

Dossier de présentation



Innover pour le climat

Et si on roulait au bois ?

Le changement climatique et les limites en pétrole constituent un défi immense, et si le bois était une partie de la solution ?



Avant projet



Novembre 2019

Table des matières

Introduction	3
L'historique : machine à vapeur et gazogène à bois détrônés par le pétrole.....	4
Pourquoi revenir au bois à l'horizon 2020 ?.....	4
Les intérêts du véhicule roulant au bois :	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.....	10
L'état du projet et perspectives.....	10
Un écosystème local autour du projet	11
Faire connaître le concept, sensibiliser le public.....	12
Liste des produits et services à déployer.....	13
Budget prévisionnel année 1 (2020)	13
Mise en place concrète, calendrier prévisionnel.....	14
ANNEXES.....	16
Comparatif des densités énergétiques des différentes sources.....	17
Liste des dépenses d'investissement prévues.....	17



Introduction

La période actuelle est prise par les enjeux économiques liés à la raréfaction des ressources pétrolières ainsi que par les conséquences de la consommation de ce pétrole et des énergies fossiles carbonées de façon générale sur le climat. Le présent projet a pour but de solutionner en partie ces problèmes économiques et écologiques en envisageant le granulé de bois et de façon plus générale, les combustibles végétaux sous forme de granulés ou de plaquettes comme un carburant possible parmi d'autres dans le futur mix énergétique écologique à imaginer pour les années à venir.

L'objet de ce document est un avant projet visant à préparer la mise en prototypage puis en production de véhicules roulant au granulé de bois en Occitanie et plus précisément sur le secteur du Comminges en Haute Garonne.



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 gazogène permettait, quand à lui, à partir de gros morceaux de bois, d'obtenir un gaz qui 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 pétrolier.

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 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 fossiles carbonées par des énergies renouvelables. Sans entrer ici dans les détails techniques, l'état actuel de la science et les innovations apportées dans le présent projet

permettent d'envisager à nouveau l'utilisation du bois comme carburant.



Les intérêts du véhicule roulant au bois :

Le bois est une énergie renouvelable car bio-sourcée, son bilan carbone est neutre puisque le CO_2 libéré lors de la combustion est re stocké lors de la repousse du bois 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 CO_2 supplémentaire dans l'atmosphère. Toute consommation de granulé de bois 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 de bois est satisfaisante, elle est 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 à bois 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 donne 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.

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 bois 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 bois présente aussi certains avantages.

Si on considère d'un côté une production forestière et de l'autre un espace équipé de panneaux solaires 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 bois dans un réservoir adapté. Ce réservoir ne présente pas de danger particulier une fois plein. La filière hydrogène de son côté 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. De plus, pour atteindre de telles pressions, il est nécessaire d'utiliser des réservoirs robustes extrêmement coûteux 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 bois aurait sa place aux côtés 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.

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.

A la marge, les déchets verts jetés en déchetterie peuvent également servir à la production de granulés pour constituer une ressource et non un déchet. Ils 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 au bois 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 qu'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 prototype 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.

Afin de pouvoir aller plus loin et de réaliser des modèles de qualité

l'industrielle des prototypes devront être réalisés 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 sur 2020 pourra consister à poursuivre la recherche et développement par la fabrication de plusieurs prototypes roulants, 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.



Un écosystème local autour du projet

Le projet est par nature ouvert à tous les partenariats qui pourraient se tisser localement. Ainsi, les liens avec les Fablabs locaux permettront un échange permanent de compétences techniques. 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 des partenariats avec des acteurs de l'industrie afin de mettre en place des solutions techniques opérationnelles nécessaires à une mise en production rapide.

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. Une collaboration sera également recherchée avec L'AREC Agence régionale Énergie Climat , accélérateur de transition énergétique, pour accompagner les différentes phases d'investissement et de croissance et déployer de nouveaux partenariats.

Très naturellement, le projet se tournera vers les acteurs locaux de la filière bois et les agriculteurs locaux pour la fourniture en carburant. Notamment, en participant à l'écosystème local de la filière bois en coordination avec les actions du PETR pays Comminges Pyrénées dans ce domaine.



Faire connaître le concept, sensibiliser le public

Pour faire connaître le concept au public et 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.

Une opération de financement participatif sera lancée afin d'ajouter des fonds supplémentaires et de commencer la prévente des 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)
 - Modification de véhicules existants (changement du moteur)
- (Ainsi que des produits dérivés destinés à promouvoir et à financer le projet, porte clés, t-shirts, objets décoratifs)



Budget prévisionnel année 1 (2020)

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.

De façon plus précise, la part financement Région du projet consistera à équiper un atelier avec les outils 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.

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 et assemblage des pièces.	26400
		Événements et Communication	3600
Total	30000	Total	30000

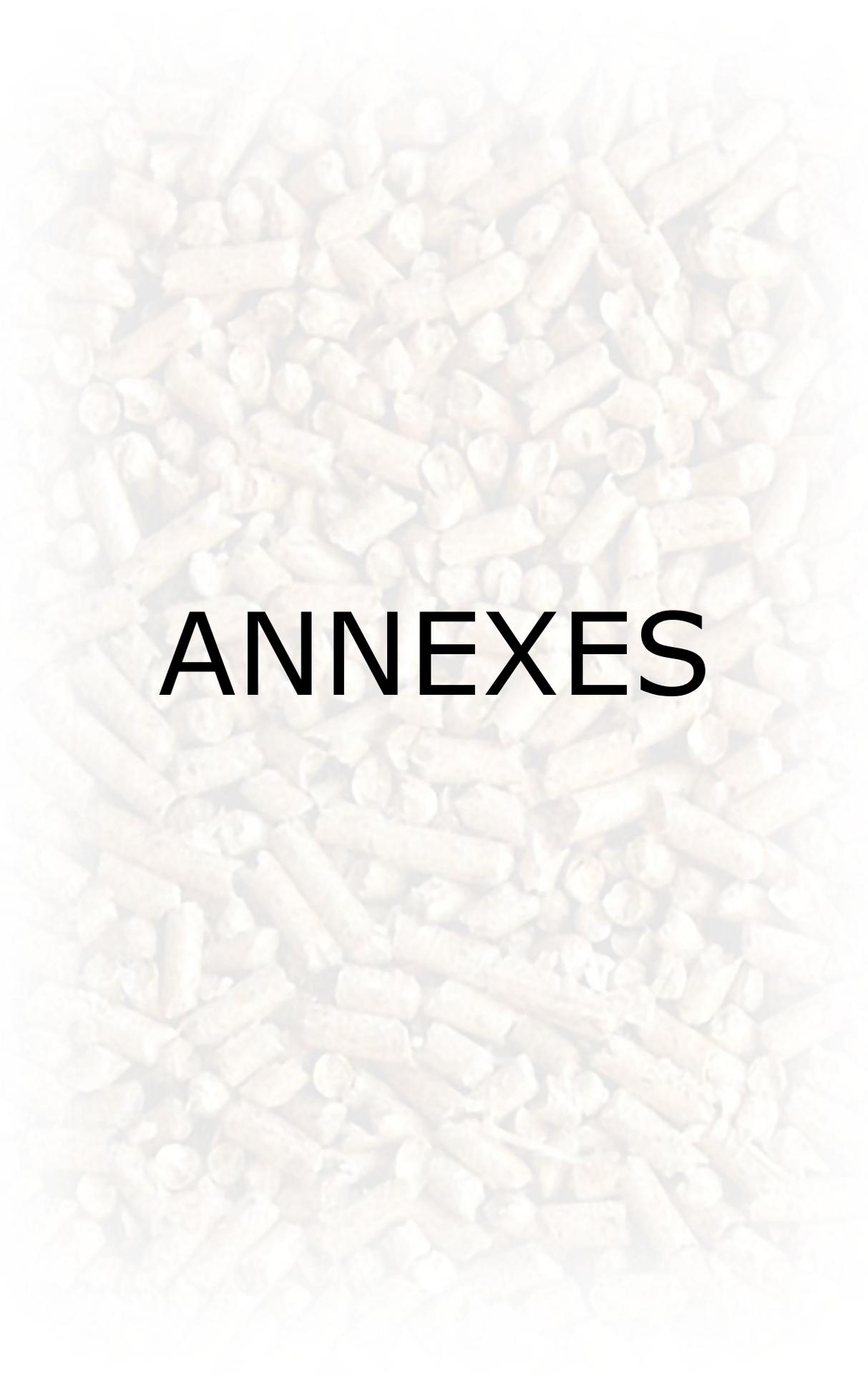
Budget financement participatif hors financement Région (pour information):

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



Mise en place concrète, calendrier prévisionnel

- deuxième semestre 2020 Prévente des premiers prototypes fonctionnels et produits proposés par crowdfunding (financement participatif) (vente destinée à des passionnés de mécanique et collectionneurs).
- Fin 2020 début des ventes en France des droits d'exploitation des brevets à des constructeurs partenaires.
- Fin 2020 vente de kits de motorisation à monter sur vélo et de vélos équipés.
- 2021/2022 vente de véhicules allégés (moins de 500 kg)
- 2022/2025 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 : 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, pièces mécaniques et électroniques....)

Les prix des outils et des matière première peuvent varier, en fonction des fournisseurs et tarifs du moment.

