



Propul~surf



DUCHESNE Pierre

DUFFE MAXIME

DEPRAZ JIMMY

JULIEN LOUIS

SAUZON THEO

INTRODUCTION : Pierre

I CONCEPTION

- a) Cahier des charges : Jimmy
- b) Pas de l'hélice : Louis
- c) Conception 3D : Théo
- d) Electricité : Pierre
- e) Montage : Jimmy

II EXPERIENCES & CALCULS

- a) Acétone : Maxime
- b) Energie : Louis
- c) Essais en station : Théo
- d) Rendement : Louis

III COMMUNICATION

- a) Olympiades : Pierre
- b) Affiche : Maxime
- c) Vidéo : Louis

AMELIORATIONS A VENIR : Maxime

INTRODUCTION : Pierre

En début d'année, une problématique nous a été posée : elle consistait à trouver une alternative aux remontées mécaniques de stations de ski par un système autonome et portatif.

Nous venions d'étudier en cours de mécanique la liaison hélicoïdale et nous sommes alors penché vers cette idée : transmettre un effort au moyen d'une vis. En effectuant des recherches notamment sur le site www.youtube.com, nous avons découvert qu'il existait déjà un système employant deux vis sans fin afin de déplacer un véhicule.

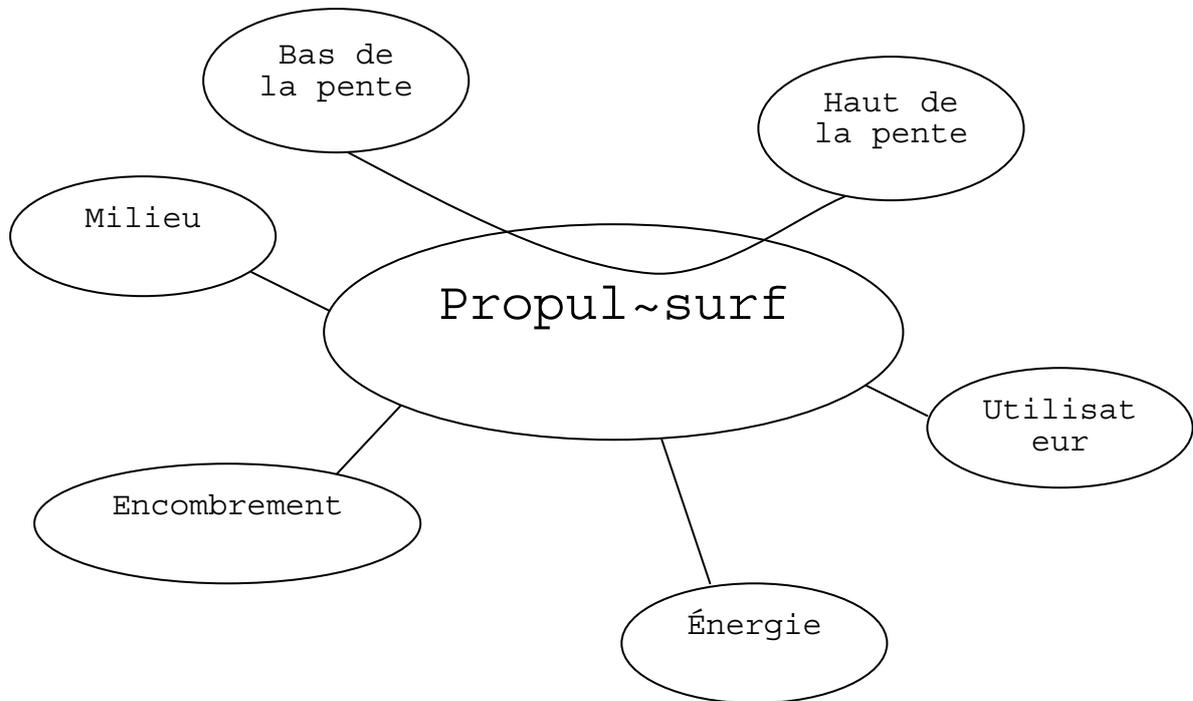
Références :

- <https://www.youtube.com/watch?v=zBj1SJf4274>
- <http://www.lemadblog.com/transports/les-vehicules-a-vis-un-mode-de-propulsion-oublie/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=FNNw2Fon1Ko>

I CONCEPTION

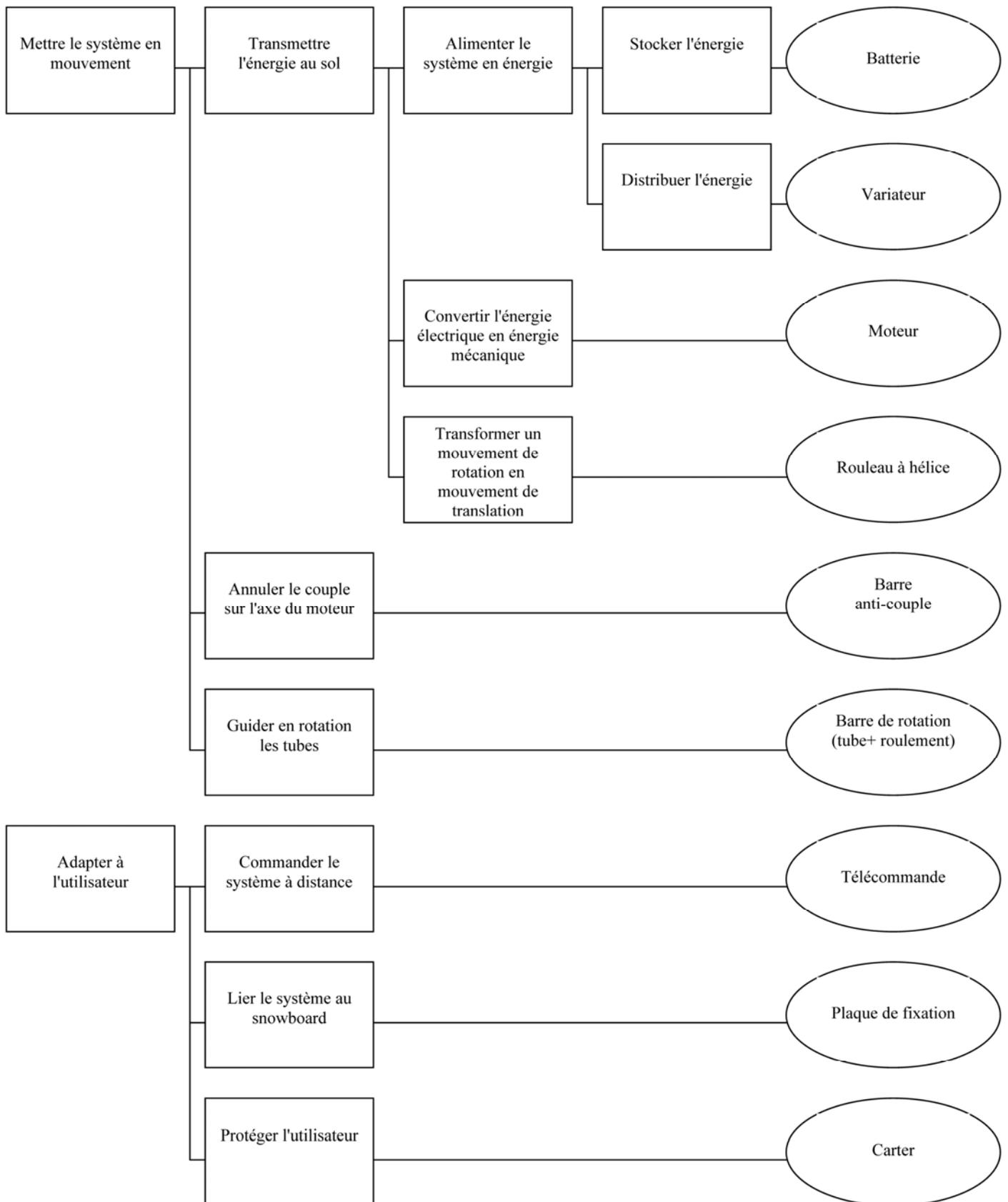
a) Cahier des charges : Jimmy

Diagramme pieuvre



FP1 : Permettre à l'utilisateur de se déplacer facilement sur une pente montante enneigée
FC1 : Garantir la sécurité de l'utilisateur et une gestion facile de la vitesse
FC2 : Alimenter le système avec des batteries rechargeables
FC3 : Pouvoir monter et démonter facilement le système pour pouvoir utiliser le snowboard en descente ou en montée.

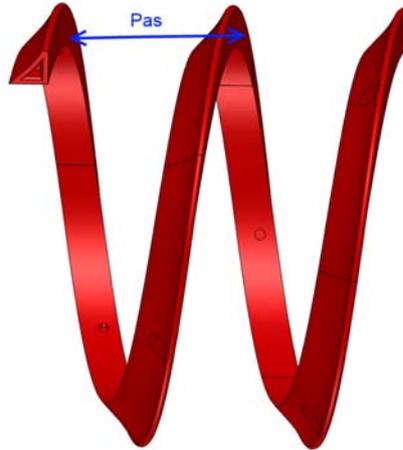
Diagramme FAST



b) Pas de l'hélice : Louis

Le pas de l'hélice définit la vitesse du système. Il définit donc aussi la poussée qu'il communique au sol car :

$$\text{Puissance} = \text{Vitesse} * \text{Force}$$



G est le centre de gravité du snowboard.

Trajectoire :

$$\text{OG}(t) \begin{cases} 0 \\ \omega(t) * \text{Pas} \\ 0 \end{cases}$$

$\omega(t)$ est oscillation par tour du tube en Hertz.

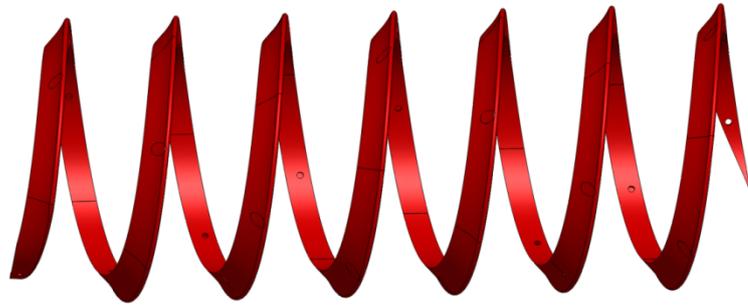
1^{er} prototype : le but était d'assurer une transmission maximale du couple. La vitesse devait donc être faible. Cela nous a permis de valider le concept.

Ainsi $v(t) = 2 \text{ km/h} = 0.56 \text{ m/s}$ et $\omega(t) = 8.5$ Hertz

$$v(t) = \text{Pas} * \omega(t)$$

$$\text{Pas} = v(t) / \omega(t) = 0.56 / 8.5 = 0.066 \text{ m}$$

$$\text{Pas} = 6.6 \text{ cm}$$



La première version de l'hélice

2^{em} prototype : après que le concept ait été validé, nous avons conçu un deuxième prototype.

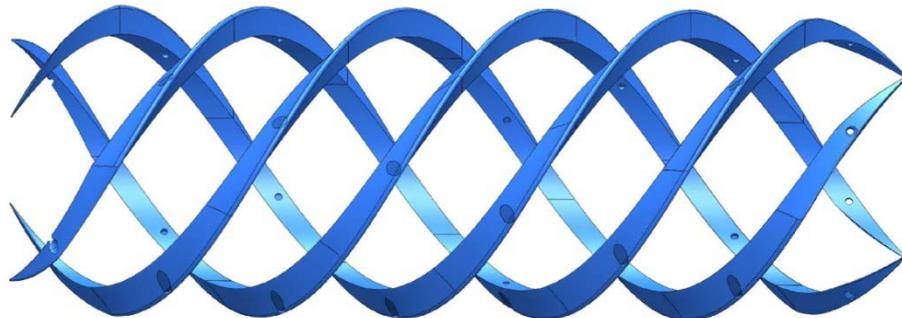
Donc $v(t) = 7.5 \text{ km/h} = 2 \text{ m/s}$ et $\omega(t) = 8.5 \text{ rad/s}$

$$v(t) = \text{Pas} * \omega(t)$$

$$\text{Pas} = v(t) / \omega(t) = 2 / 8.5 = 0.230 \text{ m}$$

$$\text{Pas} = 23 \text{ cm}$$

Le pas étant plus grand, la surface en contact avec la neige est plus faible. Pour assurer une transmission maximale du couple, nous avons donc créé 4 départs d'hélices (filets). Cela nous permet de tirer des grandes charges.



La deuxième version de l'hélice

c) Conception 3D : Théo

La modélisation 3D est au cœur du projet Propul~Surf. Elle nous permet de concevoir des pièces à partir des composants existants dans le but de pouvoir les imprimer avec la machine de prototypage rapide que nous possédons au lycée. Cette phase de conception consiste tout d'abord à modéliser les composants que nous possédons pour ensuite créer nos pièces. Une fois cette phase de conception terminée, la machine 3D a imprimé de fines couches de plastique de façon à produire un objet physique. Nous avons modélisé toutes les pièces avec le logiciel 3D Solidworks.

1. Composants existants

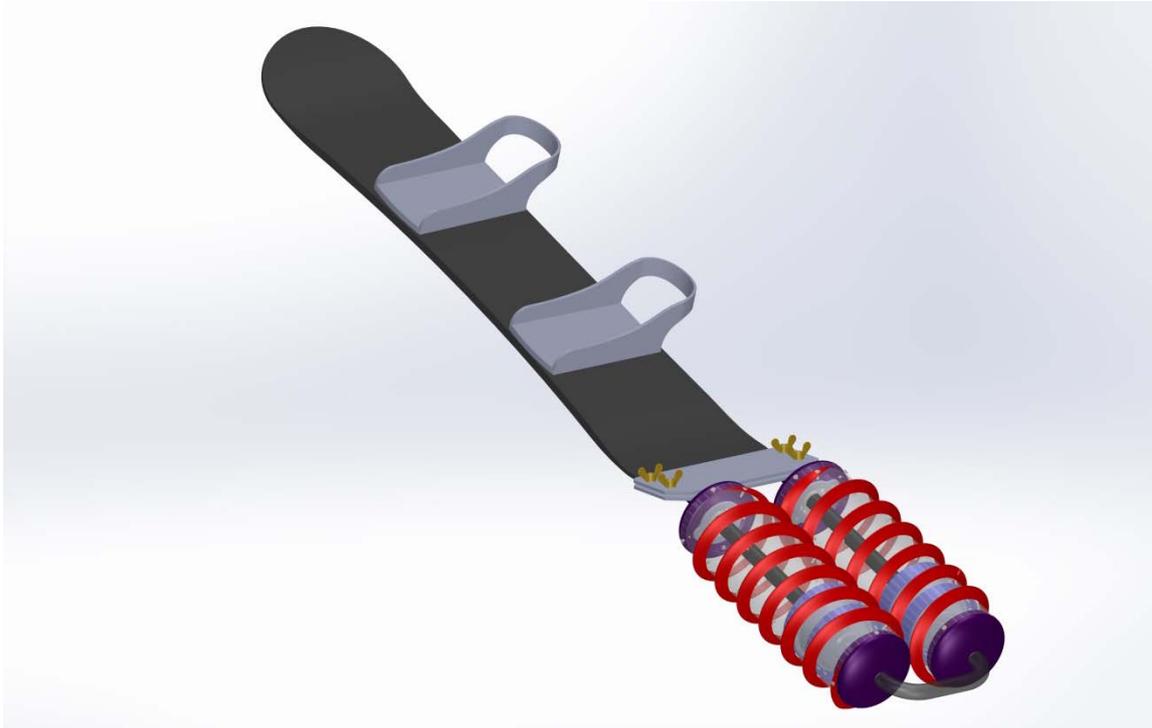
Après la validation de l'idée par notre professeur, notre première tâche a été de virtualiser les composants que nous avons achetés de façon à nous donner une base pour la conception de nos pièces à venir. Nous avons modélisé les composants les plus simples comme les tubes de PCV standard, de diamètre 140 mm et de longueur 470 mm.

Le snowboard a aussi été modélisé car nous avons rapidement besoin de ce composant pour avoir un ordre de grandeur du système.

Les moteurs et les variateurs de tension qui nous permettent de mettre en mouvement le snowboard ne l'ont été que plus tardivement à cause, d'une part, de leur délai de livraison et d'autre part, du temps qu'il nous a fallu pour les choisir. Nous avons pris le soin de modéliser avec le plus de précision possible tous ces composants, et plus particulièrement le moteur car ce dernier sert de support à des pièces complémentaires qui demandent peu d'écart entre le modèle numérique et la réalité.

Certains composants comme les batteries ou les fixations pour les chaussures ont également été modélisées mais n'ont pas été retenus sur la maquette virtuelle finale. Ces éléments n'apportaient rien d'intéressant.

2. Maquette numérique



Une fois nos composants modélisés, nous devons concevoir toutes les autres pièces du projet que nous ne pouvions pas produire par d'autres moyens, comme les hélices. Sa modélisation s'est faite de manière incertaine car nous ne savions pas comment nous devons profiler les hélices. Il fallait qu'elles ne soient pas trop profondes pour que le frottement ne devienne pas trop important, mais également qu'elles ne soient pas trop courtes de risque était qu'elles ne soient pas assez en prise avec la neige. La première version que nous avons modélisée avait un pas assez court, qui nous permettait de nous déplacer à une vitesse de 2 km/h.

Après la modélisation du moteur nous avons dû créer une pièce de liaison qui permet de fixer le moteur aux tubes en PVC. Il s'agit d'une pièce complémentaire au moteur, que l'on peut viser à ce dernier grâce aux trous qui sont initialement prévus pour des rayons, les moteurs étant des moteurs de vélo électrique. Il y a donc deux pièces par moteur, ce qui nous permet d'assurer un maintien optimal aux tubes de façon à transmettre le couple. Il nous a fallu une pièce de test pour pallier quelques problèmes dus au montage. C'est

pour cette raison que nous avons choisi de mettre des trous oblongs pour les vis et les écrous de façon à créer une certaine tolérance indispensable au montage.

Pour des raisons esthétiques et pratiques, nous avons également conçu des caches qui se fixent à chaque bout des tubes. D'un côté, le cache avant, assure une bonne coaxialité entre les différents tubes. Il est en effet doté d'un roulement à bille étanche qui nous assure une rotation sans frottements. De l'autre côté, le cache arrière, assure principalement une fonction esthétique et pratique : la neige ne peut pas s'introduire à l'intérieur du tube en PVC. Chacun de ces quatre caches est fixé à l'aide de vis et nous avons privilégié une grande quantité de matière de façon à avoir des pièces extrêmement solides qui rigidifient l'ensemble.

Les dernières pièces que nous avons modélisées sont les pièces de fixation, avant et arrière. Elles nous permettent d'assurer le parallélisme entre les deux tubes. Nous avons tout d'abord comme idée de réaliser une seule pièce en acier, mais sa réalisation nous était impossible pour des raisons techniques. La pièce de fixation arrière est donc constituée de deux tubes en plastique creux pour faire passer le fil. Nous l'avons fileté nous-mêmes. Ces deux pièces sont reliées entre elles avec un tube en acier qui peut être assemblé, lors du montage, grâce à du jeu.

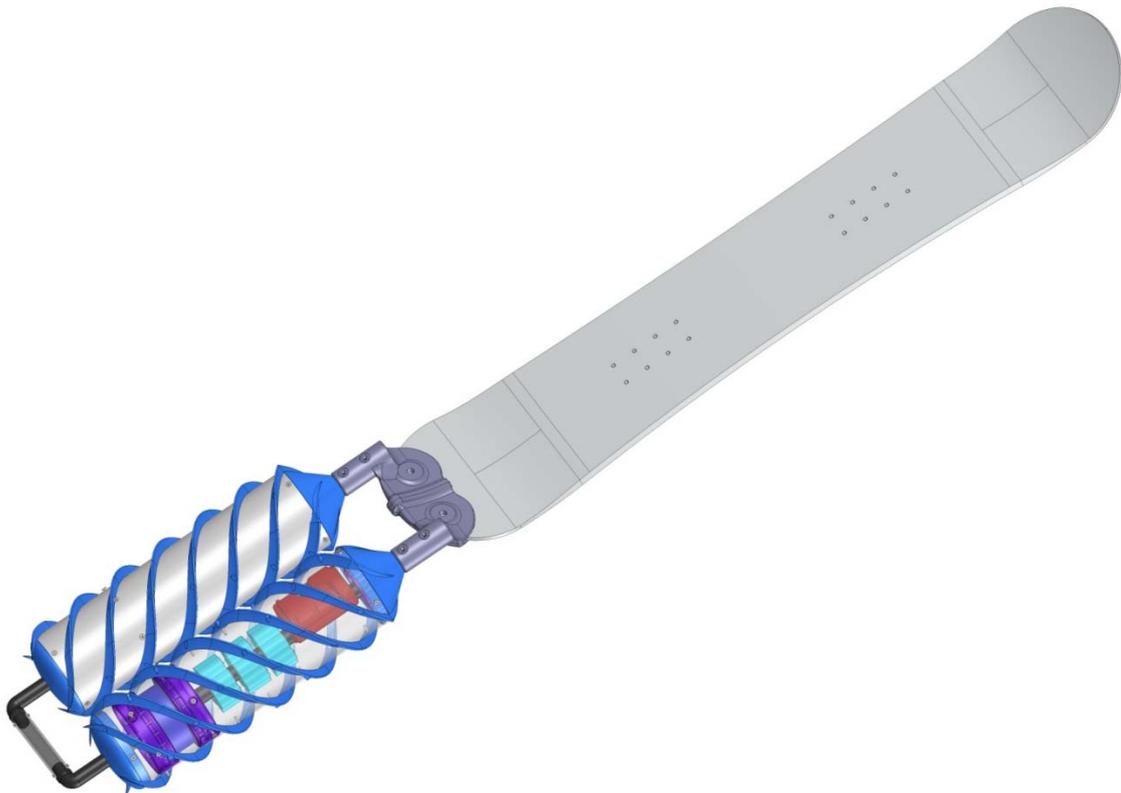


Si la fixation avant ne comporte pas de difficulté particulière, la fixation avant, elle, nous a donné beaucoup de travail. Nous avons en effet modélisé plusieurs fixations qui nous permettraient notamment de ne pas percer le snowboard, grâce à une liaison par pincement assuré par deux vis qui peuvent nous fournir une pression suffisante pour accrocher notre système.

Nous n'avions cependant pas les moyens de la produire à cause de la courbure du snowboard. Nous nous sommes donc dirigés vers une liaison entièrement conçue par ordinateur et donc entièrement imprimée en ABS. Pour que la pièce soit assez solide, nous avons privilégié une grosse épaisseur de matière. Cependant, la conception d'une telle pièce est très dépendante de la réalité. Il a fallu reconstituer avec le plus de précision possible l'arrière du snowboard. Pour ce faire, nous avons inséré dans Solidworks des photos de cette partie du snowboard sous deux angles différents, ce qui nous a permis d'avoir une base pour la conception à venir. Il a de plus fallu placer la fixation pour les tubes en acier : il faut que les rouleaux maintiennent une pression importante sur la neige. Nous avons donc choisi de maintenir l'extrémité des hélices à 25 mm en dessous du plan de pression du snowboard. Cette pression est entièrement gérée par cette pièce de fixation avant. Pour des raisons de fabrication, nous avons imprimé cette pièce en deux parties que nous avons ensuite collées avec une pâte : un mélange d'acétone et d'ABS, pour les souder entre elles.

Pour des raisons techniques et de sécurité, nous assurons la liaison encastrement par pincement, mais aussi par deux vis avec des écrous papillons, ce qui nous permet de pouvoir démonter notre système avant la redescente.

3. Version optimisée

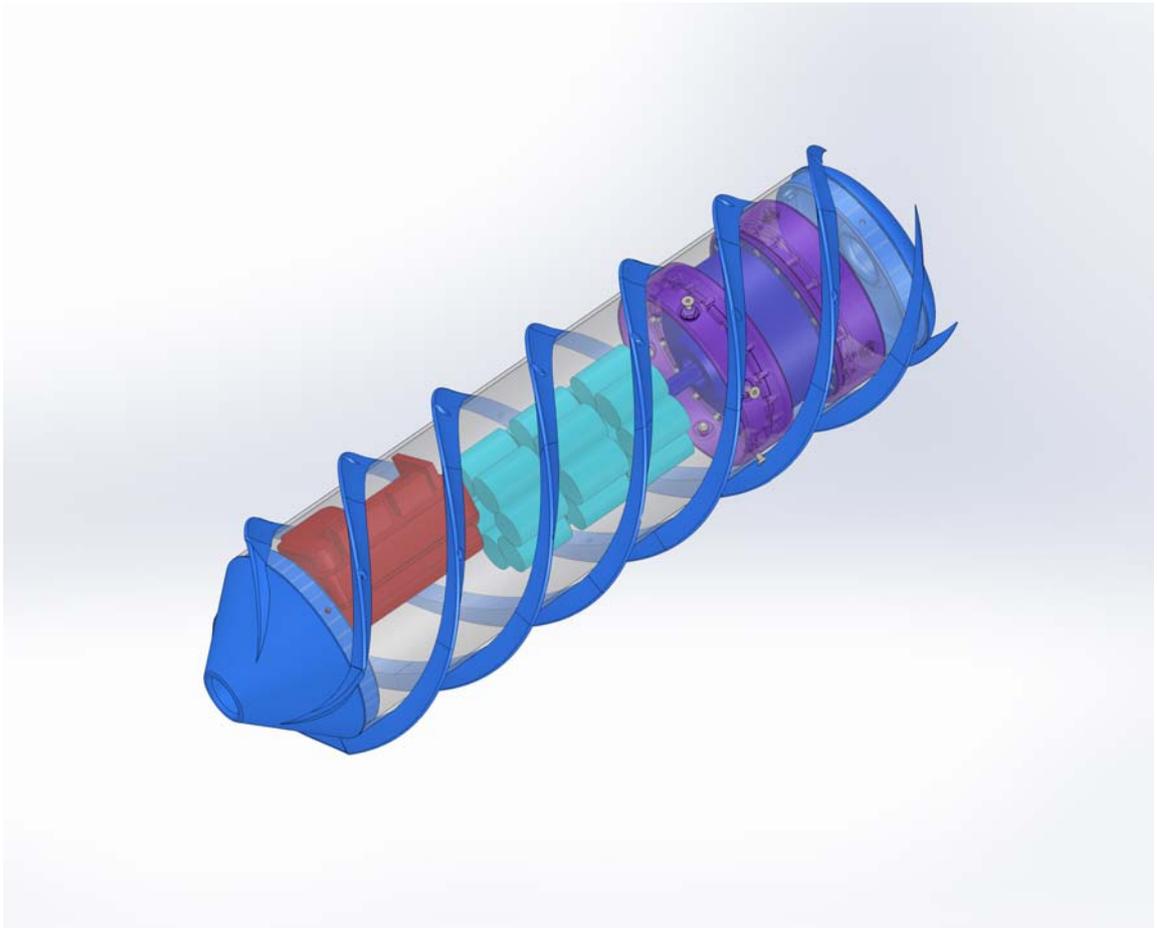


Après avoir testé notre snowboard en montagne, nous avons pu nous apercevoir que nous devons améliorer certains composants. Premièrement : le pas de l'hélice. Et effet, une fois le concept validé, nous avons pu nous pencher sur un produit plus attractif grâce à une vitesse plus élevée. Nous avons donc modifié le pas pour atteindre une vitesse de 7.5 km/h, ce qui devient intéressant. Cependant, le fait d'augmenter le pas va influencer sur la surface en prise avec la neige. C'est pour cela que nous avons mis non un seul filet, mais quatre. De cette manière, nous avons assez de surface en prise avec la neige pour pouvoir transmettre le couple du moteur.

On peut voir que dans la continuité de ces hélices, les caches avant ont été modifiés : nous avons remarqué que la neige s'accumulait légèrement à cet endroit, c'est pourquoi nous avons conçu des caches plus profilés, en forme de cône. Ils sont plus dotés d'un départ d'hélice ce qui permet d'évacuer la neige et d'assurer une bonne prise dans la neige.

Nous avons donc modélisé une version qui enlevait les problèmes que nous avons rencontrés, mais le poids et la portabilité restent toujours des questions importantes. Nous nous sommes donc demandé comment nous pouvions réduire sensiblement la masse de notre système, qui est actuellement de 22 kg et comment nous pouvions rendre notre système plus compact. Nous avons donc placé les variateurs de tension et les batteries à l'intérieur des tubes. Les batteries modélisées sont des batteries lithium ion qui ont un poids optimal et qui fonctionnent parfaitement à des températures très basses. Le fait d'intégrer tous nos composants à l'intérieur de ces tubes nous offre un système extrêmement compact dont seul le fil reliant les variateurs de tension et la manette serait visible et sortirait du système (si la manette n'est pas remplacée par une manette sans fil). Même si nous n'avons pas pu le modéliser, de façon à optimiser le poids de notre système, il faudrait aussi remplacer les barres en acier par des tubes carbone, mais la modélisation 3D en elle-même n'en sera pas modifiée.

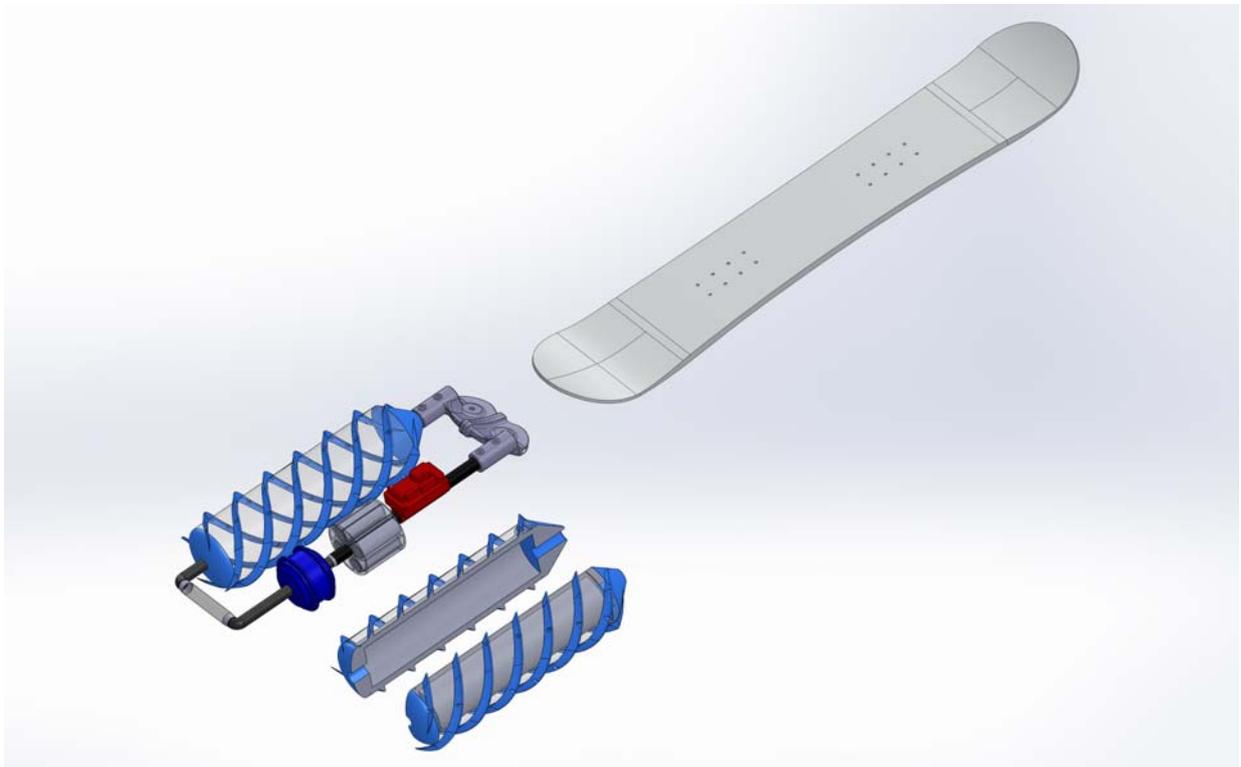
Pour des raisons de sécurité, nous avons également pensé à concevoir un carter de protection qui servirait à cacher entièrement les rouleaux.



4. Maquette 1:15

Puisque nous ne pouvions pas produire la deuxième version pour des raisons économiques, nous avons décidé de produire une version miniature. La modélisation de cette maquette avait pour but d'offrir un modèle réduit de notre deuxième version, notamment pour pouvoir visualiser avec un objet réel la différence entre les deux pas d'hélices.

Nous avons donc mis à l'échelle notre maquette numérique que nous avons divisée en quatre parties : le snowboard, un tube avec les hélices coupé en deux et creux, et pour finir une dernière pièce regroupant toute la structure acier avec les deux pièces de fixation, un rouleau plein et de l'autre côté le moteur, les batteries et le variateur de tension (voir photo). Les trois premières pièces se sont correctement imprimées mais la dernière non car la machine est tombée en panne au cours de l'impression.

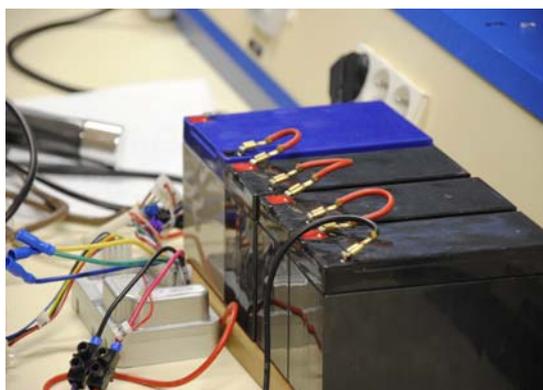
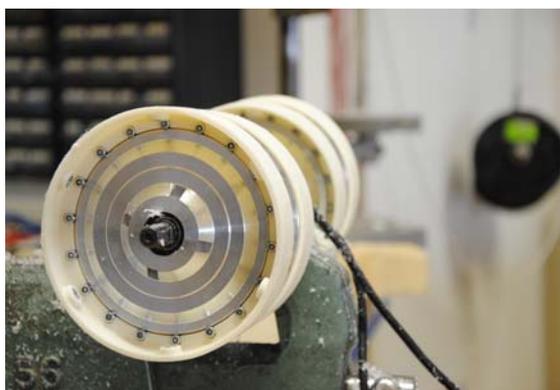


d) Electricité : Pierre

Dans ce projet, j'ai principalement réalisé la partie électronique qui en constitue un point essentiel. En effet cette partie a été détaillée en deux points :

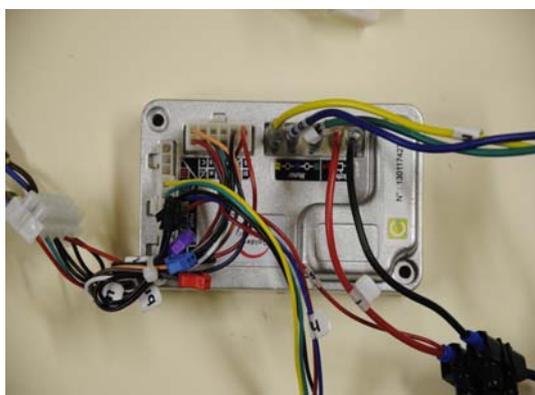
- L'alimentation du système
- L'asservissement des moteurs

Pour faire tourner les deux tubes-hélice, nous avons installé deux moteurs Brushless d'une puissance de chacun 500 W à l'intérieur de ces tubes. Nous avons choisi d'utiliser quatre batteries plomb de 12V chacune, le total faisant 48V et permettant de délivrer 6A/h (tests réalisés

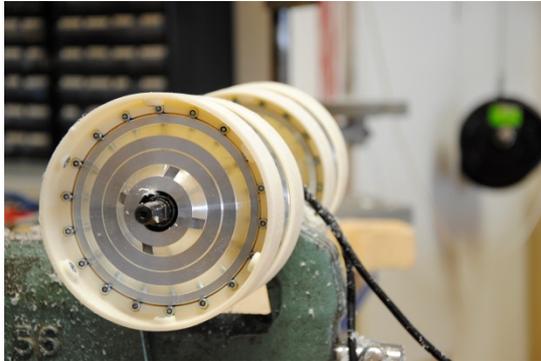


à l'aide d'un GBF).

Il était bien sûr nécessaire de contrôler la vitesse de rotation de nos moteurs afin de permettre à l'utilisateur de modifier sa vitesse sur la neige. Nous avons alors acheté deux variateurs de tension, un connecté à chaque moteur. Nous avons utilisé une manette à effet hall, connectée à ces variateurs de tension pour les contrôler. Mon travail était de connecter ces différents composants et d'optimiser la taille des fils électriques en fonctions des contraintes du système.

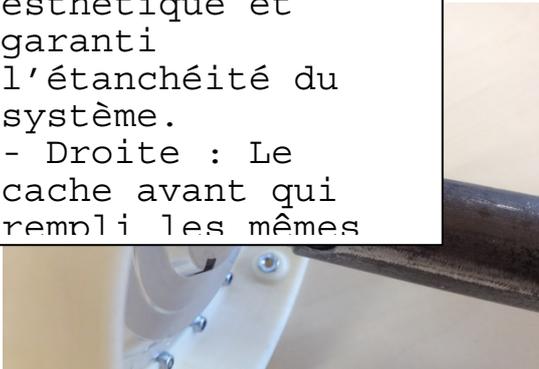


e) Montage : Jimmy

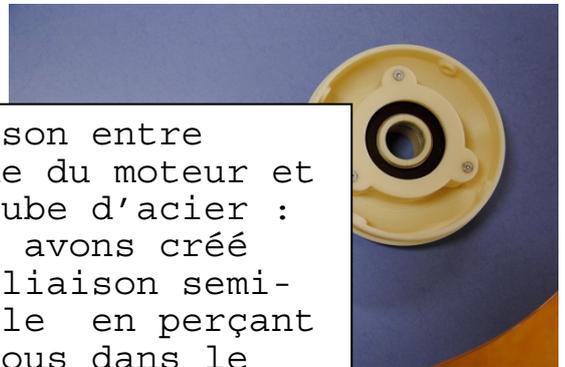


Assemblages des 2 moteurs avec leurs pièces complémentaires permettant leur adaptation au gabarit des tubes de PVC.

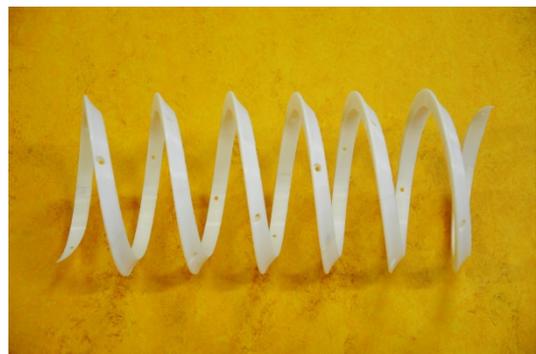
- Gauche : Le cache arrière a une fonction esthétique et garanti l'étanchéité du système.
- Droite : Le cache avant qui remplit les mêmes



Liaison entre l'axe du moteur et le tube d'acier : Nous avons créé une liaison semi-rotule en perçant 3 trous dans le tube d'acier et dans l'axe avec un micro ieu et relié



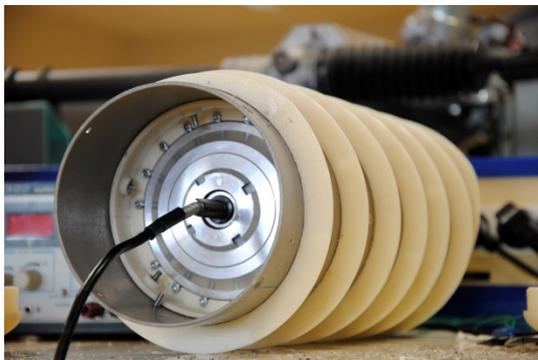
Nous avons ensuite assemblé les sections d'hélice à l'aide d'une colle spéciale ABS-PVC.





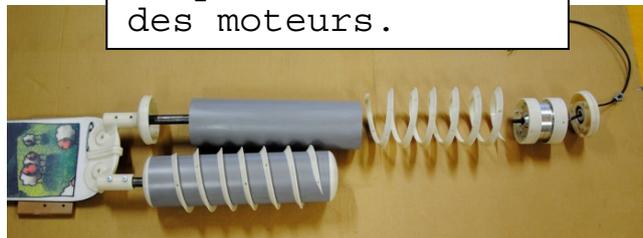
Gabarit conçu pour garantir un espacement constant entre les hélices. Nous le faisons coulisser lors du positionnement des hélices sur les tubes de PVC.

Après positionnement, collage à l'aide d'une colle à base d'acétone, puis vissage des hélices sur les tubes pour augmenter la résistance.



Introduction des moteurs à l'intérieur des tubes PVC et installation des vis reliant les tubes PVC aux pièces complémentaires des moteurs.

Vue éclatée du système avant l'assemblage final.





Assemblage final après vernissage et
peinture à la bombe des tubes et des
hélices

II EXPERIENCES & CALCULS

a) Acétone : Maxime

Nous avons rencontré quelques problèmes au niveau de la fixation des hélices sur les tubes.

Notre première solution a été de visser les hélices mais cette méthode comportait plusieurs désavantages comme l'emplacement des vis ou la perte de la transmission du couple au milieu extérieur.

Nous avons alors choisi une seconde méthode qui a été de coller les hélices. Malheureusement, une colle ordinaire n'aurait pas marché, alors après quelques recherches internet, nous avons retenu une solution qui a été d'utiliser de l'acétone.



L'acétone permet de faire fondre l'ABS des hélices. Une « pâte » se forme et après évaporation de l'acétone, la colle formée semble très efficace. Nous avons été très étonnés de l'efficacité du résultat et nous avons ainsi pu éviter de percer le tube.



Nous avons également collé les deux parties de la pièce de liaison système-snowboard à l'aide de l'acétone.

b) Energie : Louis

Lors de la modélisation du système, nous souhaitons savoir si, d'un point de vue théorique, les pièces conçues marcheraient. Nous avons donc effectué des mesures que nous avons ensuite traitées.

Caractéristiques de la neige :

Frottements :

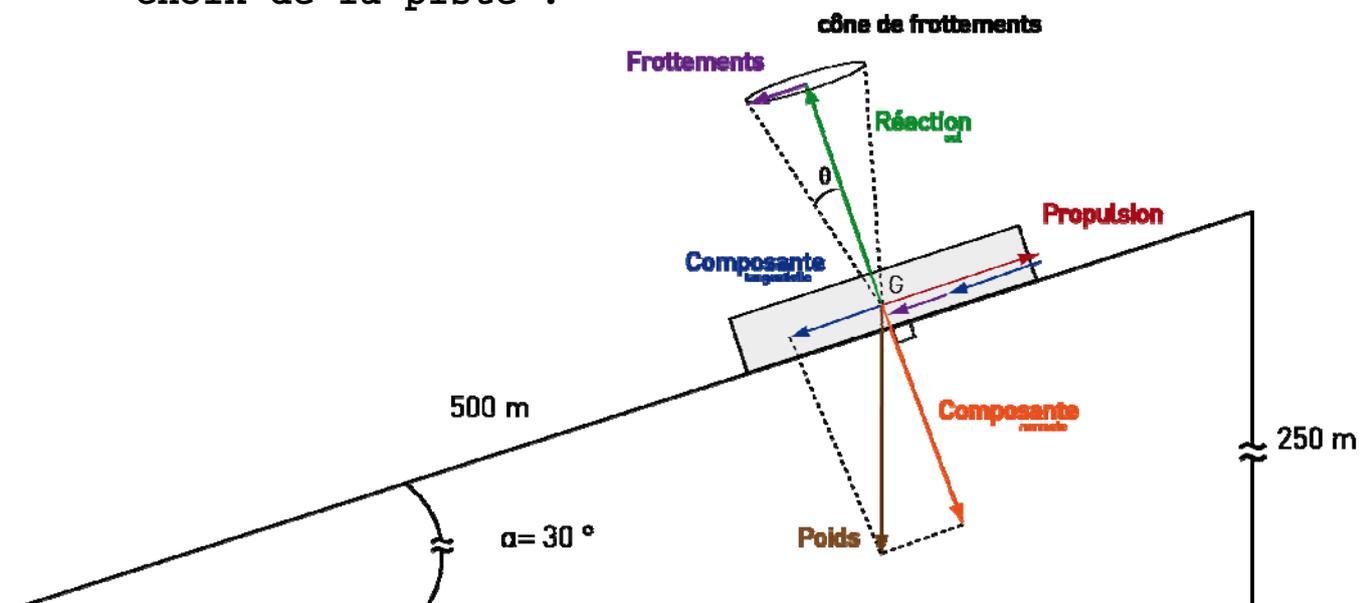
- Efforts de frottements en glissement : 25 N pour le surf (sans hélice) avec un poids total de 400 N.

Transmission :

- Avec 3 dents d'hélice en prise, on transmet 80 N avant que la neige ne casse.
- Avec toutes les dents, on transmet 400 N avant que la neige ne casse.

NB : ces résultats ont été obtenus suite à des tests sur une neige fraîche et poudreuse de 3 jours

Choix de la piste :



Nous nous sommes aperçu que notre système pouvait communiquer une forte poussée. Notre choix s'est donc porté sur une piste noire dont la pente est de 50%. La distance à parcourir est de 500

mètres car c'est un ordre de grandeur facile à représenter.

Résolution des inconnues

$$\text{CoeffFrottements} = \arctan(25/400) = \arctan(0.062) = 0.062$$

$$\text{Sin}(\alpha) = 250/500 \quad \alpha = \arcsin(0.5) = 30^\circ$$

Travaux résistants :

Poids :

$$W (\text{Poids}) = \text{Poids} * \text{dénivelé}$$

$$W (\text{Poids}) = 800 * 250 = 200\,000 \text{ J}$$

Frottements en glissement :

$$W (\text{Frottements}) = \text{CoeffFrottement} * \text{Poids} * \cos(30) * \text{distance}$$

$$W (\text{Frottements}) = 0.062 * 800 * \cos(30) * 500 = 12\,400 \text{ J}$$

$$\Sigma(W_{\text{résistants}}) = 212 \text{ kJ}$$

Nous n'avons pas pu déterminer les frottements des hélices sur la neige car nous n'en avons pas les moyens. De plus, ces frottements varient suivant le type de neige.

Si on néglige ces frottements, notre système est optimisé pour les pentes de 30° car :

$$W_{\text{transmis}} = F_{\text{hélice}} * \text{distance} = 400 * 500 = 200 \text{ kJ.}$$

Le système marche bien sûr pour des pentes plus faibles.

c) Essais en station : Théo



Essai du système en station

Nous sommes allés en station, à Val Thorens dans les Alpes, pour pouvoir tester le premier prototype de Propul-Surf. La principale conclusion que nous

avons pu en tirer a été la validation de notre concept : en plaçant deux vis d'Archimède à l'arrière d'un snowboard, on peut donc bien déplacer une personne. La qualité de la neige ne nous a cependant pas permis de réaliser ce que nous voulions, à savoir remonter une pente. Nous l'avons fait mais l'arrière n'accrochait pas assez dans la neige. Ces tests nous ont permis de trouver les failles de notre projet, ce qui nous a aidés pour le développement de notre seconde version qui prend en compte les problèmes rencontrés. Nous avons par exemple remarqué que plus nous appuyons sur l'arrière du snowboard, plus les hélices sont en prise et plus nous transmettons de couple. De plus, nous avons pu calculer la puissance que nous utilisons à l'aide d'appareils de mesures. Nous n'avons pas rencontré de problèmes majeurs durant ces tests, si ce n'est la neige (neige d'avril).

Les tests sont vraiment importants car ils nous permettent de rencontrer la réalité qui est bien souvent loin du modèle virtuel.

d) Rendement : Louis

A l'aide de différents tests, nous avons pu établir le rendement de Propul~surf.

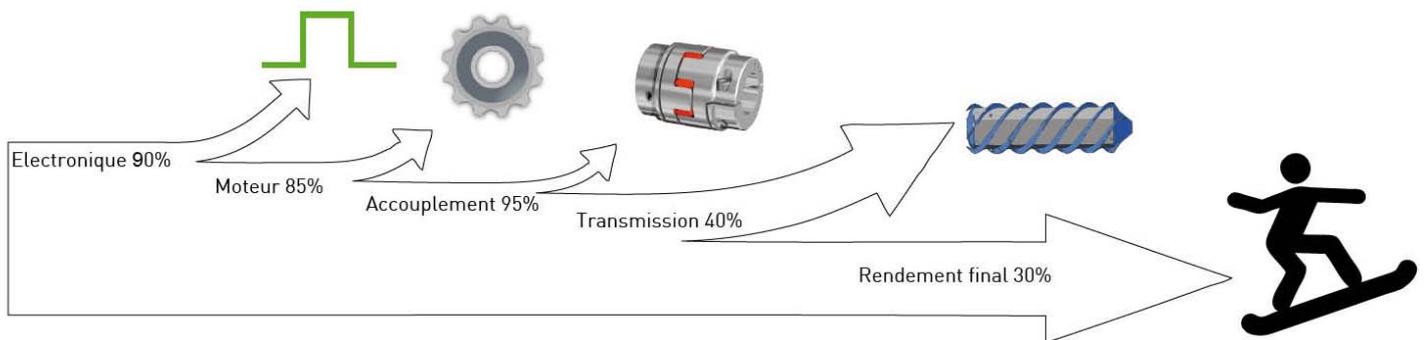
- **Rendement de l'électronique** : les pertes du variateur de tension pour une intensité nulle sont de l'ordre de 20 Joules. Nous ne connaissons pas précisément le rendement des batteries. Nous avons donc estimé le rendement de l'ensemble de l'électronique à 90 % quand 500J sont utilisées.

- **Rendement du moteur** : le moteur étant standard, son rendement est le même que tous les moteurs de même type : 85%

- **Rendement de l'accouplement** : notre professeur l'a estimé à 95% car nous n'avions pas les moyens de le mesurer.

- **Rendement des hélices** : il fut très facile à mesurer. Nous avons divisé l'énergie électrique consommée ($P=I*U$) par la puissance en sortie ($P=vitesse*force$). Nous avons obtenu 40%.

Rendement final : nous avons multiplié tous les rendements entre eux. Il vaut 30 %



III COMMUNICATION

a) Olympiades : Pierre

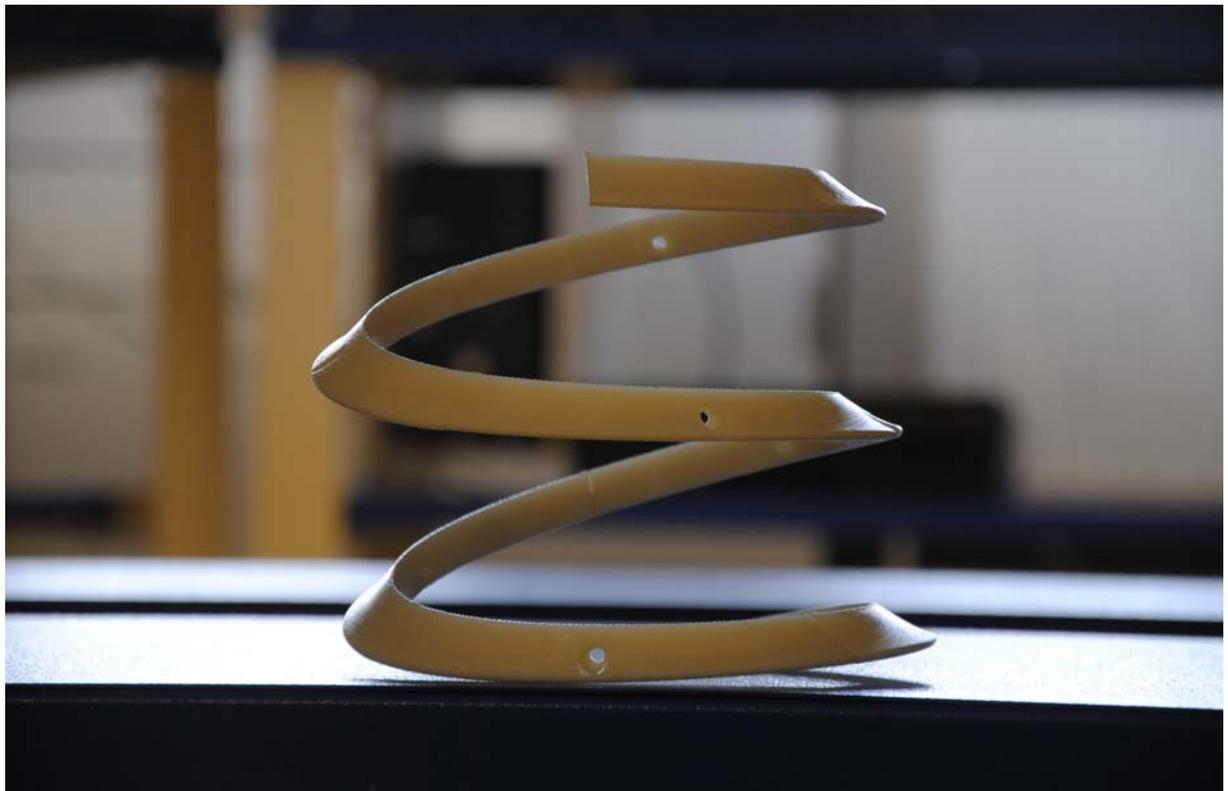
Comme au cours des deux dernières années, nous avons présenté ce projet au Olympiades des Sciences de l'Ingénieur. Je me suis proposé pour présenter avec Louis notre système devant les jurys.

Nous avons préparé les Powerpoints en nous répartissant les différentes parties et les avons répété de nombreuses fois pour être le plus à l'aise possible les jours du concours.

Cette partie demandait un travail dépassant le cadre du lycée, et nécessitait du temps en dehors des heures prévues dans notre emploi du temps scolaire. Un des aspects principaux de cette partie était la communication.

En effet il est plus efficace de travailler sur l'image du projet et de son groupe. Nous avons donc réalisé deux affiches et différents diaporamas, choisi des tenues vestimentaires adéquates et suivis des règles de communication que nous a conseillé notre professeur de mécanique par exemple.

La première partie du concours s'est déroulée à



l'École Centrale de Lyon (Ecully). Nous étions en concurrence avec environ 70 groupes d'autres lycées. Ce concours regroupe les sections S SI et STI2D.

Les tests en montagne du système sur la neige étant effectués la veille par Louis, Théo et notre professeur de mécanique, nous étions rassurés de constater qu'il était fonctionnel et en état d'être présentable au concours.

Nous avons remporté le prix d'une des meilleures maquettes de ce concours et étions qualifiés pour continuer et tenter notre chance à Paris.

Le 22 mai, nous avons donc présenté Propul~Surf aux Mureaux pour la finale et sommes passés devant les jurys pendant la matinée. Malgré un problème technique 15 minutes avant le passage devant le premier jury, nous avons su exposer notre projet avec Louis devant les jurys et répondre en équipe à leurs questions.

Nous sommes cette année les 1ers lauréats de ce concours remporté avec un projet réalisé à échelle 1:1 et fonctionnel.



b) Affiche : Maxime

Lors de notre projet, nous avons beaucoup travaillé la communication dû au fait que nous participions aux Olympiades de Sciences de l'Ingénieur.

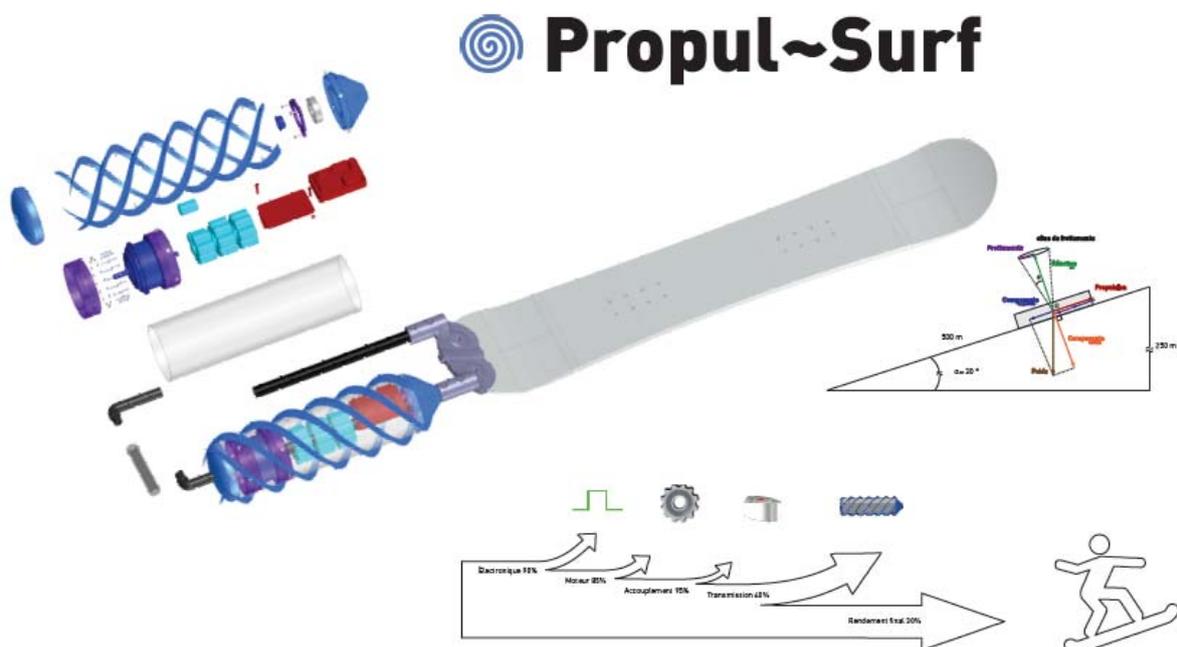
Nous avons posté une vidéo évolutive de notre projet sur You Tube, ce qui nous a permis de nous faire connaître du grand public.

Grâce à celle-ci, plusieurs blogs et magazines ont posté des articles sur notre projet comme Gizmag, Tuxboard ou Osi site.

Nous avons également créé notre propre site en Français et en Anglais afin de toucher un maximum de personnes.

Un petit reportage nous a été dédié par France 3, permettant une brève apparition dans le journal régional.

Lors des précédentes Olympiades, nous nous sommes rendu compte qu'une affiche présentant les éléments clés de notre projet permettait au jury d'avoir une vue d'ensemble et générale de notre système. Nous avons beaucoup travaillé notre affiche afin qu'elle soit claire, simple et précise.



Cette affiche est composée du logo Propul~Surf ainsi que d'une vue éclatée de la deuxième version du système, la chaîne de rendement et le schéma représentant les forces appliquées au système.

Nous avons choisi ce logo car il représente une spirale, rappelant la vis d'Archimède.

La vue éclatée permet de voir les différents éléments qui composent notre projet. Cette vue correspond à la version optimisée de Propul~Surf.

La chaîne de rendement est très utile afin de déterminer l'énergie dissipée par le système. Nous l'avons créée à partir de nos tests effectués à la montagne et des différentes informations que l'on disposait. Nous avons estimé certains rendements comme ceux de l'accouplement et des batteries, à cause d'un manque de moyen pour les évaluer.

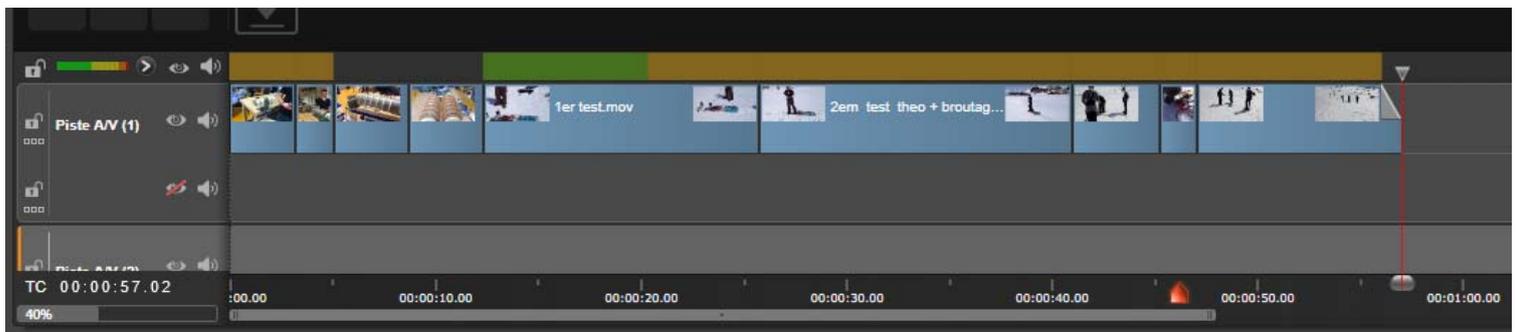
Nous obtenons au final un rendement de l'ordre de 30%.

Nous avons également ajouté un schéma représentant les forces appliquées au système. Après calculs et en négligeant les frottements, notre système est, en théorie, optimisé pour une pente d'environ 30°.

c) Vidéo : Louis

J'ai réalisé le montage vidéo juste après les tests en station. J'ai décidé de faire un montage court sans effet pour les olympiades. En effet, quand les jurys passent, ils ont très peu de temps. La vidéo dure donc 58 secondes et est aussi dynamique que possible.

En premier j'ai exposé l'historique de montage pour permettre à n'importe qui de comprendre le principe du système. Puis j'ai juxtaposé graduellement les tests pour ajouter une touche de suspens : sans utilisateur puis avec. Enfin j'ai montré le système sur une longue distance pour prouver que la vidéo n'est pas truquée et que le système marche sur de longues distances.



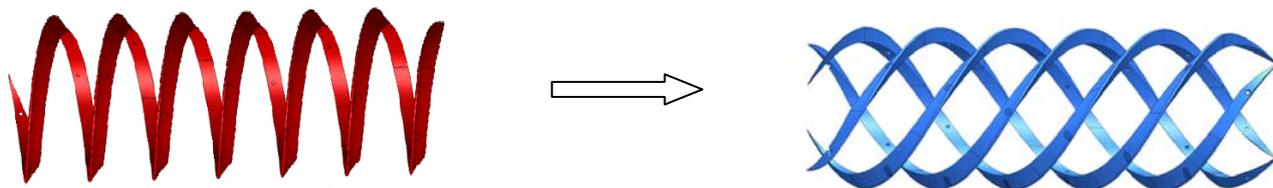
AMELIORATIONS A VENIR : MAXIME

Nous avons pensé à de nombreuses améliorations possibles de notre projet que nous n'avons pu réaliser.

La version finale de Propul~Surf sera repris l'année prochaine et sera optimisée, c'est à dire plus compacte et plus légère.

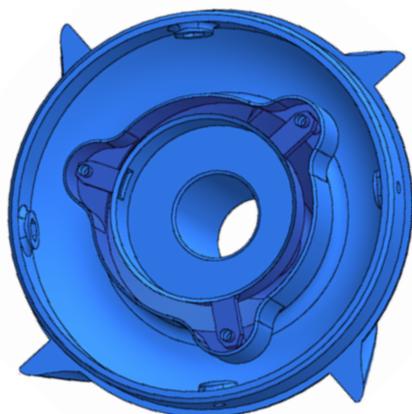
La première des améliorations portera sur les hélices. Nos hélices actuelles ont un pas faible pouvant porter de lourdes charges mais limitant la poussée communiquée au sol et donc la vitesse du système.

Les nouvelles hélices auront un pas plus grand permettant de diminuer le contact avec la neige, augmentant la vitesse mais limitant la charge à déplacer. Nous avons donc installé quatre départs d'hélices résolvant ce problème.



Les hélices de la première version limitaient la vitesse du système à 2 km/h, trop peu pour remonter une pente de ski mais permettant de valider le concept.

Les nouvelles hélices multiplieront la vitesse par 4 ce qui, en théorie, validera notre problématique de remonter une pente enneigée. Il faudra ensuite vérifier cela en pratique l'année prochaine.



La seconde amélioration concernera les batteries. Nous possédons de lourdes et grosses batteries prenant beaucoup de place. Les remplacer par des batteries lithium-ions beaucoup plus petites. Nous nous sommes rendu compte très vite que la neige s'accumulait devant les caches situés à l'avant du système ce qui le freinait.

Nous avons modifié la forme de ces caches en forme de cône

La sécurité étant primordiale, nous avons eu l'idée de créer un carter de protection afin d'éviter toutes blessures dues à la rotation des tubes. Les deux tubes tournent bien évidemment vers l'extérieur afin d'éviter tout danger.

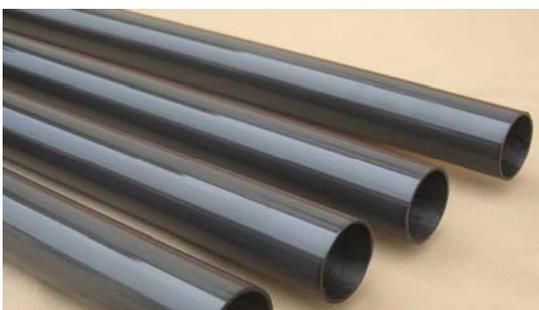
Ce carter sert aussi à limiter l'intrusion de la neige dans notre système, ce qui pourrait l'endommager.

Une fois la piste de ski remontée, notre problème a été de trouver plusieurs solutions afin de porter notre système lors de la descente.

Nous avons d'abord pensé à placer notre système dans un sac à dos, mais le volume et le poids de celui-ci pourrait gêner l'utilisateur lors de la descente. Nous avons alors imaginé diverses solutions afin d'éviter de porter les tubes.

Une piste spécialement conçue pour redescendre le système pourrait être envisagé, laissant l'utilisateur libre pendant la descente. Cette solution aurait un coût important afin d'équiper différentes stations de ski.

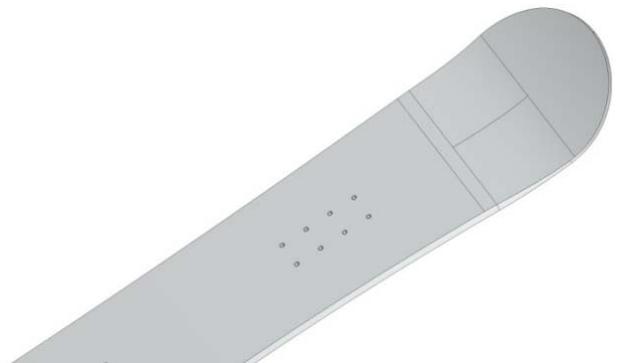
Nous avons pensé à une dernière solution, la location de notre système. C'est-à-dire qu'une fois en haut, l'utilisateur n'aura qu'à le déposer dans un des centres de location. Notre système serait donc à louer pour une unique descente, mais cette solution est peu pratique et pas très intéressante pour le client.



L'utilisation de tubes en carbone à la place de nos tubes en acier et des batteries lithium-ions permettraient d'alléger le système. Nos quatre batteries pèsent à elles seules 11 Kg ce qui est beaucoup trop et pas du tout optimisé. Les tubes en

La dernière amélioration à laquelle nous avons pensé porte sur le système de fixation du système au snowboard. Notre pièce actuelle nécessite le perçage du snowboard. L'amélioration consiste à éviter ce perçage en créant une pièce de fixation par serrage, permettant ainsi une pièce universelle pour tout type de snowboard.

Toutes ces améliorations sont conçues pour optimiser au mieux notre système. Il ne reste plus qu'à installer les batteries et les deux variateurs à l'intérieur des tubes afin d'obtenir un système complet et fonctionnel.



Le système optimisé

-Mise en page finale : Louis