

Dossier de présentation



Innover pour le climat, passer à l'après pétrole ?

Et si on roulait au bois ?

(et granulés végétaux)

Le changement climatique et les limites en pétrole constituent un défi immense. Et si les carburants végétaux en granulés étaient une partie de la solution ?



Septembre 2020

Table des matières

Introduction	3
L'historique : machine à vapeur et gazogène à bois détrônés par le pétrole.....	4
Pourquoi revenir au bois et granulés végétaux à l'horizon 2020 ?.....	4
Les intérêts du véhicule roulant aux granulés de bois et végétaux : ...	5
Le bois est-il écologique face à l'électrique et à l'hydrogène vert ?.....	6
Un procédé de production du carburant éco-responsable	8
La sobriété avant tout.....	11
L'état du projet et perspectives.....	11
L'équipe du projet	13
Un écosystème local autour du projet	14
Faire connaître le concept, associer les clients, sensibiliser le public. .	16
Liste des produits et services à déployer.....	16
Budget prévisionnel	17
Mise en place concrète, calendrier prévisionnel.....	19
ANNEXES.....	21
Comparatif des densités énergétiques des différentes sources.....	22
Liste des dépenses d'investissement prévues.....	22



Introduction

La période actuelle est contrainte par les enjeux économiques liés à la raréfaction des ressources pétrolières ainsi que par les conséquences de la consommation de ce pétrole et, de façon générale, des énergies fossiles carbonées sur le climat.

La production de biocarburants adaptés aux moteurs actuels (huiles, esters, éthanol ...) se heurte à plusieurs problèmes : difficultés de production, raffinage, faible production pour une surface donnée, concurrence avec l'alimentation animale et humaine, coût supérieur aux produits pétroliers ...

Le présent projet a pour but de solutionner en partie ces problèmes économiques et écologiques en retournant le problème : au lieu d'adapter les biocarburants aux moteurs actuels, utiliser une motorisation adaptée à des biocarburants plus abondants, moins chers et plus facile à produire : les granulés végétaux. Les sources de biocarburant végétaux en granulés à privilégier sont des produits écologiques locaux : déchets verts, bois d'Occitanie en gestion écologique et/ou en agroforesterie, ou encore algues marines pouvant, par exemple, être cultivées en mer méditerranée.

Le nouveau procédé innovant d'utilisation de granulés végétaux pour la motorisation, présenté dans ce dossier, pourrait être un atout intéressant dans le futur mix énergétique écologique à imaginer pour les années à venir.

Le point de départ du projet se situe sur le secteur du Comminges en Haute Garonne. Les phases ultérieures de son développement pourront faire intervenir de nombreux partenaires sur toute l'Occitanie et au delà.

Ce dossier présente la phase de prototypage industriel qui doit être accomplie avant une phase ultérieure de mise en production en série des véhicules. La phase de prototypage industriel est prête à démarrer dès l'obtention des fonds nécessaires à l'achat des outils et pièces nécessaires.



L'historique : machine à vapeur et gazogène à bois détrônés par le pétrole

Le bois a déjà été utilisé par le passé afin de motoriser des machines et véhicules. Les principales applications étaient la machine à vapeur où de l'eau est portée à ébullition pour créer de la pression et produire ensuite un travail. (le bois y a été remplacé rapidement par le charbon). Le gazogène permettait d'obtenir un gaz à partir de gros morceaux de bois. Ce gaz pouvait notamment être utilisé dans les moteurs de certains véhicules au début du vingtième siècle.

Le gazogène fut utilisé en particulier pendant la seconde guerre mondiale, la demande militaire créant une pénurie des ressources en produits pétroliers.

Après la seconde guerre mondiale, c'est finalement les carburants pétroliers qui s'imposent pour plusieurs raisons : ils sont à ce moment là, pratiques à extraire donc bon marché. Ils ont une meilleure densité énergétique, ils sont également plus pratiques à utiliser pour réapprovisionner le véhicule.



Pourquoi revenir au bois et granulés végétaux à l'horizon 2020 ?

Les enjeux ont sensiblement changé depuis la fin de la seconde guerre mondiale : le pétrole en tant qu'énergie fossile et donc non renouvelable est plus rare et plus cher. De plus, les enjeux de la crise climatique due à l'accumulation de Co2 et autres gaz à effet de serre imposent de réfléchir à toutes les pistes possibles pour remplacer les énergies carbonées fossiles par des énergies renouvelables.

Les principes de la thermodynamique et les innovations apportées dans le présent projet permettent d'envisager à nouveau l'utilisation du bois comme carburant et plus largement les carburants végétaux solides. Le procédé technologique inventé dans le cadre de ce projet fait déjà l'objet d'une protection en matière de propriété industrielle dans le cadre du dépôt d'une enveloppe Soleau auprès de l'INPI (Institut National de la Propriété Industrielle). Ce procédé devra être breveté pour permettre que son exploitation future en production se réalise localement sur le territoire d'Occitanie/France et garantir que les profits générés soient alloués à un développement innovant et générateur d'emploi sur le territoire d'Occitanie. Partant de là, il n'est pas possible, pour le moment, d'en dévoiler le fonctionnement technique.



Les intérêts du véhicule roulant aux granulés de bois et végétaux :

Le bois et les granulés végétaux sont une énergie renouvelable car biosourcée, le bilan carbone est neutre puisque le Co₂ libéré lors de la combustion est re stocké lors de la repousse destiné à la production des granulés.

C'est une alternative au pétrole : cela permet de réduire la dépendance au pétrole et vis à vis des pays producteurs. Cela permet d'entrer dans l'après pétrole pour éviter de continuer à libérer du Co₂ supplémentaire dans l'atmosphère. Toute consommation de granulés végétaux comme carburant est autant de carburant pétrolier non brûlé et donc autant de réductions d'émission de gaz à effet de serre. L'impact global dépendra du taux d'adoption de ce carburant par les utilisateurs.

La densité énergétique du granulé végétal est satisfaisante. Elle est 2 à 3 fois moindre que celle de l'essence à volume égal, mais plus de 20 fois supérieure à celle des batteries des voitures électriques. Donc, les véhicules auront une bonne autonomie. Il est à noter que le granulé de bois est également moins cher que les carburants pétroliers à quantité d'énergie égale.

La production du carburant peut se faire en faisant appel aux ressources locales. Cela permet une indépendance, une robustesse des territoires et de donner du travail aux acteurs locaux de la filière bois. Cela permet d'émanciper le territoire des aléas de la disponibilité en ressources pétrolières, des stratégies des pays producteurs de pétrole et des spéculateurs. Elle peut constituer un complément de revenu pour des agriculteurs en agroforesterie. Une production par culture d'algues en mer peut être envisagée avec des rendements supérieurs aux cultures sur terre, une dépollution des eaux, une densité énergétique supérieure au bois et une culture non concurrente avec les surfaces agricoles.

Le procédé peut aussi être adapté pour la cogénération d'électricité dans les chaudières à bois individuelles ou collectives en plus de la chaleur.



Le bois est-il écologique face à l'électrique et à l'hydrogène vert ?

Le granulé végétal a un avantage évident face à l'électrique : le fait que sa densité énergétique soit bonne évite des véhicules trop lourds ou avec une trop faible autonomie.

La production de batteries électriques est polluante et gourmande en ressources rares, leur recyclage est polluant également. Pour que l'énergie électrique soit écologique, il est nécessaire de la produire avec des énergies renouvelables (solaire, éolien, hydraulique ...) et non avec le mix énergétique

actuel faisant encore trop appel aux énergies fossiles. Même en production écologique, les installations nécessaires aux énergies renouvelables (panneaux solaires par ex) nécessitent des processus industriels encore polluants pour leur fabrication. Si le véhicule électrique peut être un atout dans la transition énergétique, le granulé végétal présente aussi certains avantages.

Si on considère d'un coté une production forestière et de l'autre un espace équipé de panneaux solaire destinés à produire de l'électricité qui sera convertie en hydrogène par électrolyse, on constate, à surface égale, une quantité d'énergie disponible moins importante en ce qui concerne le bois. Le bois est donc désavantagé en terme de rendement par rapport au panneau solaire. Cependant, le coût tant financier que environnemental de la fabrication d'un panneau solaire est important contrairement à la plantation d'arbres qui, elle, est positive pour l'environnement.

Il est plus facile d'utiliser et de stocker le bois, sous forme, par exemple de granulés, que l'hydrogène. En effet, il suffit de déverser le granulé dans un réservoir adapté. Ce réservoir ne présente pas de danger particulier une fois plein. La filière hydrogène de son coté a fait d'énormes progrès ces dernières années, c'est le gaz le plus volatil sur terre, il a une très bonne densité énergétique au kg mais est très difficile à comprimer. Il est donc très difficile d'avoir une bonne densité énergétique au litre. Même à 700 bars, L'hydrogène stocke environ trois fois moins d'énergie au litre que le bois et les matières végétales. De plus, pour atteindre de telles pressions, il est nécessaire d'utiliser des réservoirs extrêmement techniques et robustes et les équipements hautement sécurisés et coûteux en maintenance qui vont avec pour les remplir.

En cas d'accident et d'incendie, les réservoirs haute pression des véhicules à hydrogène présentent un danger très important d'autant plus que mélangé à l'air, l'hydrogène devient hautement explosif.

Enfin, les véhicules actuels à l'hydrogène utilisent des piles à combustible et non un moteur thermique pour convertir l'hydrogène en énergie mécanique. Cela augmente le rendement mais pose un problème car ces piles utilisent des éléments rares dont le platine. Hormis le coût écologique et humain de l'extraction de ces matériaux, il est totalement inenvisageable d'équiper un parc automobile entier avec de l'hydrogène dans l'état actuel de la technologie car cela demanderait une quantité d'éléments rares supérieure aux capacités de production. Le déploiement de la filière hydrogène est donc un objectif écologique de très long terme qui nécessite encore de nombreuses innovations.

Ainsi, selon les besoins et les possibilités, il peut être pertinent d'envisager un mix technologique dans lequel le granulé végétal aurait sa place aux cotés de l'électrique et de l'hydrogène plutôt que de miser sur le tout électrique et/ou sur le tout hydrogène.



Un procédé de production du carburant éco-responsable

Le bois ne nécessite pas d'infrastructures particulièrement polluante pour sa fabrication, mais il nécessite un modèle éco-responsable de production afin de ne pas impacter négativement ni les milieux naturels ni les productions agricoles destinées à l'alimentation.

Afin de répondre à ces impératifs, il est nécessaire que la production du nouveau carburant bois destiné aux véhicules se fasse dans certaines conditions. Un bilan carbone neutre ne suffit pas, un modèle captateur de CO₂ doit être recherché : La production devra se faire dans des forêts et bois gérés de façon responsable avec replantation et dont la production principale est destinée au bois d'œuvre (meubles et matériaux de construction). Les parties nobles du bois allant au bois d'œuvre, les branches pour le carburant bois et

les feuilles et brindilles étant laissées sur place pour servir de ressources à la biodiversité et contribuer à la reconstitution des sols. Cette production peut par exemple avoir lieu dans les massifs et zones de montagne d'Occitanie en partenariat avec les acteurs locaux de la filière.

Une autre méthode de production possible est l'agroforesterie. Cette méthode agronomique reconnue consiste à planter des haies dans les champs à intervalles réguliers. Outre son intérêt écologique, elle permet, à surface égale, de produire plus de production agricole et plus de bois que si les deux productions se font séparément en optimisant les ressources disponibles. Dans le cas de l'agroforesterie, les parties nobles du bois iront également au bois d'œuvre, les branches pour le carburant bois, les feuilles et brindilles et les pailles agricoles seront laissées sur place pour servir de ressources à la biodiversité et contribuer à la reconstitution des sols et les productions agricoles iront à l'alimentation humaine. Une production selon ce modèle permet un revenu complémentaire pour les agriculteurs tout en préservant les productions agricoles et la biodiversité.

Les espèces à utiliser pour la production en agroforesterie doivent être sélectionnées en fonction de leur qualité en terme de productivité et de leurs qualités agronomiques par exemple : le frêne, croissance et repousse rapide, le robinier (faux acacia), bois dense et c'est une légumineuse donc il fixe l'azote de l'air qui sera ensuite disponible pour les cultures sous forme de nitrates et diminue ainsi les apports en engrais, le noyer, bois noble pour la sculpture, production de fruits à coque...

Si l'on considère que le cycle de production du bois varie entre 5 à 20 ans, il faut considérer que le bois en cours de croissance est autant de carbone supplémentaire stocké par rapport à un champ en monoculture céréalière. Ce carbone sera définitivement stocké si le bois est utilisé comme bois d'œuvre. Chaque nouveau cycle de culture permettant le stockage d'une quantité supplémentaire de CO₂.

Toute production en monoculture de maïs ou de chanvre par exemple dont l'intégralité de la production grains et pailles, irait à la production de granulés est à proscrire si on veut mettre en place sur le long terme un modèle soutenable sur le plan écologique et sur le plan humain.

Une production en mer grâce à la culture d'algues peut être envisagée avec des rendements de production importants et sans concurrence avec les surfaces agricoles terrestres. Ce projet sera développé en partenariat avec la fondation Zeri (<http://www.zeri.org/>).

Afin de certifier la qualité du carburant et celle de son mode de production, les producteurs qui souhaitent mettre en place le mode de production décrit ici pourront bénéficier d'un label.

Dans la phase de démarrage du projet, les quantités de carburant à fournir seront limitées. Dans ces conditions, la matière première destinée à produire du carburant pourra être constituée de déchets verts récupérés en déchetterie, séchés, broyés et transformés en granulés. Ces déchets peuvent ainsi être valorisés comme une ressource. Accessoirement, cela permet une économie de 70€/tonne de coût de traitement au niveau des communautés de communes.

En phase de montée en puissance de ce mode de production ne pourra pas fournir la totalité des besoins mais restera un appoint intéressant.

Les déchets verts peuvent aussi être valorisés directement par le particulier qui souhaite s'équiper d'un broyeur et d'une machine de production de granulés.



La sobriété avant tout

Ce projet de véhicule roulant aux granulés végétaux a pour but d'ajouter un outil supplémentaire dans les solutions écologiques destinées à remplacer le pétrole en complément des véhicules électriques et de l'hydrogène. Il ne dispense pas de faire des efforts pour changer les habitudes de consommation en matière de transport. Le carburant le plus écologique c'est encore celui que l'on ne consomme pas.

Ainsi utiliser le bois comme mode de transport écologique doit s'associer au fait d'utiliser les transports en commun et le covoiturage quand c'est possible et surtout au fait de réduire au maximum le transport. Il ne s'agit pas de s'interdire de se déplacer mais simplement d'optimiser l'organisation de la vie au quotidien : pour les personnes dont le lieu de travail est fixe, il s'agit de vivre si possible près de son lieu de travail ou de travailler près de son lieu de vie. Dans l'idéal en étant assez proche pour se rendre au travail à pieds ou en vélo. Le télétravail et les tiers-lieux peuvent aussi être une solution en complément d'une relocalisation des activités économiques de façon équilibrée sur le territoire, notamment en zone rurale.



L'état du projet et perspectives

Le présent projet est le fruit de plusieurs années de conception. Un châssis a été réalisé (type karting). Plusieurs essais de prototypage ont été réalisés pour la conception du moteur. La réalisation de plusieurs modèles de prototypes du moteur par impression 3D, découpe et soudure d'aciers de récupération a permis de faire des essais et de valider le principe de fonctionnement du moteur. Le principe de fonctionnement fait l'objet de dépôt d'une enveloppe Soleau auprès de L'INPI afin en cas de besoin de servir de

preuve d'antériorité.

Afin de pouvoir aller plus loin et de réaliser des modèles de véhicules de qualité industrielle, la phase actuelle de développement du projet doit permettre la fabrication de prototypes de haute qualité en utilisant des alliages inoxydables à hautes performances mécaniques et thermiques. (alliages d'aciers inoxydables au molybdène, Z6CND17-11(316), Z2CND17-12(316L), superalliage Inconel® 718 pour le moteur par exemple).

Le déploiement du projet est prêt actuellement à se poursuivre par la fabrication de plusieurs prototypes roulants de qualité industrielle afin de renforcer la preuve de concept, et comme préalable à la phase de dépôt de brevets à l'homologation et à l'industrialisation. Cette phase nécessite un financement de 140000€ sollicités auprès de la Région Occitanie afin de couvrir les frais de pièces, matériaux et outillage, pour la réalisation des prototypes industriels.

Après la phase de prototypage industriel, le projet se poursuivra par le dépôt de brevets et la vente des droits d'exploitation à des partenaires industriels disposant de capacités de production. Une unité de production locale sera mise en place pour réaliser des véhicules légers. La fabrication des véhicules fera intervenir les techniques industrielles classiques ainsi que l'impression 3d métal pour produire certaines pièces techniques à moindre coût.



L'équipe du projet

L'équipe de démarrage du projet en cas de financement se concentrera sur les compétences essentielles et doit respecter la confidentialité sur la propriété industrielle.

Sylvain :

Inventeur / Porteur du projet

Entrepreneur indépendant (Numérique / impression3D / prototypage)

Président du Fablab de Mazères (atelier associatif dédié aux projets innovants)

Master 2 (bac +5)

Profil scientifique polyvalent, passionné de sciences et techniques, autodidacte.

Antoine :

Associé

Designer

Diplômé en ferronnerie, techniques de forge et travail du métal.

Compétences de tourneur/fraiseur et en dessin industriel/DAO.

Formation en licence de Design (bac+3)

Un mécanicien (à recruter) :

Salarié à mi-temps

En cas de financement, sera recruté un salarié diplômé en mécanique automobile afin compléter les compétences de l'équipe et de gagner du temps sur toutes les tâches en lien avec les aspects « classiques » de la mécanique automobile. (amortisseurs, freins, roues, roulements, direction ...)



Un écosystème local autour du projet

L'aspect collectif est un point important dans la réussite de tout projet. Cependant, selon les projets l'aspect collectif intervient de différentes façon. Par exemple dans un projet de jardin partagé en centre ville, le collectif est par essence au cœur de projet. De même si l'on veut mener une démarche de sensibilisation au tri sélectif en faisant du porte à porte l'aspect relationnel semble évident.

Dans le cas du présent projet, il faut bien intégrer que son objet principal est une innovation technologique, ouvrant une voie vers l'après pétrole, cela est très important et constitue l'intérêt principal du projet. Pendant la phase de prototypage, le travail de fabrication en atelier, d'essais, d'amélioration retiendra une grande part du temps disponible. La communication et la socialisation resteront limitées au départ puis commenceront à se déployer quand les premiers prototypes présentables seront finalisés. Il est important de faire les choses en suivant certaines étapes. Et de protéger les innovations découvertes par le dépôt des brevets. La mise en place des partenariats avec des industriels doit intervenir après la phase de prototypage et de dépôt des brevets. C'est une condition nécessaire en terme de sérieux et de crédibilité et également pour l'équilibre des futures relations.

Certains aspects sociaux du projet existent déjà, d'autres peuvent être envisagés pour une mise en place future.

Le présent projet est par nature ouvert à tous les partenariats qui peuvent se tisser localement. Ainsi, les liens avec les Fablabs locaux permettront un échange permanent de compétences techniques sur les aspect qui ne sont pas à breveter (mécanique classique, électronique, design, décoration ...). Le projet sera mené en interaction avec les utilisateurs potentiels au sein des Fablabs afin d'adapter les produits aux besoins.

Le projet se fera en lien avec la CCI de Haute-Garonne et recherchera le moment venu des partenariats avec des acteurs de l'industrie afin de mettre en place des solutions techniques opérationnelles nécessaires à une mise en

production rapide.

Dans la phase d'industrialisation et de production, des partenariats de sous-traitance de différentes parties de la production seront recherchés. Notamment dans le but de valoriser les talents des acteurs locaux.

Le déploiement du projet sur le court, moyen et long terme se fera en étroite collaboration avec l'agence AD'OCC, agence de développement économique de la Région Occitanie. Le projet est accompagné par l'agence AD'OCC et il a notamment fait l'objet d'un « Prédiag » début 2020 lors du salon Occitanie innov'. Une prise de contact a été réalisée avec le CRITT mécanique et composites, qui pourra mener à une coopération pendant la phase de prototypage et d'industrialisation.

Un contact a été établi avec L'AREC Agence Régionale Énergie Climat, accélérateur de transition énergétique, dans le but d'établir une collaboration pour accompagner les différentes phases d'investissement et de croissance et déployer de nouveaux partenariats.

Dans la phase d'industrialisation, le projet se tournera vers les acteurs locaux de la filière bois, les déchetteries et les agriculteurs locaux pour la fourniture en carburant. Notamment, en participant à l'écosystème local de la filière bois. Une coopération avec le PETR Pays Comminges Pyrénées dans ce domaine sera particulièrement recherchée au moment de mettre en place en harmonie avec l'écosystème local, une filière de production de biocarburants.



Faire connaître le concept, associer les clients, sensibiliser le public

Pour faire connaître le concept au public et le sensibiliser sur l'intérêt du véhicule roulant au bois, des opérations de communications seront réalisées : réalisation de clips vidéos de présentation du concept et des avancées du projet, conférences et animations. Les futurs clients seront amenés à s'exprimer démocratiquement pour orienter les priorités de développement de la gamme de véhicules. C'est une innovation en terme de gouvernance qui nous semble particulièrement importante.

Après la phase de prototypage, une opération de financement participatif sera lancée afin d'ajouter des fonds supplémentaires et de commencer la prévente des premiers produits.



Liste des produits et services à déployer

- Kit de motorisation adaptable sur les vélos
- Véhicules allégés, moins de 500kg
- Véhicules de tourisme classiques (en partenariat avec des constructeurs)
- Véhicules à usage agricole
- Groupes électrogène.
- Chaudières à cogénération.
- « Retrofit » : Modification de véhicules existants (changement du moteur)



Budget prévisionnel

Le présent projet fait l'objet d'une candidature dans le cadre de l'appel à projet « Ma solution pour le climat » de la Région Occitanie. Si le financement est accordé, les fonds régionaux permettront de réaliser la phase de prototypage par la réalisation de plusieurs prototypes fonctionnels.

Le financement Région ne concerne que la phase de prototypage, la suite du projet sera réalisée en autofinancement.

De façon plus précise, la part financement Région du projet consistera à équiper un atelier avec les outils et machines nécessaires, à commander des matériaux et pièces détachées, à produire certaines pièces nécessaires notamment par impression 3D. Assembler les éléments pour réaliser des prototypes, faire des tests, faire des améliorations en changeant certains éléments et ainsi de suite pour monter progressivement en qualité et en fiabilité.

L'objectif est de parvenir à plusieurs prototypes avec une qualité de réalisation et une fiabilité mécanique équivalente aux véhicules du commerce. Cela est un préalable nécessaire au dépôt des brevets de propriété industrielle, à l'homologation des modèles et à la mise en place de partenariats avec des industriels pour la mise en production.

Budget d'investissement (financement Région):

Recettes		Dépenses	
Financement Région investissement	110000	Matériaux et pièces détachées	68000
		Matériel informatique et numérique	4000
		Outils et machines outils	38000
Total	110000	Total	110000

Budget de fonctionnement (financement Région):

Recettes		Dépenses	
Financement Région fonctionnement	30000	Conception, fabrication assemblage des pièces. et	26400
		Événements et Communication	3600
Total	30000	Total	30000

Budget financement participatif hors financement Région (pour information):

Recettes		Dépenses	
Préventes véhicules	30000	Salaires	30000
Participations et vente de produits dérivés.	10000	frais divers	10000
Total	40000	Total	40000

Il est à noter que la société créée pourra réaliser parallèlement, des prestations non liées directement au projet, dans ses domaines de compétence, cela dans le but de développer sa capacité d'autofinancement et de recruter davantage de collaborateurs.



Mise en place concrète, calendrier prévisionnel

- Déjà réalisé : définition du projet, pré prototypage du moteur.
- Rédaction des statuts de la future structure qui portera le projet. (SAS)
- Protection du concept de fonctionnement du moteur par enveloppe Soleau auprès de L'INPI (cette démarche n'est pas un dépôt de brevet mais c'est une preuve d'antériorité permettant d'empêcher un tiers de déposer un brevet).

- Décembre 2020/janvier 2021 : phase de vote budget participatif « Ma solution pour le climat »
- Février 2021 : si le projet est financé par la Région, création administrative de la structure porteuse du projet, partenariat avec la Région Occitanie, achat de l'outillage et des premières pièces et matériaux.

- Début 2021-> fin 2022 : réalisation du travail de prototypage.
- 2021-2022 : dépôt de brevet auprès de L'INPI
- Mi 2021 : Prévente des premiers prototypes fonctionnels et produits proposés par crowdfunding (financement participatif) (vente destinée à des passionnés de mécanique et collectionneurs) (sous réserve que les démarches de dépôt de brevet aient été réalisées).

- Fin 2022 : vente de kits de motorisation à monter sur vélo et de vélos équipés.

- Début 2023 : début des ventes en France des droits d'exploitation des brevets à des constructeurs partenaires.
- Mi 2023 : vente de véhicules allégés (moins de 500 kg)
- 2023/2026 : vente de véhicules standards en partenariat avec un ou plusieurs constructeurs automobiles français.



ANNEXES

Comparatif des densités énergétiques des différentes sources

- Hydrogène comprimé 700 bars : 5,6 MégaJoules/litre
- Essence : 34 MégaJoules/litre
- Diesel : 36,4 MégaJoules/litre
- Bois/granulé végétal : 16,4 MégaJoules/kg
- Accumulateur lithium-ion : 0,72 MégaJoules/kg

(Source : wikipédia)



Liste des dépenses d'investissement prévues

Achat d'outils : découpe métal, plasma, soudure, perçage, cintrage, pliage de tôle ...

Achat de machines outils : impression 3D, tournage/fraisage, matériel de fonderie, four de frittage céramique et métal...

Achat de pièces et matériaux nécessaires pour la mise en place de l'outil de production des prototypes et les premiers prototype : semi-produits industriels, tôles, tubes, profilés, poudre de métaux, résines, peintures, pièces détachées mécaniques et électroniques....)

Les prix des outils et des matières premières peuvent varier, en fonction des fournisseurs et tarifs du moment.

