

L'événement Clean Snowmobile Challenge de la SAE

Textes Michel Garneau

Certains d'entre vous ont peut-être entendu parler du Clean Snowmobile Challenge (CSC) puisqu'il s'agit d'un événement qui suscite beaucoup d'intérêt chaque année. Avant d'entrer dans les détails au sujet du concours même, commençons par présenter l'organisme derrière cet événement afin de mieux comprendre sa nature et son objectif.

Qu'est-ce que la SAE?

La SAE, ou Society of Automotive Engineers, est un organisme comptant plus de 84 000 membres – ingénieurs, dirigeants d'entreprises, enseignants et étudiants – dans plus de 97 pays. Le groupe a été fondé en 1895 et sa mission est de favoriser le partage de l'information et l'échange d'idées afin de faire progresser la technologie des systèmes de mobilité.

Qu'est-ce que le CSC?

La SAE organise chaque année l'événement CSC, un concours de design interuniversitaire pour les étudiants de partout dans le monde. L'objectif du concours est de concevoir une motoneige (principalement pour la conduite sur les sentiers entretenus) plus écologique que celles actuellement disponibles sur le marché.

Des débuts modestes

Tout a commencé à l'automne 1998 lorsque Bill Paddelford et la docteure Lori Fussell ont uni leurs efforts afin d'atteindre un objectif commun : réduire le bruit et les émissions des motoneiges sans compromettre leur performance. Au printemps 1999, la SAE s'est jointe à ces deux personnes afin d'organiser un nouveau concours de design universitaire, le premier Clean Snowmobile Challenge. À l'été 1999, sept universités américaines et canadiennes ont relevé le défi de modifier des motoneiges d'occasion pour une évaluation rigoureuse de caractéristiques telles qu'émissions, bruit, performance, design, économie de carburant et capacité de démarrage à froid.

En mars 2000, le premier CSC annuel a eu lieu à Jackson Hole, au Wyoming. Les participants n'avaient que six mois pour travailler sur leurs projets, mais les innovations techniques étaient nombreuses et les résultats impressionnants. Le nombre de participants a doublé l'année suivante et l'événement a été remporté par l'Université de Waterloo, en Ontario, le seul participant canadien ayant jamais gagné le concours. Le CSC s'est de nouveau tenu à Jackson Hole en 2001 et 2002.

Depuis 2003, l'événement a lieu dans la péninsule de Keweenaw, au Michigan, sous le patronage de l'Université Michigan Tech. La participation a continué de croître, les innovations se sont multipliées et 2004 a même vu l'arrivée d'une motoneige hybride. Le concours de l'an dernier rassemblait 16 projets en tout.

Tests

Les motoneiges doivent subir de nombreux tests conçus pour permettre une évaluation en fonction de divers critères :

- émissions;
- économie de carburant et endurance;
- remorquage;
- bruit;
- accélération;
- démarrage à froid;
- conduite et maniabilité (test subjectif);
- résistance aux chocs.

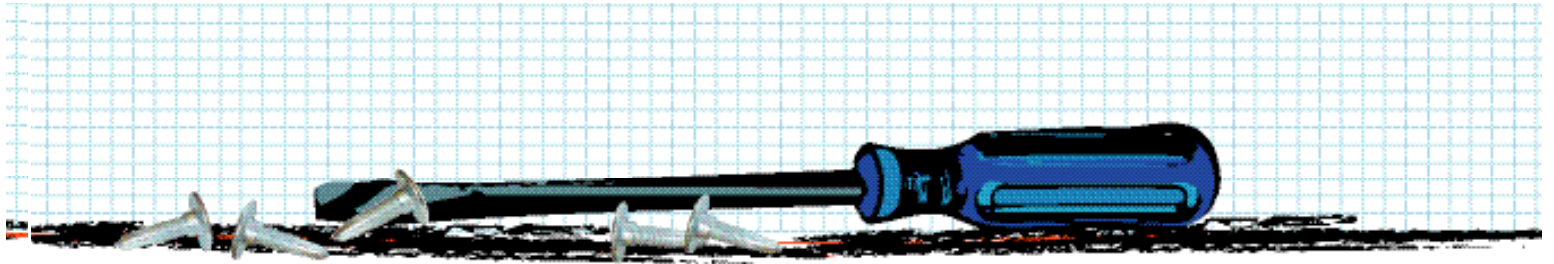


De plus, les équipes elles-mêmes sont évaluées en fonction de la présentation écrite et orale de leur design technique, de leur exposition stationnaire et enfin de l'estimation des coûts de mise en oeuvre de leur technologie. Il s'agit donc d'un processus d'évaluation très rigoureux et approfondi.

Catégories et prix

S'il ne peut y avoir qu'un seul grand gagnant, la variété des tests effectués permet aux équipes d'être reconnues pour leur excellence dans certains domaines spécifiques. Divers prix sont donc distribués à l'occasion de chaque événement Clean Snowmobile Challenge :

- Les gagnants du concours sont les cinq équipes ayant obtenu le meilleur pointage final.
- Le prix de la meilleure performance est décerné à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage final lors des tests d'accélération, de conduite et de freinage.
- Le prix des meilleures émissions est attribué à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage lors du test d'émissions.
- Le prix du meilleur design est remis à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage final pour la présentation écrite et orale de son design technique ainsi que pour son exposition stationnaire.
- Le prix de la meilleure économie de carburant revient à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage dans la catégorie économie de carburant et endurance.
- Le prix de la motoneige la plus silencieuse va à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage lors des tests de bruit et d'accélération.
- Le prix de la solution la plus pratique est décerné à l'équipe



ayant atteint le meilleur équilibre entre les coûts et la réduction du bruit ainsi que des émissions mesurée.

- Le prix du meilleur rapport qualité/prix est attribué à l'équipe ayant obtenu le meilleur équilibre entre les coûts, l'économie de carburant et la performance.
- Le trophée du fondateur est remis à l'équipe reconnue par les autres participants comme ayant fait preuve du meilleur esprit sportif.
- Le prix de la meilleure conduite revient à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage combiné lors du test de confort du conducteur et du test subjectif de conduite.
- Le prix de la meilleure motoneige zéro émission va à l'équipe ayant obtenu le meilleur pointage dans la catégorie zéro émission.

Bienvenue en 2006

L'édition 2006 du CSC s'accompagnera de divers nouveaux développements. Ainsi, le concours comprendra cette année une toute nouvelle catégorie zéro émission dont les participants seront jugés séparément, même s'ils pourront se mesurer à des design à moteur à combustion interne pour certains tests.

Une autre nouveauté est l'introduction d'un principe de redéfinition des normes. Afin de gagner des points au test d'émissions cette année, les participants devront concevoir des motoneiges conformes aux normes d'émissions prévues pour 2012, tout comme les fabricants. Pour gagner des points au test de bruit, leurs véhicules devront réussir le test de bruit de l'industrie de la motoneige, là encore tout comme ceux des fabricants. De plus, un test de bruit subjectif a été ajouté afin de représenter la perception du public de la qualité sonore associée aux motoneiges.

Pourquoi une catégorie zéro émission?

Certains environnements de recherche sont très sensibles, la moindre forme de contamination pouvant fausser les résultats de recherche. Par conséquent, la communauté scientifique réclamait depuis longtemps un véhicule zéro émission afin de transporter chercheurs et personnel de soutien, mais des facteurs tels qu'une autonomie et une performance limitées empêchaient la mise au point réussie de modèles commercialisables. Cependant, de récentes avancées en matière de technologie de batterie et de moteur ont enfin rendu possible la production de véhicules d'une autonomie adéquate pour certaines applications. Cette nouvelle catégorie présente donc un aspect très pratique.

Règlements

Un bref survol de certaines des règles les plus importantes.

Moteur

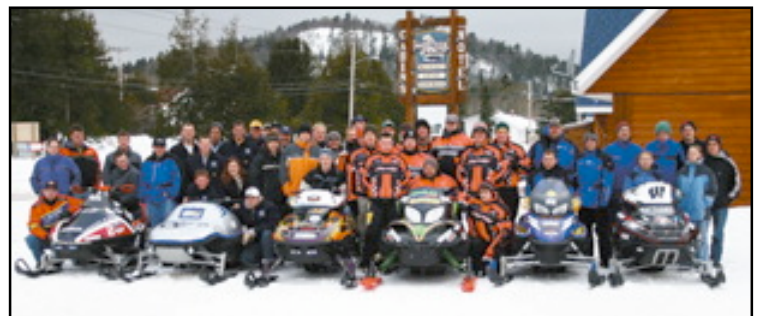
Il est permis d'apporter des modifications au moteur, y compris de le remplacer par un modèle différent. En ce qui concerne les types de moteurs, les modèles à deux temps, à quatre temps et rotatifs sont permis.

- Limites de cylindrée des moteurs :
 - (a) moteurs à allumage commandé à quatre temps - 960 cc;
 - (b) moteurs à allumage commandé à deux temps et rotatifs - 600 cc;
 - (c) moteurs diesel : 1135 cc.
- Les chauffe-moteurs ne sont pas permis.

Châssis et suspension

Les modifications sont permises, mais certaines restrictions s'appliquent :

- Les skis et la suspension des skis de la motoneige peuvent être modifiés, mais le véhicule doit demeurer dirigé par des skis.
- La motoneige doit offrir un minimum de 15,2 cm (6 po) de suspension utile des skis et de la chenille (lorsque le conducteur est assis sur le véhicule).
- La chenille de la motoneige peut être remplacée par un modèle différent, mais il doit s'agir d'une chenille de motoneige en caoutchouc moulé d'une pièce disponible dans le commerce.
- L'utilisation de crampons de chenille est permise.
- Les systèmes de lubrification à glissière ne sont pas permis.
- Le châssis de la motoneige (cloison et tunnel) doit provenir d'un modèle de série (produit en quantité d'au moins 500 unités).
- Aucune modification annulant la conformité aux règlements de sécurité fédéraux, d'État ou provinciaux n'est permise.



Modifications sur place et entretien

Aucune modification ne peut être apportée à la motoneige après l'inspection de sécurité/technique, à l'exception de :

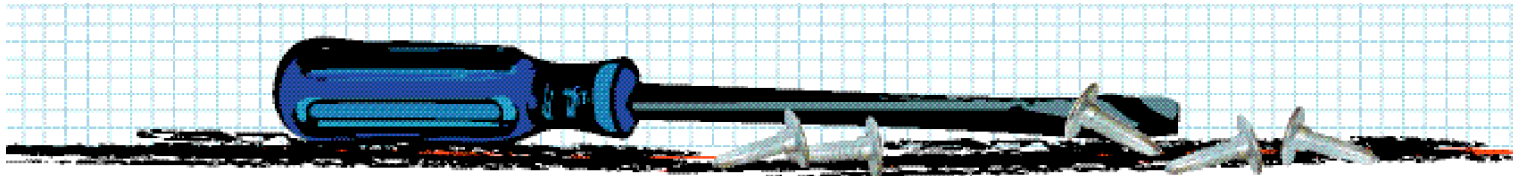
- celles requises afin de rendre la motoneige conforme aux exigences et aux restrictions du règlement;
- celles requises afin de remettre la motoneige en état de fonctionnement après une panne;
- celles considérées comme des procédures d'entretien standards.

Nous sommes tous gagnants

Voilà donc le CSC, conçu pour encourager les jeunes esprits à trouver des solutions innovatrices aux problèmes de longue date que connaît la motoneige. Vous pouvez d'ailleurs parier que les fabricants suivent cet événement de très près, non seulement pour y trouver des idées de recherche potentielles, mais encore pour y recruter de futurs employés. En fin de compte, l'existence même de cet événement signifie que nous sommes tous gagnants. Pour plus d'information sur le concours, rendez-vous au

<http://students.sae.org/competitions/snow/>

Examinons à présent deux équipes remarquables provenant d'universités québécoises qui participent au CSC. Bonne lecture!



QUIETS: un nouveau type de révolution



Bien qu'ils aient choisi une approche plus « traditionnelle » que celle de leurs collègues de McGill dans leur conception d'une motoneige propre, les membres de l'équipe QUIETS de l'École de technologie supérieure (ETS) de Montréal ont néanmoins repoussé les limites de la technologie en matière

de mise au point et de réalisation.

Alexandre Jutras, président du groupe, explique que le club étudiant QUIETS a été fondé en janvier 2003 en vue de participer au Clean Snowmobile Challenge de 2004. Les membres du club ont tout de suite commencé à travailler sur une MXZ 600 HO 2003 de Ski-Doo dans le but de la rendre plus propre, plus silencieuse et plus économique. Un autre objectif sous-jacent était de mettre au point des modifications qui pourraient facilement être adaptées aux motoneiges actuellement en circulation.

Première année

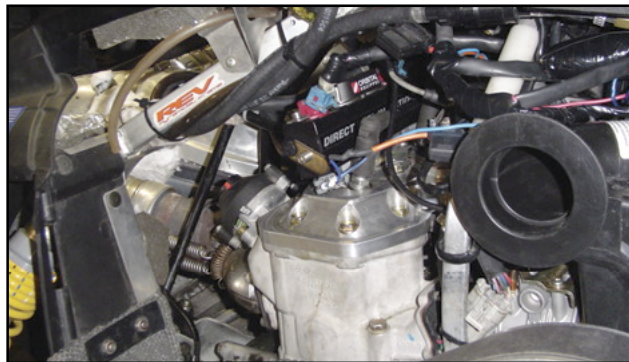
Le moteur (pré-SDI) a d'abord perdu ses carburateurs et accueilli un système de quarts de papillon provenant d'une Honda Civic. Un collecteur en Y a été fabriqué afin d'assurer l'alimentation en carburant des deux cylindres grâce à des injecteurs individuels situés dans le système d'admission. Ceux-ci étaient contrôlés par un nouveau régulateur électronique Haltech fonctionnant conjointement avec le module électronique multifonctions de série (MPEM). De nombreuses heures ont également été consacrées à des essais dynamométriques afin d'établir une cartographie du système d'alimentation. En plus des résultats de ces essais, une sonde d'oxygène des gaz d'échappement a été utilisée afin d'obtenir d'importantes données nécessaires à cette mise au point complexe.

En ce qui concerne la réduction du bruit, une analyse du silencieux de série a révélé que ses chambres internes étaient trop petites pour une suppression optimale du bruit. Il a donc été remplacé par un système de silencieux double spécialement conçu comprenant une partie (située sous le capot dans la position plus traditionnelle) pour les hautes fréquences et une autre (située sous les marchepieds) pour les basses fréquences. Le réglage des dimensions des chambres a été effectué par approximations successives. L'isolation des panneaux de carrosserie et du capot a aussi été considérablement améliorée. Le résultat : une motoneige rivalisant avec ses concurrentes à quatre temps en matière d'émissions sonores totales. Un exploit remarquable!

Deuxième année

Les 13 membres de l'équipe QUIETS ont alors entrepris de munir le moteur 600 HO d'un système d'injection directe Orbital provenant en partie d'une motomarine Sea-Doo. Des modifications considérables ont dû être apportées à la tête du

moteur afin de faire de la place aux injecteurs. À la différence du système E-TEC examiné dans le numéro du mois dernier, le système Orbital dispose de deux circuits, un pour l'air comprimé et l'autre pour le carburant.

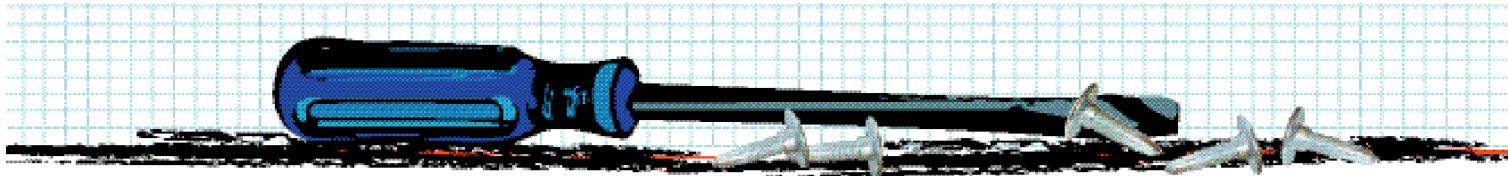


La pompe à air spécialement fabriquée a pu être actionnée en modifiant le côté magnéto du vilebrequin afin d'accueillir une poulie. Les carburateurs ont ensuite été réinstallés, bien que leur seule fonction à présent soit de contrôler l'admission d'air. Cette modification a également permis d'utiliser le capteur de position de l'accélérateur pour la cartographie du système d'alimentation. Une fois le matériel en place, l'équipe a commencé à programmer le cerveau électronique responsable de la gestion de ce système complexe tenant compte de plusieurs paramètres entourant le moteur tel que la vitesse de rotation et la température de l'air à l'admission. Là encore, de nombreuses heures d'essais dynamométriques ont suivi, avec pour résultat un moteur d'une puissance de 106 ch répondant bien à l'accélération et conservant le même régime de fonctionnement. Le plus important est peut-être le fait que l'échappement du moteur a cessé d'être enfumé et a perdu son odeur familière de deux temps. Alex souligne notamment que la décision d'utiliser l'huile Blue Marble a contribué de façon importante à la nouvelle propreté du moteur.

Une fois de plus, l'équipe QUIETS est retournée à ses planches à dessin afin de mettre au point un design de silencieux encore plus efficace. Le nouveau système comprenait une chambre d'expansion à déchargement central se vidant directement dans deux chambres distinctes situées sur le dessous de la motoneige. Ce design a permis une amélioration supplémentaire par rapport à l'année précédente.

Enfin, l'équipe s'est efforcée d'améliorer l'efficacité de la motoneige et de réduire sa consommation de carburant. La suspension arrière a perdu un jeu de roues de support (ce qui a également contribué à une très légère réduction du bruit) et les glissières ont été munies d'une bande de Teflon, ce qui a permis de réduire de façon considérable la résistance au roulement et la friction.

Que nous réservent donc les membres de l'équipe QUIETS pour la troisième année? Encore plus d'ingéniosité, de créativité et d'innovation. Pour en savoir davantage sur leurs exploits ou pour communiquer avec eux au sujet de possibilités de commandite, rendez-vous sur leur site Web au : <http://motoneige.etsmtl.ca>.



L'équipe de la motoneige électrique de l'Université McGill : les frères Wright des temps modernes ?

Étant donné toutes les discussions et la couverture médiatique au sujet du réchauffement de la planète ces derniers temps, il n'est pas étonnant que plusieurs voient le salut de notre mère la Terre dans la mise au point de véhicules électriques. Nous avons déjà observé un mouvement limité mais important dans cette direction avec l'introduction de voitures et de camions hybrides propulsés par une combinaison de moteur à essence et de moteur électrique. Pourquoi pas une motoneige électrique, demandez-vous? Eh bien, il semble que certains ingénieurs de l'Université McGill de Montréal se sont posés la même question. Simon Ouellette, étudiant en maîtrise en ingénierie à McGill

Pour illustrer ce problème en prenant la motoneige électrique de McGill de l'an passé comme exemple, les accumulateurs au plomb-acide scellés utilisés (provenant d'un fauteuil roulant électrique) pesaient au total 100 kg comparativement à environ 33 kg pour un réservoir de carburant plein moyen, mais ne contenaient qu'un pour cent de l'énergie contenue dans le réservoir d'essence! Ce dernier exemple contribue à refléter précisément l'importance du défi relevé par les étudiants en ingénierie débrouillards de McGill.

Compte tenu de tout ce qui précède, pourquoi même tenter de construire une motoneige électrique? La réponse est très simple : afin de stimuler le développement de nouvelles technologies et de façons innovatrices de les utiliser. Après tout, si cela fonctionne sur une motoneige, il est certain que cela fonctionnera sur d'autres applications beaucoup moins exigeantes.

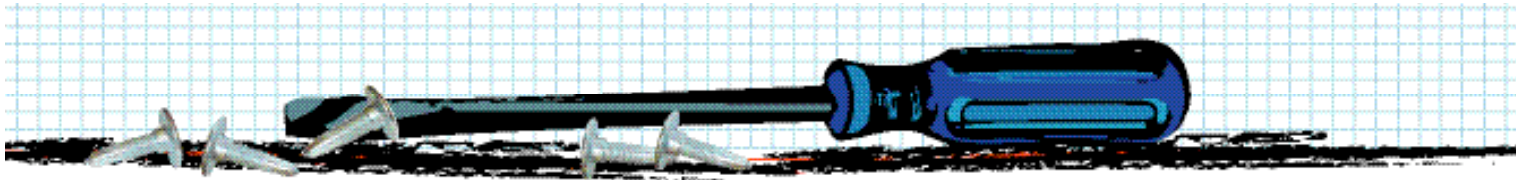
Lorsque le projet a commencé à vraiment prendre forme l'an dernier, l'objectif initial était de construire un modèle opérationnel, purement et simplement. Il n'y avait pas de véritables objectifs de performance puisque l'équipe de McGill s'aventurait en terrain inconnu. Tout compte fait, on peut dire qu'elle a réussi, tout d'abord en prouvant qu'il était possible de construire une motoneige électrique, puis en attirant une couverture médiatique. Enfin, l'équipe a terminé l'année en faisant une démonstration de son véhicule lors du Clean Snowmobile Challenge (CSC). Le projet a d'ailleurs suscité tellement d'intérêt que les CSC à venir comprendront dorénavant une catégorie distincte pour les motoneiges électriques. Il est clair qu'il s'agit d'une réussite considérable lorsque des membres de la Society of Automotive Engineers sont impressionnés.

Maintenant qu'ils en ont fini avec cette année, Simon et les autres membres de l'équipe (15 en tout, dont sept « à temps plein ») ont l'intention de perfectionner leur modèle



et chef du projet de motoneige électrique de l'école, admet ouvertement que la motoneige est sans doute l'application la plus exigeante pour un véhicule à moteur électrique, ce qu'il explique par quatre raisons principales. Tout d'abord, à la différence des véhicules à roues, les motoneiges présentent un degré de perte de friction extrêmement élevé. En effet, il est bien connu qu'une motoneige moderne ne transmet qu'environ 50 % de la puissance réelle du moteur à la chenille et ainsi au sol. Deuxièmement, les conditions habituellement froides dans lesquelles une motoneige est utilisée influent de façon négative sur la puissance des piles puisque les températures froides ralentissent les réactions chimiques cruciales qui se produisent dans celles-ci. Un autre problème est le manque d'espace de rangement pour les piles. Contrairement à une automobile, qui offre beaucoup de place afin de les accueillir, une motoneige possède très peu d'espace de rangement utile. Une autre facette de ce problème est la nécessité de conserver une distribution assez uniforme du poids, ce qui est particulièrement important étant donné le poids élevé de la plupart des blocs-piles. Enfin, il faut également tenir compte du fait que le rapport énergie/poids des piles (du moins avec la technologie existante) est considérablement inférieur à celui de l'essence.





révolutionnaire initial. L'objectif pour l'année à venir consiste essentiellement à doubler l'enveloppe de performances de la première motoneige. Plus précisément, ils espèrent atteindre une vitesse de pointe minimale de 50 km/h et une autonomie de 20 km (comparativement aux résultats maximaux précédents de 25 km/h et 10 km respectivement). De plus, ils souhaitent construire une nouvelle version plus polyvalente, par exemple en augmentant le couple afin de permettre à la motoneige de monter des pentes raisonnables (ce que la version initiale ne pouvait pas faire).



Comment ont-ils l'intention d'y parvenir? Pour commencer, ils construiront la motoneige sur la nouvelle plateforme RF de Ski-Doo (plutôt que sur le châssis S2000 du modèle précédent) et utiliseront des piles au lithium plus légères et plus puissantes (comme celles figurant dans les ordinateurs portatifs). À elles seules, ces modifications contribueront à réduire le poids d'environ 67 kg (et exigeront beaucoup moins d'espace) tout en doublant la quantité d'énergie disponible, ce qui représente une amélioration de 600 % du rapport énergie/poids!

Une transmission à changement de vitesses continu remplacera le système à entraînement direct de la version initiale et devrait beaucoup aider l'équipe à atteindre ses objectifs de polyvalence. La transmission sera calibrée afin de profiter des caractéristiques de puissance du moteur électrique de 12 ch eCycle plus léger (la moitié du poids de l'unité e-TORQ précédente et 2 ch de plus) avec un engagement à zéro tr/min. Autrement dit, l'embrayage sera engagé en permanence, ce qui ne pose pas de problème pour un moteur électrique, à la différence d'un moteur à essence. L'utilisation de ce système (comparativement à un système à entraînement direct) entraînera une perte d'efficacité, mais l'amélioration de la conduite compensera largement celle-ci.

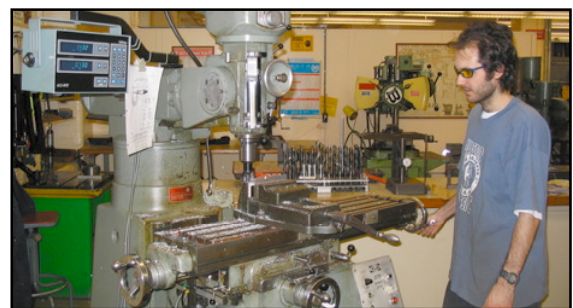
Un autre avantage résultant de l'adoption de la transmission à changement de vitesses continu est que la capacité inhérente de ce système à compenser la charge placée sur la transmission (en changeant de rapport) contribuera à stabiliser l'appel de courant du moteur en assurant une charge beaucoup plus constante. L'appel de courant (mesuré en ampères) d'un moteur électrique est directement proportionnel à la charge placée sur celui-ci. Si cela semble sans conséquence à première vue, les charges peuvent en fait augmenter au point de provoquer une surchauffe et une panne des composants internes du moteur. Dans un système à entraînement direct tel que celui utilisé sur le modèle initial, le rapport constant entre la vitesse du moteur et la vitesse de la chenille signifie logiquement que la charge du moteur varie directement en fonction de la charge placée sur le véhicule. Par exemple, monter une colline entraînera une augmentation de l'appel de courant : plus la pente est raide, plus l'augmentation sera importante. Il est donc facile de voir comment cela pourrait causer des problèmes de durabilité pour les composants. La transmission à changement de vitesses continu contribuera à minimiser cette fluctuation potentiellement dangereuse. Le résultat? Une conduite et une fiabilité améliorées.

D'autres modifications à venir incluent un remplacement du carter de chaîne par une courroie dentée plus légère et plus efficace (provenant du modèle SnowHawk 500F original d'AD Boivin). Des arbres en aluminium et un nouveau système de freinage plus légers (également d'AD Boivin) contribueront à réduire davantage le poids total et la perte d'efficacité. Il est à noter que les systèmes d'entraînement et de freinage sont actuellement en cours de mise au point puisque leurs designs ont été confiés à un groupe d'étudiants de premier

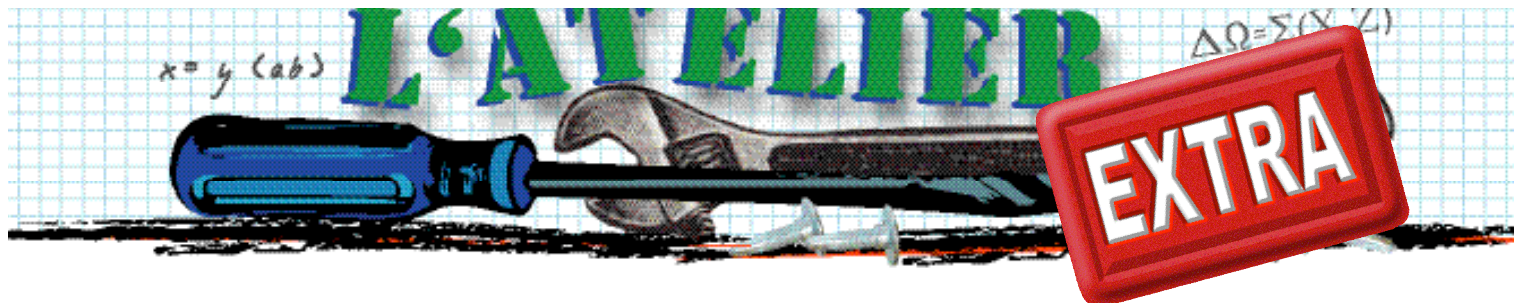
cycle. Au total, le poids devrait passer de 317 kg (700 lb) pour la version initiale à moins de 204 kg (450 lb) pour la nouvelle version, ce qui permettra une réduction considérable du frottement de glissement et contribuera à améliorer tous les aspects de la performance.

Enfin, tous les composants individuels (chenille, roulements, suspension) seront étudiés afin d'améliorer leur efficacité, ironiquement à l'aide du modèle précédent. En effet, bien que celui-ci soit à présent obsolète, il demeure utile pour la mise au point des versions à venir en servant en quelque sorte de dynamomètre pour les essais. Comment? Eh bien, tel que mentionné plus haut, il utilisait un système d'entraînement direct, ce qui signifie que l'appel de courant du moteur variait en fonction de la charge placée sur le véhicule. Or, la friction constitue une charge. Par conséquent, en utilisant la version initiale dans des conditions identiques, mais avec des composants différents, il est possible d'analyser les variations de l'appel de courant (grâce à un système d'acquisition de données par Isaac Instruments, d'un principe similaire à celui des systèmes utilisés sur les voitures F1) afin de déterminer quels composants ou quelles combinaisons de composants produisent le moins de friction. Ingénieurs, n'est-ce pas? Pour en savoir plus sur ce projet, rendez-vous au www.electricsnowmobile.mcgill.ca.

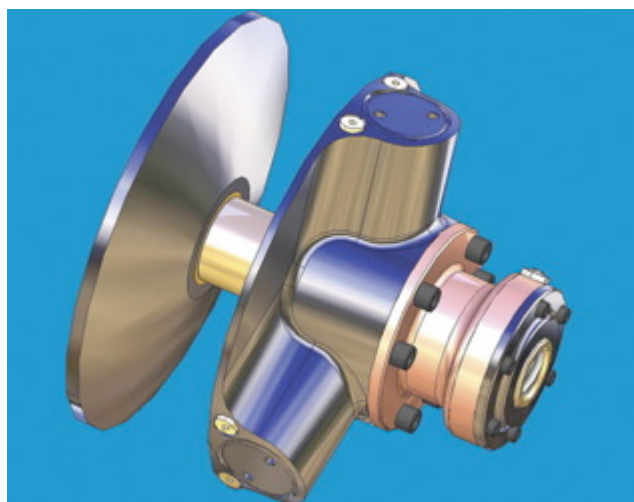
En fin de compte, il s'agit d'un défi considérable et Simon est bien conscient de l'importance de la tâche à accomplir par l'équipe afin de mettre au point une motoneige de sentier qui convienne ne serait-ce qu'un tant soit peu au motoneigiste moderne. Personne ne connaît ou ne peut prévoir avec



certitude la rapidité ou le résultat de cette mise au point. Toutefois, ceux qui doutent du potentiel à long terme de ce projet feraient bien de se rappeler qu'on a ri des frères Wright aussi avant leur célèbre vol à Kitty Hawk.



L'embrayage « *Hydradjust* » par Inventium : que la révolution commence!



La transmission à changement de vitesses continu telle qu'on la connaît...

Le système de transmission à changement de vitesses continu (TCVC) utilisé sur les motoneiges modernes constitue un modèle de simplicité et d'efficacité. En fait, malgré des tentatives précédentes ayant échoué sur certains autres véhicules, ce système de transmission connaît actuellement un regain de popularité sur des moyens de transport tels que les VTT et les automobiles. L'avantage principal d'un système de TCVC correctement réglé est qu'il adopte automatiquement le rapport optimal équilibrant les forces adverses du couple du moteur et de la charge du véhicule.

Les embrayages de motoneige actuels sont des dispositifs mécaniques de deux types distincts, mais apparentés. Le premier, et le plus vieux, est l'embrayage à rouleaux fixes telle que ceux utilisés avec beaucoup de succès par Polaris, Arctic Cat et Yamaha. L'autre est le design à rouleaux mobiles utilisé par Ski-Doo et connu sous le nom d'embrayage Total Range Adjustable (ou TRA) entièrement réglable. Une caractéristique intéressante de ce dernier est qu'il offre à l'utilisateur la possibilité de modifier rapidement le régime maximal de l'embrayage en réglant la « position du cliquet » (ce qui permet d'élever ou d'abaisser la rampe à l'intérieur de l'embrayage et ainsi de modifier la charge placée sur le moteur). Les deux systèmes ont leurs adeptes et leurs détracteurs, mais en fin de compte ils ont tous deux prouvé leur efficacité lorsqu'il s'agit de transférer la puissance à la chenille.

Malgré tous leurs avantages inhérents, les designs existants présentent tout de même certains inconvénients, le premier étant le bruit. En effet, les TCVC mécaniques actuelles émettent toutes un certain degré de bruit dont la réduction serait sûrement appréciée. Le deuxième inconvénient

concerne l'entretien. Le fait est que les bagues des poids mobiles ou des bras à rouleaux s'usent et que les ressorts perdent leur tension avec le temps. Le troisième inconvénient est la perte d'efficacité due à la distorsion mécanique. Bien que le problème ne soit pas visible à l'oeil nu, la façon dont la charge est exercée par les poids/rouleaux sur la soucoupe mobile (c'est-à-dire sur les extrémités externes à trois endroits différents) entraîne une distorsion qui réduit à son tour la surface de contact avec la courroie. Autrement dit, si en théorie la moitié complète du diamètre de la poulie actionne la courroie, la distorsion réduit beaucoup cette surface de contact, ce qui entraîne une perte de « traction » et par conséquent une augmentation du glissement ainsi qu'une diminution de l'efficacité. Enfin, il existe un manque de possibilités de réglage. Le système TRA résout en partie ce problème, mais les variations importantes des conditions de conduite ou de la puissance du moteur exigent habituellement de l'utilisateur qu'il effectue une révision des composants (ressorts, poids de rampe/goupille, ou les deux) afin d'obtenir les caractéristiques désirées.

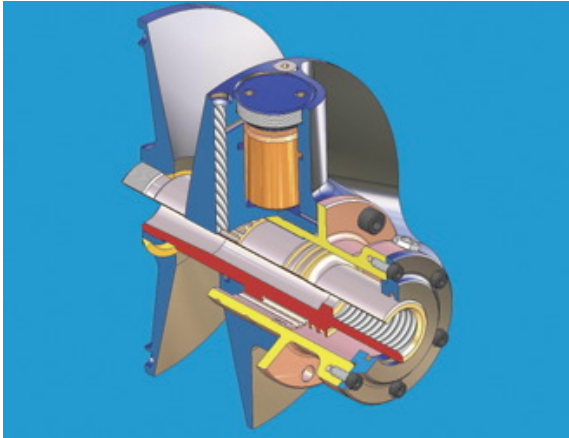
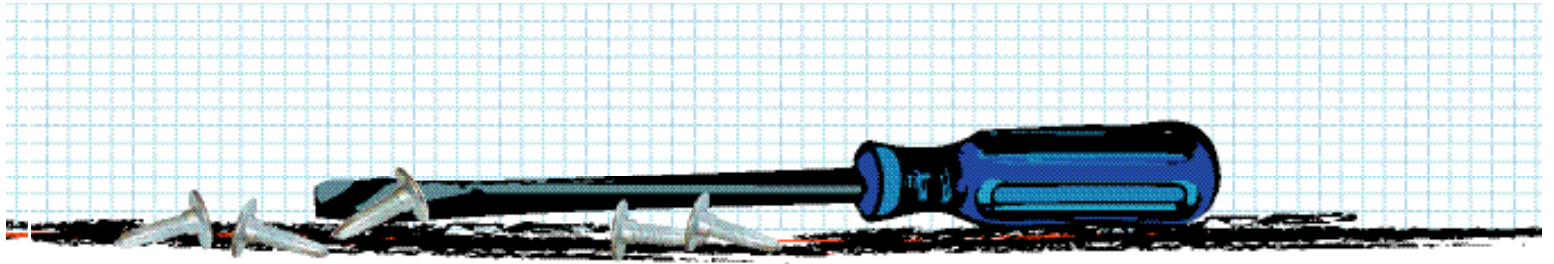
...et la révolution Inventium

Les designs de TCVC existants ne sont donc pas parfaits, mais de quelles solutions de rechange disposons-nous? Jusqu'à présent de presque aucune, bien que tout cela soit sur le point de changer. Voici en effet le tout nouveau système d'embrayage (en instance de brevet) d'Inventium International. Basée à Hébertville, au Québec, au coeur de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Inventium a mis au point ce qui pourrait très bien constituer le plus grand bond en avant en matière de technologie d'embrayage depuis l'arrivée de la transmission à changement de vitesses continu même.

Comme les designs existants, l'Hydradjust d'Inventium utilise la force centrifuge pour produire l'énergie nécessaire afin de serrer la courroie. La différence réside cependant dans la façon dont il « convertit » la force centrifuge en poussée permettant d'accomplir cette tâche. En effet, à la différence des TCVC traditionnelles, l'embrayage Inventium ne dépend pas de moyens purement mécaniques, mais utilise plutôt une pression hydraulique afin de déplacer la poulie mobile. Ce processus constitue l'élément clé du design et offre un potentiel considérable pour l'avenir.

Fonctionnement

L'Hydradjust est à l'origine une pièce d'aluminium à billettes solide qui est ensuite usinée par ordinateur pour une précision exceptionnelle. Trois cylindres individuels (d'un diamètre de 3,5 cm ou 1,375 po) sont coupés à un intervalle de 120 degrés (le même que pour les rampes ou les poids sur un embrayage traditionnel) ainsi que des galeries d'huile reliées (situées à l'extrémité supérieure des cylindres) menant à une chambre isolée dans le moyeu (le plus près possible de la poulie mobile). Des pistons coulissants sont alors insérés avec de l'huile hydraulique dans les cylindres et ceux-ci sont refermés à l'aide de bouchons amovibles. De l'autre côté de la chambre de lubrification, dans une cavité séparée, se



trouve de l'azote gazeux pressurisé. Ce gaz, habituellement conservé à une pression de 60 à 80 lb/po², agit comme le ressort dans un embrayage traditionnel, c'est-à-dire qu'il empêche l'engagement de la poulie. Une fois que celle-ci commence à tourner, la force centrifuge agit sur les pistons mobiles et les éloigne du centre de rotation. Les pistons déplacent et pressurisent ainsi l'huile se trouvant au-dessus d'eux. Cette pression est alors transmise (par les galeries) à la chambre de lubrification mentionnée plus haut. Lorsque la pression hydraulique produite par les pistons en mouvement devient plus grande que la pression du gaz contre laquelle elle agit (dans l'autre chambre), la poulie mobile commence à glisser, l'embrayage serrant alors la courroie et transmettant la puissance du moteur. À mesure que celui-ci continue d'accélérer, la pression hydraulique continue d'augmenter, l'embrayage fonctionnant alors de façon habituelle. La course totale du piston est de 0,95 cm (0,375 po) et lorsque le changement de vitesse est complet, les pistons sont complètement en contact avec le dessus de la chambre. En ce qui concerne les rapports réels, l'embrayage fonctionne à l'intérieur du même éventail que celui d'une TCVC Yamaha standard, c'est-à-dire en passant de 3:1 à l'engagement à 1:1 lorsque le changement de vitesse est complet. Il est également possible d'intégrer un dispositif de surmultiplication comme celui figurant sur le système TRA (où le rapport monte à 0,83:1).

Avantages

Les avantages principaux de ce système d'embrayage peuvent être résumés en quatre mots : silence, efficacité, durabilité et flexibilité. Tout d'abord, puisqu'il ne comprend pas de pièces mécaniques externes produisant du bruit, cet embrayage est extrêmement silencieux. En ce qui concerne l'efficacité, étant donné que les forces déplaçant la poulie mobile proviennent du moyeu même, elles sont exercées de façon uniforme et centrale, sans distorsion. Autrement dit, cet embrayage assure un contact à 180 degrés avec la courroie en tout temps, ce qui signifie une réduction du glissement de la courroie, un refroidissement de sa température pour une longévité accrue et un transfert de puissance plus efficace. La durabilité est également améliorée puisqu'il n'existe pas de bagues sur les rampes ou les bras pouvant s'user et devant être remplacées ou de ressorts pouvant se fatiguer.

Il s'agit donc là d'une unité de transfert de puissance infiniment et facilement réglable. Par exemple, l'inclinaison de la courbe d'embrayage varie en fonction du volume d'huile, ce qui permet d'adapter la courbe de changement de vitesse aux caractéristiques de puissance particulières du moteur. Les points précis correspondant à l'engagement et à la vitesse de pointe peuvent facilement être réglés en modifiant la pression du gaz, ce qui entraîne essentiellement un déplacement parallèle (vers le haut ou le bas) de la courbe d'embrayage. Ainsi, il suffit d'augmenter la pression du gaz pour obtenir un point d'engagement plus élevé. Par conséquent, en modifiant ces deux éléments, il est possible de régler avec précision le comportement de l'embrayage afin d'obtenir exactement les caractéristiques désirées quel que soit le régime. Ça, c'est de la flexibilité! Le poids du piston offre une dernière possibilité de réglage. Son design à deux pièces évidées permet soit d'ajouter ou enlever du poids afin d'obtenir les caractéristiques désirées (en fonction de la puissance du moteur). Inventium affirme d'ailleurs que son embrayage peut aller jusqu'à 300 ch en pleine confiance! Avantage supplémentaire, les essais ont montré que le système offrait une excellente rétrogradation, un attrait considérable pour les motoneigistes amateurs de montagne et de performance.

Un argument de poids

Quel est donc le poids de cette merveilleuse unité? Eh bien, elle pèse en fait 1,4 kg (3 lb) de plus qu'un embrayage Yamaha de série. Cependant, la distribution du poids étant telle qu'une plus grande proportion de celui-ci se trouve à proximité du centre de rotation, l'unité se comporte de façon identique (en ce qui concerne l'inertie rotative) à l'embrayage Yamaha aux vitesses de pré-engagement. Bien sûr, à mesure que l'unité tourne plus rapidement et que la force centrifuge éloigne les pistons du centre de rotation, le comportement de l'embrayage commence à changer. Le fait que les pistons sont plus lourds que l'huile entraîne une redistribution du poids vers l'extérieur, ce qui augmente l'inertie effective de l'embrayage.

Un avenir intelligent

Si la version actuelle du système Hydradjust est impressionnante, le meilleur reste à venir. Tel que mentionné plus haut, en réglant la pression du gaz et/ou le volume d'huile, il est possible de modifier facilement et complètement les caractéristiques de l'embrayage. Imaginez à présent qu'il soit possible de régler ces deux paramètres cruciaux en un tournemain. Michel Lessard, président d'Inventium et concepteur de l'embrayage, affirme que l'entreprise a l'intention d'y ajouter des raccords rotatifs qui permettraient d'effectuer le réglage des paramètres pendant que le moteur fonctionne. Pour aller encore plus loin, envisagez la possibilité de raccorder le dispositif de contrôle des paramètres à l'unité de commande du moteur et vous obtenez un groupe motopropulseur entièrement réglable. Autrement dit, vous pouvez oublier la séparation actuelle entre moteur et transmission, et imaginer un groupe motopropulseur entièrement adaptable pouvant être programmé pour une économie de carburant, une performance et même une traction optimales sur simple pression d'un bouton. Il s'agit véritablement de réinventer la façon de transformer les restes de dinosaures en mouvement. Un défi qu'Inventium relève plutôt bien, n'est-ce pas?