



# Equipe Colibri

**Extrême défi**

**2022**



# L'extrême défi

Aujourd'hui, dans la plupart des territoires développés en Europe et dans le monde, **il manque une catégorie de véhicules complémentaires aux vélos à assistance électrique sans forcément devenir une « voiture »** capable de rouler sur autoroute à 130km/h entre agilité et protection, n'ambitionnant de se substituer à la voiture que pour les trajets « légers » du quotidien.

C'est dans ce contexte que l'ADEME lance, en association avec plusieurs partenaires, « l'eXtrêmeDéfi » pour créer cette catégorie de véhicules sobres et efficaces, utilisant des composants standards, recyclables et optimisés pour chaque usage.

Utiliser un véhicule pesant plus d'une tonne pour se déplacer seul sur quelques dizaines de kilomètres par jour contribue à la fois directement aux émissions de GES et à la consommation d'énergie.

Dans les centres villes, le réflexe des transports en commun ou du vélo est de plus en plus acquis grâce

aux diverses offres disponibles. Cependant, dès que l'on quitte les centres, la voiture reste bien souvent la principale réponse.

L'objectif est de pouvoir **remplacer la voiture du quotidien** dans de nombreux territoires **péri-urbains et ruraux en développant une collection d'objets roulants véhiculant 1 à 2 personnes et une charge de 100kg** ou bien 3 personnes et leurs sacs, 10x moins coûteux, 10x plus durables et recyclables, 10x plus légers, 10x plus simples, 10x moins puissants qu'un véhicule routier classique.»

L'objectif est de convaincre de recourir à l'usage plus efficace d'un véhicule du quotidien plus économe, complémentaire des offres de mobilités des métropoles jusque dans les territoires péri-urbains et ruraux.

Penser ce véhicule roulant de 1 à 2 personnes avec une charge de 100kg ou bien de 3 personnes avec leurs sacs, qui soit 10x moins coûteux, 10x plus durable et recyclable, 10x plus légers, 10x plus simple et 10x moins puissant qu'une voiture classique,

**tel est l'enjeu de l'eXtrême défi auquel nous nous sommes frottés!**



# L'équipe



**Claude LEHONGRE**

**Conception**

Incubateur chez  
Renault



**Clotilde DATIN**

**Etude de marché**

Consultant  
Transports et  
Mobilités



**Emmanuel FRAISSE**

**Conception**

Chef de projet chez  
Renault



**Magali LANCIEN**

**Communication**

Déléguée générale  
chez French Craft  
Guild



**Maxime SCHUMENG**

**Business plan**

Deputy plant  
Controller at  
Faurecia



**Romain TONDRE**

**Design**

Designer  
indépendant



# Sommaire

## 1. Dossier narratif

Le projet « Colibri » : répondre à une demande qui n'a pas d'offre  
Etat de la concurrence  
Le challenge : garantir la stabilité du véhicule à bas coût  
Colibri : une voiture de la taille d'une moto  
Les clients  
Nouveaux usages  
Bénéfices environnementaux  
Bénéfice sociétaux

## 2. Dossier véhicule

Colibri est un véhicule étroit et haut, ce qui fait sa spécificité et son unicité.  
Système d'inclinaison : 100% mécanique et simple  
Architecture  
Design  
Chassis et carrosserie  
Performances  
Bill of material  
Chiffrages à 1 500 u/an, 15 000 u/an et 150 000 u/ab  
Sourcing possible des pièces  
Annexe 1 – chiffrages détaillés

## 3. Dossier économique

Méthodologie en l'absence de marché existant (model change)  
Prix de vente  
Taille du marché (Europe)  
business plan  
Annexe 1 –business plan détaillé

## 4. Dossier écosystème

Amélioration du débit et la fluidification du trafic  
empreinte au sol et bénéfice pour l'urbanisme  
Bénéfices en tant qu'alternative aux deux roues  
le transport combiné  
La livraison des 20 derniers kilomètres  
Le combiné Colibri + train pour les grands trajets

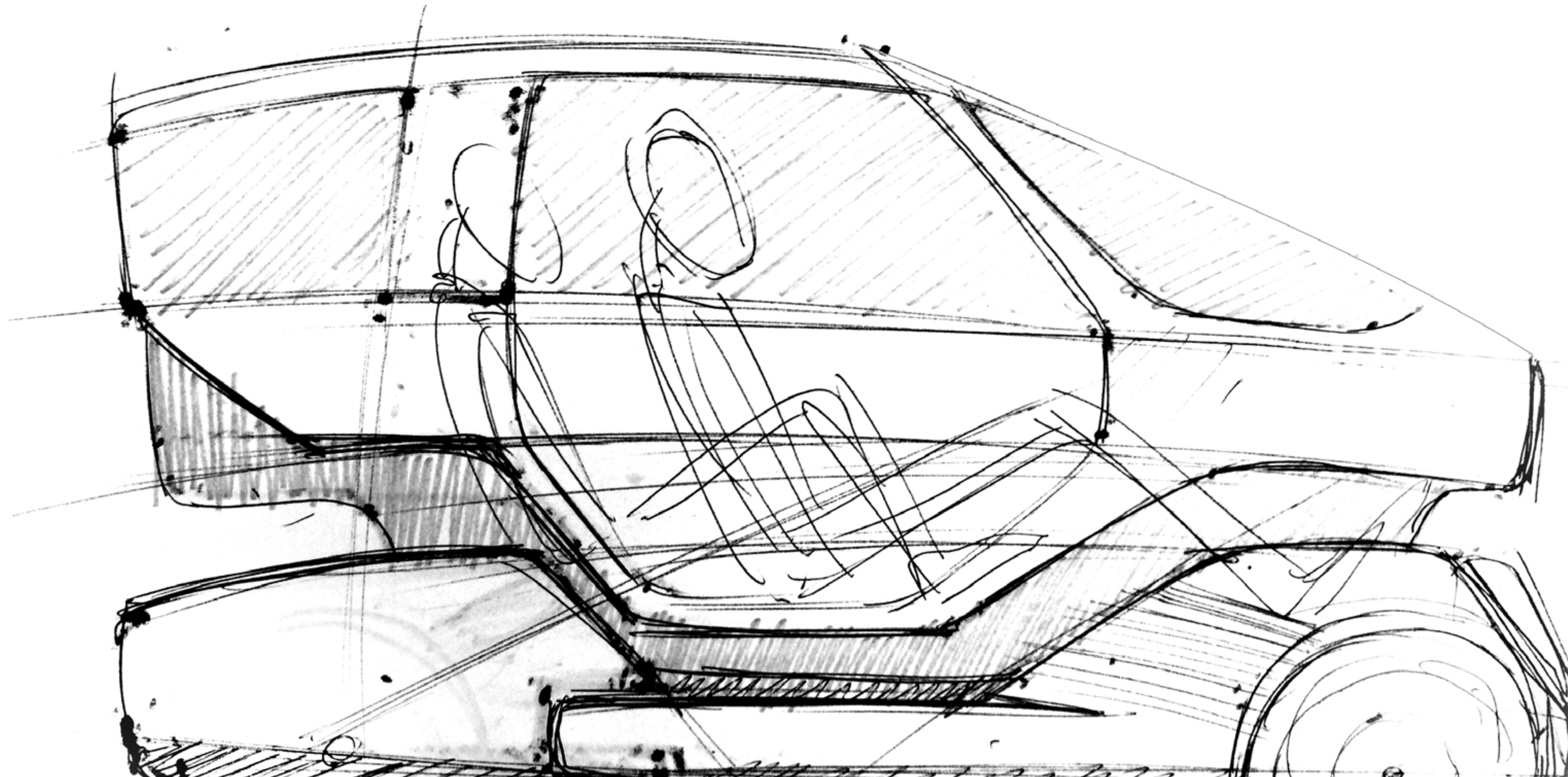
## 5. Dossier énergie

Bilan énergie et matière de Colibri  
Bilan consommation d'énergie  
Matières engagées  
Métaux stratégiques  
L'impact écologique de Colibri lors de la fabrication  
Estimation des émissions de CO2 lors de l'usage  
Annexe 1 –cours des matières et conséquences pour les usagers

## 6. Dossier projet

Les apports de l'extrême défi  
L'équipe  
Le jalonnement  
Soutien financier  
Soutien technique  
Attente pour l'avenir  
Plan de travail 2023

# 1. Dossier Narratif





# Executive Summary

## Contexte

Le transport individuel se répartit actuellement entre :

**Voiture individuelles** 1 à 2 tonnes, majoritairement utilisée avec un seul passager

**Scooters & 2 roues** dangereux

**Mini voitures** performances limitées

**Vélo & patinettes** performances et rayon d'action limité

**Transport en commun** couverture imparfaite, rupture de charge

*Il n'y a pas d'offre alternative à la voiture pour le commuting de tous les jours à un ou deux passagers.*

## Points clés

**Véhicule étroit** comme une moto pour se faufiler dans les embouteillages

**Habitacle fermé** comme une voiture pour le confort et la sécurité – structure, ceintures de sécurité, airbag, protection contre les intempéries, chauffage

**Coût très faible** grâce à un système low cost

**Clients directs** par substitution aux moyens de transport existants

**Nouveaux marchés** comme le transport combiné ou la livraison

**Réservoir de clientèle** estimé à 200 000 / an, avec en opportunité > 1 Million/ an en Europe

*La rentabilité du projet est assurée dès l'introduction en toute petite cadence grâce à un cout de production faible et une attractivité élevée.;  
Pour un bénéfice environnemental immédiat*

**Emissions de CO2** sur le cycle de vie divisés par 10 par rapport à un véhicule classique et une consommation de matière divisée par 4

**Empreinte au sol** divisée par 4, libérant autant d'espace urbain en circulation et en parking

## Attentes

**Attribution d'aide** pour la fabrication et le test d'une démonstrateur

**Relai auprès de décideurs**, investisseurs et industriels

# Le projet « Colibri » répond à une demande de transport qui n'a pas d'offre actuellement

Nous sommes tous confrontés aux contraintes des déplacements en voiture :

- Stress d'être bloqué dans les embouteillages et d'arriver en retard
- Stress de ne pas pouvoir se garer
- Coûts important du carburant et de l'entretien

Néanmoins ce mode de transport reste majoritaire : une très grande majorité des habitants des couronnes vont travailler en voiture(1) sur des trajets courts de moins de 40km/jour, avec en moyenne 1,1 personne à bord(2).

Malgré le développement d'offres alternatives, le temps consacré au transport augmente(3) et ceci malgré les efforts de développement des transports en commun et de l'émergence de nouveaux moyens de transports comme les vélo et les patinettes.

Le transport en commun n'est pas sans défaut:

- Absence d'offre dans certaines zones
- Durée des trajets
- Nombre de ruptures de charge souvent important
- Promiscuité

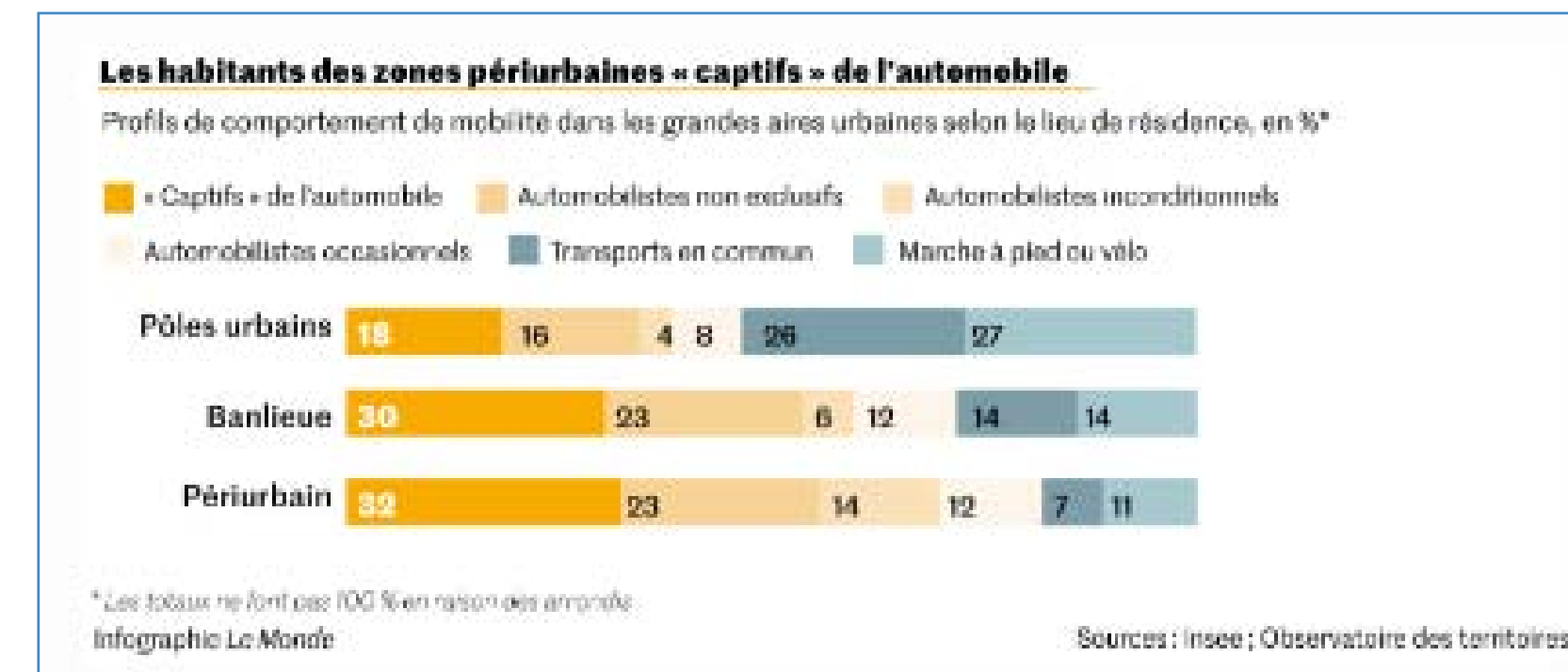
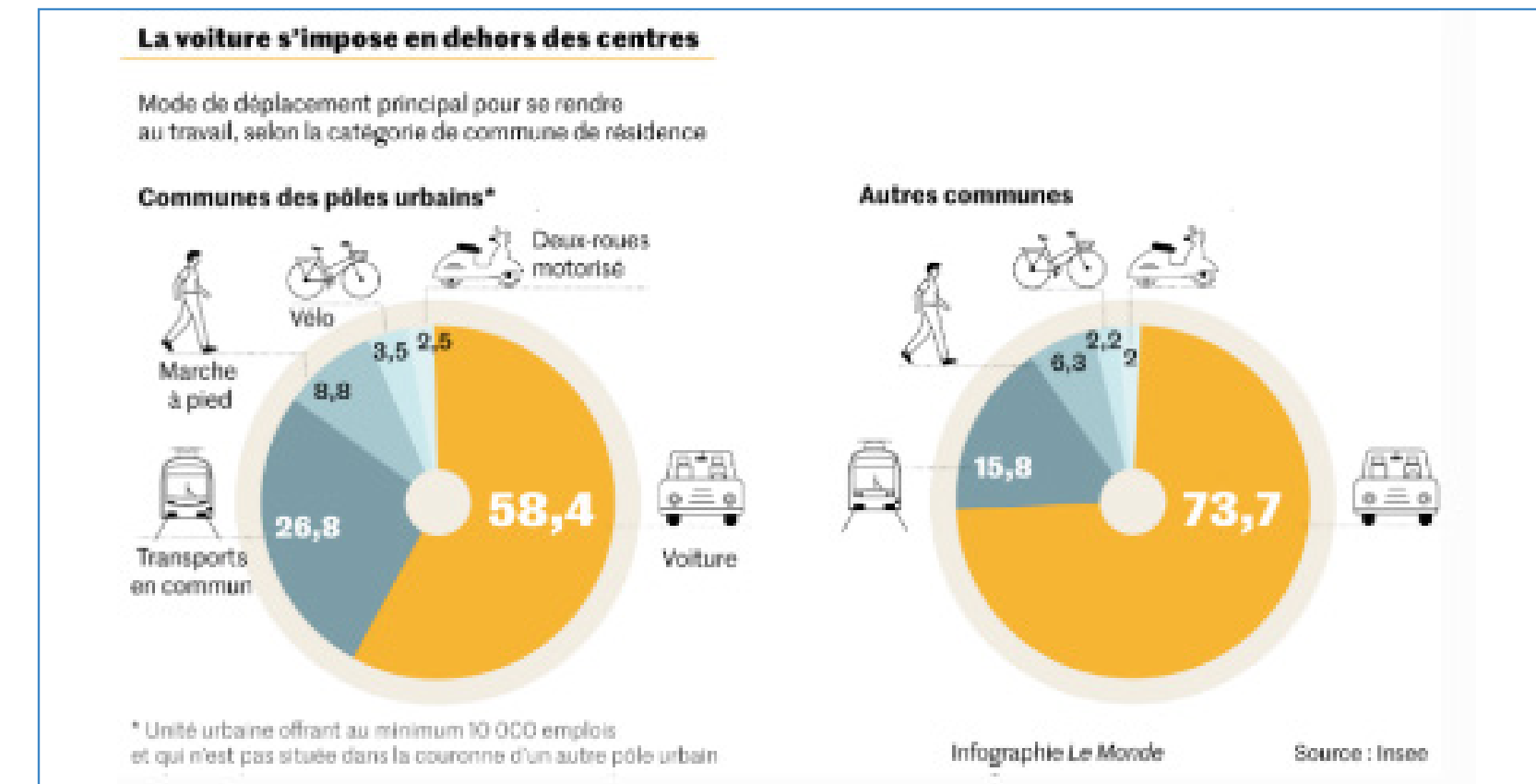
Les autres modes de transports souffrent d'autres faiblesses importantes :

- Rayon d'action limité, pas d'accès aux périphériques, voies express, autoroutes et exposition aux intempéries pour les vélo et patinettes
- Dangerosité pour les moto et scooter(4) et exposition aux intempéries

# Le besoin est pourtant réel et criant

Selon une étude de l'INSEE publiée par le monde en septembre 2022(5), la voiture est un incontournable.

Et une partie significative de habitants de zones périurbaines se déclarent captifs de l'automobile.



(1) : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5039987?sommaire=5040030>

(2) : <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/automobile-taux-occupation-voiture-1019/>

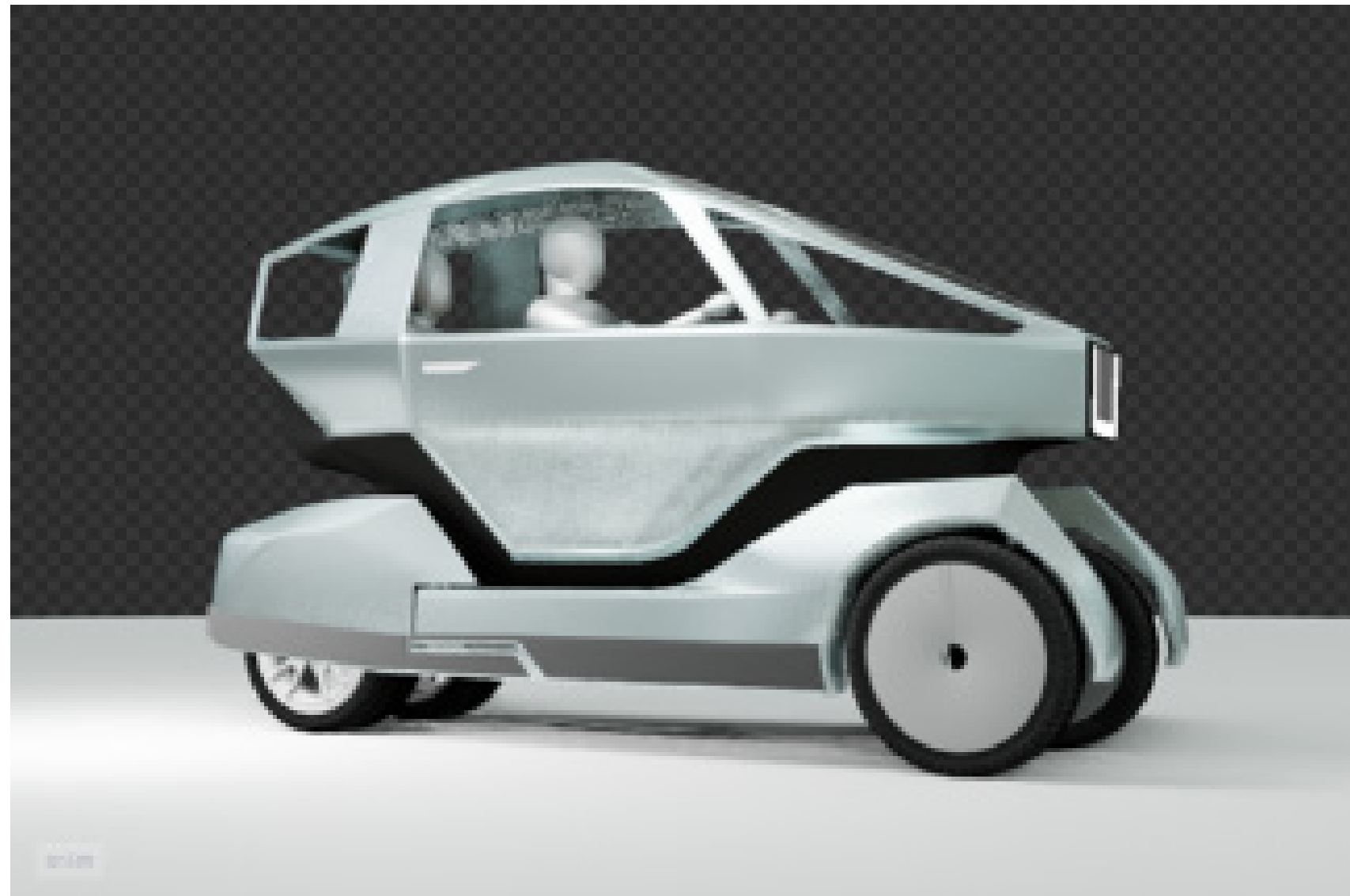
(3) : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/comment-les-francais-se-deplacent-ils-en-2019-resultats-de-lenquete-mobilite-des-personnes>

(4) : <http://www.moto-net.com/article/les-motards-ont-3-fois-moins-d-accidents-que-les-automobilistes.html>

(5) [https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2022/09/19/comment-la-voiture-s-impose-en-peripherie-des-grands-centres-urbains\\_6142207\\_4811534.html#xtor=AL-32280270-\[default\]-\[android\]](https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2022/09/19/comment-la-voiture-s-impose-en-peripherie-des-grands-centres-urbains_6142207_4811534.html#xtor=AL-32280270-[default]-[android])

## L'ADN de Colibri : remplacer la voiture pour les trajets du quotidien en offrant des temps de trajet réduits et une facilité de stationnement

- Traverser les embouteillages et de se garer comme une moto
- Avec un habitacle fermé comme une voiture pour offrir un maximum de sécurité et de confort
- Aller sur périphérique, voie express et autoroute
- Au moins deux places
- Couvrir jusqu'à 100 km par répondre aux besoins quotidiens
- Au prix d'une toute petite voiture pour être accessible à tous.



## Le concept : Colibri est un véhicule étroit et haut comme une moto mais avec un habitacle fermé

L'étroitesse lui permet de se faufiler dans les embouteillages comme une moto, et son habitacle en hauteur d'apporter le confort et la sécurité à ses passagers.

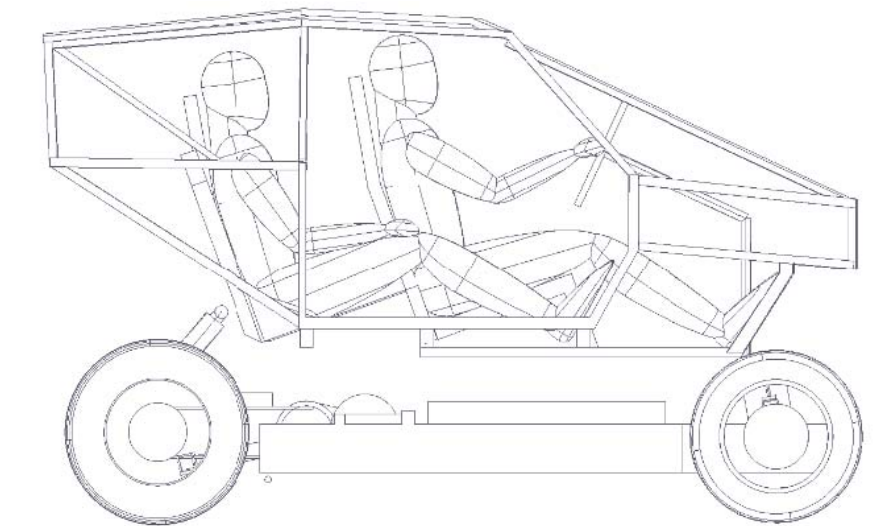
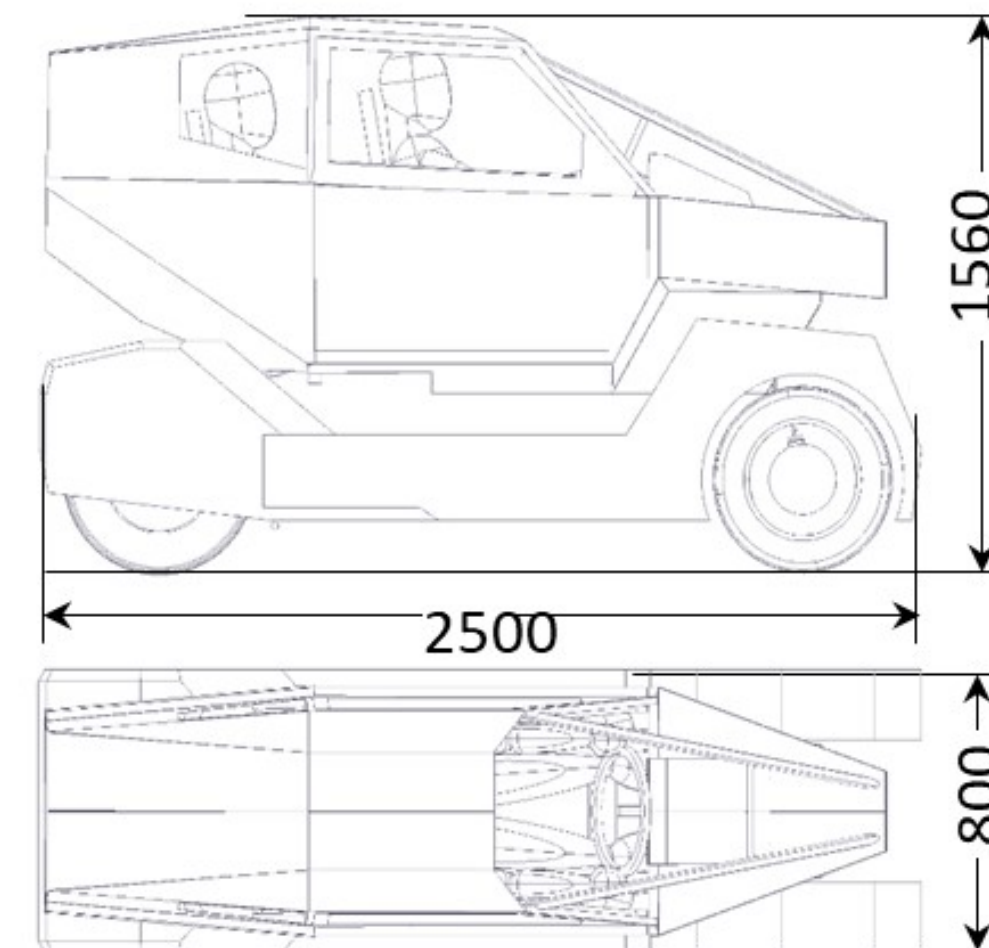
### Les cotes

**Largeur : 800 mm** ( moto standard )

**Longueur : 2500 mm** ( smart, Twizy ou AMI one )

**Hauteur : 1560 mm** ( SUV pour être placé haut dans la circulation )

L'habitacle et l'interface homme machine sont ceux d'une voiture : volant, pédalier, sièges, habitacle fermé et chauffé.





# Il n'y a pas de produit équivalent proposé à ce jour.

Les véhicules les plus proches seraient le maxi scooter du type MP3 Piaggio, Peugeot Metropolis à 3 roues, voire à 4 roues comme le Quadro 4.

Certains étant carrossés comme l'ADIVA AD3, d'autres offrant en plus un système de sécurité comme le BMW C1.



Piaggio MP3



Peugeot Metropolis



Quadro 4



Adiva AD3



BMW C1

**Aucun d'entre eux ne peut offrir d'habitacle fermé**, l'équilibre du véhicule étant assuré par le conducteur qui doit poser le pied à terre à l'arrêt.

En roulant, l'équilibre est assuré par le conducteur grâce à un guidon, tous ces véhicules fussent ils à 3 ou à 4 roues sont stabilisés de la même façon qu'une 2 roues.

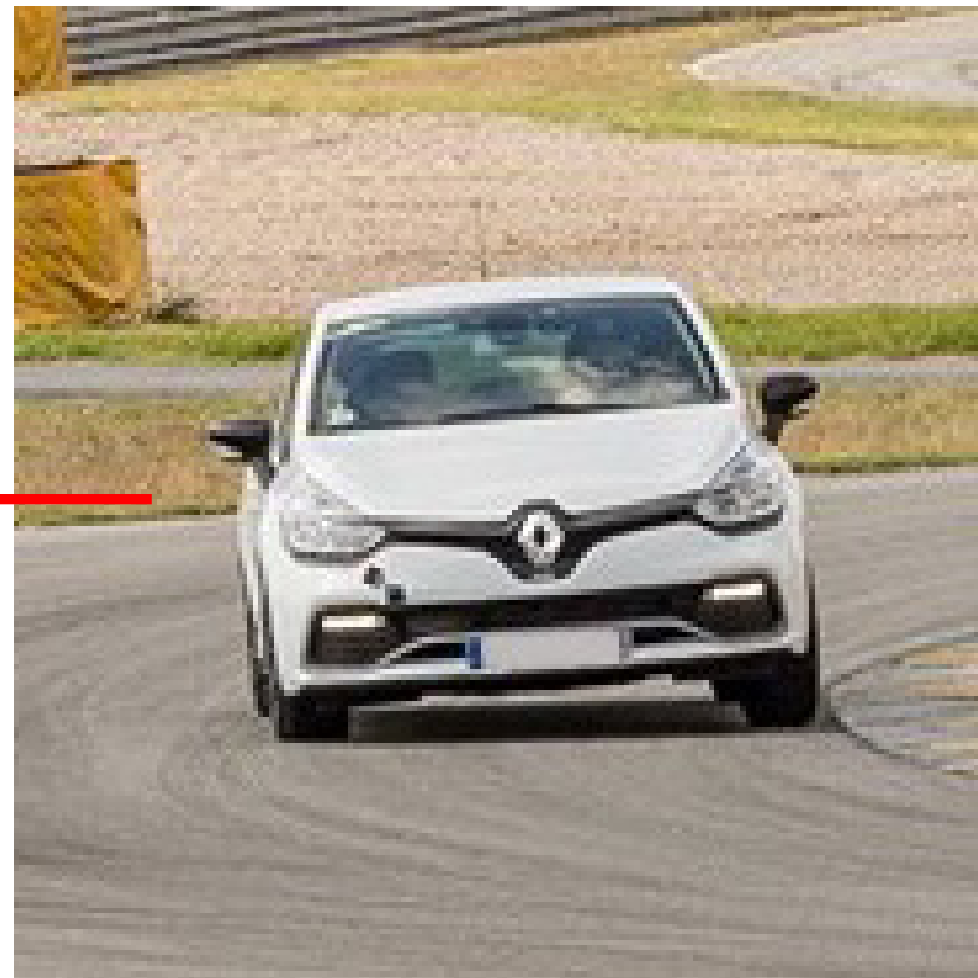
A l'opposé, des véhicules avec une conduite de voiture ne sont pas étroits.

La TWIZY de Renault fait 1.24 m de large, soit seulement 24 cm de moins qu'une Citroën électrique C0 qui fait 1.48m.



**Impossible pour elles de se faufiler dans les bouchons.**

# Le challenge de Colibri: assurer sa stabilité en virage



En virage, une force centrifuge apparait et génère une force de basculement sur le véhicule. Pour un véhicule **bas et large**, pas de problème. La stabilité est assurée par la largeur du véhicule.



C'est pourquoi tous les animaux, sauf les animaux bas et larges, se penchent en virage.



En revanche, sur un véhicule **haut et étroit**, la stabilité est insuffisante et le véhicule va se retourner au-delà d'une certaine vitesse.

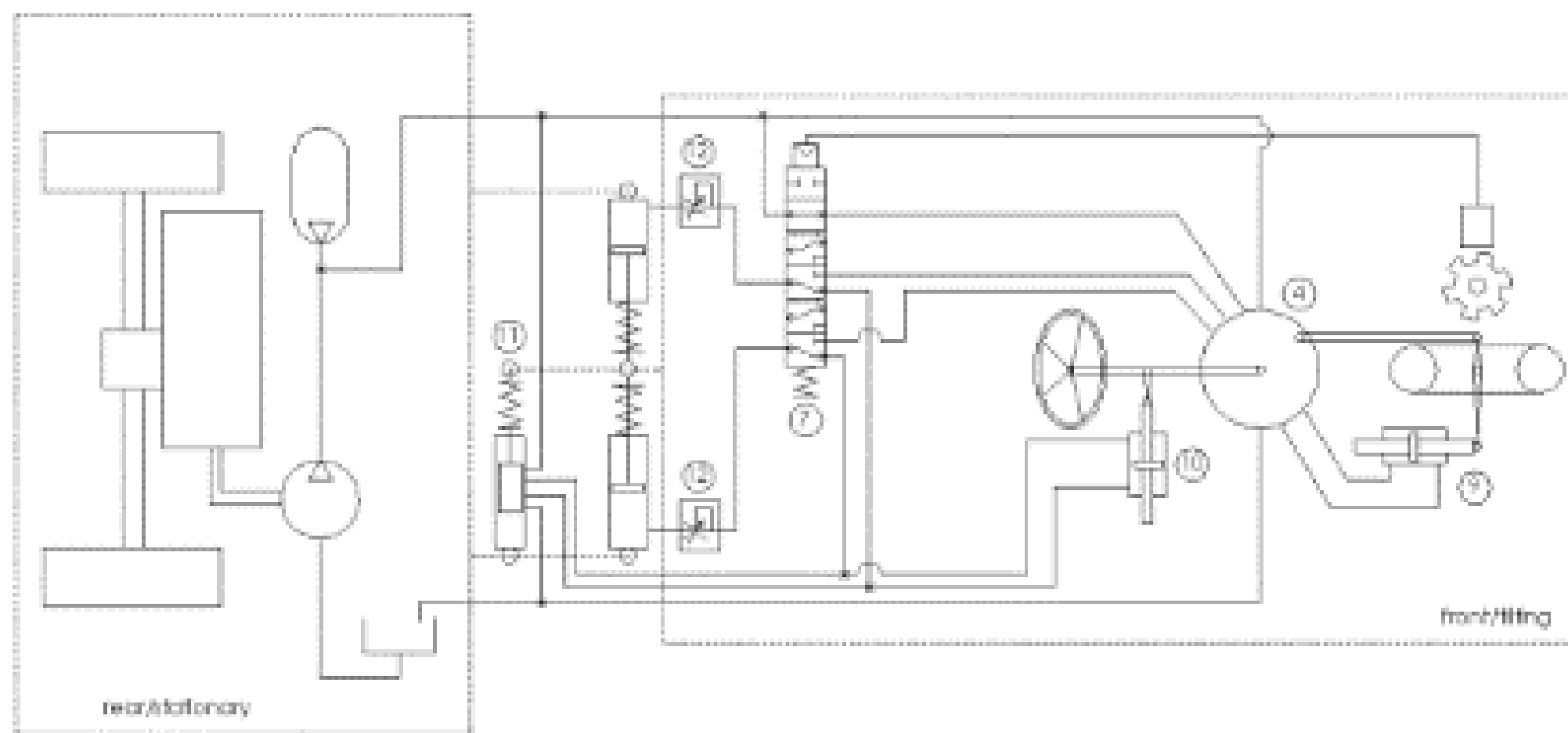


La physique étant la même, on observe le même effet sur les skieurs



# La nécessité d'incliner ce type de véhicule en virage a été confié jusqu'à présent à des systèmes complexes et coûteux

L'approche jusque là a été de confier l'inclinaison à des systèmes actifs. Non seulement ce système est complexe (actionneurs, gyroscopes, calculateur) comme l'illustrent les images ci-dessous, mais il ne doit en aucun cas défailir, toute défaillance conduisant à l'accident. De ce fait, une technologie redondante de type aviation est nécessaire, ce qui en augmente encore le coût.



## Du fait du coût technique très élevé, aucune solution n'a percé malgré des tentatives répétées

Les premiers datent de plus d'un siècle, tentatives d'industrialisation ont eu lieu mais d'autres sont plus récents. La plupart se sont arrêtés au stade du prototype. Quelques aucune n'a réussi à se développer.





# Colibri résout cette difficulté en proposant un système de stabilisation entièrement passif et 100% mécanique.

## La genèse en 2004

L'approche que nous avons adoptée est de nous contenter d'une solution génétiquement simple et passive qui n'utiliseraient que des technologie low tech, sans actionneurs, capteurs, calculateurs pour être à la fois être robuste et sécuritaire.

La recherche a démarré en 2004 avec une toute première maquette à l'échelle 1/4 qui a démontré la faisabilité et la stabilité du concept par essai en 2007.



Ce concept fonctionnait très bien et était particulièrement stable. Il a donné lieu à la réalisation d'un démonstrateur échelle 1 en 2010.



Malheureusement ce concept engendrait des efforts très élevés dans le volant, le rendant très difficile à conduire.

Des modifications ont été réalisées pour alléger les efforts, conduisant malheureusement à l'apparition d'oscillations et d'instabilités au-delà de 25km/h.

## Evolution du concept en 2011

A l'image du skieur qui prend appui sur son bâton, le projet a été modifié pour que les efforts de direction soient transmis à un appui au sol, à l'image du bâton du skieur, et non plus dans le volant.



La première maquette illustre cet appui avec une roue latérale centrale, mais comme l'architecture avec les roues en losanges, dite rhomboïde se prête mal à un cockpit habitable. Le concept a été retravaillé pour avoir les quatre roues aux coins de manière classique.







Le système bien que fonctionnant parfaitement souffrait de deux faiblesses

- l'obligation d'embarquer deux moteurs, étant donné que les roues arrières s'écartent
- L'interdiction réglementaire d'accéder aux voies express, périphériques et autoroutes dans certains pays comme la France, du fait de son appartenance à la catégorie quadricycles (L7e) point vérifié auprès du Centre National de Réception des Véhicules (CNRV).



**Une première maquette avec les roues aux coins a roulé en 2012.**

Celle-ci ayant parfaitement fonctionné, elle a été suivie d'un prototype échelle 1 en 2013.

Celui-ci a très bien fonctionné également et a pu faire l'objet d'un millier de kilomètres d'essais et de réglages en tous genres et a donné lieu à plusieurs brevets.

Nous nous sommes alors intéressés à son développement.

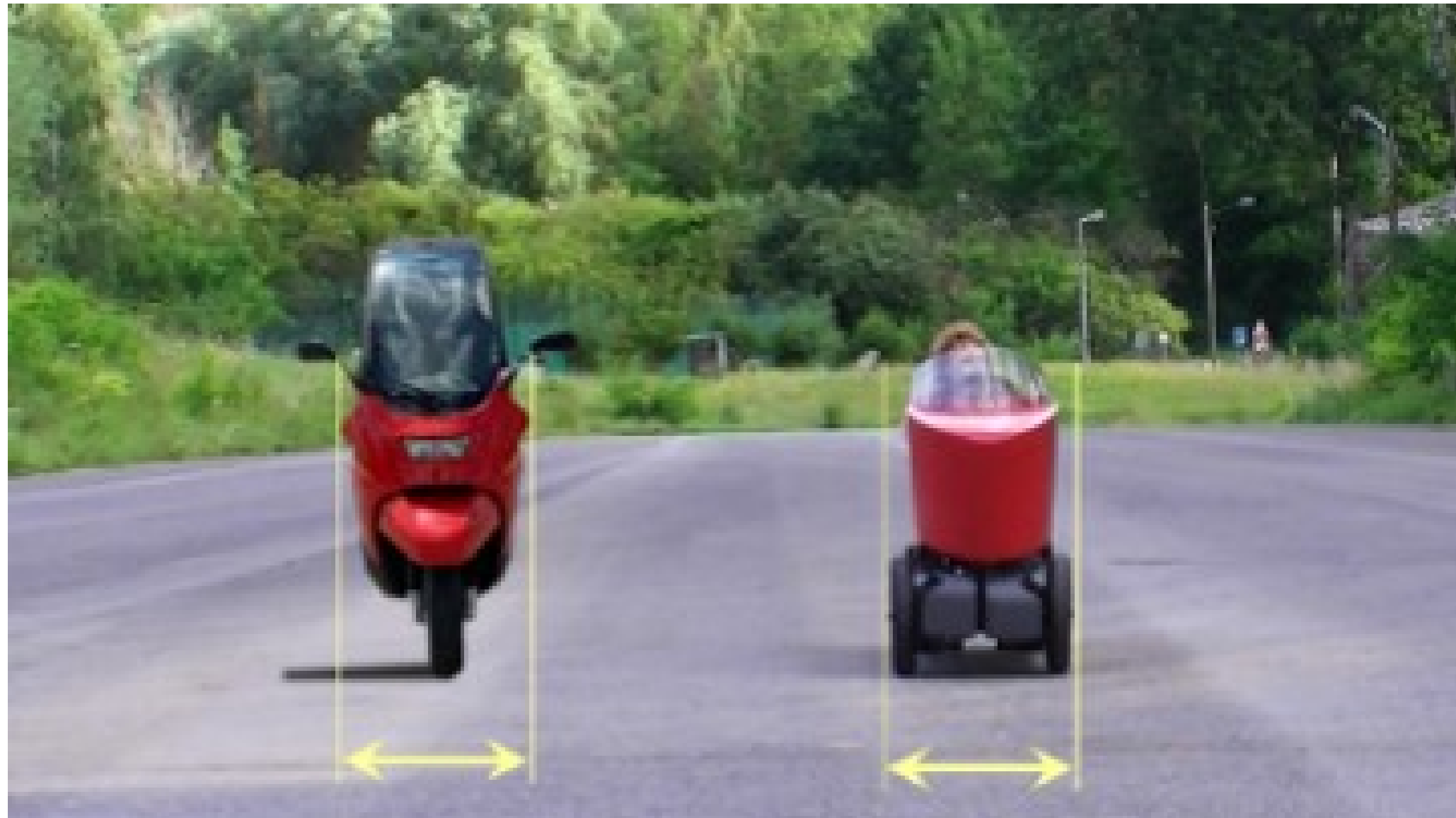
**Version finale en 2018**

Une nouvelle version a été conçue en 2018, où seules les roues avant s'écartent permettant une simplification considérable de l'unité arrière et offrant par là même la possibilité d'une homologation en catégorie tricycle

(L5e), les deux roues arrière pouvant être considérées comme une roue jumelée dès lors que la voie n'excède pas 460 mm.

Cette catégorie permet d'accéder à tous les types de route, comme le sont les gros scooters à trois roues.

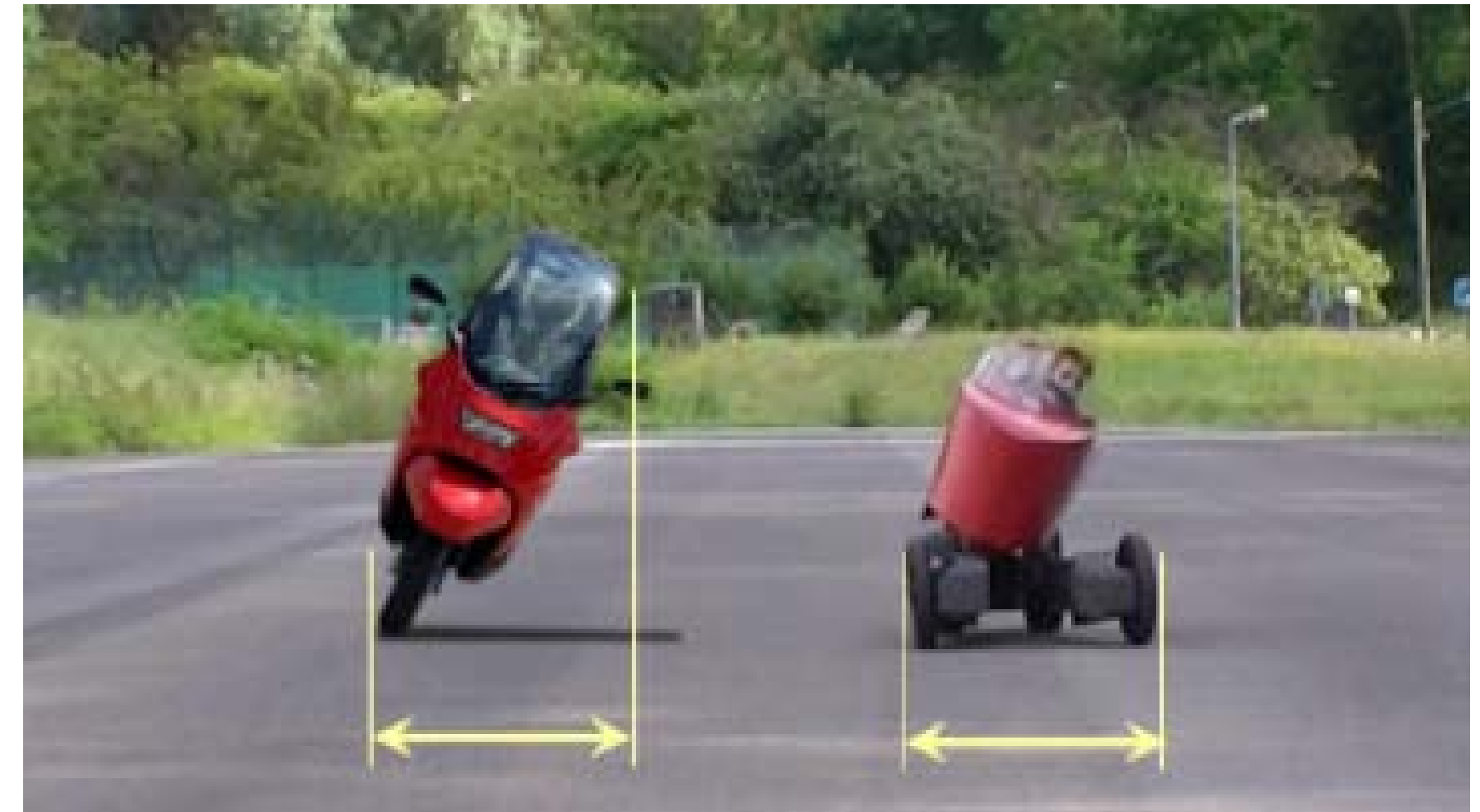




Le système reposant sur un écartement des roues en virage, plusieurs personnes à qui nous avons présenté le concept se sont étonnés qu'en virage Colibri était plus large qu'en ligne droite.

C'est oublier que les deux roues présentent cette même particularité comme le montrent les images ci dessous.

L'inconvénient supposé n'en n'est en fait pas un et nous maintenons que Colibri peut passer là où un deux roues passe, n'étant pas plus large qu'un deux roues même en virage.



### Colibri était né : un véhicule étroit, simple et peu coûteux

**La simplicité du concept nous a amené à estimer que le coût de production de Colibri se situe entre celui d'un scooter et d'une petite voiture.** Cette estimation qui dépend du volume de production est présentée dans le chapitre véhicule.



# Colibri : une voiture de la taille d'une moto pour traverser les bouchons et se garer facilement tous les jours, à un prix accessible à tous



Click here for video

**Deux places**

**Taille d'une moto**

**Accès autoroute**

**Ceintures de sécurité**

**Stable avec 4 roues**

**Habitacle fermé**

**Chauffage**

**Coffre**

**Volant**

**Ecologique**



# Les clients de Colibri

De par son ADN et son coût limité, Colibri s'adresse

- Aux clients qui sont confrontés tous les jours aux embouteillages et aux difficultés de parking (trajet domicile travail, tournée professionnelles, intervention rapide...)

- Aux clients qui sont passés au 2 roues pour les raisons précédentes mais qui cherchent du confort et de la sécurité

- Aux clients qui se sont tournés vers des véhicules à deux places pour stationner plus facilement

- A ceux qui peinent avec les transports en commun (mauvaise desserte, fréquence de passage)

- Aux clients qui veulent un véhicule « fun to drive » et qui seront séduits par le « jet feeling » offert par Colibri

- A ceux qui cherchent un véhicule à faible impact environnemental

Dans une version limitée à 45km/h, Colibri pourrait également être une offre alternative pour les petits scooters et voitures sans permis pour les adolescents et les personnes qui n'ont pas de permis de conduire.

## Colibri ouvre de nouveaux usages

Grace à sa facilité de parking, le transport combiné de la maison à la gare en Colibri puis de la gare à la destination finale devient plus facile, incitant les passagers à mixer les modes de transports.

Colibri pourrait aussi être proposé en location à la sortie des gares avec une infrastructure réduite sans besoin de gros parking comme pour les voitures de location.

Il ouvre également la porte pour la livraison qui ne peut pas être couverte par des vélos-cargo, typiquement au-delà de 20km et qui est actuellement couverte par des camionnettes.

Nos estimations qui sont présentées dans le chapitre économique conduisent à une base de clients potentiels de 200 000 à 1 million par an en Europe.

## Bénéfices environnementaux

Colibri par ses dimensions et sa masse est intrinsèquement

- Moins consommateur d'énergie pour rouler
- Moins gourmand de matière pour sa construction

Il embarque également très peu d'électronique, extrêmement émettrice de CO2 et gourmande de matières rares.

Son usage, commuting, courses, tournée professionnelles ne nécessite pas de très grandes autonomies et permet d'utiliser la traction électrique sans avoir besoin d'une batterie de 400kg, très gourmande elle aussi en matières rares et fortement émettrice de CO2 à la construction.

**Nous estimons qu'une batterie de 6kWh permettrait d'offrir une autonomie d'une centaine de kilomètres, répondant aux besoins des trajets de tous les jours.**

Le tout combiné permet de diviser par 2,5 la consommation énergétique et par 3 les émissions de CO2 sur la vie du véhicule par rapport à une voiture électrique classique, dans un référentiel Europe.

**Si l'on se compare à un véhicule thermique, et avec une électricité décarbonée comme en France, le rapport global sur le cycle de vie monte quasiment à 10. L'analyse détaillée est présentée au chapitre énergétique.**

## Bénéfices sociétaux

L'empreinte au sol de Colibri est environ le quart d'une voiture et sa longueur limitée lui permet de se garer perpendiculairement au trottoir.

De ce fait, quatre Colibris peuvent se garer sur une place de stationnement standard.

Sachant que les voitures passent 95% de leur temps au parking, ce n'est pas un mince avantage en terme d'occupation des sols.

En circulation, Colibri permettra aussi de fluidifier le trafic.

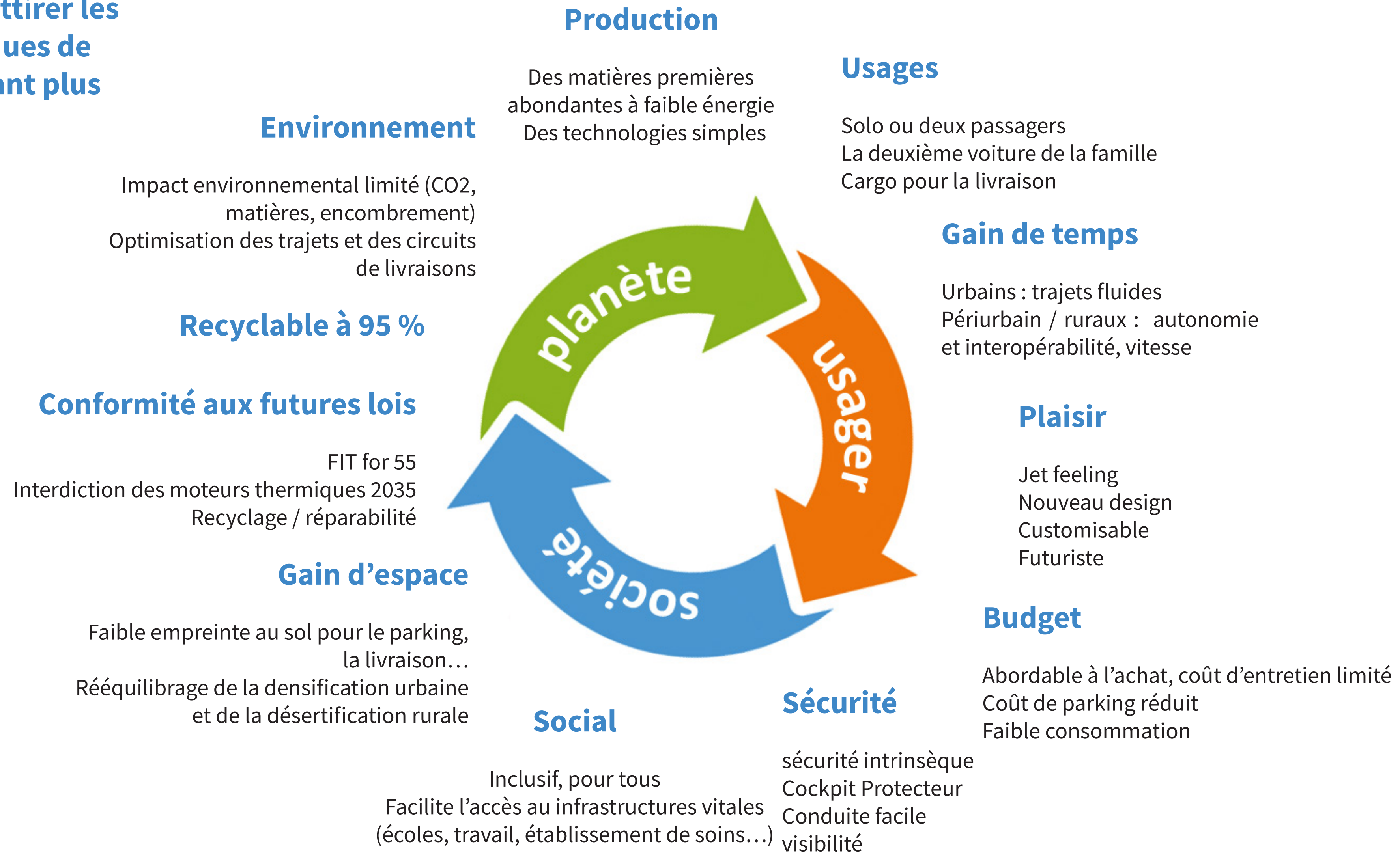
Toute voiture remplacée par un Colibri contribuera à la réduction de la congestion.

Ce phénomène de décongestionnement peut être très rapide, une variation de débit de seulement 2% de la circulation peut faire basculer une situation de congestion à une circulation fluide.

En remplacement des deux roues, la protection assurée par la structure réduira considérablement les conséquences d'un accident, que ce soit pour l'accidenté, pour sa famille mais aussi pour la société.



## Le défi de Colibri : attirer les utilisateurs historiques de voiture en leur offrant plus pour moins cher



# Executive Summary

## Contexte

Le transport individuel se répartit actuellement entre :

**Voiture individuelles** 1 à 2 tonnes, majoritairement utilisée avec un seul passager

**Scooters & 2 roues** dangereux

**Mini voitures** performances limitées

**Vélo & patinettes** performances et rayon d'action limité

**Transport en commun** couverture imparfaite, rupture de charge

*Il n'y a pas d'offre alternative à la voiture pour le commuting de tous les jours à un ou deux passagers.*

## Points clés

**Véhicule étroit** comme une moto pour se faufiler dans les embouteillages

**Habitacle fermé** comme une voiture pour le confort et la sécurité – structure, ceintures de sécurité, airbag, protection contre les intempéries, chauffage

**Coût très faible** grâce à un système low cost

**Clients directs** par substitution aux moyens de transport existants

**Nouveaux marchés** comme le transport combiné ou la livraison

**Réservoir de clientèle** estimé à 200 000 / an, avec en opportunité > 1 Million/ an en Europe

*La rentabilité du projet est assurée dès l'introduction en toute petite cadence grâce à un cout de production faible et une attractivité élevée.;  
Pour un bénéfice environnemental immédiat*

**Emissions de CO2** sur le cycle de vie divisés par 10 par rapport à un véhicule classique et une consommation de matière divisée par 4

**Empreinte au sol** divisée par 4, libérant autant d'espace urbain en circulation et en parking

## Attentes

**Attribution d'aide** pour la fabrication et le test d'une démonstrateur

**Relai auprès de décideurs**, investisseurs et industriels