



LES 20 ANS DE L'ENSEM ECO MARATHON

LIVRET

AVANT-PROPOS

L'ENSEM Eco Marathon participe depuis 1996 à la compétition Shell Eco Marathon. Depuis, beaucoup de chemin a été parcouru.

Durant ses débuts, l'association a conçu et utilisé des véhicules de type prototype fonctionnant avec un moteur thermique. En 2007, après 12 ans d'expérience, l'ENSEM Eco Marathon a commencé la réalisation de son premier véhicule de type Urban fonctionnant à la pile à l'hydrogène. Il s'agissait d'une nouvelle catégorie créée pour accompagner la transition énergétique que nous vivons pleinement depuis quelques années.

La rédaction de ce livret des 20 ans permet à l'équipe ainsi que tous ses partenaires d'avoir une rétrospective sur les activités de l'ENSEM Eco Marathon depuis sa création et de voir l'évolution de l'association.

LE MOT DU DIRECTEUR



L'Energie étant au cœur de la formation de notre Ecole, la participation des élèves-ingénieurs ENSEM à l'Eco-Marathon Shell est donc naturelle. Ce défi est, pour les élèves-ingénieurs, l'occasion de mettre en pratique leurs compétences techniques, leur formation pluri-scientifique et leur capacité à conduire des projets complexes.

C'est aussi l'opportunité pour eux de développer de réelles capacités d'innovation en matière de motorisation, de matériaux et de nouvelles sources d'énergie.

Porté par les élèves, le projet ENSEM Eco-Marathon bénéficie d'un fort soutien de l'Ecole et d'une grande implication de ses enseignants et chercheurs. De nombreux partenaires apportent également leur soutien à ce projet, témoignant ainsi de l'intérêt qu'ils portent à l'esprit de défi et d'entreprise de nos élèves.

Je souhaite ardemment que d'autres entreprises associent leur image à ce projet emblématique et accompagnent l'équipe Eco-Marathon Shell dans cette belle aventure dont l'objectif est de sensibiliser les élèves-ingénieurs aux enjeux de la transition énergétique et des défis technologiques.

Mostafa FOURAR, Directeur de l'ENSEM

TÉMOIGNAGE

Cette année fut riche en expérience. Elle fut enrichissante car elle m'a permis de mieux comprendre le travail de groupe, de me rendre compte des difficultés d'un projet et du temps que celui-ci pouvait prendre. La création d'un véhicule implique des contraintes et des choix pouvant induire des erreurs, de ce fait, ma position dans l'association m'a permis de gérer les imprévus et voir comment y remédier.

L'éco-marathon est un excellent moyen d'appliquer et d'approfondir ces connaissances en plus des cursus qui sont proposés à l'école.

Notre petit groupe travaillait dans une bonne ambiance et même si à certains moments nous avons pu douter de la finalisation de l'Urban 2, la voir rouler à Londres fut un grand bonheur.

Il faut désormais passer le flambeau et je souhaite bonne chance et réussite au nouveau bureau pour la poursuite du Marathon.

Nicolas JOURDAINE (ancien président de l'E2M (2016))



SOMMAIRE

- L'ENSEM ECO MARATHON P.1
- LA COMPETITION SHELL ECO MARATHON P.2
- NOS VEHICULES P.4
- DESCRIPTION DE L'URBAN TWO P.6
- PROJETS EN COURS P.9
- AUTRES EVENEMENTS P.11
- ALBUM PHOTO P.13
- NOS PARTENAIRES P.14
- NOUS CONTACTER P.15



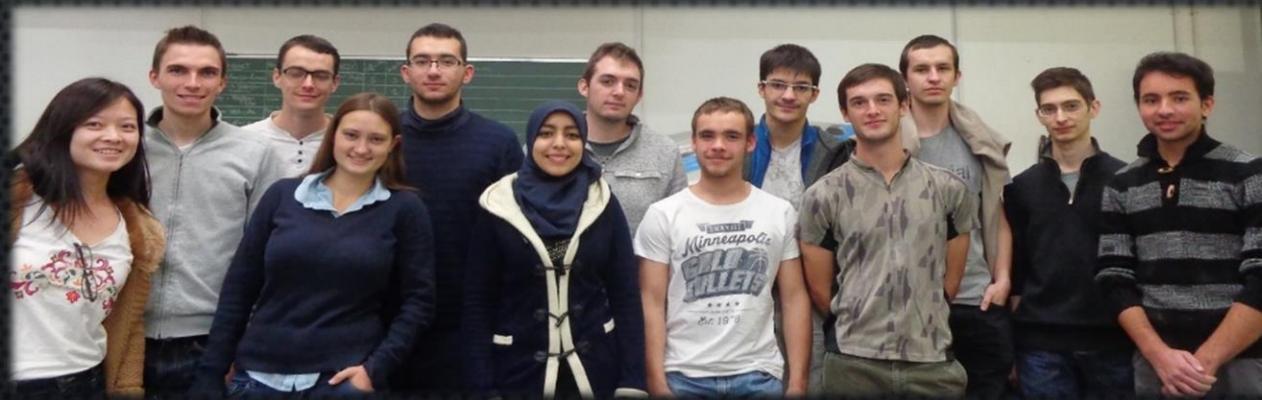
Urban 2 à Londres (2016)

L'ENSEM ECO MARATHON

L'ENSEM Eco Marathon est une association qui rassemble étudiants et chercheurs qui sont intéressés par la conception d'une voiture à faible consommation énergétique. L'équipe est constituée d'étudiants de deuxième année qui forment le bureau de l'association. Des enseignants et des chercheurs nous apportent leur aide pour la réalisation de notre projet. A chaque rentrée scolaire, nous accueillons de nouveaux étudiants de première année et quelques uns de deuxième année.

L'écologie est un point très important dans notre projet tout autant que le fait d'apprendre des nouvelles choses en participant à la construction d'une voiture.

Le but de l'association est double. D'une part, elle améliore ses performances durant la compétition Shell Eco-Marathon à travers différents projets menés par les étudiants. D'autre part, elle a pour rôle d'apporter aux étudiants de l'ENSEM des compétences uniques : connaissances mécaniques, numériques et électriques poussées, gestion de projet, communication, etc.



LA COMPÉTITION SHELL ECO MARATHON (SEM)

L'Éco-marathon Shell est une compétition automobile annuelle mondiale organisée par la compagnie pétrolière Shell dont le but est de parcourir la plus longue distance avec un litre de carburant. Il existe trois Éco-marathon Shell : en Europe, en Asie et sur le continent américain. Cette compétition a été créée après le choc pétrolier de 1995.

Le but est de récompenser des véhicules sobres en énergie, afin de favoriser l'innovation dans ce domaine. Chaque véhicule doit parcourir un circuit donné dans un temps maximum, tout en veillant à minimiser sa consommation de carburant.

Les concurrents peuvent utiliser différents carburants : super 95, hydrogène, GPL, GTL, diesel, biodiesel, Super Ethanol ... et sont répartis en plusieurs classes selon la technologie associée au carburant :

- Moteur à combustion (la plus représentée)
- Pile à combustible (hydrogène)
- Moteur électrique simple (batteries)
- Solaire

La performance de consommation est calculée en équivalence énergétique entre les différents carburants et représente donc le rendement propulsif du système couplé à l'efficacité du véhicule sur la piste.

Nous participons depuis 2008 dans la catégorie Urban Concept Hydrogen. Cette catégorie est proche des véhicules de ville actuels. Le règlement impose par exemple la position assise du pilote et la présence d'un coffre de dimensions prédéfinies. La différence avec les prototypes, aux allures très profilées et au confort plutôt sommaire, est donc marquée. De plus, la compétition des Urban comporte un arrêt à chaque tour, destiné à simuler des arrêts aux feux rouges en circulation urbaine. Autant de règles pénalisantes pour les performances du véhicule, qui doivent cependant rester les plus hautes possibles. Cette catégorie présente donc un véritable défi technique : allier praticité et performance.

HISTORIQUE DES PARTICIPATIONS AU SEM



1996/97 (Vealeco 1)
370.703 km/litre



1998/99
663 km/litre



2006/07 (Vealeco 2)
Dernière année en prototype



2008/09 (Urban 1)
Première compétition en Urban Hydrogen



2012/13
33.0 km/kWh
1^{er} prix de la sécurité



2011/12
36.4 km/kWh
Classement 3^e de la catégorie



2014/15
97,4 km/m³

2015/16 (Urban 2)
145 Km/m³



NOS VÉHICULES

VELECO 1 (1997-1999)

Description du véhicule :

- Prototype
- Moteur 2T (série GX31 Honda)
- Allumage magnéto
- Alimentation par carburateur
- Châssis aluminium
- Carrosserie en carbone



Veleco 1 (1998)

VELECO 2 (2000-2007)

Description du véhicule :

- Prototype
- Moteur TIM 1998
- Injection et allumage électronique
- Coque autoporteuse en carbone



Veleco 2 (2006)

URBAN 1 (2008-2015)

Description du véhicule:

- Urban Concept
- Pile à combustible à hydrogène
- Moteur synchrone triphasé
- Jantes en aluminium
- Carrosserie en carbone



Urban 1 (2012)

URBAN 2 (2016-...)

Description du véhicule:

- Urban Concept
- Pile à combustible à hydrogène
- Moteur synchrone triphasé
- Jantes en aluminium
- Carrosserie en carbone



Urban 2 (2016)

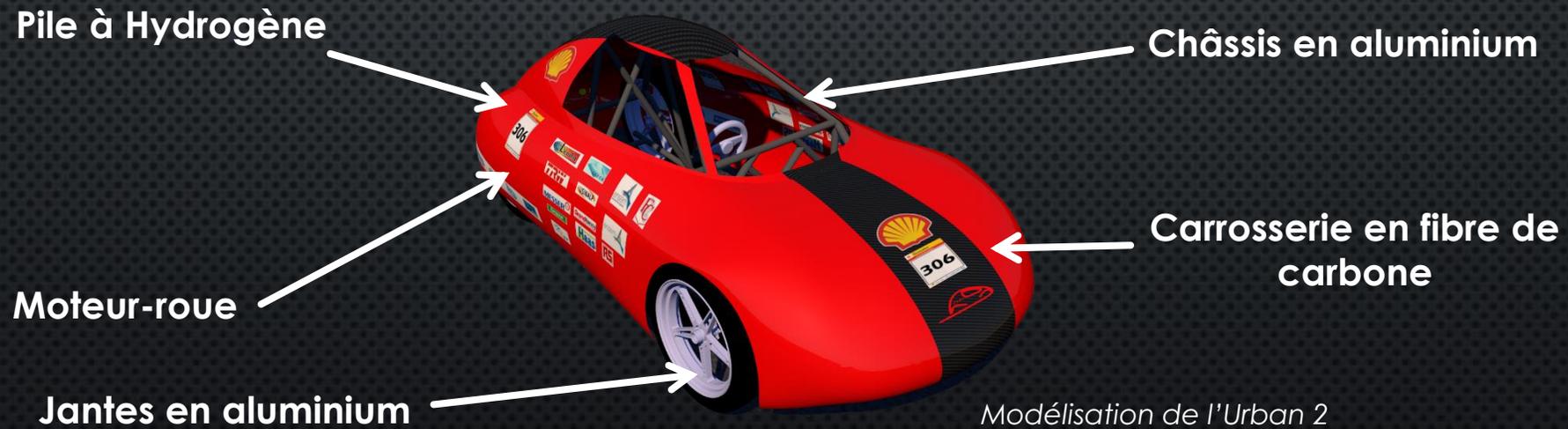
DESCRIPTION DE L'URBAN TWO

Objectif

Le principal objectif de la compétition est de parcourir un maximum de kilomètres avec un minimum de carburant. Pour cela, nous devons avoir une voiture légère, aérodynamique et aussi nous devons trouver une technique permettant d'optimiser la consommation.

Notre technologie

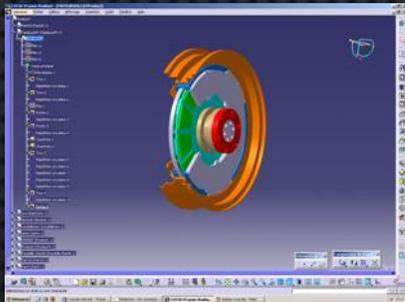
Nous allions des technologies innovantes : une pile à combustible à l'hydrogène et un moteur roue, ainsi que des matériaux comme le carbone permettant d'alléger le véhicule. Ces technologies tournées vers l'avenir apportent quelques réponses aux problèmes de pollution actuels. En effet, le carburant utilisé dans ce cas n'est plus de l'essence, mais de l'hydrogène. La réaction dans la pile permet d'extraire une partie de l'énergie sous forme électrique, en ne rejetant dans l'atmosphère que de l'eau et de l'air.



LE MOTEUR



Moteur à 6 paires d'aimants



Modélisation numérique du moteur

Nous nous sommes orientés vers la réalisation d'un ensemble : pile à combustible-onduleur-moteur électrique dit moteur-roue.

Notre choix s'est porté sur l'utilisation d'une machine synchrone à aimants permanents triphasée. Ce type de machine ne nécessite pas l'alimentation du rotor par un système de contacts glissants (balais-collecteurs). Il y a ainsi un gain de masse et de simplicité mais aussi une élimination des pertes par frottements mécaniques des balais sur les collecteurs. Ces facteurs augmentent donc considérablement le rendement du moteur. La solution que nous avons envisagée consiste à intégrer le moteur dans la roue et ainsi éliminer les éléments mécaniques de transmission et les pertes correspondantes. L'onduleur permettant la connexion entre la pile et le moteur a été dimensionné par un étudiant de l'école dans le cadre de son projet de fin d'étude.

Concernant la topologie du moteur lui-même, nous avons opté pour la structure à flux axial. Le moteur que nous avons conçu est composé de deux disques en acier munis de six paires d'aimants permanents alternés nord-sud. Les deux disques sont disposés face à face de sorte que les flux des aimants s'additionnent. Le stator est disposé entre les deux disques tournants ; il est composé de plusieurs bobines plates posées sur un matériau non magnétique et léger (polycarbonates). Une telle structure est légère et facilement usinable dans notre atelier et ne nécessite pas un recours à des techniques spéciales d'usinage telles que la découpe au laser ou l'électroérosion. De plus elle présente des forces électromotrices de forme sinusoïdale d'une bonne qualité. Ceci a pour effet de réduire fortement les ondulations du couple si la commande des courants est bien adaptée.



Moteur installé sur la roue

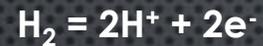


Moteur

LA PILE À COMBUSTIBLE (PAC)

La pile à hydrogène que nous utilisons est réalisée par le LEMTA (Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée) qui la met à notre disposition pour notre Urban Concept, leur permettant aussi de faire des études sur son fonctionnement. Elle est au laboratoire où elle est testée et où elle est le support de TP de 3ème année.

Elle repose sur les réactions suivantes :



Autrement dit, la pile consomme de l'hydrogène et de l'oxygène, afin de former de l'eau et de l'électricité. C'est donc un moyen propre de produire de l'électricité. La pile à combustible possède un rendement supérieur aux moteurs traditionnels. Il est de l'ordre de 50% pour la pile et 90% pour le moteur électrique associé.

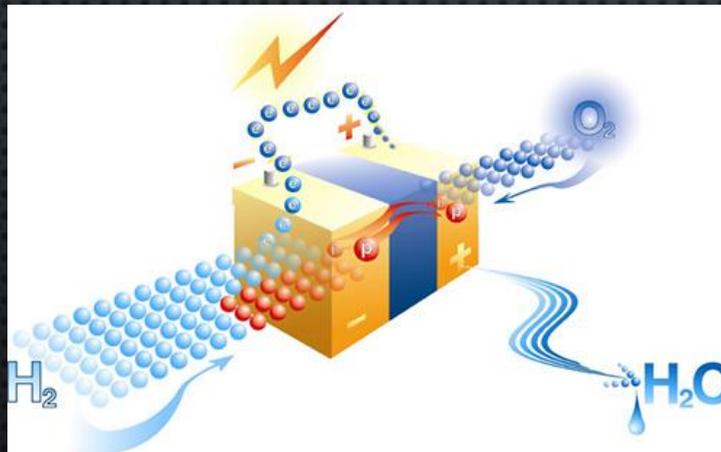
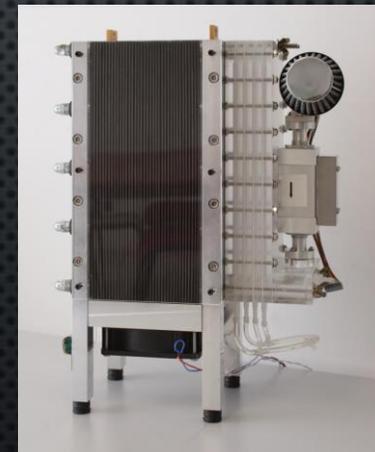


Illustration du fonctionnement de la PAC



Pile à hydrogène du laboratoire

PROJETS EN COURS

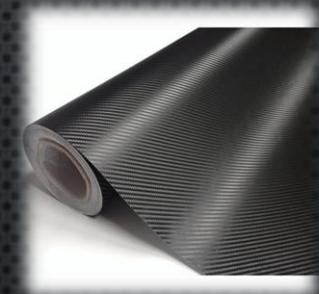


UN NOUVEAU MOTEUR

Voilà plusieurs années que nous projetons une évolution de la propulsion du véhicule. Le rendement du moteur est en effet un point critique que nous voudrions améliorer par la mise en place d'un moteur plus performant. Nous héritons également des années passées d'un motoréducteur innovant que nous souhaitons intégrer au véhicule. Il est à la fois compact et assorti d'une roue libre, laquelle permet de désolidariser le moteur de la roue dans les phases de descente.

DES JANTES EN CARBONE & PIÈCES IMPRIMÉES EN 3D

La masse du véhicule est un facteur prédominant dans l'établissement des performances énergétiques d'un véhicule. Nous désirons concilier solidité et légèreté, et pour ce faire, nous nous devons d'utiliser les matériaux les plus résistants sur l'ensemble du véhicule telle que la fibre de carbone.

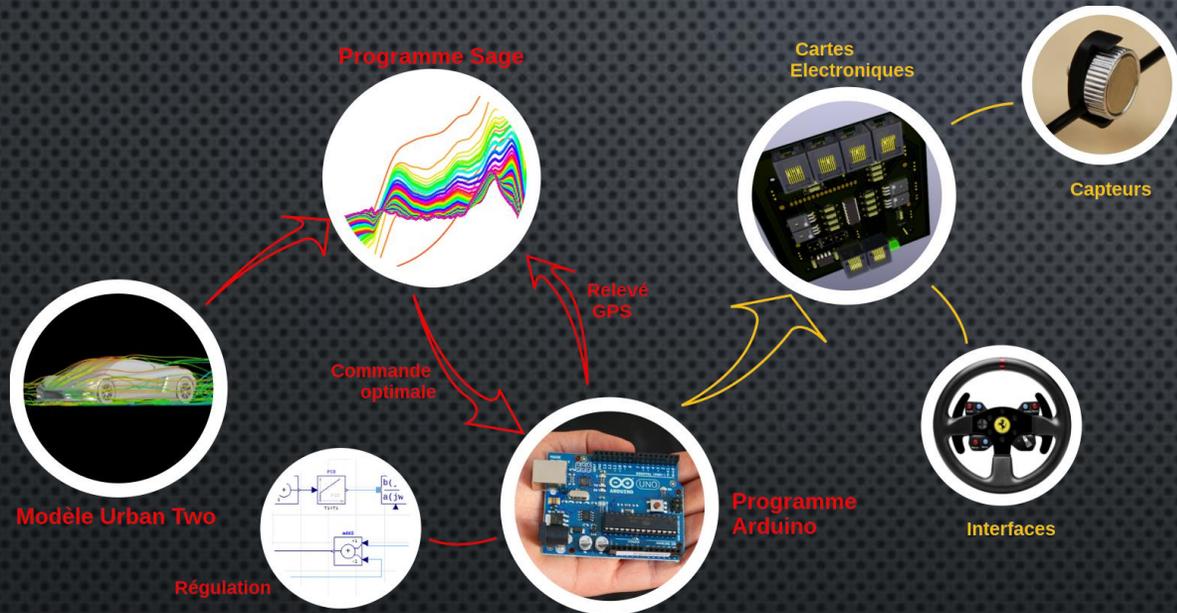


DES SUPERCONDENSATEURS

Le supercondensateur est un dispositif électrique qui a pour rôle le stockage de l'énergie. Il se caractérise par un rendement et une vitesse de charge très élevée, ainsi que par une capacité volumique plus importante qu'avec les technologies de condensateur classique. L'intégration dans le véhicule de supercondensateurs permettrait à la fois de récupérer l'énergie du freinage et de rester au voisinage du point de fonctionnement optimal de la pile à combustible.

UN PILOTE AUTOMATIQUE

On peut aisément imaginer à quel point il est difficile pour le ou la pilote d'adopter avec précision l'éco-conduite, celle qui minimise la consommation d'énergie. C'est en partant de ce constat que nous avons eu l'idée du pilote automatique.



A condition qu'un programme informatique connaisse suffisamment bien le comportement du véhicule, il devrait être en mesure de minimiser la consommation sous la contrainte de temps imposée par le Shell. Il s'agit donc de s'appuyer sur un modèle physique d'Urban Two pour exécuter un algorithme de commande optimale qui nous donne une consigne de référence. Pour éviter les dérives liées aux erreurs de modélisation, la commande moteur est régulée par un Arduino autour de cette consigne de référence.

Ces projets sont les plus importants menés actuellement. Néanmoins, toute l'équipe s'affaire autour de la voiture pour changer par exemple le siège du pilote, les phares de la voiture, les finitions de la carrosserie, etc. Par ailleurs, en plus des activités manuelles, nous portons également une grande importance sur l'image de l'association. Nous nous efforçons de soigner la communication, de paraître autant que possible sur la scène publique et nous menons différentes actions pour promouvoir notre association afin d'obtenir du soutien qui nous permettra de progresser dans nos projets.

AUTRES ÉVÉNEMENTS

L'ENSEM Eco Marathon est une association étudiante dynamique avec des membres engagés et motivés. Nous sommes très heureux d'être porteurs d'un projet tel que la conception et la construction d'un véhicule à basse consommation énergétique. C'est pour cela que nous accordons également une grande importance à tout événement qui nous permettrait de partager notre passion et nos questionnements sur la technologie de demain, compte tenu des nombreux enjeux énergétiques et environnementaux actuels.

Nous avons été présents à plusieurs événements – dont quelques uns sont présentés ci-après -- et qui ont pu permettre à notre association de se faire connaître à une plus grande échelle.



L'E2M au Michelin Students Days (2014)

Michelin Students Days

Durant 4 ans, l'équipe de l'E2M s'était rendue au Centre Technologique de Michelin basée à Ladoux pour les Michelin Students Days. Lors de ces trois journées, les étudiants, dont le niveau va de Bac +1 à Bac +5, partagent leur passion pour la technologie et l'innovation avec le staff technique de Michelin. Ils bénéficient également de conseils professionnels pour finaliser leurs prototypes dans une ambiance de passion et de convivialité.

Nous profitons donc de l'événement pour tester la voiture quelques semaines avant la course du Shell Eco Marathon. Le centre possède son propre circuit d'essai et les équipes de Michelin assuraient le show pendant tout le week-end. Au programme : présentation de produits, drifts sur pistes mouillées et autres stands étaient à dispositions des quelques 300 étudiants invités.

Salon RS

Le 22 septembre 2016 s'est tenue la Techday à Colmar, qui nous a permis de discuter avec les fabricants partenaires de RS, de découvrir leurs nouvelles technologies et aussi différentes prestations proposées par les clients de RS. Ce salon a pour nous été l'occasion de présenter notre projet à diverses entreprises venues exposer et à tous les visiteurs du salon.

Nous avons gagné à cette occasion le deuxième prix du meilleur projet, en collaboration avec l'ENSEM Conseil, la junior entreprise de l'ENSEM.



Eco-Challenge

Ce challenge comporte 4 défis articulés autour de la responsabilité sociétale : « Écoconception », « Ville durable », « Eco-Citoyenneté » et « Protection de l'Environnement ». Le but est de récompenser des projets utilisant la technologie dans un but écologique, afin de leur permettre d'être reconnus et encouragés.

Le 17 mars 2017, nous avons gagné le prix de l'« Ecoconception », qui s'axe sur les projets liés aux économies d'énergies, les énergies renouvelables et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.





1996/97



1997/98



1998/99



1999/2000



2000/01



2001/02



2005/06



2007/08



2008/09



2009/10



2010/11



2011/12



2012/13



2014/15



2015/16

NOS PARTENAIRES



NOUS CONTACTER

Adresse :

Association Marathon Shell ENSEM
2 avenue de la Forêt de Haye
54516 Vandœuvre-lès-Nancy

E-Mail :

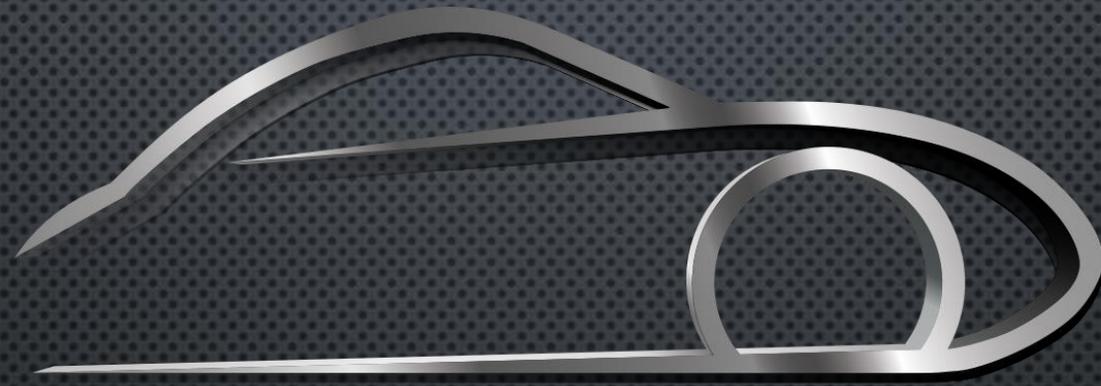
ensem.ecomarathon@gmail.com

Site Web :

www.ensem-marathonshell.fr

Facebook :

www.facebook.com/EnsemEcoMarathon



ENSEM
Eco-Marathon