



- A nos sponsors,
- Aux membres de l'Association,
- A tous ceux et celles qui soutiennent le projet BioMobile.ch

Le canton de Genève a attribué la bourse cantonale du développement durable à l'Association BioMobile pour ses travaux sur la conception et la réalisation de pièces structurales en composites végétaux

BioMobile.ch – News No 10

Août 2013

BioMobile.ch, un projet - Deux objectifs :

- Minimiser le recours aux ressources non renouvelables au travers d'un projet de grande visibilité en faisant appel, d'une part à **la bioessence issue de déchets organiques** et, d'autre part, à l'utilisation la plus large possible de **matériaux végétaux** pour la construction d'un véhicule. Faire la promotion de ces matériaux
- **Participer à la formation de jeunes** au travers d'un projet motivant, novateur et rassembleur

Bulletin d'information paraissant au gré des disponibilités du rédacteur...

PETIT CLIN D'ŒIL

Sous sa rubrique "Elections Ge13 : la veille satirique", la Tribune de Genève nous apprend, qu'au nom de la "biopolitique", Mme Sandrine Salerno a décerné, le 17 avril dernier, le label fourchette verte au professeur Perraudin pour sa BioMobile. Le rapporteur, Julien de Weck, nous souhaite un bon appétit.

Merci, c'est "adorable"... mais je ne saurais garantir la comestibilité de BioMobile !

EDITORIAL

Dans ce numéro, c'est au tour d'un de nos soutiens de "toujours", le Service cantonal de l'énergie (ScanE) de s'exprimer. Un de ses adjoints scientifiques, M. Emile Spierer expose comment le ScanE perçoit le projet BioMobile.

BioMobile est un repère pour notre société, car il en exprime une préoccupation majeure, celle de la durabilité.

Notre société de consommation a donné naissance à une étrange et paradoxale compétition automobile internationale : aller plus loin avec moins d'essence

L'équipe BioMobile a judicieusement élargi la vision en relevant un défi plus ambitieux: aller plus loin avec moins de toutes ressources,

BioMobile est entré frontalement dans la question de la durabilité. Et la technique si désirée s'est révélée n'être qu'une composante d'un ensemble bien plus vaste dans lequel la dimension humaine jouait un rôle prépondérant.

L'une des forces de l'équipe est d'avoir inscrit le défi au sein d'un parcours de formation et d'un réseau institutionnel de compétences. Les étudiants associés sont confrontés à des questions originales qui les amènent à explorer des territoires encore pratiquement vierges, à utiliser leurs connaissances acquises pour concevoir, leur imagination pour innover et leur persévérance pour réussir. Mais aussi à combiner et optimiser leurs concepts au sein du monde réel et de ses préoccupations. Réussir n'est pas ici un vain mot car la performance, fruit de leur engagement, est une réalité mesurée face à la concurrence d'autres équipes.

Les retombées du projet sont encore plus riches que le projet lui-même. Elles touchent les domaines du savoir par les nouvelles connaissances développées, du savoir-faire par l'obligation d'aboutir concrètement et, nous l'espérons vivement, du faire-savoir par une équipe qui saura partager largement sa capacité à intégrer ces questions et à développer de nouveaux concepts pour les explorer.

En fait, BioMobile a mis en lumière des questions et des contextes très similaires à ceux auxquels se confronte la société entière pour "aller plus loin avec moins de toutes ressources", notamment en matière de politique énergétique.

BioMobile engagée dans son "petit" projet automobile se positionne en fait comme un précurseur de développement de politiques publiques avec la nécessité d'une grande liberté innovatrice, le besoin de persévérance et la réalité mesurable des performances à obtenir.

*Emile Spierer
Ingénieur EPFL - Adjoint scientifique
Office cantonal de l'énergie
Genève*

Au sujet du "petit projet" cité plus haut par M. Spierer, je souhaite rappeler cette jolie histoire :

Un jour, dit la légende, il y eut un immense incendie de forêt. Tous les animaux terrifiés, atterrés, observaient impuissants le désastre. Seul le petit colibri s'activait, allant chercher quelques gouttes d'eau avec son bec pour les jeter sur le feu. Après un moment, le tatou, agacé par cette agitation dérisoire, lui dit : "Colibri ! Tu n'es pas fou ? Ce n'est pas avec ces gouttes d'eau que tu vas éteindre le feu !"... Le colibri lui répondit : "Je le sais, mais je fais ma part".



Un colibri (Photo : Ann Cook)

LA VOILÀ, la BioMobile 2013 !

La période hivernale a été essentiellement consacrée à la réalisation de la nouvelle BioMobile. Dans cette version, la totalité des fibres utilisées pour la réalisation du châssis et de la carrosserie est issue de matériaux naturels; de plus, la résine utilisée pose de nouveaux standards dans le domaine des époxyds biosourcés.

La carrosserie est constituée de deux peaux, une d'abaca, pour y donner l'aspect esthétique souhaité, et une de cellulose, qui assure sa résilience. La rigidité est apportée par un "treillis" de lin. Ce dernier repose sur le brevet Amplitex mis à notre disposition par notre partenaire Bcomp. Les ceintures de la carrosserie, ainsi que les parties sollicitées de la carrosserie sont renforcées par du balsa "grain debout" fourni par Balsa-Composite à Paris.

Les passages de roue ont été réalisés en lin, également grâce au procédé Amplitex.

L'expérience aidant, la réalisation de la carrosserie est extrêmement propre. Pour cet élément, nous ne pourrions pas aller beaucoup plus loin, sauf si une "étape quantique" se présentait au niveau des résines. En effet, avec les technologies et moyens actuels, il n'est pas possible de diminuer la part "encore" fossile sans remettre en cause la tenue de l'ouvrage.

Le châssis végétal de la nouvelle BioMobile, il est en lin. On voit particulièrement bien les passages de roues, également en lin



... et son "complément, la nouvelle carrosserie entièrement végétale

Cependant, conformément à notre philosophie du "toujours plus vert", nous souhaitons remplacer, à terme, la verrière actuelle réalisée par Mécaplex en Resist 100 (un type de plexiglas extrêmement résistant aux chocs) par un matériau issu de la biomasse.

Nous avons plusieurs pistes et de quelques contacts avec des fournisseurs potentiels, mais à ce jour, aucun n'a accepté de "prendre le risque" de relever le défi.

Le châssis est de type tubulaire. Les tubes ont été réalisés en lin et possèdent une résistance à la traction de l'ordre de 8 tonnes.



Cependant, le châssis possède encore quelques éléments en métal, notamment ceux qui assurent la liaison entre les tubes. Les développements que nous menons actuellement conduiront à la production en automne, d'un châssis réalisé entièrement en matériaux verts. Nous en parlons plus loin.

Quelques tubes en lin de notre fabrication. On voit l'évolution de la qualité (à droite : un "ancien" tube)

LE CONTEXTE

Engagement de Clément Rastoll

Clément Rastoll, diplômé de l'Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports de Nevers et ancien stagiaire chez BioMobile, a été engagé l'an passé à 50% pour prendre le relais après le départ de Cynthia. Dans le cadre d'un accord passé avec hepia, il sera engagé à plein temps dès le 1^{er} septembre prochain. La prise en charge financière de son poste sera partagée à part égale entre BioMobile et hepia. Outre les activités qu'il connaît déjà, Clément travaillera à mi-temps au CMEFE au développement du moteur de BioMobile, sous la supervision de Patrick Haas.

Nouveau logo

Raphaëlle a conçu un nouveau logo BioMobile, plus artistique, plus "jeune" et plus dynamique. Il figure en haut de la page de garde.

Evolution du projet

Conçue initialement dans le but de participer à des compétitions telles que le Shell Eco-Marathon, BioMobile utilise pour sa propulsion un moteur du commerce, ceci afin de démontrer l'universalité de la bioessence qui l'alimente.

Pour tenter de limiter le handicap lié à l'utilisation de ce moteur peu adapté à la propulsion d'un véhicule, nous avons recours à des technologies pointues et souvent innovantes. Certains éléments utilisés sur BioMobile ont été développés en collaboration avec des entreprises et ont trouvé une application commerciale dans des domaines parfois éloignés de la mobilité (carénage de machine, pièce d'avion, meubles, etc.).

Petit à petit, BioMobile est ainsi devenue un démonstrateur, "très visible", de technologies nouvelles, s'inscrivant dans une mobilité minimisant le recours aux ressources fossiles. Après l'introduction de la bioessence, un autre pas très important a été franchi avec la réalisation d'une carrosserie en fibres et résine végétales. Nous travaillons actuellement à la réalisation d'éléments structuraux en fibres végétales et, à terme, d'une verrière en verre "vert" !

Le succès rencontré par BioMobile justifie amplement cette orientation. Mais pour ne pas perdre l'intérêt de nos sponsors et le capital "sympathie" du public, nous devons réfléchir à la suite et envisager comment "aller plus loin".

BioMobile organise son image de marque et sa communication

Plusieurs "événements" récents nous conduisent à revoir certains fondements du projet.

Par exemple, lors de sa genèse, nous avons tenté de protéger le nom BioMobile; ceci a été refusé par les autorités compétentes à la raison que les noms génériques (bio et mobile) ne peuvent pas être brevetés. Or, ce printemps, nous nous sommes fait "piquer" le nom BioMobile par une baraque à frites belge !

Par ailleurs, plusieurs personnes interviewées par Laure ont mis le doigt sur l'écueil qui attend tôt ou tard le projet : les renouvellements à opérer pour assurer sa pérennité.

Après presque 10 ans d'études et de développement, le projet BioMobile arrive à maturité. Pour qu'il perdure, il doit encore évoluer, peut-être même trouver une autre assise.

Afin de valoriser tous les investissements consentis, pérenniser le concept et gagner en visibilité et notoriété, nous avons choisi de nous appuyer sur des compétences extérieures, en l'occurrence celles de l'agence de communication genevoise "Cocktail sàrl".

Celle-ci a pour mission la construction d'une véritable identité de marque qui puisse consolider le concept et l'adapter à toute évolution majeure prochaine de la "marque", ainsi qu'à l'ensemble des produits créés.

Nous souhaitons que l'orientation vers des produits "d'utilité publique" et privée donne au concept une nouvelle impulsion et une autre dimension.

Mais pas de crainte : BioMobile évolue, mais l'esprit "reste" !

AU FEU ! (ou les surprises que la nouveauté réserve parfois ...)

Les tests préliminaires effectués en vue de la réalisation de la nouvelle carrosserie nous ont réservés une sacrée surprise.



En effet, en début de soirée, nous avons reçu un appel d'un membre de la direction d'hepia nous informant qu'une dizaine de pompiers "occupaient" nos locaux et que les sous-sols de l'école étaient envahis d'une "fumée" blanchâtre et nauséabonde... et surtout, que ceci provenait du local BioMobile !

Petite cause (les restes du gobelet), grands effets (et pourtant, sur la photo, on ne les voit pas et on ne les sent pas !)

L'instant de surprise passé, nous avons réalisé ce qui s'était passé.

En fin d'après-midi, Clément a réalisé quelques échantillons de pièces composites. Comme il est toujours difficile d'évaluer exactement les besoins en résine, il a laissé les quelques dés à coudre qui restaient dans un gobelet en plastique.

Or, nous avons été avertis que la résine époxy biosourcée, avec laquelle nous travaillons actuellement, dégagait beaucoup de chaleur au moment de sa polymérisation.

C'est ce qui s'est passé ! La température du mélange a fortement augmenté, menant à sa pyrolyse avec un dégagement très conséquent de vapeur "odorante" et opaque, vite détectée par les capteurs qui garnissent le plafond du local ! Mais heureusement, pas de flammes !

Finalement, une assez grande peur rétrospective, mais pas d'autres dégâts qu'un gobelet fondu et une odeur qui a persisté plusieurs jours...

Cependant, soyez rassurés, Clément n'avait pas l'intention "d'enfumer" l'hepia !

MANIFESTATIONS

JEC à Paris

Du 12 au 14 mars dernier s'est tenue à Paris la "grande messe" internationale des composites, le JEC-Composites regroupant des dizaines d'entreprises venues du monde entier.

Nous avons eu l'honneur de présenter la nouvelle BioMobile, quasiment entièrement "verte", dans l'espace réservé aux innovations. Outre un large public, nous avons rencontré de nombreux spécialistes du domaine avec lesquels nous avons pu échanger des idées sur des domaines assez étendus. Mentionnons que plusieurs entreprises présentaient des pièces en composites verts, mais aucune ne présentait un ensemble complexe et surtout, de la taille de BioMobile.



Que peuvent-ils observer et photographier ?



Mais BioMobile, évidemment !

Parallèlement à cette manifestation, nous avons déposé un dossier de candidature pour l'attribution du JEC Innovation Awards qui récompense les réalisations les plus innovantes dans le domaine des composites. Plus de 60 candidatures ont été déposées.

Notre dossier a été retenu pour le choix final et avons été nominés pour le JEC Innovation Awards 2013. Des indiscretions nous ont appris que nous avons finalement été classés en deuxième position derrière une réalisation de PSA.

Pas mal les "petits Suisses" ! Non ?

Rencontre avec les professeurs du CEPTA

Certains aménagements de programmes scolaires poussent à une collaboration entre BioMobile, hepia et le Cepta dans le domaine de la mobilité. Une séance de coordination s'est tenue le 26 mars dernier. Elle a rassemblé les divers "acteurs" intéressés par cette collaboration.

Un premier élément concret a déjà été mis en place, il concerne l'aide apportée par Roland Maurer à la réalisation de pièces en composites et la mise à disposition du local et installations dédiés aux composites du CEPTA pour la réalisation de diverses pièces de BioMobile.

7^{ème} conférence européenne des villes durables à Genève

Nous avons participé, du 17 au 19 avril derniers, à la 7^{ème} conférence européenne des villes durables qui s'est tenue à Genève. Il s'agit de la plus importante conférence européenne sur le développement durable, dont l'objectif principal réside dans la réflexion sur la manière dont les villes peuvent agir pour mener la société vers la durabilité.

Plusieurs personnalités nous ont rendus visite.



Philippe Roch, ancien directeur de l'office fédéral de l'environnement



Micheline Calmy-Rey, ancienne présidente de la confédération



Sandrine Salerno, maire de Genève

Educeco à Colomiers (banlieue de Toulouse)

Du 9 au 11 mai, nous avons participé à l'Educeco qui se déroulait, pour la première fois, sur un circuit urbain, au centre de la ville de Colomiers.

S'il est vrai que nous avons de sérieuses appréhensions vis-à-vis du circuit urbain et, certainement aussi, un peu le regret de "lâcher" le circuit de Nogaro sur lequel nous avons fait nos débuts, force est de constater que le plaisir fût grand et cette première expérience très agréable.



Il est certain que le circuit urbain est plus difficile (le parcours comporte deux ronds-points et des passages étroits) et très éprouvant pour les voitures (par exemple, les nombreuses grilles et bouches d'égoût). Le faible nombre d'équipes classées le démontre clairement.

BioMobile "amorçe" un rond-point

Par ailleurs, le temps détestable (pluie et froid) ne nous ont pas facilité la tâche.

Cependant, l'ambiance et la proximité du public furent extrêmement plaisantes.

BioMobile roule essentiellement avec la bioessence. Mais, pour respecter les règles de la compétition, nous avons effectué deux runs avec l'essence fournie par les organisateurs, gardant la bioessence pour le dernier parcours (il n'y avait que trois tentatives autorisées).

Nous avons réussi sans problème les deux runs effectués avec l'essence normale. Par contre, nous avons eu un problème avec la bioessence. Il faut dire que, cette année, nous inaugurons une nouvelle filière de production de la bioessence (c'est le secteur chimie de l'Ecole d'ingénieurs de Fribourg qui a repris le flambeau) et que, compte-tenu des délais de livraison, nous n'avons pas pu faire d'essais préalables. Il s'agit d'une petite maladie de jeunesse rencontrée lors cette nouvelle production; elle sera rapidement corrigée. Elle est liée à une récupération incomplète des gaz émis lors de la distillation.

Résultats

Vingt-et-une équipes étaient inscrites dans la catégorie des moteurs thermiques SP95; seules 12 équipes ont au moins réussi un run et sont classées. Nous terminons 5^{èmes} et, surtout, 2^{èmes} des véhicules équipés d'un moteur du commerce. Notre consommation a été de l'ordre de 0.16 l/100km en circuit urbain ! Ce qui est proche de celle que nous relevons sur circuit.



Une photo de l'équipe prise juste après le passage du contrôle technique (on voit, à l'arrière plan, une voiture en train de passer les tests de freinage sur un plan incliné).

Nos deux pilotes sont devant, sur la gauche (tenues rouge pour Valentina et bleue pour Lætitia)

Cette année, la voiture était conduite par Valentina qui fait partie de l'équipe depuis plusieurs années et Lætitia, nouvelle venue parmi les pilotes. Un grand bravo à toutes les deux et à toute l'équipe.

SiÑal à Châlons en champagne

Les 28 et 29 mai, nous avons été invités à présenter BioMobile au Forum SiÑal qui s'est tenu à Châlons en Champagne.

Ce salon, se veut être un lieu de rencontres des professionnels du biosourcé et rassemble de nombreux acteurs du domaine.



De gauche à droite : Jean-Paul Bachy, président de la région Champagne-ardenne, René Savary, président du Conseil Général de la Marne, René Doucet, 1^{er} adjoint au maire de Châlons en Champagne et Pierre Dartout, préfet... et tout à gauche, BioMobile !

Par ailleurs, plusieurs conférences centrées sur les applications non alimentaires de l'agriculture, permettent un échange de vues et de connaissances très enrichissant.

Ce fût pour nous, non seulement l'occasion de présenter BioMobile, les matériaux et technologies qu'elle utilise, mais également de mettre à jour l'état de l'art et de discuter des problèmes ou souhaits que nous rencontrons avec d'autres spécialistes. En l'occurrence, nous cherchions particulièrement des entreprises ou entités susceptibles de nous appuyer dans la réalisation de nouvelles carrières en matériaux verts. Plusieurs contacts prometteurs ont été pris.

Bourse du développement durable du canton de Genève

Dans l'esprit de la loi Agenda 21, le Conseil d'Etat du canton de Genève a institué, en 2002, un concours annuel visant à promouvoir les initiatives en matière de développement durable.



L'avis de Pecub (que nous partageons) et...



...la remise de la bourse par le Conseiller d'Etat Jean-François Unger

Dès 2012, une distinction honore les initiatives issues des milieux publics et parapublics ayant œuvré à une réalisation exemplaire.

Les projets ou réalisations doivent contribuer à favoriser un juste équilibre entre efficacité économique, solidarité sociale, et responsabilité écologique, pour Genève ou sa région.

Le concours prévoit l'attribution :

- d'une bourse, d'un montant maximum de CHF 30'000.-, destinée à soutenir la réalisation d'un projet exemplaire;
- d'un prix, d'un montant maximum de CHF 10'000.-, destiné à récompenser les auteur(e)s d'une réalisation exemplaire.

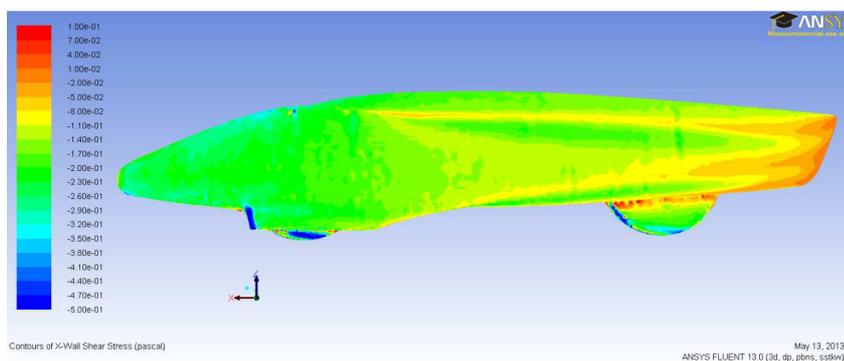
BioMobile est extrêmement flattée d'avoir "décroché" la bourse du développement durable dans le cadre des travaux qu'elle mène sur la réalisation de pièces en composites végétaux. Pour l'occasion, nous avons présenté le nouveau châssis réalisé "presque exclusivement" en matériaux "verts".

TRAVAUX D'ÉTUDIANTS

Analyse aérodynamique du type CFD (computer fluid dynamic) de BioMobile

Parti d'un relevé 3D réalisé par le laboratoire de Jacques Richard, Micael a réalisé une "forme numérique" permettant une analyse aérodynamique numérique de BioMobile.

A l'aide du logiciel Fluent, il a déterminé le champ de pressions et de vitesses autour de BioMobile en fonction des angles de lacet, roulis et tangage.



Répartition du coefficient de frottement sur la "peau" de BioMobile.

Les zones rouges sont les plus défavorables

Les travaux de Micael ont permis de mieux cerner certains "défauts aérodynamiques" de la voiture et d'optimiser le positionnement de la sonde anémométrique Irdam. Par ailleurs, afin d'améliorer le "confort" (très relatif !) des pilotes et de répondre au règlement concernant la ventilation de l'habitacle, il a déterminé l'emplacement optimal de prises d'air. La ventilation sera assurée par la pose de deux petits ventilateurs.

Finalement, Micael a déterminé l'angle de tangage optimum qui minimise la traînée induite et par conséquent, améliore l'aérodynamique générale de la voiture sans en modifier la géométrie.

Dispositif anti-renversement

BioMobile a introduit un nouveau standard parmi les "éco-mobile" en introduisant la direction sur la roue arrière. Cette géométrie présente plusieurs avantages : la cinématique de la direction est simple, il n'y a pas besoin de recourir à des dispositifs assez complexes tels que l'épure de Jeantaud pour réduire le frottement. Cette disposition permet aussi de diminuer la largeur de la voiture, donc sa taille, puisqu'il n'est pas nécessaire de prévoir de place pour la rotation des roues avant.

Par contre, cet agencement présente un gros désavantage, à savoir qu'un véhicule ainsi équipé est intrinsèquement instable. Une perturbation de sa trajectoire est naturellement amplifiée par la

direction. Sans les corrections adéquates du pilote, elle conduit à de forts mouvements de lacets et, finalement, au retournement de la voiture.

La situation est suffisamment critique pour que les organisateurs des compétitions aient envisagé d'interdire de telles géométries.

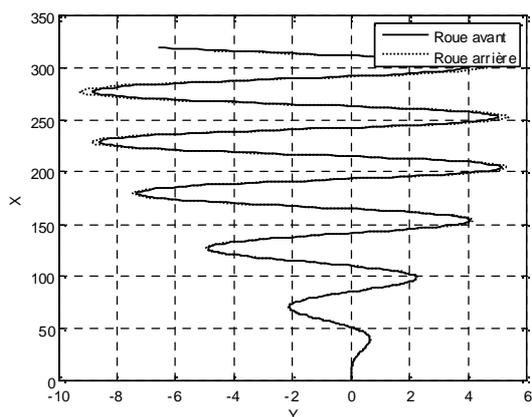
Pour remédier à ces instabilités, Mostafa a étudié deux dispositifs qui pourraient équiper BioMobile et limiter, voire supprimer les risques d'incidents.

Le premier consiste à motoriser les butées qui limitent la course de la direction. Une commande, équipée de senseurs, diminue l'angle de braquage autorisé au fur et à mesure que la vitesse du véhicule augmente. Ce dispositif permet donc une bonne manœuvrabilité à basse vitesse, mais ne permet que des corrections de trajectoires "grossières" à "grande" vitesse.

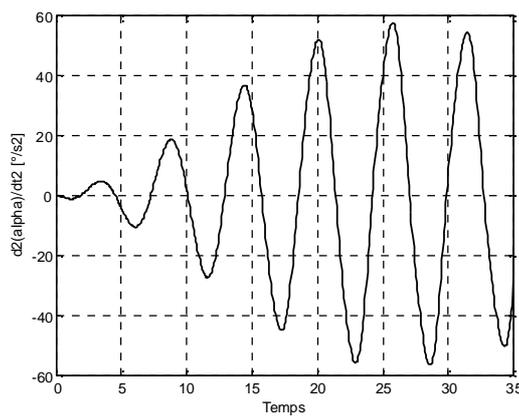
En cas de situation critique, un second dispositif intervient; il est basé sur le principe de l'ESP qui équipe les voitures modernes. Il s'agit de freiner la roue avant intérieure dès l'amorce d'un dérapage.

Les graphiques qui suivent montrent le comportement de la voiture lors de corrections inadéquates du pilote. On voit que la voiture "zizague" de plus en plus et que les accélérations transversales (celles qui tendent à renverser la voiture) augmentent fortement.

On note cependant que l'angle de lacet n'augmente plus à partir d'une certaine distance parcourue, bien que l'angle de braquage continue à augmenter. Ceci s'explique par le glissement des roues sur le sol.



Trajectoire de la voiture



Accélération angulaire en lacet
Elle a de l'importance dans le renversement
"dynamique"

Radars de proximité

La visibilité depuis le cockpit de BioMobile est assez restreinte et pourtant, elle est fondamentale. Pour son travail de diplôme, Laurent a étudié un dispositif de radars devant équiper BioMobile et susceptible d'avertir le pilote de la présence d'autres véhicules dans l'angle mort arrière.



Pour tester cet équipement dans des conditions proches de la réalité, Laurent a équipé une trottinette de capteurs et de l'électronique associée.

Les essais menés montrent que le dispositif est trop sensible et donne beaucoup de fausses alertes.

La "super trottinette" équipée des capteurs de présence à l'arrière... certainement unique au monde !

COLLABORATION AVEC D'AUTRES ÉCOLES

Haute école d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg

C'est l'entreprise genevoise Biocarb qui a mis au point le procédé de fabrication de bioessence; c'est également elle qui nous a fourni ce précieux liquide pendant plusieurs années. Biocarb ayant cessé ses activités, la fabrication de la bioessence a été assurée par des anciens collaborateurs de Biocarb et plus particulièrement Yvan Abbatiello.

Ce dernier, ayant d'autres activités, a dû parfois accomplir quelques miracles pour nous fournir à temps la quantité de bioessence souhaitée. Cette "instabilité" de la source nous pose problème et nous avons cherché d'autres filières.

La section génie chimique d'hepia ayant été dissoute, nous nous sommes orientés vers les autres centres de compétences de la HES-SO maîtrisant les procédés chimiques.

Assez rapidement, l'école d'ingénieurs de Fribourg a accepté de relever le défi.

Ainsi, non seulement elle nous fournit le précieux carburant, mais au travers de travaux d'étudiants, elle en améliore le procédé de fabrication et le "normalise". S'il subsiste quelques problèmes de réglage, le chemin parcouru est intéressant et sera très certainement valorisé par ailleurs. Nous en reparlerons.

Lycée de la Joliverie

Ayant participé à certains volets de l'étude de la nouvelle voiture réalisée par le Lycée de la Joliverie, détenteur de multiples records dans le domaine des performances énergétiques, nous avons été invités à la présentation officielle du véhicule à Nantes. Ce dernier, particulièrement performant, a participé ce printemps à l'Educeco et au Shell Eco-Marathon.



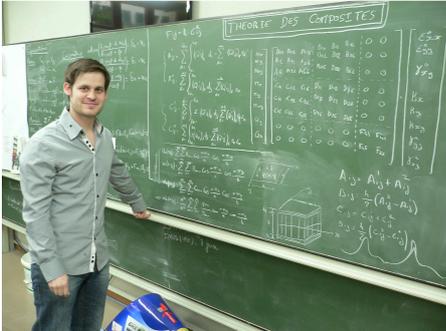
Deux courses, deux victoires, deux records dont un record du monde avec 1430 Km parcouru avec un litre de combustible. Cityjoule est animée par un moteur électrique, alimenté par une pile à combustible.

Cityjoule; toute jeune et déjà détentrice de records !

Les stagiaires

Ce printemps, nous avons accueilli plusieurs stagiaires, issus d'écoles diverses, qui ont œuvré sur BioMobile.

Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports de Nevers



Julien

Ne vous fiez pas (seulement) aux apparences, il se débrouille aussi très bien avec ses doigts



Florian

Il ne fait pas beaucoup de bruit, mais quand il tient un os (scientifique), il le tient!



Jeremy

Quelqu'un l'a-t-il déjà vu de mauvaise humeur ? Nous pas !

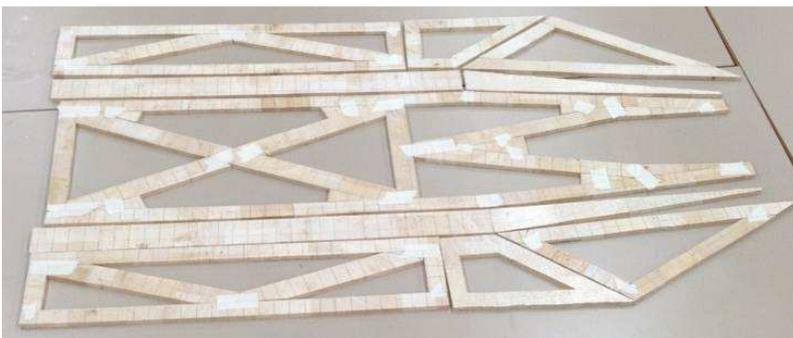
Etude et réalisation d'un châssis en composite végétal

Afin d'augmenter la proportion de matériaux végétaux dans la voiture, nous avons réalisé, avec l'aide de Bcomp, un châssis tubulaire en lin. Ces tubes sont liés par des jonctions en aluminium, assez disgracieuses et pas très conformes à l'esprit BioMobile.

Nous avons donc confié à Julien la conception d'un châssis qui, tout en limitant l'utilisation de pièces métalliques, s'intègre parfaitement dans la carrosserie.

Pour répondre à la problématique, Julien a décomposé le châssis en sous-ensembles. Puis, pour chacun d'eux, il a déterminé le "lay-up" de la structure, d'abord sur des bases théoriques, puis à l'aide d'éléments finis grâce à SolidWorks.

La seconde étape a consisté à valider le choix des matériaux par une série d'essais mécaniques.



La découpe de l'âme du châssis conçu par Julien. Elle est en balsa "grain debout"; à savoir, coupé perpendiculairement aux fibres.

Finalement, sur la base des études menées, Julien a réalisé un premier prototype complet de châssis. Celui-ci est composé d'un sandwich constitué d'une peau en lin et d'une âme de balsa.

Modélisation du comportement de BioMobile

Un modèle de comportement dynamique de BioMobile avait été établi précédemment. Sur la base de ce dernier, il a été demandé à Florian de concevoir une procédure et d'écrire un script qui permettent de connaître les principaux paramètres de fonctionnement de la voiture (valeurs aérodynamiques, frottements des pneus, etc.) sur la base des enregistrements d'accélération, vitesses et positions effectués pendant la course.

En comparant les valeurs obtenues avec les valeurs attendues (ou mesurées par ailleurs), nous souhaitons pouvoir diagnostiquer les dysfonctionnements de la voiture.

A titre d'exemple, si le dépouillement des mesures laisse apparaître une force de frottement des pneus anormalement élevée, on peut en déduire qu'un des pneus a perdu de la pression.

La tâche est vaste et le travail de Florian constitue, non pas un résultat final, mais une étape tangible vers ce dernier.

Caractérisations des tubes de lin

La réalisation du châssis en tubes de lin montre que les tubes que nous avons réalisés en diamètre 28 sont "sur-résistants" et trop lourds. Par ailleurs, ils s'avèrent encombrants.

Une meilleure méthodologie pour la réalisation des tubes et une connaissance plus fine de leurs caractéristiques mécaniques, nous permettront de les dimensionner plus judicieusement, avec l'objectif de pouvoir ramener le diamètre des tubes à celui des tubes de carbone actuels.

Jeremy a dû, non seulement optimiser le procédé de fabrication des tubes, mais également améliorer les montages d'essais mécaniques.

*Un tube de lin en "pleine souffrance"; en fait, un essai en flexion. On remarque l'importance de la flèche.
(Serait-ce une illustration de : "Je plie mais ne romps pas ?")*



Des difficultés ont été rencontrées lors de l'utilisation de tubes en tant qu'éprouvette de caractérisation. Pour les contourner, nous avons finalement utilisé des éprouvettes plates. De nombreux facteurs ont été mis en évidence tels que : la pré-cuisson des fibres, la post-cuisson du composite, la pression utilisée lors de la polymérisation, etc. Basés sur un plan d'expérience, plus de 81 essais mécaniques ont été réalisés.

Malheureusement, au moment du dépouillement, Jeremy s'est aperçu que le mode de fixation des éprouvettes introduisait une erreur considérable sur les mesures, les rendant quasiment inutilisables.

École nationale supérieure d'arts et métiers (ENSAM) – ParisTech

Pour la première fois, nous avons accueilli, en début d'été, deux stagiaires issus des "Arts et métiers". Il s'agit d'Olivier, chargé de l'étude et réalisation d'un châssis en composite végétal dans la continuité de ce qu'a fait Julien, et de Damien, qui s'occupe de la mise en service de la nouvelle voiture. Ces deux jeunes ne sont qu'au début de leur périple dans l'univers BioMobile. Nous reviendrons "sur eux" dans notre prochaine édition.

Institut d'administration des entreprises de Savoie-Mont-Blanc à Annecy



Raphaëlle a été chargée de remettre au goût du jour les divers supports promotionnels que nous utilisons.

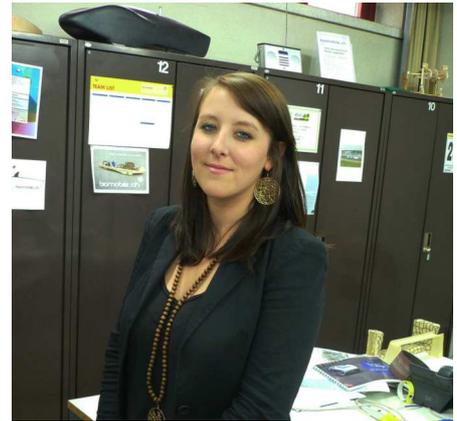
Elle a ainsi créé une nouvelle famille d'affiches, de nouveaux flyers, de nouveaux timbres et va, sous peu, "s'attaquer" à la présentation du site web.

Une des affiches créées par Raphaëlle

*Raphaëlle.
Petite, est-elle tombée dans la
marmite de la création ?*

Par son imagination débordante, elle a rajeuni l'ensemble de nos supports de communication.

Une heureuse conjonction d'évènements a permis de présenter "à chaud" nombre de ses créations lors de manifestations comme le Forum SiNal à Châlon en Champagne et la conférence européenne des villes durables à Genève.



Institut des Hautes Etudes Internationales et du Développement à Genève

Bachelière en Sciences sociales et politiques de l'Université de Lausanne et étudiante en master à l'IHEID, Laure, a été chargée, pendant son stage, d'interviewer nos principaux partenaires et soutiens. L'objectif étant de mieux cerner leur perception du projet, les enjeux qu'il représente, les avantages qu'ils retirent de ce partenariat. Il leur a aussi été demandé quels étaient, de leur point de vue, les points forts et les points faibles du projet.



Laure... Elle est imbattable pour convaincre les gens de lui consacrer du temps !

Le document établi par Laure est une richesse pour nous. Il nous a notamment permis de "ressusciter" des idées qui, pour des raisons diverses sont tombées n'ont pas été mises en oeuvre. Il est intéressant de constater que chaque interlocuteur a parlé et évalué le projet de son point de vue, mais que, au final, quasiment tous les points de vue se rejoignent, notamment au niveau des points forts et points faibles du projet. Parmi ces derniers, on peut relever la difficulté, à terme, de se renouveler et la trop petite "assise humaine" sur laquelle repose le projet.

Tous confirment le bienfondé de la réorientation du projet en direction de la promotion de techniques et matériaux verts.

L'ÉVOLUTION DE LA VOITURE

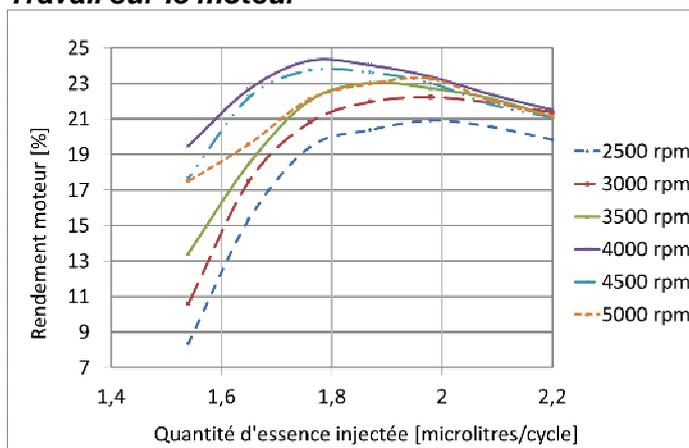
Elle porte actuellement essentiellement sur la transmission. En effet, pour préparer l'avènement du châssis en fibres végétales, nous avons dû réduire l'encombrement de la transmission afin de permettre un angle de braquage suffisant. Cette procédure est rendue d'autant plus cruciale que le transfert des compétitions en milieu urbain impose une manœuvrabilité accrue des véhicules.



Après avoir "inversé" la géométrie de l'embrayage pour gagner de l'encombrement, nous avons effectué la même opération sur l'étage intermédiaire.

*Le moteur, à son stade actuel.
Même le cache-culbuteurs est en lin !*

Travail sur le moteur



Nous avons repris certains développements menés par des étudiants et stagiaires pour améliorer le moteur et son fonctionnement. La cartographie comporte dorénavant plusieurs phases (démarrage, course, etc.).

Courbes de rendement du moteur

Nous travaillons actuellement sur un dispositif de chauffe et de maintien en température du moteur. En effet, le moteur fonctionne par intermittence et, pendant ses arrêts, il se refroidit. Ainsi, une part importante du combustible consommé ne sert donc qu'au chauffage du moteur.

LES PILOTES

Pas d'amélioration sur ce front; la situation est toujours aussi peu satisfaisante.

Une fois de plus, nous constatons que ce dossier reste LE point faible du projet. Les pistes que nous avons explorées pour le recrutement se sont toutes montrées décevantes.

Heureusement que nous pouvons encore compter sur la "vieille" garde. Ainsi, Valentina, après un long séjour en Lybie, a repris du service et nous a accompagnés à Colomiers et sera du voyage en Belgique.

Par ailleurs, Laetitia et Ali, arrivés plus récemment dans l'aventure, nous sont particulièrement fidèles.

Et pourtant...

...nous les protégeons nos pilotes ! Et ce, dans le strict respect de la philosophie BioMobile : leur nouveau casque est aussi biosourcé.



L'entreprise ZZ-Racing, important fournisseur de matériel pour les professionnels de la moto et du scooter, nous a offert un casque, parfaitement homologué, réalisé en bambou par la firme Roof.

Le casque "vert" qui coiffe dorénavant nos pilotes

LES ESSAIS

Malgré de nombreuses démarches, nous n'avons toujours pas trouvé de site couvert pour nos essais. Cependant, nous pouvons toujours compter sur le circuit du Plantin mis à notre disposition par TCS Training & Events SA, ainsi que sur le circuit de la Caserne des Vernets, mis à notre disposition par la direction de l'arsenal. Dommage que la météo ne soit pas toujours aussi enthousiaste que nous !

L'ASSOCIATION BIOMOBILE.CH

Effectif

L'Association compte actuellement près de 100 membres. Ce nombre est relativement constant, les admissions compensant approximativement les démissions.

Si vous ne faites pas encore partie de l'Association, venez nous rejoindre ! Vous nous apporteriez un "petit" soutien financier, mais surtout un immense soutien moral. Vous serez régulièrement informés de nos activités. La cotisation est volontairement modeste, soit Fr 30.- par année. La formule d'adhésion se trouve sur notre site Internet :

http://www.biomobile.ch/Downloads/Biomobile_admission.pdf

Timbres



Nous disposons toujours de timbres pour le courrier A et le courrier B. Nous les vendons au prix coûtant, l'objectif n'étant pas de faire du bénéfice, mais bien de nous faire connaître !

N'hésitez pas : passez commande au travers de notre messagerie : info@biomobile.ch.

Ces timbres sont acceptés pour l'affranchissement du courrier depuis la Suisse.

Les timbres BioMobile... les nouveaux arrivent sous peu !

DU CÔTÉ DE NOS SPONSORS

Notre financement et nos ressources matérielles dépendent exclusivement de nos sponsors. Les contacts avec ces derniers et la recherche de nouveaux sponsors est une tâche très intéressante, mais lourde; elle nous préoccupe en chaque instant.

TCS Training & Events SA

Comme nous l'indiquions dans notre précédente édition, la nouvelle direction de la section genevoise du TCS a décidé de réorienter ses actions et de ne plus soutenir activement le projet BioMobile.

Cependant, une autre entité du TCS, le TCS Training & Events SA a pris partiellement la relève; elle met à notre disposition les circuits qu'elle gère et, notamment, le circuit du Plantin.

Par sa proximité, ce circuit nous rend de grands services pour la mise au point de la voiture et la formation des pilotes.

Sicomin

Il s'agit d'un grand groupe français actif dans les systèmes époxy, les renforts et autres "périphériques" liés aux composites. Ils commercialisent quelques produits "verts", dont une résine époxy partiellement biosourcée.

Nous avons réalisé le premier prototype de carrosserie biosourcée à l'aide d'une de leur résine. Ce produit n'a pas rempli complètement notre cahier des charges et nous avons rencontré de sérieuses difficultés lors de sa mise en œuvre.

Les premières démarches que nous avons tentées auprès de cette entreprise pour tenter d'y remédier n'ont pas abouti, nos interlocuteurs ayant changé et nous n'avons pas trouvé le bon relais.

Lors de la présentation de la nouvelle BioMobile ce printemps à Paris, notre stand se trouvait à proximité du stand Sicomin, ce qui nous a permis de reprendre contact avec un des directeurs régionaux; nous avons pu préciser nos besoins. Sur cette base, Sicomin a gracieusement fourni les produits dont nous avons besoin. Les tests sont en cours.

Huntsman à Bâle

Huntsmann à Bâle nous fournit en résine biosourcée. Comparativement aux produits concurrents, leur résine possède l'avantage d'utiliser un catalyseur issu également de la biomasse, ce qui permet d'atteindre des proportions globales de biosourcé très élevées (supérieures à 80% dans certains cas).

Honda Europe

Honda a réorganisé certains de ses services. Ainsi, le soutien que nous apporte Honda est "remonté" d'un cran et nous est apporté, dorénavant, par Honda Motor Europe Ltd. Notre nouvel interlocuteur est M. Lionel Zimmer (un ancien étudiant du soussigné... dans les années 80 !)

Le soutien apporté par Honda est extrêmement important. Outre la fourniture à titre gracieux des moteurs et autres pièces mécaniques, l'entreprise représente pour BioMobile une "mine" de ressources techniques très appréciée.

Sur un plan parallèle, Heinz Heusser, responsable du département moteur de Honda-Suisse, est parti à la retraite ce printemps. Il était un de nos interfaces avec Honda et une des personnes qui a mis en place et soutenu notre collaboration. Peu avant de partir à la retraite, M. Heusser, qui a notamment travaillé sur la préparation de moteurs pour la compétition, nous a demandé si nous avons besoin de ses compétences au sein de notre équipe. Il est évident qu'une telle offre ne se refuse pas... et nous lui avons immédiatement répondu que nous l'acceptons avec le plus grand enthousiasme. Malheureusement, peu après, M. Heusser a eu un sérieux pépin cardiaque, ce qui ne lui a pas (encore) permis de nous rejoindre.

Toute l'équipe lui souhaite le plus prompt des rétablissements.

Bcomp

La collaboration avec Bcomp s'intensifie. A l'heure actuelle, elle est encore "assez asymétrique", en ce sens que Bcomp apporte plus à BioMobile que l'inverse. Ceci provient essentiellement du fait que nos prestations se font au travers de travaux de stagiaires ou d'étudiants. Ces derniers étant en formation, le résultat de leurs travaux n'est pas toujours à la hauteur des attentes... mais les étudiants, eux, sont toujours gagnants !

De son côté, Bcomp nous fournit largement en lin et, plus récemment, en balsa.

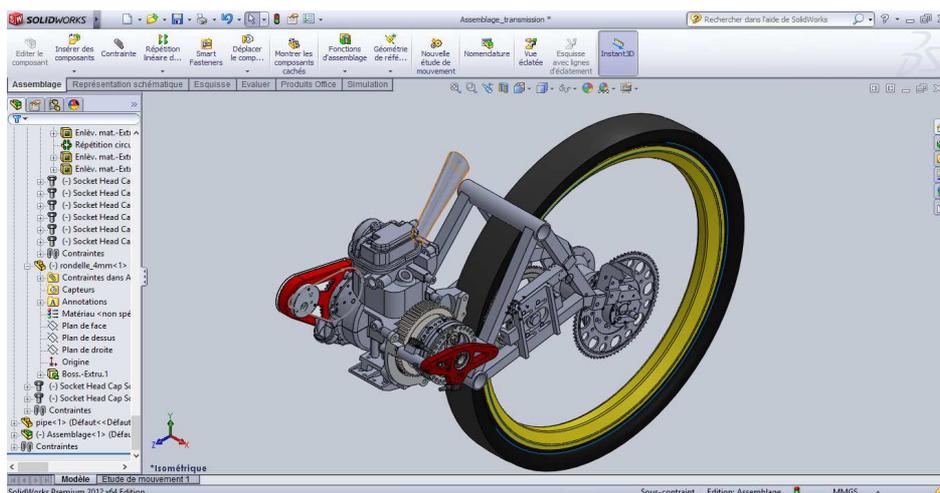
Porcher Industries

Notre interlocuteur privilégié chez Porcher Industries, Emilien Hummer, est parti sous d'autres cieux et a été remplacé par Romain Pellet. L'entreprise nous approvisionne en tissu de cellulose, particulièrement pratique et aisé à mettre en œuvre.

SolidWorks / Axemble

Axemble met gracieusement à notre disposition quatre licences industrielles du logiciel de CAO SolidWorks. Il s'agit d'un geste représentant plusieurs dizaines de milliers de francs. Ils assurent également la maintenance du logiciel et sa mise à jour.

Compte tenu du fait que la plupart de nos stagiaires sont issus d'écoles utilisant ce logiciel, il connaît une utilisation très intense.



Le train arrière de BioMobile conçu à l'aide du logiciel Solidworks

Fondation Gelbert

La fondation a mis à notre disposition un montant important, à valoir sur 2012 et 2013. Cette somme est investie principalement dans le développement des composites structuraux biosourcés.

hepia

Etroitement impliquée dans le projet, hepia nous facilite grandement la tâche par les multiples facilités qu'elle nous offre. La mise à disposition d'un grand local (le nouveau local est super !) et les équipements de l'école, n'est pas le moindre. Par ailleurs, l'aide apportée par les professeurs nous permet de progresser à un bon rythme et d'intégrer des nouveautés intéressantes.

Mavic

Au cours de cet été, Mavic, leader dans le domaine du matériel cycliste haut de gamme, réalise un nouveau jeu de jantes pour BioMobile. Il nous permettra d'équiper la voiture que nous présentons lors des manifestations auxquelles nous participons.

SIG

SIG figurent parmi nos "grands partenaires". Outre les apports tant financiers que matériels (fabrication de pièces) qu'il nous apporte, le partenariat avec SIG comporte plusieurs volets complémentaires. Ainsi, dans le cadre du partenariat BioMobile, SIG a confié à la HES une étude préliminaire portant sur la faisabilité de la fabrication de bio-carburants, bio-combustibles et bio-solvants à partir de déchets industriels. Hepia et l'EIA-Fr sont étroitement impliquées dans cette étude.

Fondation Swiss Engineering

Nous avons participé à plusieurs manifestations organisées par Swiss Engineering et nous le ferons encore cet automne.

Par ailleurs, Swiss Engineering a consacré plusieurs articles relatifs à BioMobile dans sa publication, la Revue Technique Suisse.

Ville de Genève

Dans la précédente édition, nous avons mentionné que nous avons présenté, en 2011, une demande de financement auprès de la Ville de Genève. Après avoir été acceptée par le Conseil Administratif, elle a été transmise au Conseil Municipal qui l'a transmis à la commission de l'aménagement. Nous avons été auditionnés par cette dernière ce printemps. Les commissaires se sont montrés très favorables vis-à-vis du projet. Cependant, il semble que quelques problèmes de "procédure" ont vu le jour.

Contactée, la présidente de la commission nous indiquée que la réponse nous parviendrait vraisemblablement cet automne. Souhaitons qu'elle soit positive !

Et tous les autres...

Ces lignes ne mentionnent que quelques sponsors. C'est injuste pour les autres, mais il est difficile de dresser une liste complète de nos soutiens, donateurs et supporters, en n'oubliant personne... sur le papier. Mais dans l'esprit, nous ne les oublions pas !

J'adresse à tous nos "supporters" un immense merci; c'est grâce à vous que le projet BioMobile existe et perdure.

DES RENFORTS BIENVENUS !

Mentionnons particulièrement l'aide apportée par MM. Richard et Sthioul dans le domaine du prototypage rapide et du relevé numérique des surfaces et volumes. Nous utilisons aussi, à de nombreuses reprises, l'installation de stéréolithographie pour la production de prototypes, notamment dédiés aux stagiaires.



Un boîtier électronique destiné à BioMobile réalisé par stéréolithographie sur les installations de M. Richard.

Il en est de même dans le domaine des essais mécaniques sur les divers pièces et échantillons de composites végétaux que nous réalisons au laboratoire des matériaux. L'aide et les conseils de M. Améz-Droz sont particulièrement utiles et appréciés.

Plusieurs professeurs, retraités et non retraités apportent leur contribution dans les domaines qui sont les leurs. Citons MM. Jaques, Vannel, Giandomenico et, bien entendu, M. Haas qui représente l'école au sein de notre association et s'occupe plus spécialement du moteur et de son développement.

Ces aides nous sont particulièrement utiles et sont très appréciées.

CE QUI NOUS ATTEND...

Sur le plan général

En concertation avec nos sponsors et partenaires, nous poursuivons notre réflexion relative à l'avenir du projet et de son évolution. Les idées et les propositions ne manquent pas; mais le choix sera difficile, une erreur de choix pouvant avoir des conséquences très lourdes.

Le(s) véhicule(s)

La plus grande partie de notre attention se concentre actuellement sur la réalisation la plus large possible d'éléments structuraux en produits renouvelables.

En complément, Clément améliorera l'adaptation du moteur à la voiture, déjà largement entreprise par l'équipe de M. Haas, en vue d'une meilleure exploitation de ses performances.

Les manifestations

Congrès de e'mobile au Rolex Learning Center à l'EPFL, Lausanne

L'association e'mobile tiendra son congrès annuel au Rolex Learning Center de l'EPFL le 23 août prochain. Initialement orienté exclusivement sur les véhicules électriques, e'mobile étend ses actions vers d'autres modes de propulsion respectueux de l'environnement. Dans cet esprit, le comité a invité BioMobile. Elle sera donc exposée à Lausanne, le temps du congrès.

Il est évident que cette présence est pour notre projet, non seulement un grand honneur, mais également une reconnaissance.

Journée de la technique à Fribourg

Organisée dans le cadre des activités de Swiss Engineering, une journée de la Technique se tiendra le 7 novembre. Nous y animerons une présentation et exposerons BioMobile.

Prix suisse de l'éthique

Estimant que BioMobile répond largement aux exigences posées à un dépôt de candidature en vue du prix suisse de l'Ethique, nous avons décidé de "tenter notre chance". Ce prix est ouvert à toute organisation qui a accompli un effort particulier témoignant d'une réelle volonté de s'engager sur un plan éthique ou dans le domaine du développement durable. Les lauréats présenteront leur projet et se verront remettre le prix par M. Pascal Broulis le mardi 19 novembre au Conservatoire de Lausanne.

Tenons-nous (tenez-nous...) les pouces ! Il s'agirait, nous semble-il, d'une récompense largement méritée pour les efforts que nous menons depuis bien des années dans le domaine du développement durable.

Les courses

Au début du mois d'octobre, nous participerons, pour la première fois, à l'Eco-Marathon de Wallonie. Cette compétition se déroule sur le magnifique vélodrome de Rochefort en Belgique. Le principe vise toujours le même objectif : parcourir la plus grande distance avec une unité de carburant, mais l'application est originale : au début de la course, les concurrents reçoivent une certaine dotation en carburant... et il s'agit de rouler jusqu'à la panne sèche, tout en assurant une vitesse moyenne de 30 km/h. Le vainqueur est celui qui s'arrête le plus loin !

SITE WEB

La remise en "forme" de notre site avance... mais bien lentement, trop lentement ! De nos jours, le web est devenu un outil de communication incontournable et le site une vitrine de choix; mais sa gestion et surtout sa mise à jour est très lourde pour une aussi petite structure que la nôtre.

Nous ne restons pas inactifs, mais le grand "chambardement" souhaité pour cet été, ne se réalisera que cet automne. Notre "ancienne" stagiaire Raphaëlle planche actuellement sur le concept.

Profitions de cette occasion pour remercier l'équipe de la haute école de gestion qui gère la partie "technique" de notre site.

ENCORE UN MOT

Si vous avez des compétences particulières, si la haute technologie vous tente, si la participation à une aventure extraordinaire fait partie de vos objectifs, venez nous rejoindre. Nous avons besoin de tous et ce, dans des domaines très variés, englobant non seulement la technique, mais également le marketing, le graphisme, les aspects humains, la communication, l'informatique, les mathématiques, etc. Nous sommes ouverts à toute offre.

De même, si vous avez des propositions à nous soumettre, des remarques, des suggestions, voire des critiques à formuler, nous y serons très attentifs.

Pour terminer, au nom de toute l'équipe, je tiens à vous remercier du soutien que vous apportez au projet BioMobile.



Michel PERRAUDIN
Président de l'Association BioMobile.ch

Contacts :

Assistants

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Clément Rastoll | Christophe Balistreri |
| coordination@biomobile.ch | balistreri@biomobile.ch |
| 022 546.24.56 | 022 546.26.60 |

Responsable du projet

Michel Perraudin
perraudin@biomobile.ch
022 546.24.56

Site Internet : www.biomobile.ch

Annexe : Liste des principaux sponsors

Le projet BioMobile.ch bénéficie du soutien des entités suivantes (l'ordre d'énumération n'est pas significatif !) :

- Honda (Suisse) SA, Genève www.honda.ch
- DMR Télécom, Genève www.dmrtelecom.ch
- hepia, Genève www.hepia.ch
- HES-SO, Delémont www.hes-so.ch
- Biocarb Technologie, Genève www.biocarb.ch
- Maquette 74, Chavanod www.maquette74.com
- Mavic, Annecy www.mavic.com
- ScanE, Genève www.ge.ch/scane/
- Section genevoise du TCS, Genève www.tcsge.ch
- Nationale Suisse Assurances, Genève www.nationalesuisse.ch
- Mecaplex Ltd, Grenchen www.mecaplex.ch
- Fondation des parkings, Genève www.ge.ch/parkings
- Enjoy-promotion, Annecy www.enjoy-promo.com
- Rosta à Unzenschwil www.rosta.ch
- Nozag à Pfäffikon www.nozag.ch
- Gerster Härterei, Egerkingen www.gerster.ch/
- Würth AG, Arlesheim www.wuerth-ag.ch
- Fondation de bienfaisance de la Banque Pictet, Genève www.pictet.com
- SIG (Services Industriels de Genève) www.sig-ge.ch/
- Bcomp, Fribourg www.bcomp.ch
- SolidWorks / Axemble www.axemble.ch
- Fondation Gelbert, Genève www.fondation-gelbert.ch
- Fondation Swiss Engineering, Lausanne www.swissengineering.ch
- Porcher Industries, Chavanoz www.porcher-ind.com/
- Balsa-Composites, Paris
- TCS Training & Events SA www.training-events.ch
- Huntsman, Bâle www.huntsman.com
- ZZ-Racing, Bevaix www.zz-racing.ch
- Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg www.eia-fr.ch
- Sicomin, Châteauneuf les Martigues www.sicomin.com
- Agence Cocktail, Genève www.cocktailcrea.com/fr/lagence