabilité



En synthèse, la carte d'identité du projet et des prototypes est donc la suivante :

- ✓ Performances :
 - vitesse supérieure à 60Km/h
 - autonomie de 60 Km (sur le cycle ECE 15 (UDC))
 - consommation énergétique 7kWh aux 100km
 - dénivelé accessible de 1000m

- ✓ Caractéristiques :
 - poids 450kg
 - ossature en acier (faible contenu en CO2/Energie gris(e)) de masse réduite
 - utilisation de matériaux de carrosserie légers (pare-brise en PC Plastrance) ou recyclés (Lines Manufacturing)
 - moteurs roues à fort rendement
 - toit solaire (SolarCloth)
 - usage d'une petite batterie (4kWh LFP, Arts Energy)

- ✓ Objectif 100% de polymères issus de matériaux recyclés

- ✓ Objectif 80% d'usage de composants mutualisés, notamment avec Avatar Mobilité (roues, freins, pneus, trains roulants, moteur roues et crémaillère de direction (JTEKT)) dont certains issus du remanufacturing de pièces auto et moto usagées (Surplus Recyclage, freins, roues).

Le projet est en phase de transition vers la phase industrielle qui pourra être initié dès 2025, en particulier en ce qui concerne les phases d'introduction de composants et matériaux issus de l'économie circulaire (remanufacturing de composants et intégration de polymères issus de recyclage), ainsi que celles relatives à l'assemblage..