

Biomobile et Consomini

La recherche de performances écologiques
dans la mobilité



Patrick Haas, Prof. HES
CMEFE, HES-GE

ER'06 – Yverdon
3 - 4 octobre 2006



BioMobile et Consomini

Deux véhicules :

- 1) prototypes permettant **la recherche de performances écologiques**
- 2) destinés à participer à l'**Eco-Marathon Shell**
- 3) plate-formes d'essais pour la réalisation d'études dans le domaine de la **mobilité durable**

Thèmes de réflexion pour nos étudiants !

L'Eco-marathon Shell

Circuit de Nogaro (sud de la France)

- L'objectif est de parcourir une distance à la vitesse moyenne minimale de 30 km/h :
 - avec la consommation la plus faible
 - avec une émission de CO₂ la plus faible
- En 2005, approx. 200 team dont 68 étrangers; plus de 250 en 2006



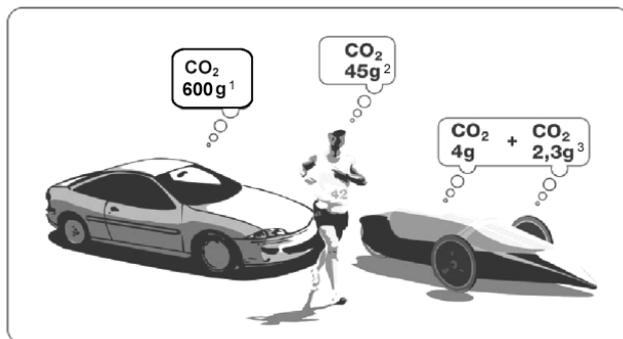
L'Eco-marathon Shell



L'Eco-Marathon Shell

Performances d'une éco-mobile :

- Consommation : jusqu'à 3'800 km avec une quantité d'énergie équivalente à un litre d'essence RON95
- Emission de CO₂ : 1.0 g / km (moyenne UE : 164 g CO₂ / km)



Pour effectuer un tour du circuit de Nogaro

- 1) Media EU (164 g CO₂/km)
- 2) 3000 m in 7' 10" (25 km/h)
- 3) Pilota - 4 g + éco-mobile 2,3 g (3800 km / litre RON95)

Source Shell

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Les éco-mobiles de la HES-SO

Deux approches différentes et complémentaires :

Consommer peu et / ou utiliser un carburant propre

Consumini : "La recherche de performances mécaniques extrêmes"

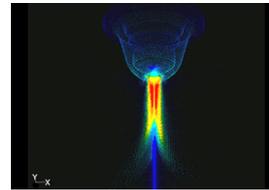
- Propulsée par un **moteur perfectionné** réalisé par le team
- Alimenté par de l'**essence normale RON95**

BioMobile : "La recherche d'un carburant propre dans un ensemble performant"

- Propulsée par un **moteur du commerce**
- Alimenté par de l'**essence produite à 100 % de déchets végétaux**

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

La mécanique des fluides et l'énergétique : Une activité centenaire à la HES-SO



Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Caractéristiques des véhicules

- Masse totale : env. 35 kg
- Longueur : env. 3 m
- Vitesse max. : 55 km/h
- Consommation: moins de 0.1 lt pour 100 km (à 30 km/h)
- 3 roues, deux antérieures et une postérieure
- La roue postérieure assure la direction et la propulsion

Consumini :

- Moteur fonctionnant à l'essence RON95

Biomobile :

- Moteur du commerce fonctionnant à la bio-essence



Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Le carburant de BioMobile : L'essence Biocarb X41

- n'est pas un carburant de substitution
- est un carburant équivalent à l'essence normale RON95



- Est produite à 100% à base de déchets végétaux (graisses végétales)
- Fonctionne dans tous les moteurs à cycle thermodynamique Beau - de - Rochas (Otto) sans modifications (i.e. moteurs non Diesel)
- Utilisable dans un grand nombre de véhicules existants (automobiles, motocycles, outils de jardin)

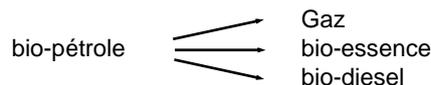
Production de la bio-essence X41

Etape 1 – Réaction chimique :

Transformation des composés à longues chaînes en alcanes et alcènes pour obtenir un **bio-pétrole**

(n'est pas une gazéification comme dans le procédé Fischer-Tropsch)

Etape 2 - Distillation :



Production de la bio-essence X41



Le laboratoire !

Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Le bio-pétrole obtenu

Comparaison avec le pétrole d'origine fossile :

BIO X41 BARREL	FOSSILE OIL BARREL	NAME :	PRODUCTS :	USES :
8%	10%	Liquefied petroleum gas (LPG)	Ethane, Propane Butane	Heating, cooking Chemical feedstocks Motor gasoline blending
15% X41	35%	Light ends	Naphthas Gasolines	Petrochemical feedstocks Reforming into gasoline Automotive fuel
65%	35%	Middle distillates	Jet kerosene Diesel Heating / Gasoil Vaccum Gasoil	Aviation fuel Automotive fuel Domestic heating fuel Distilled to lighter products
12%	20%	Residual fuel oil	Craked fuel oil Straight-run FO Asphalt Bitumens, Coke, Sulfur	Power generation, Ship fuel Lighter products, Fuel oil Road surfacing, Roofing Manufacturing of steel Chemical industry

BBL INDEX

Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

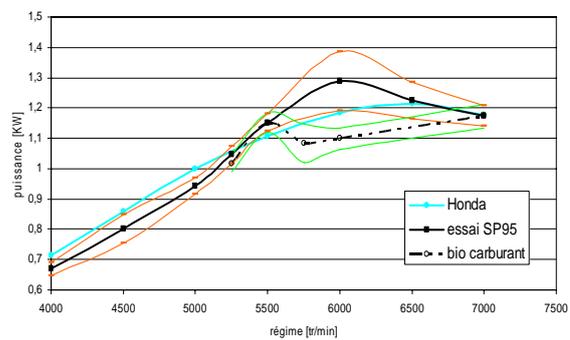
Caractéristiques de la bio-essence X41

	Normale 95	Bio-benzina X41
PCI (kJ/Kg)	43'500	46'000
Masse volumique (Kg/l)	0.725-0.780	0.740
Indice d'octane	> 92	> 90
Autre	Traces de soufre Traces de plomb	Pas de soufre Pas de plomb

Preuves sur banc d'essais



Moteur Honda 4 temps



Quantité de gaz à effet de serre

Grammes équivalents de CO₂ émis pour la production de 1 MJ d'énergie

Moyennes européennes :

	Emission GHG (g-CO ₂ / MJ)	Source
Shell Formula Super 95	86.5	Moyenne raffineries européennes
Shell Formula Diesel Plus	83	Moyenne raffineries européennes
GPL	78.3	Moyenne raffineries européennes
CNG Gaz naturel comprimé	70.7	EU-NG mix
Méthanol	93.8	EU-NG mix
Hydrogène liquide	241	EU-mix électrolite
Hydrogène comprimé	207	EU-mix électrolite
Electricité	128.6	EU-mix
Ethanol	51.5	Sucre de betteraves européen
Ester méthylique de colza	42.5	

*Méthode de calcul tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie du carburant, Source Shell la matière première, la production, le transport et finalement la combustion.

Attention ! Le GHG dépend de la méthode de production
(origines de l'énergie utilisée pour la distillation, la rectification, etc.)

Quantité de gaz à effet de serre

L'électricité, l'éthanol ou l'ester méthylique de colza, comme la bio-essence X-41 peuvent avoir une émission de gaz à effet de serre très basse si l'énergie de production est renouvelable.

Bio-essence X41 :

Matière première : Carbone 100% d'origine végétale
Distillation : Réalisée avec le gaz obtenu du bio-pétrole

→ **Un bilan de CO₂ très bas**
Un impact sur l'environnement faible

Autre avantage :

Matière première = déchets (ont déjà eu une première vie !)

L'aérodynamique des véhicules



Etape 1 :

Modèle « à la main »

Expérience

Essai à faibles coûts (soufflerie de petites dimensions)

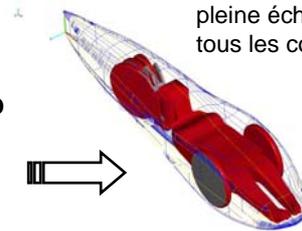
Etape 3 :

Modèle CAD à pleine échelle avec tous les composants



Etape 2 :

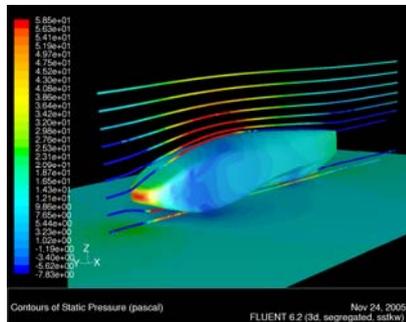
Scanner 3D du modèle



L'aérodynamique des véhicules

Etape 4 :

Modèle de simulation CFD
(amélioration de la géométrie)

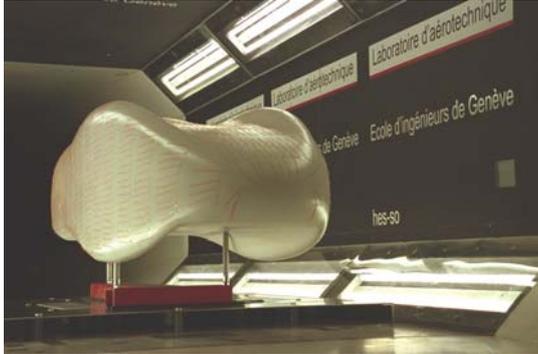


Etape 5 :

Création d'un fichier CAD et
production d'un modèle à l'échelle réelle



L'aérodynamique des véhicules



Etape 6 :

Essais finaux en soufflerie avec le modèle à pleine échelle. Ultimes modifications.



Grande soufflerie du CMEFE :

- Vitesse maximale : 80 m/s
- Section d'essais : 1,5 x 2 x 4 m
- Ventilateurs : 4 x 1,4 m diamètre
- Puissance : 300 kW

<http://www.cmefe.ch>

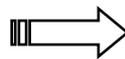


Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

L'aérodynamique des véhicules

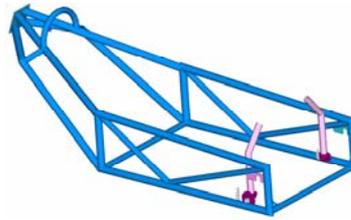
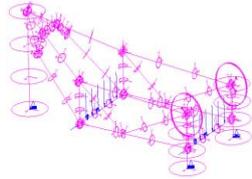
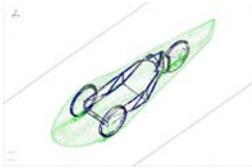
Etape 7 :

Le modèle est utilisé comme master pour la production du moule de production de la carrosserie



Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

La structure de Biomobile



- Structure en acier
- Masse : 4.5 Kg
- Conception CAO

Le moteur et la transmission

Biomobile :

- Moteur Honda 1.2 kW 4 temps (du commerce)
- Transmission à chaîne
- Double embrayage
- Roues légères

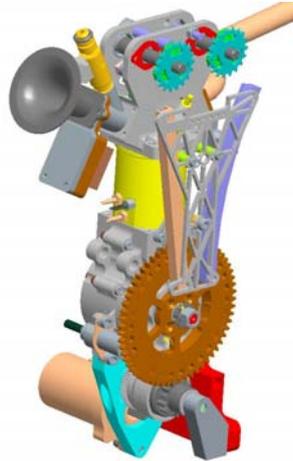
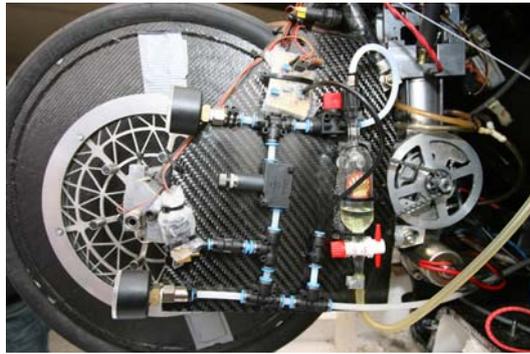


Frottements mesurés et optimisés sur banc d'essais

(montage des composants, roulements...)

Le moteur et la transmission

Consumini :

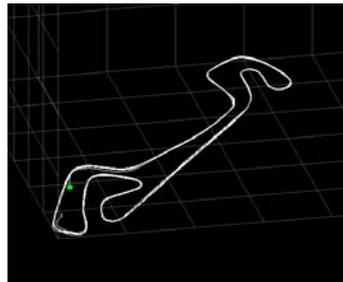
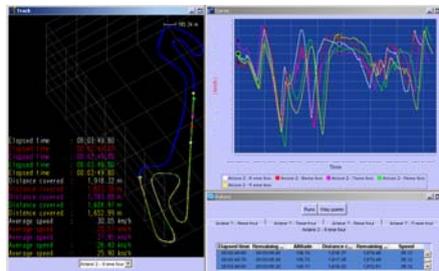


Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

L'électronique et la gestion de l'énergie

- Système GPS à haute résolution
- Calcul des accélérations
- Contrôle des forces de frottement
- Gestion de l'énergie

Où utiliser les 3.0 cl par heure de carburant ?



Discussions animées !

Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Performances des véhicules

Résistance à l'avancement : (vitesse de 30 km/h)

Résistance aérodynamique :

Champ de pression : 1.0 N
Frottement : 0.9 N

Mécanique et pneumatiques : 2.0 N

Force totale de résistance : env. 4.0 N

Puissance mécanique : 33.3 W (0.045 CV)

Nogaro 2006 20 et 21 mai 2006

- Plus de 250 éco-mobiles inscrites
- Biomobile et Consomini sont dans les 10 voitures les plus légères

Biomobile : (2nd participation)

- 63^{ème} place dans le classement général de consommation
- 623 km parcourus avec un litre de bio-essence
- Un des meilleurs bilans de CO₂ de la compétition

Consomini : (4^{ème} participation)

- 14^{ème} place dans le classement général de consommation
- 6^{ème} place dans la catégorie essence normale
- 1'540 km pour 1 litre d'essence normale

Nogaro 2006



Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Merci de votre attention !

Patrick Haas, Prof. HES

CMEFE – Groupe de compétences en mécanique
des fluides et procédés énergétiques

<http://www.cmefe.ch>

Biomobile :

<http://www.biomobile.ch>

Directeur du projet : Michel Perraudin, prof. HES
E-mail : michel.perraudin@hesge.ch
Tél. : +41 22 793 21 25

Consomini :

<http://www.consomini.ch>

Directeur du projet : Thierry Robert, prof. HES
E-mail : thierry.robert@he-arc.ch
Tél. : +41 32 930 13 54

Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale