



Solutions pour une Exploitation de la Route Respectueuse de l'Environnement et de la Sécurité

Opération de recherche Cerema / Ifsttar

Eco-conduite : sobriété et sécurité

Connaissances acquises dans le cadre de l'opération de recherche SERRES,
conjointe entre l'IFSTTAR et le CEREMA

IFSTTAR / CEREMA

08 décembre 2014

Créé par : Guillaume Saint Pierre

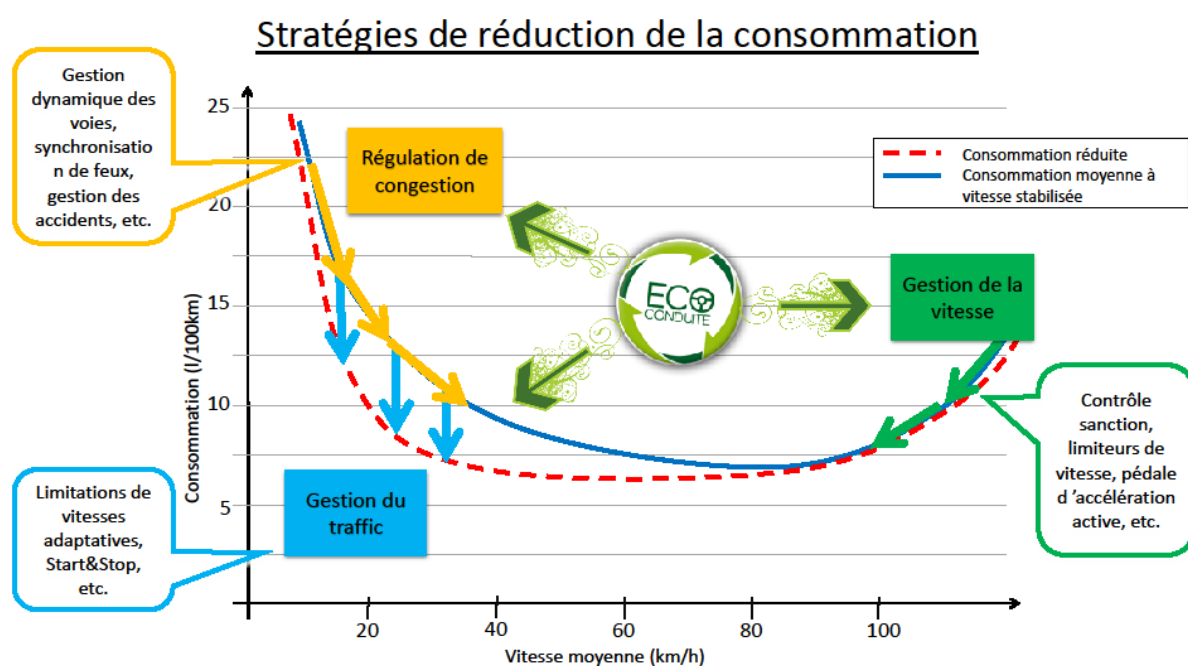
Eco-conduite : sobriété et sécurité

Connaissances acquises dans le cadre de l'opération de recherche SERRES,
conjointe entre l'IFSTTAR et le CEREMA

Co-animateurs : Guillaume Saint Pierre (Ifsttar/LIVIC) et Hélène Tattegrain (Ifsttar/LESCOT)

► INTRODUCTION

Il existe de nombreuses stratégies pour réduire la consommation des véhicules individuels. La plupart d'entre elles sont des approches globales visant à optimiser l'usage du réseau (régulation de trafic, contrôle sanction, etc.), ou reposent sur l'usage de systèmes avancés d'aide à la conduite agissant sur un aspect particulier (limiteurs de vitesse, régulateurs, Start&Stop, etc...). Comme indiqué à la figure 1, la pratique de l'éco-conduite permet d'agir sur l'ensemble des leviers disponibles, et ce sans coût additionnel autre que celui d'une conduite plus attentive.



La définition de l'éco-conduite, ou conduite éco responsable, est cependant très variable selon les pays et les cultures. En effet, l'éco-conduite ne consiste pas seulement à rechercher une économie de carburant, mais aussi à maîtriser son temps de parcours et à maintenir un niveau de risque acceptable. Certains conseils d'éco-conduite mal appliqués peuvent ainsi générer des comportements accidentogènes, qui peuvent être répréhensibles ou non en fonction de la politique de sécurité routière en œuvre dans le pays en question. Ainsi, une conduite au point mort n'est pas conseillée en France car posant des problèmes de sécurité, alors que c'est une pratique encouragée par certains constructeurs allemands.

L'éco-conduite est donc une conduite active, nécessitant un investissement fort de la part des conducteurs, que nous proposons de définir de la façon suivante :

L'éco-conduite est à chaque instant, le résultat d'une optimisation multicritère (consommation d'énergie, sécurité, confort, temps de parcours,...) des différentes tâches de conduite (navigation, guidage, stabilisation)

En effet, la pratique de l'éco-conduite est plus complexe qu'il n'y paraît :

- Elle nécessite une adaptation permanente du rapport de boîte en fonction des situations de conduite.
- Les consignes sont dépendantes du véhicule (gestion des tours moteurs)
- Dans certaines situations, mieux vaut une conduite en toute sécurité malgré une consommation élevée (ex des zones de rencontres).
- Le « meilleur » compromis entre sécurité et consommation dépend de la situation.

Il est donc nécessaire d'accompagner le conducteur pour favoriser :

- son auto-apprentissage d'une conduite éco-responsable,
- son auto-évaluation,
- tout en maintenant ses capacités sur le long terme.

Pour cela, il est nécessaire de mieux comprendre comment cette conduite est apprise, pratiquée, et parfois dégradée selon les situations.

► ENJEUX ET OBJECTIFS

La mise en œuvre de l'éco-conduite doit être la plus large possible tout en garantissant la sécurité des usagers. Pour cela il est nécessaire d'étudier et de connaître toutes les caractéristiques ayant trait à l'éco-conduite, mais aussi de comprendre comment aider le conducteur dans sa démarche d'économie d'énergie.

Cet objectif conduit à l'étude des paramètres déterminants de l'éco-conduite, que cela soit au niveau du véhicule, de la façon dont il est conduit, comme au niveau du contexte de conduite lui-même. En s'appuyant sur des expérimentations de terrain, il s'agit :

- d'évaluer l'influence de l'infrastructure et du trafic sur la consommation de carburant,
- de comprendre comment le conducteur peut agir sur son véhicule pour la minimiser.

Une fois la connaissance acquise ou modélisée, il s'agit d'aider le conducteur à identifier les bonnes pratiques. Cela passe par un travail sur les interfaces,

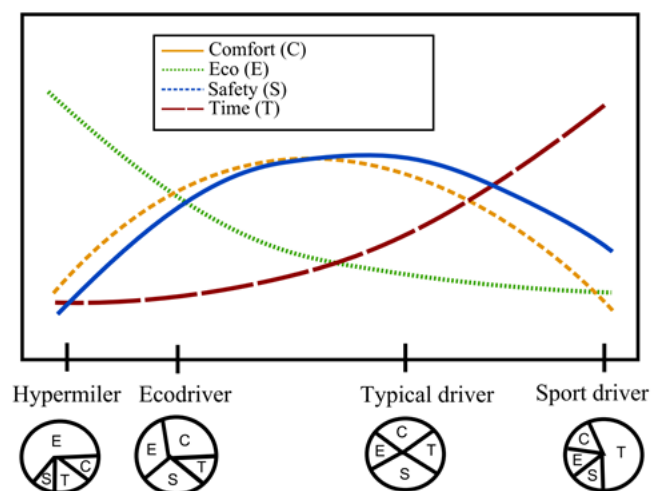


FIGURE 1: MODÉLISATION DE DIFFÉRENTS TYPES DE CONDUCTEURS SELON LEURS CHOIX DE CONDUITE.

sur le message véhiculé, et sur le moment adéquat pour le transmettre au conducteur.

► RESULTATS OBTENUS

Cette action a permis de comprendre les facteurs :

- influençant la consommation de carburant,
- influençant la mise en œuvre concrète des consignes d'éco-conduite.

La connaissance acquise par le suivi des formations internes, ou par des expérimentations de terrain a permis de concevoir un index agrégé du niveau de performance d'un conducteur en temps réel.

L'influence du trafic et de l'infrastructure ont été modélisés pour permettre le calcul d'une vitesse optimale.

Ces résultats ont pu être utilisés pour :

- tester en simulation des aides au conducteur innovantes,
- concevoir une application d'aide à l'éco-conduite pour smartphones.

Actuellement évaluée en conditions réelles dans le cadre du projet ecoDriver, cette application permet un auto-apprentissage du conducteur.

ecoDriver



FIGURE 2: INTERFACE GRAPHIQUE DE L'APPLICATION D'AIDE A L'ECO-CONDUITE POUR SMARTPHONES, MISE AU POINT PAR L'IFSTTAR-LIVIC DANS LE CADRE DU PROJET EUROPEEN ecoDRIVER

► PERSPECTIVES

Les connaissances acquises ont permis de remplir les objectifs du cahier des charges, tout en fournissant la matière première à des travaux de doctorats récompensés. L'expertise acquise a permis aux équipes partenaires de participer à de grands projets internationaux comme ecoDriver.

Les travaux engagés fournissent une première évaluation de la pertinence d'une solution pour smartphones, autant en termes de réduction effective de la consommation, qu'en termes de facilité d'usage et d'ergonomie.

La fusion des compétences acquises par toutes les équipes devrait permettre d'améliorer encore ce premier outil, pour en faciliter l'adoption et l'intérêt.

La prise en compte de la sécurité, l'ajout de fonctionnalités d'adaptation au conducteur, ou la possibilité de comparer ses résultats, sont autant de pistes envisagées pour concevoir une application pour smartphones gratuite et performante.

► DETAILS DES TRAVAUX EFFECTUES

MESURER : Influence des différents paramètres sur la consommation de carburant

Cette action a débuté par plusieurs campagnes de mesures

Des véhicules ausculteurs de chaussée, ont permis de connaître les caractéristiques de la chaussée sur plusieurs circuits expérimentaux, et d'étudier les liens avec la consommation de carburant, pour les véhicules légers comme pour les poids lourds.

- Facteurs météorologiques et routiers influençant la consommation des poids lourds, ERA-12.
- Consommation des VL en fonction de l'infrastructure, DTER-SO.

Sur ces mêmes circuits, urbains ou périurbains, la conduite normale et économique de cinquante personnes a été enregistrée.

- Mise en oeuvre de l'expérimentation écoconduite et sécurité en milieu urbain, DTER-IdF.



FIGURE 3: QUELQUES VEHICULES EXPERIMENTAUX DE L'IFSTTAR

EVALUER : L'éco-conduite et ses composants

Les effets d'une formation à l'éco-conduite ont été évalués en conditions réelles et en condition expérimentale. Livrables :

- Évaluation des impacts d'une formation à l'éco-conduite sur la consommation énergétique de véhicules légers : le cas du CETE de l'Ouest, Cerema / Direction territoriale Ouest ;
- Analyse d'une expérience d'étude de l'éco-conduite : Vers la conception d'un éco-index, IFSTTAR-LIVIC.

Les premiers résultats et les précédentes recherches ont permis de tester, d'une part des **systèmes d'aide à la conduite économe** déjà existants, et d'autre part des **prototypes en simulation**.

Livrables :

- Évaluation du système Ecogyzer, Cerema / Direction Territoriale Ouest,
- Évaluation en simulateur d'un système d'aide à l'écoconduite, Ifsttar / LESCOT.
- Évaluation de l'éco-index pour qualifier l'infrastructure, Cerema / Direction territoriale Normandie-Centre – ERA34.

L'impact positif de la conduite économe sur la sécurité a été confirmé en conditions urbaines :

- Conduite économe, sécurité routière et gestion des usagers vulnérables, Ifsttar/LIVIC-LPC & Cerema / Direction territoriale Île-de-France.

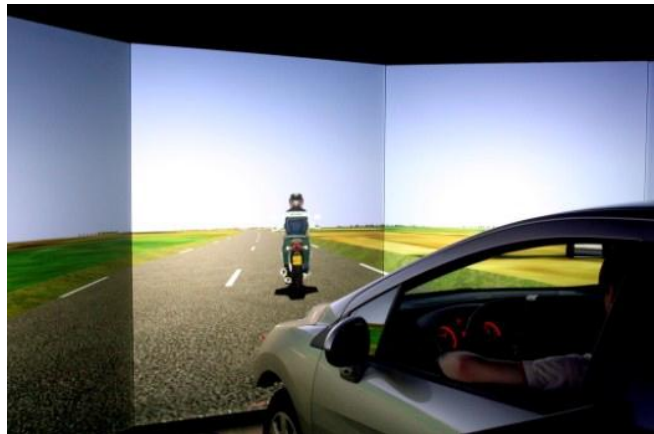


FIGURE 4 : SIMULATEUR DE CONDUITE DU LESCOT

COMPRENDRE ET MODELISER : la compréhension des phénomènes et leur modélisation

L'optimisation de la vitesse, de la gestion des rapports de boîte, et de la sécurité, pour des véhicules thermiques ou hybrides, a donné lieu à plusieurs doctorats à l'IFSTTAR. Plusieurs de ces travaux ont été primés.

- Développement de méthodes de réduction de la consommation en carburant d'un véhicule dans un contexte de sécurité et de confort : un compromis entre économie et écologie, Doctorat de H. T. Luu (LIVIC)
- Optimisation de la trajectoire de vitesse pour les véhicules thermiques et électriques, Doctorat de F. Mensing (LTE)
- Modélisation fonctionnelle de profils de vitesse en lien avec l'infrastructure, Doctorat de C. Andrieu (LIVIC), lauréat prix Abertis.

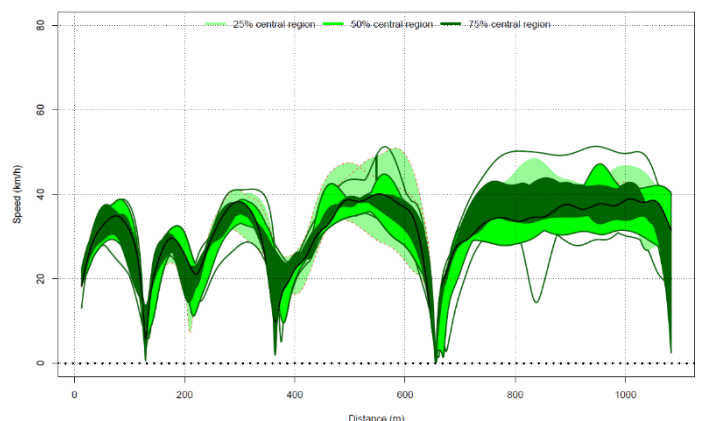


FIGURE 5 : CORRIDOR DE VITESSE ECOLOGIQUE ADAPTE A L'INFRASTRUCTURE

AGIR : l'action vis-à-vis des conducteurs.

- Grâce à SERRES et l'expérience acquise, le laboratoire LIVIC a pu intégrer un ambitieux projet européen dont l'objectif est de concevoir une assistance à l'écoconduite destiné à aider le conducteur dans sa démarche d'auto apprentissage.
- L'IFSTTAR-LIVIC a conçu une version pour smartphones Android du système développé.
- Actuellement en phase de test en conditions de conduite réelles, cette application assiste le conducteur sans le surcharger, lui permet de s'auto-évaluer une fois à destination, et aussi de s'améliorer grâce à un suivi de ses performances dans le temps. Résultats disponibles dès 2015 sur : <http://www.ecodriver-project.eu/>

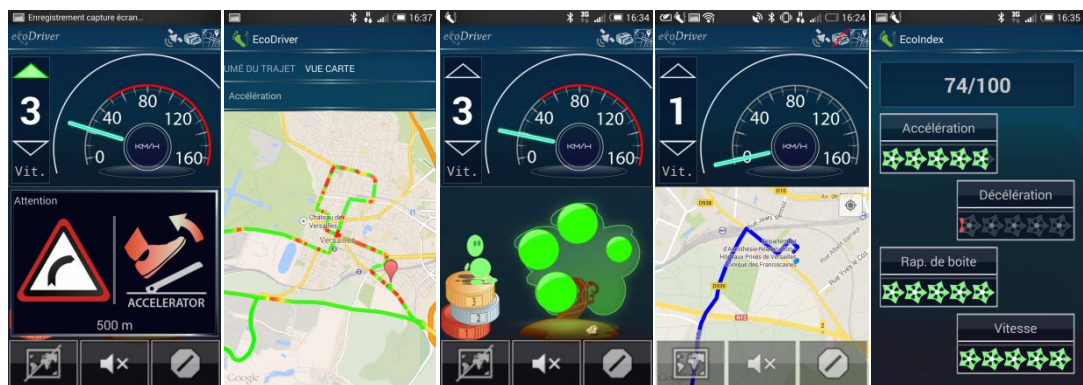
Focus sur l'application "ecodriver"

L'écoconduite, visant à diminuer la consommation d'énergie sans nuire à la sécurité ou au trafic, reste difficile à apprendre et à conserver. Notamment car sa mise en œuvre est dépendante, de l'environnement routier, du conducteur et du véhicule. Heureusement, les capacités de calcul et d'observation des smartphones permettent d'assister les conducteurs de manière personnelle, et ce, quel que soit le véhicule utilisé.

« Si vous réduisez votre vitesse de 20km/h sur cette autoroute, vous économiserez 1l de carburant sur les 100km à venir », « Evitez les freinages brusques » ou « Anticipez pour freiner le moins possible »... Voilà le genre de conseils que pourrait bientôt vous donner votre smartphone.

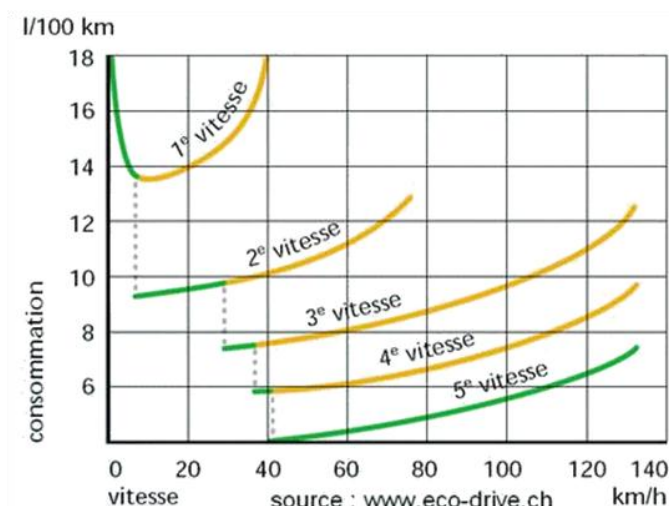
Ces conseils adaptés à la situation seraient le fait d'une application destinée à améliorer votre conduite, en économisant du carburant, et sans sacrifier à la sécurité routière. Ce logiciel développé par le LIVIC utilisera le GPS et l'accéléromètre du smartphone pour obtenir les informations de position, déduire la vitesse du véhicule, et relever les accélérations. « Cette application destinée aux smartphones Android ne nécessite aucune connexion avec le véhicule », indique Guillaume Saint-Pierre, chargé de recherches, « contrairement aux systèmes embarqués (performants mais payants) qui disposent des informations issues des capteurs du véhicule ». Or, les chercheurs souhaitent que leur application demeure gratuite pour tous les conducteurs européens. Selon le calendrier fixé, cette application devrait être disponible en 2015 après une phase de tests en conditions réelles de 6 mois qui s'est déroulé en 2014. Olivier Orfila, responsable scientifique de ce projet pour l'Ifsttar, précise que « les résultats de ces essais seront comparés à ceux obtenus avec des systèmes embarqués dans des véhicules légers, thermiques et électriques, mais aussi des poids lourds et des bus hybrides. Cette application intègre le vaste projet européen ecoDriver qui vise à la réduction de 20% des émissions de CO₂ du transport routier ». Un objectif ambitieux.

Contacts : Olivier Orfila et Guillaume Saint Pierre, LIVIC.



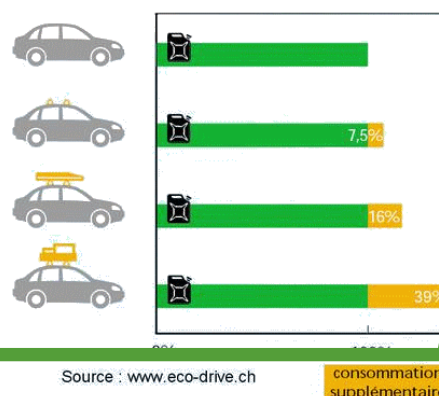
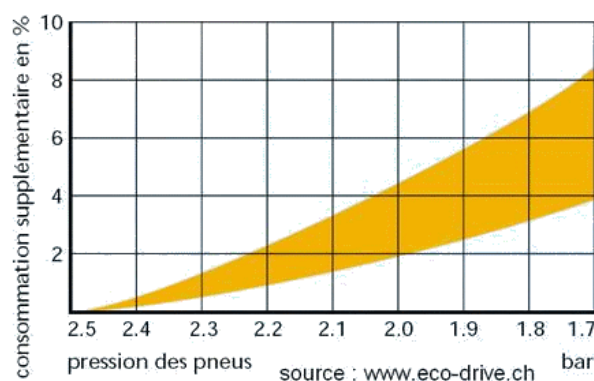
Principales consignes d'éco-conduite

- Engagez le rapport supérieur le plus rapidement possible.
 - Passer à la vitesse supérieure entre 1.500 et 2.000 t/min.
- Maintenez une vitesse stable en utilisant le rapport le plus élevé possible.
 - Enclencher la plus haute vitesse possible et conduire avec un régime moteur faible, en cherchant à stabiliser sa vitesse.
- Anticiper le trafic afin d'éviter d'accélérer ou de freiner inutilement.
 - Regarder le plus loin possible (un terrain de football) et anticiper le trafic environnant.
- Décélérez doucement en relâchant l'accélérateur à temps tout en laissant une vitesse engagée.
 - S'il faut ralentir ou s'arrêter, décélérer progressivement en relâchant l'accélérateur à temps et en laissant la voiture en prise.
- Adopter une vitesse adaptée à l'infrastructure.
 - En descente, quand le moteur n'est pas sollicité, et qu'une vitesse est enclenchée, les véhicules avec un moteur à injection ne consomment pas d'essence car l'arrivée du carburant est coupée.
 - En montée, sur autoroute avec une pente de 4%, rouler à 120 km/h peut représenter une consommation de 19 litres de carburant au 100 km contre moins de 15 litres au 100 si le véhicule roule à 100 km/h.
 - Si la pente est de 6%, à 120 km/h, la consommation du véhicule peut atteindre 26 litres / 100 km contre 20 litres à la vitesse de 100km/h.
 - Idée reçue : il est inutile de passer au point mort dans les descentes ou ralentissements en espérant consommer moins d'essence.
 - Au point mort, le moteur consomme du carburant pour maintenir son ralenti alors que si vous utilisez le frein moteur, il ne consomme rien.



Conseils additionnels pour une approche durable de la conduite :

- Entretenir régulièrement son véhicule
 - Un véhicule mal entretenu peut entraîner une surconsommation de carburant pouvant aller jusqu'à 25%. Par exemple, un filtre à air encrassé fait consommer 3% de plus et un moteur mal entretenu, encore plus.
- Préchauffer son moteur ne sert à rien
 - Les moteurs modernes permettent de rouler juste après le démarrage et ainsi de réduire votre consommation de carburant.
- Vérifier régulièrement la pression des pneus.
 - Une pression 25 % trop faible accroît la résistance au roulement de 10 % et la consommation de carburant, de 2 %.
- Aérer la voiture avant de mettre la climatisation
 - Selon une étude de la Société des ingénieurs automobiles (SAE), dans une berline avec fenêtres baissées la consommation de carburant peut augmenter de 8% à 20%, la différence étant plus marquée au-delà des 80km/h.
 - Cependant, la surconsommation moyenne avec la climatisation est de l'ordre de 20%, et selon les chiffres de l'ADEME, à 30° C avec un fort ensoleillement, la surconsommation peut atteindre 30% à 40% en ville, et 15% à 25% sur route-autoroute, si la température de consigne est de 26° C.
- Ne pas laisser de charges inutiles à bord
 - Le poids additionnel sur un véhicule entraîne un accroissement de la résistance au roulement du véhicule (friction entre la roue et la route plus importante). Il faut donc éviter de surcharger son véhicule inutilement.
- Utiliser les systèmes d'aide à la conduite
 - Un système de navigation vous aidera à optimiser votre trajet, tandis que le régulateur de vitesse réduit la consommation



- Le dispositif "start and go" permet d'éteindre automatiquement le moteur lors des arrêts.
- Eteignez le moteur de votre véhicule lorsqu'il est en stationnement ou dans une file d'attente
 - Roulez dès que vous avez démarré votre moteur
 - Et arrêtez-le pour tout stationnement supérieur à 30 secondes.
- Enlever les éléments nuisant à l'aérodynamisme du véhicule
 - Le graphique ci joint donne la consommation supplémentaire pour une vitesse de 120 km
- Laissez-la au garage !
 - Évitez la voiture sur courts trajets
 - La marche à pied, le vélo ou les transports en commun sont souvent plus efficaces ou rapides en centre urbain que les courses en voiture.
 - Prendre tous les jours le vélo pour faire 10 km, plutôt que la voiture ne prend pas beaucoup plus de temps (et en gagne dans les grandes villes !)
 - Cela permet d'éviter de rejeter 700 kg de CO₂ par an dans l'atmosphère