

# Projet de Véhicule Léger Intermédiaire

Association EVLI4XDA

1 LA  
Darquette

# Contexte

- ▶ Les Enjeux de la Mobilité
  - ▶ CO2 et GES transport
  - ▶ Energie grise et Analyse du Cycle de vie
- ▶ ADEME, *Agence de la transition énergétique*
  - ▶ *AAP eXtrême Défi*
- ▶ AVELI, *Association des Véhicules Légers Intermédiaires*
- ▶ Nos inspirations
- ▶ Positionnement EVLI4XDA & La Barquette



# Les enjeux de la Mobilité

## Décarbonation & Sobriété

## Liberté et Responsabilité

- ▶ Réduire l'impact environnemental des transports, 1er secteur émetteur de GES en France
- ▶ Réduire la pollution pour améliorer la qualité de l'Air
- ▶ Développer des solutions de mobilité durable pour tous en ville comme à la campagne
- ▶ Sortir de la dépendance aux énergies fossiles

Dont 51% proviennent des véhicules particuliers Et 20% des utilitaires légers



En 2019, les voitures particulières (37,7 millions de véhicules) ont émis 69,5 Mt CO<sub>2</sub> eq. de GES, soit 51 % des GES du secteur des transports et 16 % de l'ensemble des émissions nationales. Le parc de véhicules est constitué à 60 % de véhicules à motorisation diesel et à 39 % de véhicules à motorisation essence, la part des véhicules roulant au GNV ou au GPL et des véhicules électriques étant marginale.

# L'extrême défi de l'ADEME



**EXTREME DEFI**  
ADEME Mobilité

- ▶ **Une collection de véhicules “entre le vélo électrique et l’automobile” et un cahier des charges eXtrême**
- ▶ L'extrême Défi est une démarche collective en coopération dont l'objectif est d'imaginer, prototyper et produire ces nouveaux véhicules sobres, durables, légers, simples et peu coûteux, remplaçant la voiture pour les déplacements du quotidien dans des territoires péri-urbains et ruraux : trajets domicile-travail, courses et loisirs du quotidien, logistique. Ces véhicules seront par design évolutifs, reconditionnables, à durée de vie très longues, très efficaces et assemblés, maintenus localement. Pour fixer une direction, l'ADEME a établi un [cahier des charges](#) :
  - **10 fois moins coûteux** par rapport à une automobile (0,6 à 0,8 €/km pour 10000 km/an d'après A.C.F.) en intégrant l'ensemble des dépenses grâce à un embarquement de batterie minimaliste, l'utilisation de composant standardisé, mutualisé entre différents véhicules et une conception permettant de garantir une longue durée de vie, donc une faible perte de valeur dans le temps,
  - **10 fois plus durable** en visant une très haute recyclabilité, capacité à être réparé, reconditionné pour avoir plusieurs vies, plusieurs usages. La durée de vie moyenne d'une voiture est de 13 ans et l'âge moyen du parc automobile est de 11 ans.
  - **10 fois plus léger** pour réduire fortement le besoin de batterie, la consommation d'énergie donc les coûts. La masse moyenne des voitures neuves vendues en 2019 est 1240 kg. Ce critère est essentiel pour atteindre la neutralité carbone.
  - **10 fois plus simple** en travaillant l'écoconception pour réduire le nombre de composant, avoir des assemblages démontables, utiliser au maximum des standards et travailler collectivement sur l'interopérabilité.
  - **10 fois moins puissant** grâce à un véhicule léger et efficient mais également avec des vitesses maxi adaptées aux besoins et aux territoires entre 25 et 80 km/h.
- ▶ *L'objectif commun est de remplacer l'usage de la voiture dans les déplacements du quotidien, qui en moyenne sont de 12km et durent une demi heure...*

# L'extrême défi de l'ADEME



**EXTREME DEFI**  
ADEME Mobilité

Si vous pensez que l'eXtrême Défi est un projet utile pour changer la mobilité, il y a plusieurs façons de vous engager et ainsi soutenir ce programme collectif. Vous trouverez certainement un rôle à jouer en rejoignant la communauté en tant que :

Association  
EVLI4XDA



ICAM Nantes  
Ecole d'Ingénieur

# AVELI



- ▶ L'association des Acteurs des Véhicules Légers Intermédiaires
- ▶ Créée en 2023
- ▶ Ensemble de Solutions
  - ▶ Avatar, Midipile, Kilow & La Bagnole...

# Nos Sources d'inspirations

Etat de l'art

# L'histoire de l'Automobile, nos inspirations

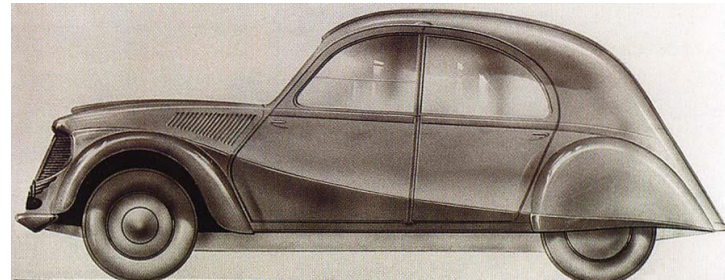
- ▶ L'aérodynamisme d'une barquette de course
- ▶ 56<sup>e</sup> Stand et indice de performance 24h du Mans
- ▶ Shell éco-marathon & Albi éco-race



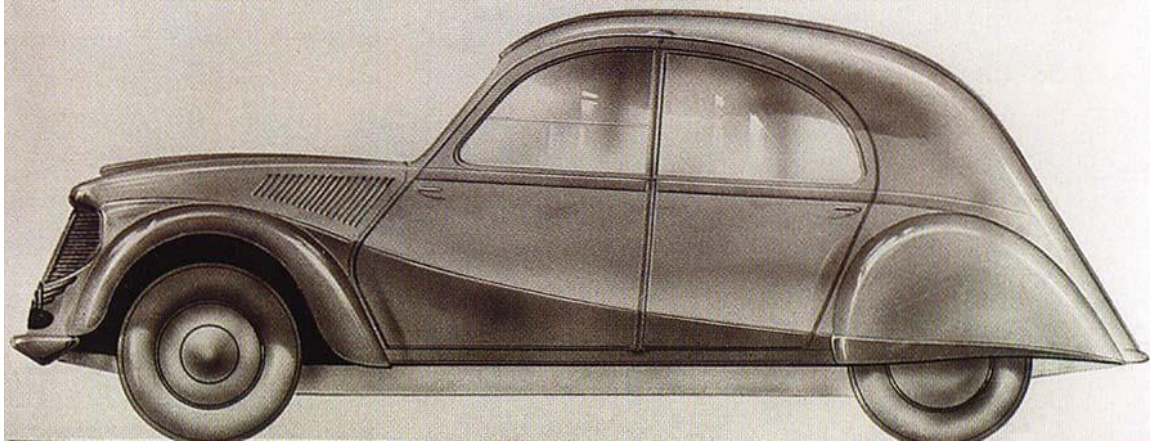


# Les Youngtimers

- ▶ Citroën 2CV et LNA
- ▶ Peugeot 104
- ▶ Renault 4L et Super 5



# La Citroën 2CV



- ▶ **Le mythe 2CV, de la rédaction du cahier des charges à la fin de sa production.**
- ▶ La 2 CV a été conçue dans le but d'être une voiture économique, tant à l'achat qu'à l'entretien. C'est pourquoi la fabrication doit être rapide et l'usure générale de la voiture faible.
- ▶ **Pour une fabrication plus simple** : le même type de vis est utilisé quasiment partout, le moteur se met en place très facilement et tient par 4 vis, même chose pour la carrosserie en tôle.  
**Pour une usure faible** : la longévité est privilégiée plutôt que la performance, techniquement ça se traduit par un jeu entre les pièces plus grand (en millièmes de mm), et surtout des solutions simples mais efficaces.

Faites étudier par vos services une voiture pouvant transporter deux cultivateurs en sabots, cinquante kilos de pommes de terre ou un tonnelet à une vitesse maximum de 60 km/h pour une consommation de trois litres d'essence aux cent. En outre, ce véhicule doit pouvoir passer dans les plus mauvais chemins, il doit être suffisamment léger pour être manié sans problèmes par une conductrice débutante. Son confort doit être irréprochable car les paniers d'œufs transportés à l'arrière doivent arriver intacts. Son prix devra être bien inférieur à celui de notre Traction Avant. Enfin, l'esthétique importe peu.

En résumé, quatre roues sous un parapluie avec quatre places assises, 50 kg de bagage transportable, 2 CV fiscaux, traction avant comme les 11 et 15/Six, 60 km/h en vitesse de pointe, boîte à trois vitesses, facile d'entretien, possédant une suspension permettant de traverser un champ labouré avec un panier d'œufs sans en casser un seul, et ne consommant que 4 à 5 litres aux 100 kilomètres. Respecter cette devise, rester simple sans être spartiate. Un coffre qui ne fera pas un record de valises, tout au plus un grand sac à dos de campeur, pas indispensable d'emporter la tente. Sièges coulissants, voiture de jeunes, voiture d'amoureux. Pour le moteur, il sera plus brillant que celui de sa grand-mère et ce ne sera pas le leader d'un bouchon. Elle n'aura pas non plus la glace descendante...

# La Renault 4L

- ▶ Minimaliste mais pas Spartiate
- ▶ Dimensions des roues 4''
- ▶ Versions utilitaires



# Les Lotus

- ▶ Rapport poids puissance
  - ▶ Le cahier des charges était simple. La nouvelle Lotus devait respecter la marque de fabrique du constructeur, son ADN : la légèreté couplée à la performance.
- ▶ Châssis Aluminium Collé
- ▶ Centre de gravité bas



# Les Concept Car Citroën

## ▶ X E-tense

- ▶ Asymétrique
- ▶ Sport auto vs cocooning



## ▶ Öli

- ▶ Carrosserie Carton
- ▶ Conçu pour durer



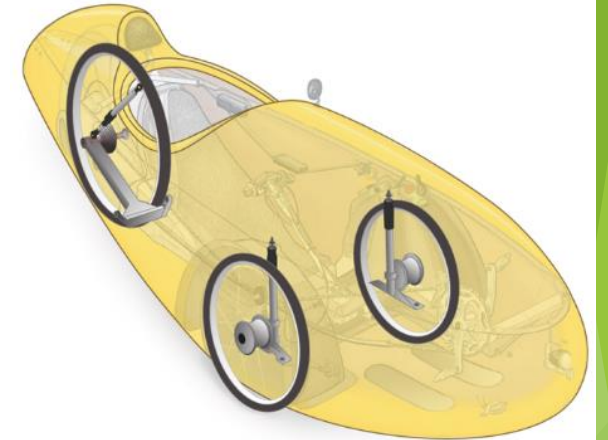
# Energie Solaire

- ▶ World Solar Challenge
- ▶ Augmenter l'autonomie
- ▶ Recharger pendant la journée
- ▶ Echapper aux bornes de recharge



# Human Powered Vehicles

- ▶ Vélo couché plus aérodynamique
- ▶ Vélomobile pour aller plus vite
- ▶ World Human Powered Speed Challenge
  - ▶ Record de vitesse de 140km/h
- ▶ Avec ou sans pédale ?
- ▶ Quelle part minimale d'énergie humaine acceptable ?



# Le vélocar d'hier et de demain

- ▶ Charles MOCHET 1927

CM 125 Y 1956

- ▶ La Raht-Racer 2018

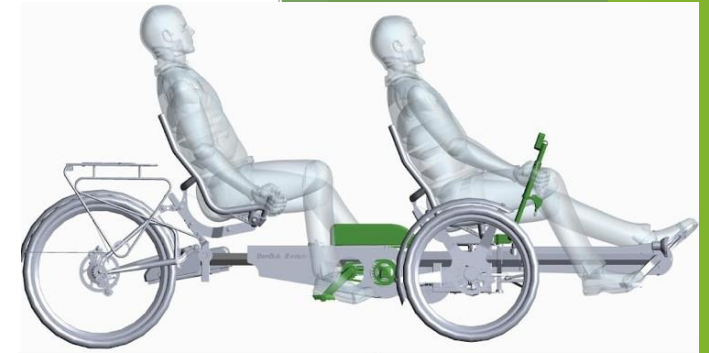
- ▶ La Twike 1995





# Tandem

- ▶ Tandem E-trike - Bambuk
- ▶ Tandem Hase-Pino
- ▶ Tandem double D de M5



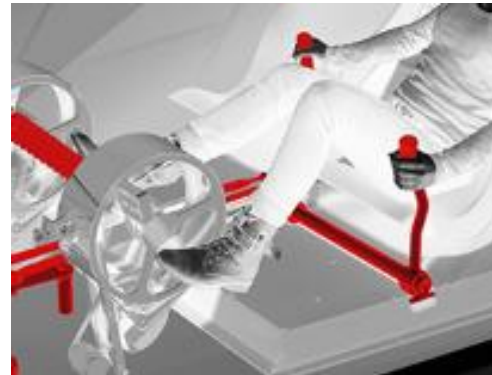
# Un outil Fitness

- ▶ Mesure fréquence cardiaque
- ▶ Position semi-allongée
- ▶ Fitness le temps du transport
- ▶ Conversion de l'énergies musculaire en énergie électrique
  - ▶ Optimiser l'effort humain
  - ▶ Optimiser les rendements de conversion



# Un pilotage Geek + accessibilité pour les personnes à mobilité réduite ?

- ▶ Pilotage par bras de levier ou volant ou guidon ?
- ▶ Joysteur ?
- ▶ Aide / Voiture autonome ?



« Inventer, c'est penser à côté » Albert Einstein

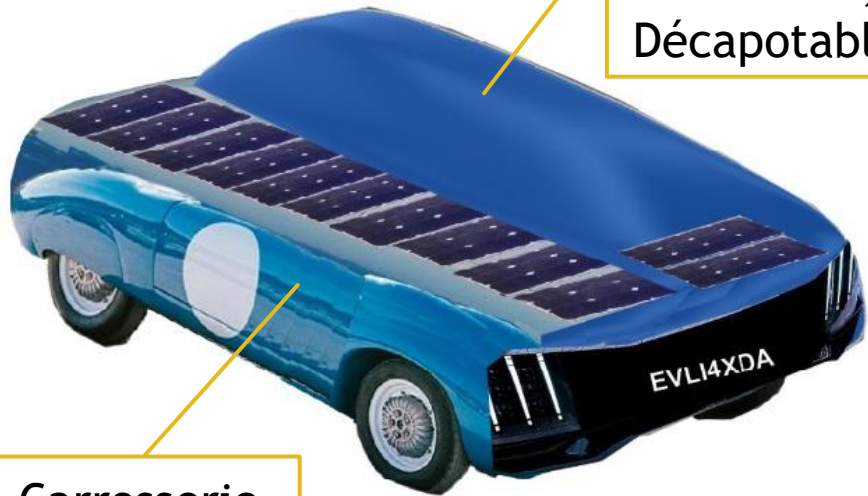
« En France, on n'a pas de pétrole, mais on a des idées » Valérie Giscard d'Estaing

« Ils ne savaient pas que c'était impossible, alors ils l'ont fait. » Mark Twain

# Notre Idéation

Positionnement de l'équipe et concept de véhicule

# Notre Concept



Habitacle,  
Décapotable

Carrosserie  
Solaire

Motorisation  
Hybride  
Musculaire/  
Electrique



EVLI  
4  
XDA

Carrosserie  
Aérodynamique  
Barquette de Course



Sport, *véhicule fitness*

Deux personnes en  
Tandem

Coffre **Barquette Alu**  
Transporter des objets  
volumineux/long

Utilitaire, *Volume de transport*

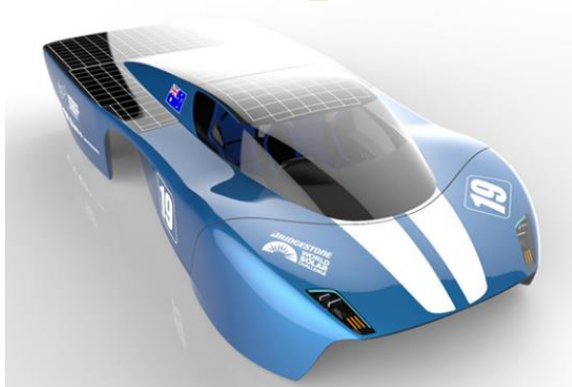
# Notre Concept



Tandem



Coffre latéral



Barquette Solaire



By EVLI4XDA

Notre Concept

Léger  
Aérodynamique

LA  
Darquette

# Notre ambition

- ▶ Pour la meilleure performance possible dans les catégories **L6e** et **L7e**:
  - ▶ Meilleur coefficient  $S \cdot C_x$
  - ▶ Meilleur ratio puissance/poids et couple/poids
  - ▶ Meilleur ratio autonomie/capacité
- ▶ Efficacité, Sobriété, Minimalisme, Fonctionnalité, Modularité.
- ▶ Repenser le SUV comme un véhicule d'activité sportive avec une grande capacité de Stockage



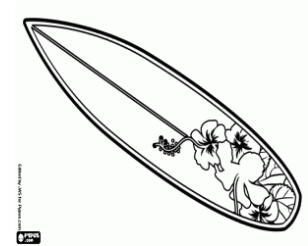
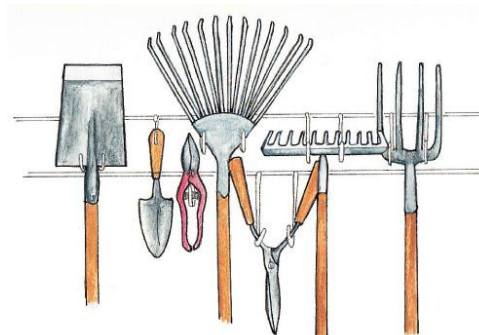
# Le transport d'objets longs

## ► Loisirs :

- Surf, Skis, Snowboard
- Instruments de musique

## ► Outils :

- Echelles
- Jardinage
- Planche



# Modularité

- ▶ Le coffre modulable pour le professionnel
- ▶ Personnalisable pour le particulier
- ▶ Minimum 2 Batteries Amovibles
  - ▶ 1 jeu en circulation & 1 jeu en charge au quotidien
    - ▶ Reduction du poids en circulation
    - ▶ Utilisation de solaire de l'habitat
  - ▶ Plusieurs jeux pour l'autonomie
    - ▶ De 20 à 200km
    - ▶ De 6 à 18 kWh



# Le public visé

- ▶ Transport de biens et de personnes
- ▶ Véhicule Sport/Loisir et Utilitaire
  - ▶ Trajets quotidiens en autonomie énergétique (< 30km)
  - ▶ Trajets weekend du loisir (<200km) + remorque vacances (<500km)
  - ▶ A destination des professionnels
    - ▶ Artisans
    - ▶ Logistiques
    - ▶ Jardiniers Paysagistes
- ▶ Personnes à mobilité réduite

# Le marché

- ▶ B2B
  - ▶ Artisans
  - ▶ Logistique
  - ▶ Camping
- ▶ B2C
  - ▶ Alternative au SUV et au pétrole
  - ▶ *Après la maison à énergie positive, la voiture à énergie positive*
- ▶ Location garante de l'ensemble du Cycle de Vie
  - ▶ Au quotidien pour particulier et Artisan
  - ▶ Pendant les vacances dernier km vers la plage
  - ▶ Cyclotourisme
- ▶ Economie de la fonctionnalité
  - ▶ €/KM

# Terrains



- ▶ ~~Piste cyclable -> trop large, trop imposant, trop rapide~~
- ▶ Urbain -> inconvénients : manques de visibilité, maniabilité
- ▶ **Péri-Urbain -> Terrain de prédilection**
- ▶ Montagne -> Bonne tenue de route et frein moteur nécessaires
- ▶ ~~AutoRoute -> pas assez rapide~~

- ▶ Bitume -> Terrain de prédilection
- ▶ Chemin -> Type SUV, camping
- ▶ ~~Off Road~~



# Versions envisagées

## L6eB

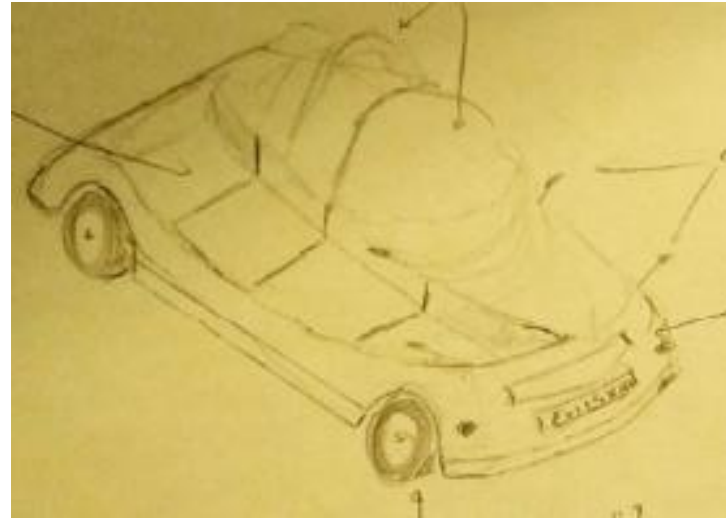
- ▶ 45km/h
- ▶ 300cm de long
- ▶ 6kW de puissance
- ▶ Avec/Sans pédalier mécanique
- ▶ Avec/Sans pédalier électrique
- ▶ Avec/Sans coffre photovoltaïque

## L7eCU

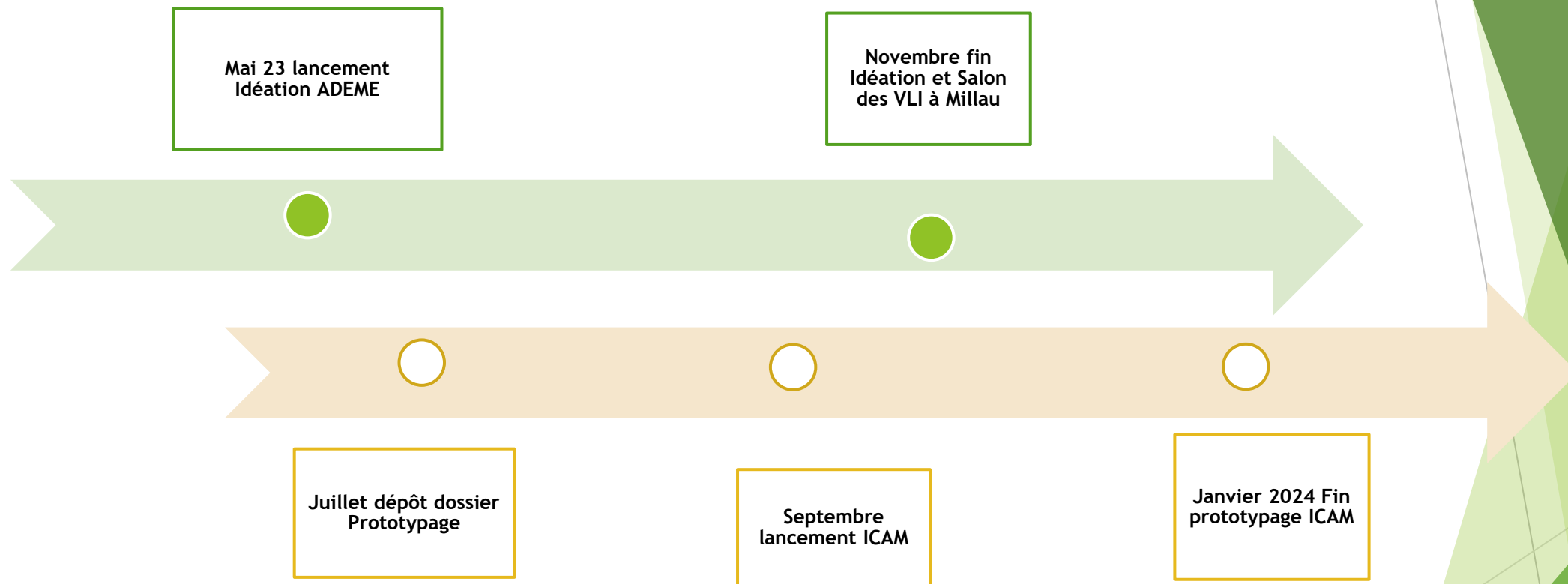
- ▶ 80-90km/h
- ▶ 370cm de long
- ▶ 15kW de puissance
- ▶ Sans pédalier
- ▶ Avec coffre photovoltaïque



Merci de votre attention !



# Chronologie projet





# Groupe de travail

## Chaîne cinématique et énergétique

- ▶ Entrées d'énergie :
  - ▶ Panneaux solaires
  - ▶ Prise 220V
  - ▶ Pédalier générateur 12V
- ▶ Stockage d'énergie
  - ▶ Batteries 48V
  - ▶ Batterie 12V
- ▶ Sorties d'énergie
  - ▶ Moteurs roues
  - ▶ 12V, USB et 220V dans habitacle

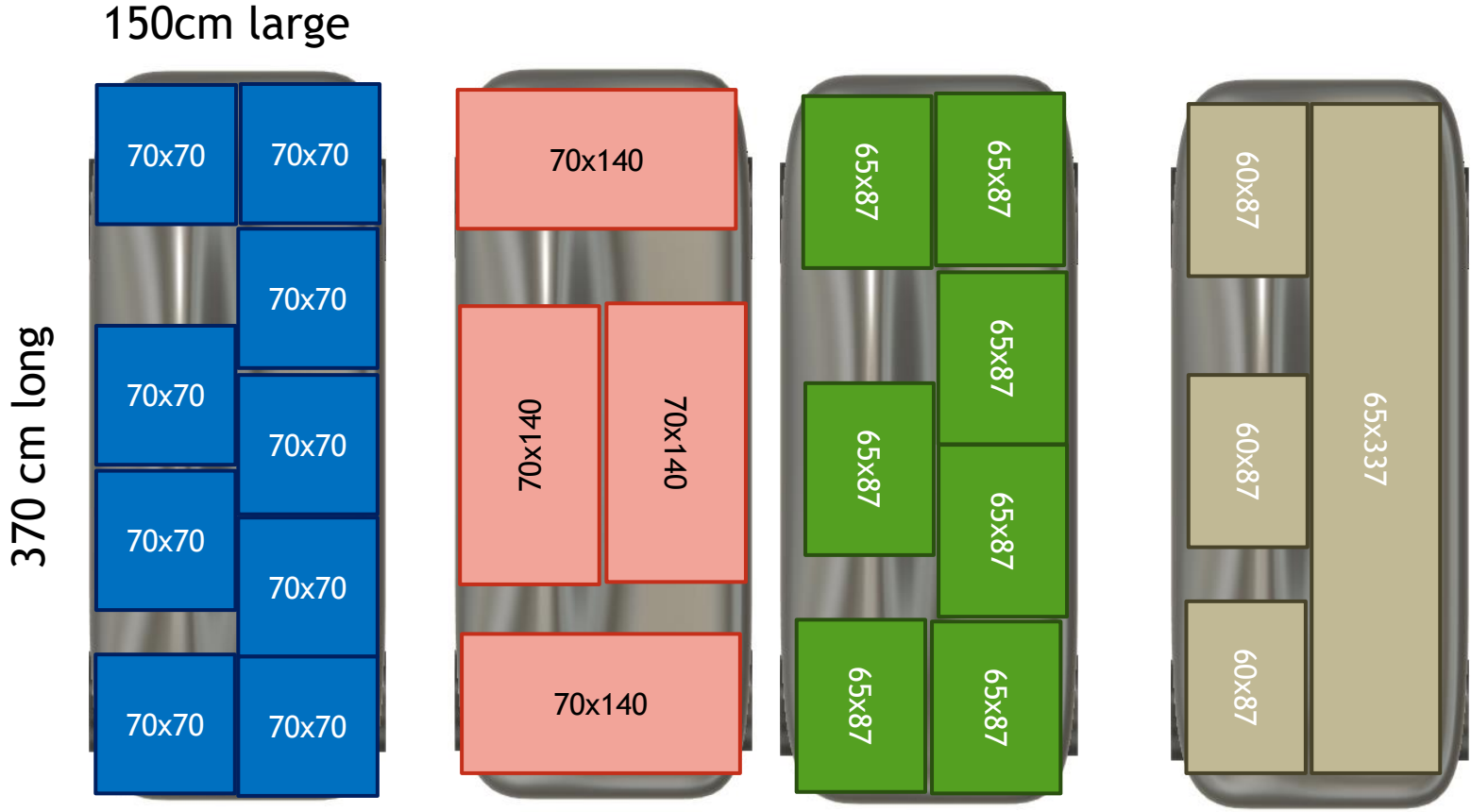


# Groupe de travail

## Chaîne cinématique et énergétique

- ▶ Réduire l'impact environnemental
  - ▶ Longueur de câbles
  - ▶ Kg de matériaux
  
- ▶ Veille : Composants chaîne cinématique + écran
  
- ▶ Sécurité / Homologation :
  - ▶ Phares et signalisation, Klaxon, dispositifs de dégivrage et de désembuage

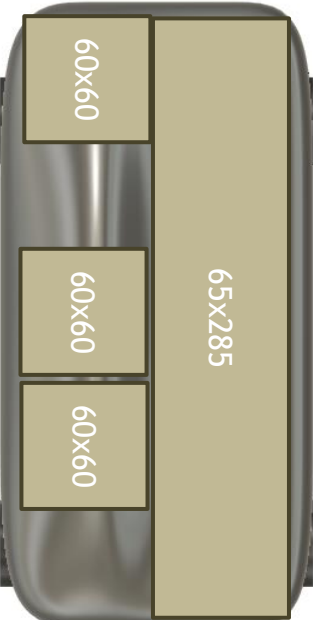
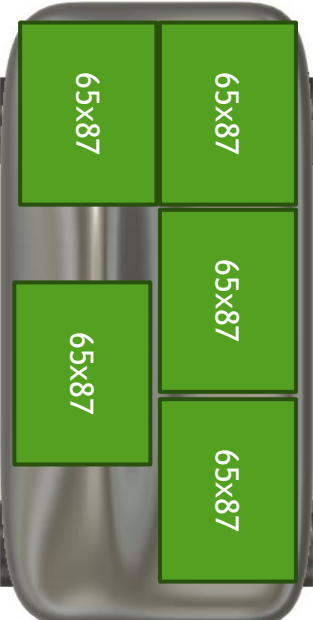
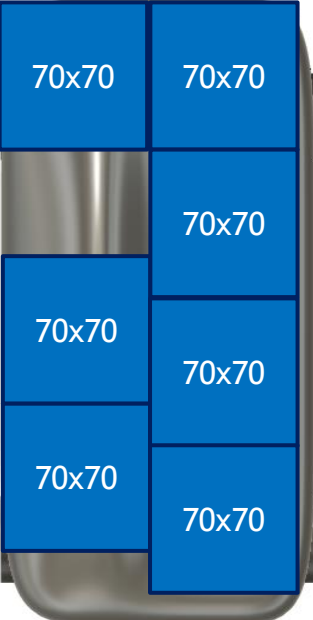
# Disposition cellules solaires 370cm



# Disposition cellules solaires 300cm

150cm large

300 cm long



# Motorisation Option 1

▶ ~~1 Moteur pédalier 5000W + 2 Moteurs Roues 5000W:~~



▶ 1 Pédalier avec assistance de 2 moteurs roues 7500W/3000W

▶ Quelle boîte de vitesse ?

▶ Effigear Valeo ? Vitesse max ?



▶ Quid tandem ?



# Motorisation Option 2

- ▶ 0, 1 ou 2 pédaliers conversion électrique 12V ?
- ▶ + 1 Moteur Essieu 6 ou 15 kW: Twizy ou Ami ?



# Groupe de travail

## Structure et habitacle

- ▶ Etude de deux personnes l'une derrière l'autre et de l'assise semi-couchée
- ▶ Structures aluminium en 150\*300 et 150\*370cm
- ▶ Optimisation du volume disponible + expérience utilisateur
  
- ▶ Réduire l'impact environnemental
  - ▶ Kg de matériaux
  
- ▶ Sécurité / Homologation :
  - ▶ Frein à main, essui glace, ceintures, Ventilation

# Modularité / Réglages

- ▶ Modularité :
  - ▶ Plateforme vs coffre
  - ▶ Rangements
  - ▶ Nbre de sièges
    - ▶ Soit 2 adultes en tandem
    - ▶ Soit 1 adulte et deux enfants
  - ▶ Electrique et Photovoltaïque et/ou Pédalier
  - ▶ Kit Batterie(s)
  - ▶ Remorque avec extension batterie
  - ▶ Tente et cyclotourisme
- ▶ Réglages :
  - ▶ Sièges (Longueur jambe, Assise)

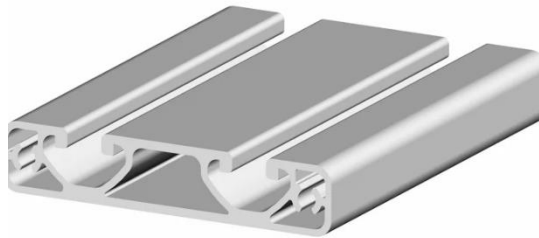


# Châssis

Arceaux de protection



Rail modulable de réglage habitacle



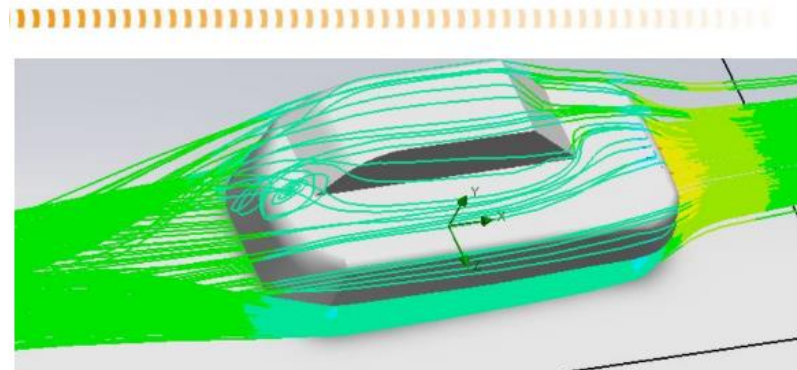
# Groupe de travail

## Carrosserie composite

- ▶ Aérodynamisme (SCx le plus faible possible)
  - ▶ Sur Carrosserie
  - ▶ Sous Châssis

Cx : 0,4  
SCx : 0,6

Etude Cx



- ▶ Réduire l'impact environnemental
  - ▶ Kg de matériaux

- ▶ Enjeu : Esthétique et fonctionnalité, personnaliser « proue et poupe »

# Dimensions

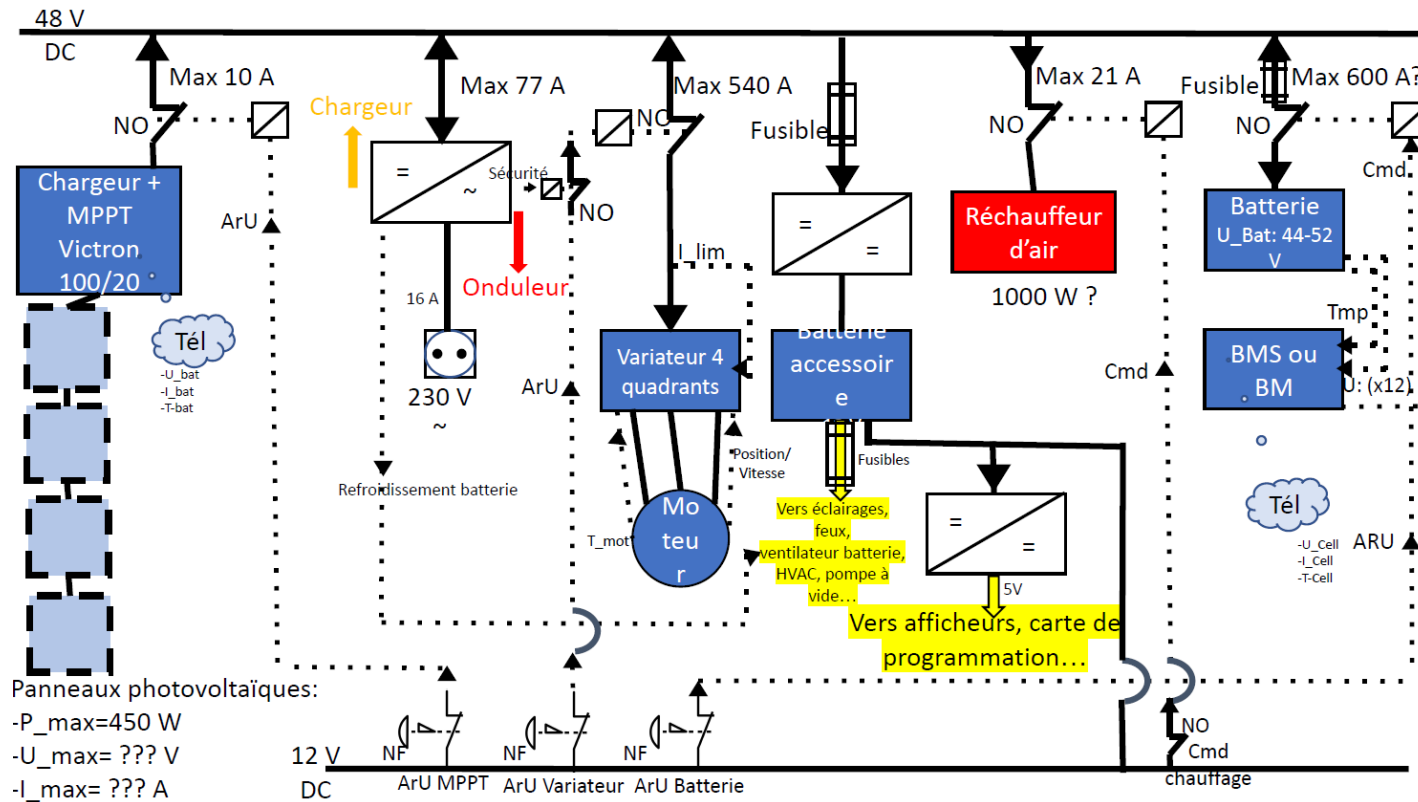
- ▶ Maximiser longueur pour Maximiser potentiel Solaire
  - ▶ Largeur 150cm
  - ▶ Longueur 370cm en L7e, 300cm en L6e
- ▶ Aérodynamisme
  - ▶ Hauteur Max habitacle entre 130 et 160cm

# Matériaux

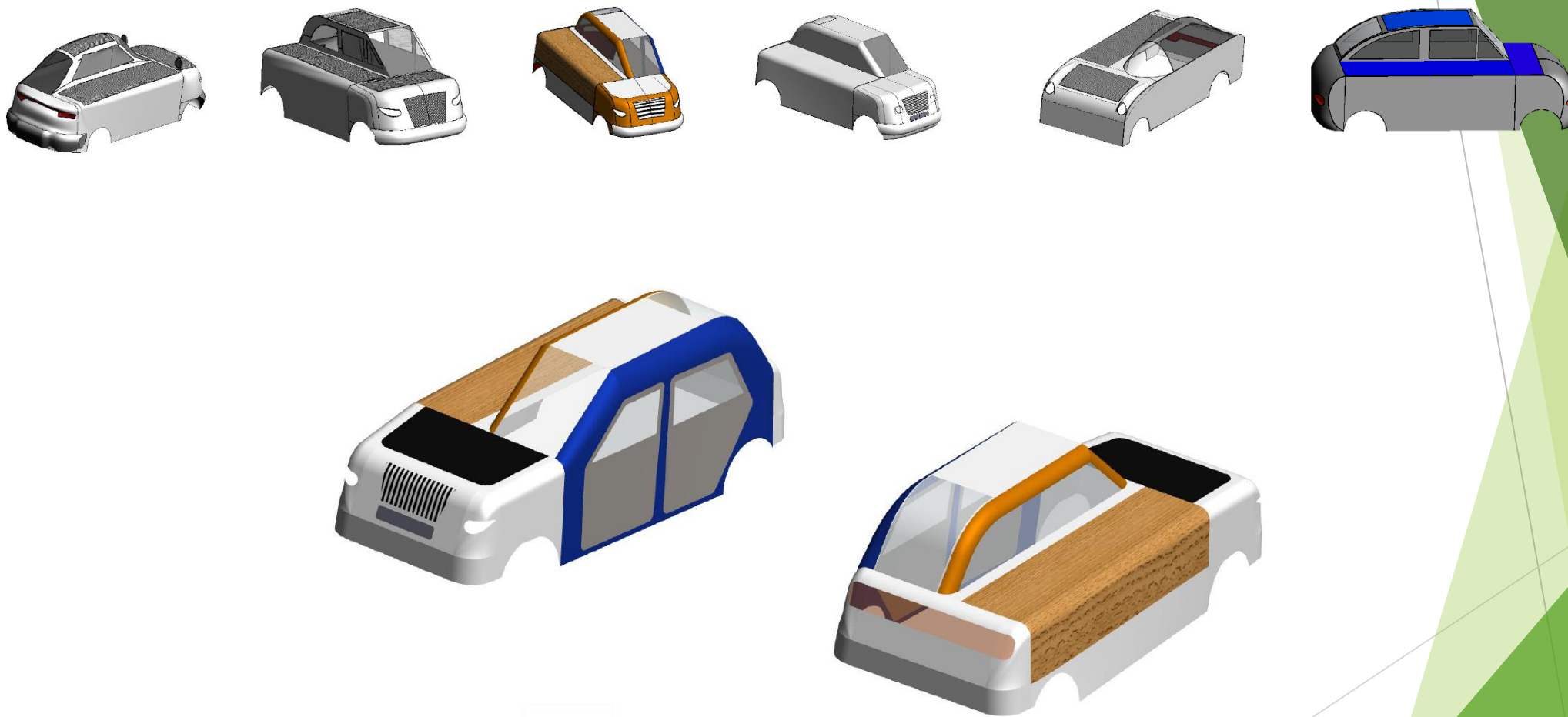
- ▶ Scénario 100% métal, recyclable
  - ▶ Acier (*Exemple La Bagnole Kilow*)
  - ▶ Aluminium (*Exemple Weez Eon Motors*)
- ▶ Scénario Métal + Composite
  - ▶ Châssis Alu (*Exemple Lotus ou Aixam*)
  - ▶ Composite à base de fibre de lin, résine recyclable voire carton (*Exemple Citroën Oli*)
- ▶ Scénario Thermoplastique
  - ▶ Recyclable (*Exemple Avatar Mobilité*)

Mais aussi : bois, [Precious Plastic](#) (Recyclé), Dibond

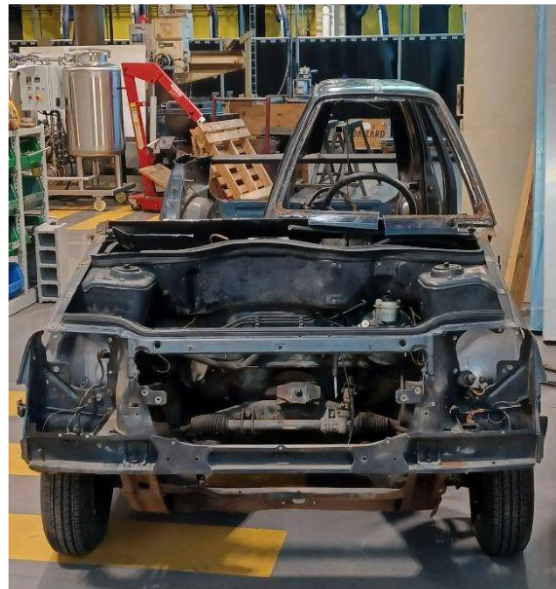
# Chaîne énergétique



# Designs



# Prototype & POC



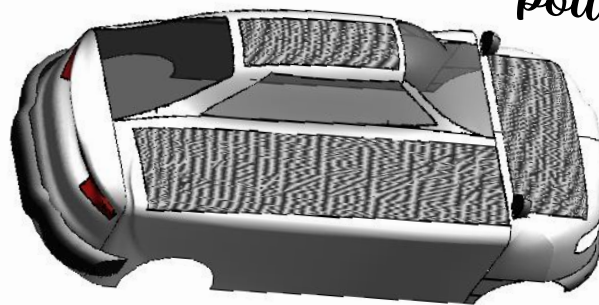
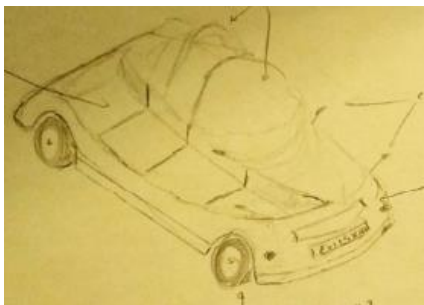
Soutenu par



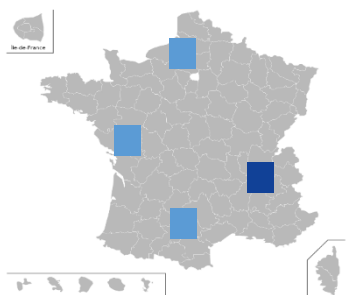
# Projet LA BARQUETTE

soutenu dans le cadre de l' **EXTREME DEFI**  
ADEME Mobilité

pour les phases d'Idéation et Prototype 2023



Nous serons présents à Millau  
pour le Salon des Véhicules Intermédiaires  
du 7 au 9 Nov ! Inscrivez vous



L1e		L2e	L3e	L4e	L5		L6e		L7e		
Light two-wheeled vehicle		Three-wheel moped	Motorcycle	With side car	Tricycle		Light quadricycle		Heavy quadricycle		
L1e-A Powered cycles	L1e-B Moped	L2e	L3e	L4e	L5e-A Tricycle	L5e-B Commercial tricycle	L6e-A Light quad	L6e-B Light quadrimobile	L7e-A Heavy on-road quad	L7e-B Heavy all-terrain quad	L7e-C Heavy Quadrimobile
		L2e-P 	L3e-A1 	L4e-A1 				L6Be-P 	L7e-A1 	L7e-B1 	L7e-CU 
Limited speed		L2e-U 	L3e-A2 	L4e-A2 				L6Be-U 	L7e-A2 	L7e-B2 	L7e-CP 
			L3e-A3 								
≤50cc, ≤25 km/h, 250W-1kW	≤50cc, ≤45 km/h, ≤4 kW	≤50cc, ≤45 km/h, ≤4 kW, ≤270 kg	≤11 kW, A2, ≤35 kW		≥3W, <1000 kg	≥3W, <1000 kg, max 2 seats, V 0.6m³	≤4kW, ≤425 kg, ≥45 km/h (D, G)	≤8kW, ≤425 kg, ≥45 km/h (D, G)	≤15kW, ≤450 kg	W:≥60, U:≥60 kg	P:≥450 kg, U:≥600 kg (D, G)



# Salon de Millau 7-8-9 novembre 2023

- ▶ Rencontres Acteurs
  - ▶ constructeurs & équipementiers
  - ▶ Territoires, Pouvoir public
  - ▶ Association INVD, Enseignement
- ▶ Expression du besoin

# Expression du besoin

## Vélot : Expression des besoins d'In'VD au 07 11 2023

A la base, l'objectif de ce véhicule est de pouvoir remplacer la deuxième voiture.

Aujourd'hui, l'expérience nous montre que ce type de véhicule, bien conçu, peut facilement devenir le véhicule principal dans bon nombre de cas. A l'instar des vélos (carga et autres) qui deviennent le véhicule principal de certaines personnes en ville, ce type de véhicule peut, à son tour, devenir le véhicule principal dans bon nombre de cas ruraux, et/ou péri urbains.

L'expression des besoins de ces « VUUL » Véhicule Utilitaire Ultra Léger pourrait se définir, d'une façon non exhaustive, de la manière suivante :

- Véhicule à 4 roues
- Hybride : électrique + pédalage,
- Pour 2 adultes en tandem, ou 1 adulte et 2 enfants à l'AR + affaires
- Mobilité active pour le conducteur (pédalage assisté)... peut être en option ?
- Une malle de 200 litres minimum, qui ferme à clef pour les affaires à transporter (sacs, courses, etc.)
- Carrosserie ultra légère qui protège contre les intempéries : pluie, vent froid, et nuisances au sol
- Une carrosserie fermée à l'air froid rend le véhicule plus facilement utilisable en hiver
- Une partie de la carrosserie amovible pour l'été pour créer une ventilation naturelle
- Essuie glace, pare soleil, rétroviseurs
- Dispositif anti buée / désembuage côté intérieur du pare brise
- Boite(s) à gants
- Eclairage aux normes + feux de route et feux de croisement
- Un cric + outillage de première nécessité
- Transport de deux enfants à l'AR ; une banquette AR munie de deux ceintures de sécurité enfants
- Break : la banquette AR est facilement rabattable pour y charger du matériel
- Une malle d'un volume au moins égal à 200 litres, accessible par l'AR
- Autonomie proche de 100 km + 1 000 m D+
- Vitesse d'assistance maximum : 45 km/h + frein régénération,
- Vitesse dans une pente à 3 % : 45 km/h, pente à 5 % : 40 km/h, pente à 10 % : 30 km/h
- Véhicule routier, et qui a la capacité de bien s'en sortir dans les chemins (VTC : véhicule tous chemins)
- Ce véhicule, chargé au maximum, doit réussir un démarrage en côte de 15% à son PTAC (350 à 550 kg, selon version).
- Avec une prise en main très rapide, très simple, très intuitive
- Ce véhicule doit être simple, fiable, et robuste
- Puissance moteur = 1kW/100 kg de PTAC, moteur(s) à 2 vitesses pour meilleure puissance à bas régime
- Recharge totale possible en deux heures et possible en dessous de zéro degrés (jusqu'à -15°)
- Batterie durable dans le temps
- Il doit pouvoir parcourir 50 000 km avec une maintenance qui se limite à de l'entretien, et au remplacement des pièces d'usure (une fois par an ou chaque 10 000 km).
- Homologué selon la législation en vigueur en L6e
- Poids à Vide ; PV : 150 à 250 kg selon version ;
- Capacité d'emport : 200 à 300 kg selon version ;
- Poids remorquable : 75 à 125 kg (1/2 poids du véhicule tracteur, selon la législation)
- Donc PTAC 350 à 550 kg selon version (Poids Total / Autorisé en Charge)
- En option :
  - La banquette AR peut avancer ou reculer, selon enfant(s) ou adulte, et laisser place à une malle plus volumineuse.
  - Panneau solaire
  - Attelage de remorque
  - Un dispositif additionnel pour une autonomie accrue

- ▶ 4 roues
- ▶ Motorisation électrique
- ▶ Option pédalier / mobilité active
- ▶ Option panneau solaire
- ▶ Autonomie 100km mini
  - ▶ voire 200km avec pack Batteries Additionnel
- ▶ Vitesse Max 90km/h
  - ▶ Route voire chemins
- ▶ Puissance >6kW / <15kW
- ▶ Poids à vide le plus léger possible < 400kg, 600kg avec Batteries
- ▶ PTAC de 600 à 900kg
- ▶ Capacité d'emport 300kg hors remorque
  - ▶ 2 personnes + 150 kg de matériel
- ▶ 2 adultes en tandem
- ▶ Transporter des objets longs
- ▶ Carrosserie Ultra légère pour protéger des intempéries
  - ▶ Amovible en été
- ▶ Accessoires & homologation
  - ▶ Essuies glaces, pare soleil, rétroviseurs
  - ▶ Anti buée, ceintures, Boites à gants
  - ▶ Phares, clignotants
- ▶ Modularité
  - ▶ Siège arrière rabattable
- ▶ Ergonomie coffre latéral
- ▶ Possibilité Attelage / Remorque

# Analogies à l'habitat

- ▶ Tiny House vs Maison passive de 90m<sup>2</sup>

- ▶ Sobriété
- ▶ Efficacité
- ▶ Renouvelable

- ▶ BBC, Passif, BEPOS

- ▶ Bioclimatisme

- ▶ Vélo vs Voiture Electrique

- ▶ Sobriété
- ▶ Efficacité
- ▶ Renouvelable

- ▶ Wh/km, Voiture Solaire ?

- ▶ Poids et Aérodynamisme