



**Recherche, Développement & Consulting-Bruxelles s.a.
Environmental Consultants**

Life Cycle Assessment

_____ Waste Management

_____ Impact Assessment

**Étude comparative analysant
les impacts environnementaux
de différents styles de conduite
en voiture en situation réelle
et sur un parcours typique
de la Région de Bruxelles-Capitale**

réalisée pour l'IBGE

Juin 2005

par:

RDC-Environnement
&
Stratec

Table des matières

I.	INTRODUCTION	1
I.1.	CONTEXTE DE L'ETUDE	1
I.2.	POLLUTION ATMOSPHERIQUE DUE AUX TRANSPORT ROUTIER.....	2
I.3.	COPERT	3
II.	PHASE 1 : RECHERCHE ET ANALYSE DE DONNEES ET EXPERIENCES DISPONIBLES	4
II.1.	LE PROJET "ECO-DRIVING EUROPE"	4
	Recommandations principales :	4
	Recommandations additionnelles :	5
II.2.	PARAMETRES INFLUENÇANT LA CONSOMMATION DE CARBURANT ET LES EMISSIONS A L'ECHAPPEMENT.....	5
II.2.1.	<i>Vitesse moyenne</i>	5
II.2.2.	<i>Contexte urbain ou rural</i>	7
II.2.3.	<i>Style de conduite</i>	8
	Définitions de différents styles de conduite	8
	Style éco-drive	8
	Style sportif	8
	Style défensif	8
	Style œuf.....	8
	Effets des styles de conduite.....	8
	Effets de quelques paramètres de conduite éco-drive	11
	Engager le rapport supérieur le plus rapidement possible:	11
	Maintenir une vitesse stable, adoptant le plus haut rapport possible:.....	12
	Utilisation du frein moteur	13
II.2.4.	<i>Température du moteur</i>	13
	Voitures diesel	14
	Voitures à essence	15
	Pré-Euro1.....	15
	Euro1 et postérieures	16
	Comparaison des voitures diesel et à essence	18
II.2.5.	<i>Pression des pneus</i>	19
II.2.6.	<i>Chargement</i>	20
II.2.7.	<i>Climatisation</i>	21
III.	PHASE 2 : CAMPAGNE DE MESURES	22
III.1.	MISE AU POINT DE LA METHODOLOGIE	22
III.1.1.	<i>Introduction</i>	22
III.1.2.	<i>Résultats des tests préliminaires</i>	23
	Comparaison des moyennes.....	23
	Présentation et analyse des résultats.....	23
	Température du moteur	25
III.2.	METHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE D'ESSAIS	27
III.2.1.	<i>Modalités de réalisation des mesures</i>	27
	Enregistrement des mesures.....	27
	Consommation instantanée et moyenne	27
	Position	27
	Restitution et vérification de l'information recueillie.....	28
	Personnel embarqué	28
	Style de conduite	29
	Conduite sportive.....	29
	Conduite "éco-drive"	29
III.2.2.	<i>Essais à chaud</i>	29
	Type de véhicules	30

Itinéraire.....	31
III.2.3. Essais à froid.....	33
Type de véhicules.....	34
Itinéraire.....	34
III.3. PRESENTATION DES RESULTATS.....	36
III.3.1. Essais à chaud.....	36
III.3.2. Essais à froid.....	40
III.4. CONCLUSIONS DES TESTS.....	41
IV. PHASE 3 : IDENTIFICATION DES "MAUVAIS" COMPORTEMENTS EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE.....	42
IV.1. INTRODUCTION.....	42
IV.2. ORGANISATION DE LA CAMPAGNE D'ENQUETES.....	42
IV.2.1. Date et horaire de l'enquête.....	42
IV.2.2. Méthode de travail.....	42
IV.2.3. Questionnaire d'enquête.....	43
IV.2.4. Nombre d'enquêtes réalisées.....	43
Enquêtes auprès des particuliers.....	43
Enquêtes auprès des garagistes.....	43
IV.3. RESULTATS – ENQUETES AUPRES DE PARTICULIERS.....	44
IV.3.1. Carburant.....	44
IV.3.2. Entretien.....	44
IV.3.3. Pression des pneus.....	45
IV.3.4. Accessoires de chargement externe.....	45
IV.3.5. Ordinateur de bord.....	46
IV.3.6. Air conditionné.....	46
IV.3.7. Vitesse de conduite en agglomération.....	48
IV.3.8. Style de conduite.....	48
IV.3.9. Passage au rapport supérieur.....	49
Moteur à essence.....	49
Moteur diesel.....	50
IV.3.10. Démarrage du moteur.....	50
Enfoncement de l'accélérateur au démarrage du moteur.....	50
Préchauffage du moteur.....	51
IV.3.11. Frein moteur.....	52
IV.3.12. Haltes de courte durée.....	52
IV.4. RESULTATS – ENQUETE AUPRES DES GARAGISTES.....	53
IV.4.1. Pneus.....	53
IV.4.2. Niveau des liquides.....	54
Huile moteur.....	54
Liquide de refroidissement.....	55
Huile de transmission.....	55
Liquide de servo-direction.....	56
IV.4.3. Entretien.....	56
IV.5. CONCLUSIONS DES ENQUÊTES.....	58
IV.5.1. Les observations faites auprès des conducteurs.....	58
IV.5.2. Les observations faites auprès des concessionnaires et garagistes.....	58
V. CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS.....	59
V.1. PRÉAMBULE MÉTHODOLOGIQUE.....	59
V.2. L'AUTOMOBILISTE.....	59
V.3. LE VÉHICULE.....	60
VI. ANNEXES.....	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Surplus de consommation et d'émissions sur route urbaine et rurale (en % par rapport à la conduite sur autoroute prise comme référence)	7
Tableau 2 : Différence de consommation et d'émissions en fonction du type de conduite sur chaque type de route (en % par rapport au style défensif pris comme référence)	9
Tableau 3 : Rapport des émissions à froid sur les émissions à chaud des voitures diesel pour une température "t" comprise entre -10 et 30°C	14
Tableau 4 : Rapport des émissions à froid sur les émissions à chaud des voitures à essences pré-Euro1 pour une température "t" comprise entre -10 et 30°C	15
Tableau 5 : Démarrage à froid de voitures à essences Euro1 et postérieures : Surplus de consommation et d'émissions par rapport au moteur chaud	16
Tableau 6 : Surplus de consommation et d'émissions occasionnés par l'utilisation à pleine charge du conditionnement d'air sur différents type de route (en %).	21
Tableau 7 : Consommations et vitesses des tests préliminaires en diesel	23
Tableau 8 : Test de comparaison des moyennes des essais préliminaires en diesel	24
Tableau 9 : Consommations et vitesses des tests préliminaires en essence	24
Tableau 10 : Test de comparaison des moyennes des essais préliminaires en essence	25
Tableau 11 : Caractéristiques des véhicules (Skoda Fabia Combi) utilisés pour les tests à moteur chaud...	30
Tableau 12 : Caractéristiques des véhicules VW utilisés pour les tests à moteur froid	34
Tableau 13 : Tableau synthétique des résultats des tests à moteur chaud	36
Tableau 14 : Tableau synthétique des résultats des tests à moteur froid	40
Tableau 15 : Surconsommations du style sportif par rapport au style "éco-drive" sur l'itinéraire opté pour la phase de test à moteur froid	41
Tableau 16 : Enquête particuliers - Type de carburant	44
Tableau 17 : Enquête particuliers - Base d'entretien du véhicule	44
Tableau 18 : Enquête particuliers - Fréquence de vérification de la pression des pneus du véhicule	45
Tableau 19 : Enquête particuliers - Démontage des accessoires de chargement externe (fixe-toit, porte-vélo ou coffre de toit)	45
Tableau 20 : Enquête particuliers - Influence sur la conduite des indications de l'ordinateur de bord	46
Tableau 21 : Enquête particuliers - Période d'utilisation de l'air conditionné	46
Tableau 22 : Enquête particuliers - Utilisation de l'air conditionné lors de trajets de courte durée.....	47
Tableau 23 : Enquête particuliers - Mode de réglage de la température de consigne de l'air conditionné	47
Tableau 24 : Enquête particuliers - Mode d'utilisation de l'air conditionné en cas de stationnement prolongé au soleil.....	47
Tableau 25 : Enquête particuliers - Vitesse de conduite en agglomération dans des conditions de trafic fluide.....	48
Tableau 26 : Enquête particuliers - Style de conduite.....	48
Tableau 27 : Enquête particuliers - Vitesse de conduite en fonction du type de conduite.....	49

Tableau 28 : Enquête particuliers - Critère de passage au rapport supérieur – moteur à essence.....	49
Tableau 29 : Enquête particuliers - Critère de passage au rapport supérieur – moteur diesel.....	50
Tableau 30 : Enquête particuliers - Enfoncement de l'accélérateur au démarrage du moteur	50
Tableau 31 : Enquête particuliers - Temps de préchauffage du moteur	51
Tableau 32 : Enquête particuliers - Motifs au préchauffage du moteur	51
Tableau 33 : Enquête particuliers - Utilisation du frein moteur.....	52
Tableau 34 : Enquête particuliers - Temps de halte justifiant l'arrêt du moteur	52
Tableau 35 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant des pneus sous-gonflés.....	53
Tableau 36 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant des pneus usés	53
Tableau 37 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant un problème de géométrie ou d'équilibrage des pneus	54
Tableau 38 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant un niveau d'huile moteur insuffisant	54
Tableau 39 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant un niveau le liquide de refroidissement insuffisant	55
Tableau 40 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant un niveau d'huile de transmission insuffisant	55
Tableau 41 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant un niveau de liquide de servo-direction insuffisant	56

Liste des figures

Figure 1 : Responsabilités sectorielles, en quantités absolues, des principales émissions de polluants atmosphériques (2000)	2
Figure 2 : Évolution de la consommation et des émissions à chaud d'une voiture diesel moyenne du parc bruxellois en fonction de la vitesse selon COPERT	6
Figure 3 : Évolution de la consommation et des émissions à chaud d'une voiture à essence moyenne du parc bruxellois en fonction de la vitesse selon COPERT	6
Figure 4 : Différence de consommation et d'émissions en fonction du type de conduite sur route urbaine (en % par rapport au style défensif pris comme référence)	9
Figure 5 : Différence de consommation en fonction du type de conduite sur chaque type de route (en % par rapport au style défensif pris comme référence)	10
Figure 6 : évolution des normes sur les émissions de gaz d'échappement	10
Figure 7 : Consommation spécifique d'une voiture à essence de cylindrée de 1,6l.	11
Figure 8 : Variations de consommation lors d'un trajet à vitesse constante de 60km/h effectué à différents rapports	12
Figure 9 : Variations de consommation lors d'une accélération de 50 à 80 km/h effectuée durant un même laps de temps à différents rapports	12
Figure 10 : Influence du choix du rapport sur le consommation de carburant.	13
Figure 11 : Démarrage à froid de voitures diesel : Surplus de consommation et d'émissions par rapport au moteur chaud	14
Figure 12 : Démarrage à froid de voitures à essences pré-Euro1 : Surplus de consommation et d'émissions par rapport au moteur chaud	15
Figure 13 : Comparaison de l'évolution des surplus d'émissions de CO à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse pour une température donnée de 10°C	17
Figure 14 : Comparaison de l'évolution des surplus d'émissions de NOx à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse pour une température donnée de 10°C	17
Figure 15 : Comparaison de l'évolution des surplus d'émissions de COV à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse pour une température donnée de 10°C	17
Figure 16 : Comparaison des évolutions des surconsommations à froid des voitures diesel et à essence en fonction de la température du moteur	18
Figure 17 : Influence d'une perte de pression des pneus sur la consommation - déperdition de pression dans le temps	19
Figure 18 : Surconsommation due au dispositif de chargement externe à 120km/h	20
Figure 19 : Itinéraire suivi lors de la campagne de tests préliminaires	22
Figure 20 : Évolution de la température d'un moteur à essence de 1400cc	25
Figure 21 : Évolution de la température d'un moteur diesel 1900 CC en mouvement	26
Figure 22 : Véhicules utilisés pour la phase de test à moteur chaud	30
Figure 23 : Itinéraire opté pour la phase de tests à moteur chaud	32

Figure 24 : Véhicules utilisés pour la phase de test à moteur froid.....	34
Figure 25 : Itinéraire opté pour la phase de test à moteur froid	35
Figure 26 : Comparaison des consommations lors de tests à moteur chaud	36
Figure 27 : Comparaison des styles de conduite (Essence et Diesel).....	37
Figure 28 : Vitesse et consommation instantanées au cours du temps pour un moteur diesel.....	38
Figure 29 : Vitesse et consommation instantanées au cours du temps pour un moteur à essence.....	39

I. INTRODUCTION

I.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Le *plan d'amélioration structurelle de la qualité de l'air et de lutte contre le réchauffement climatique* pour la Région Bruxelles-Capitale (2002-2010), aussi appelé *plan Air Climat*, identifie trois grandes sources de pollution qui sont le chauffage, le transport (particulièrement pour la qualité de l'air) et l'incinération.

Parmi les émissions dues au transport routier, une partie non négligeable est attribuable au comportement adopté par les conducteurs (comportement au volant et maintenance du véhicule)

Cette étude va donc explorer ces différents paramètres et leur influence sur la consommation de carburant et les émissions de différents polluants atmosphériques, afin de dégager des recommandations à relayer aux conducteurs de la Région bruxelloise, tentant de minimiser leur impact sur l'environnement et de participer individuellement à l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre pris dans le cadre des accords de Kyoto.

S'agissant de l'utilisation faite du véhicule par son propriétaire et/ou conducteur, l'étude ne portera par conséquent pas sur les choix quant au type de véhicule ou des équipements dont le véhicule dispose. Par exemple, l'impact du poids du dispositif de conditionnement d'air sur la consommation ou sur les émissions ne sera pas pris en compte.

Il s'agit donc de dégager de l'analyse faite de la littérature existante en la matière des conseils à l'attention des usagers des voiries bruxelloises en matière de conduite à adopter afin de minimiser l'impact de leurs déplacements sur l'environnement et sur la santé.

Pour ce faire, l'étude se déroule en 4 phases :

1. recueillir les informations existantes en matière d'impacts de différents styles de conduite¹, eu égard du type de véhicule (cylindrée, carburant²), de la spécificité des déplacements en Région bruxelloise :
 - déplacements de courte distance ou durée prenant par conséquent en compte l'impact des démarrages à froid,
 - vitesse limitée d'une part par le type de voirie, d'autre part par les divers impondérables inhérents à la situation bruxelloise : nombreux feux de signalisation, encombrements fréquents, ...;
2. affiner au moyen d'enquêtes la connaissance des comportements en matière d'utilisation des véhicules tant pour ce qui relève des habitudes de conduite que des pratiques d'entretien responsables d'un surplus de consommation et/ou d'émissions de divers polluants atmosphériques;
3. effectuer des essais sur route visant à affiner, sur base d'une observation de la consommation, les impacts combinés des facteurs principaux (déterminés sur base de l'analyse de la littérature);
4. établir et hiérarchiser les recommandations à promouvoir en RBC, mettant en évidence le gain à réaliser par l'utilisateur, tant en ce qui concerne sa consommation de carburant que sa sécurité ou la durée de vie de son véhicule.

¹ Cette étude visant à encourager les bons comportements en pointant les mauvais comportements, le style de conduite dit "normal" ou encore "défensif" ne sera pris en compte qu'en qualité de référence (de "blanc") mais ne sera pas analysé en soi.

² Étant donné la faible représentation des dispositifs LPG au sein du parc bruxellois (0,63% du parc de voitures en 2004 selon les données ECODATA disponibles sur le site internet: <http://ecodata.mineco.fgov.be>), seules les motorisations à essence et diesel seront considérées dans le cadre de cette étude.

I.2. POLLUTION ATMOSPHERIQUE DUE AUX TRANSPORT ROUTIER

De la Figure 1, il ressort qu'à lui seul, le transport est à l'origine:

- de 91% des émissions de monoxyde de carbone (CO) ;
- de 89% des hydrocarbures aromatiques (HAP) ;
- de 57% des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) ;
- de 44% des émissions de composés organiques volatiles (COV), dont le benzène ;
- de 19% des émissions de gaz carbonique (CO₂) ;
- de 27% des émissions de poussières noires ;
- ainsi que d'une part de métaux lourds ;

Les NO_x et les COV étant quant à eux responsables de la formation d'ozone troposphérique.

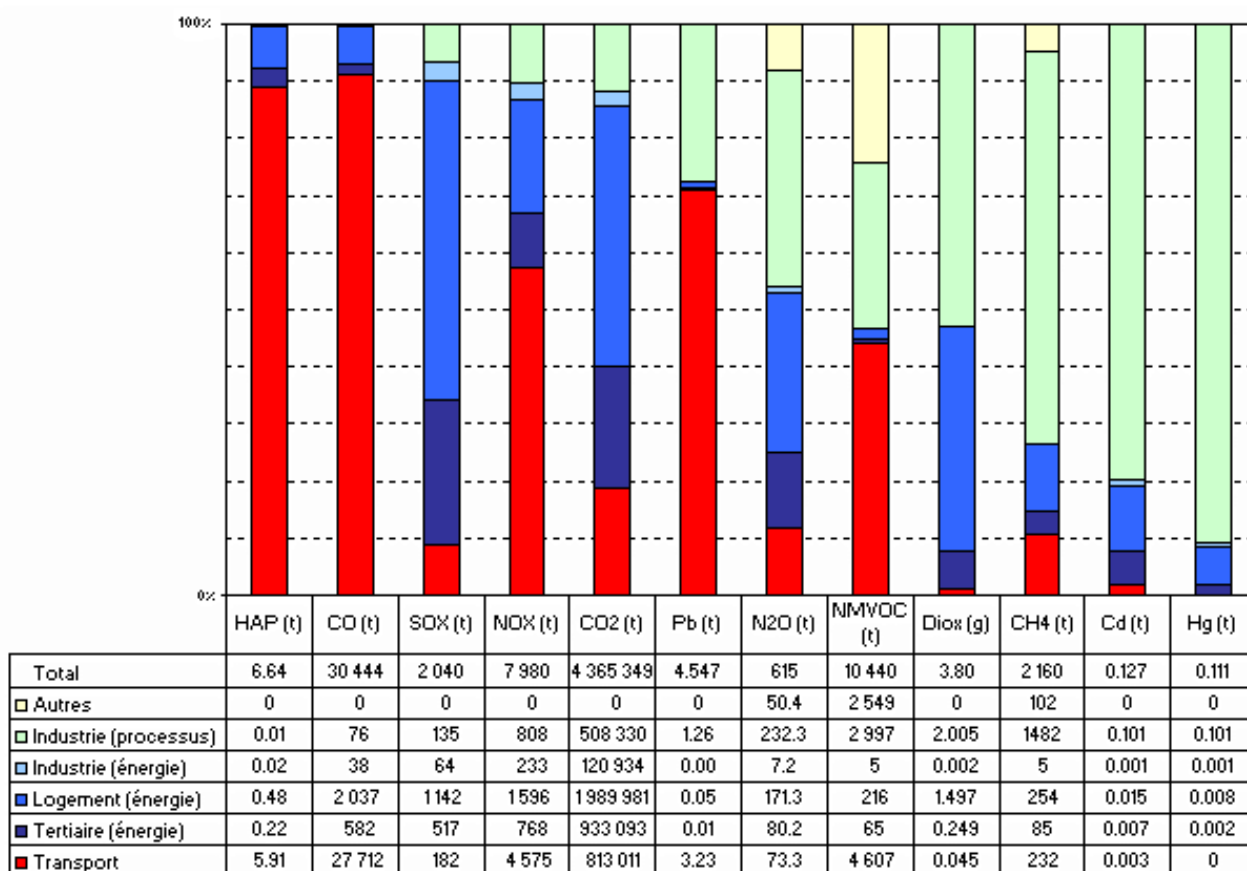


Figure 1 : Responsabilités sectorielles, en quantités absolues, des principales émissions de polluants atmosphériques (2000)³

³ Source : IBGE - Carnet Air – données de base pour le plan – fiche 43. Synthèse des émissions atmosphériques en RBC

I.3. COPERT ***(COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport)***

Les logiciels CORINAir et COPERT ont été - et continuent d'être – développés grâce aux financements de l'Agence Européenne pour l'Environnement dans le cadre des activités du European Topic Centre on Air Emissions (ETC/AEM) pour permettre aux États membres de remplir leur obligation de publier des inventaires nationaux des émissions atmosphériques.

COPERT est l'application de CORINAir aux spécificités du transport routier et permet de modéliser les émissions des polluants caractéristiques des moteurs à explosion des véhicules en fonctionnement dans une structure spatio-temporelle donnée.

Pour ce faire, il est tenu compte d'une multitude de paramètres tels que la technologie du véhicule (type, carburant, cylindrée, âge ou normes européennes correspondantes), la vitesse et le kilométrage, la température du moteur et la température ambiante, la qualité du carburant, ...

C'est donc sur base de la méthodologie COPERT⁴ que l'influence de la température du moteur sur la consommation et les émissions a été évaluée.

De plus amples informations quant à la méthodologie COPERT sont fournies ANNEXE 1.

⁴ exposée par Leonidas Ntziachristos and Zissis Samaras du *European Topic Centre on Air Emissions (ETC/AEM)* dans *COPERT III "Methodology and emission factors (Version 2.1)"* - November 2000
Téléchargeable à l'adresse suivante: http://reports.eea.eu.int/Technical_report_No_49/en/tech49.pdf

II. PHASE 1 : RECHERCHE ET ANALYSE DE DONNEES ET EXPERIENCES DISPONIBLES

De l'analyse de la littérature, il apparaît que la technique de conduite éco-drive s'est imposée comme référence en la matière, qu'il s'agisse des brochures de conseils ou des études plus approfondies sur le sujet.

Cette étude débutera donc par l'analyse de la littérature consacrée à la conduite éco-drive, et étudiera ensuite les autres facteurs que la conduite proprement dite, mais toujours du ressort du conducteur, qui peuvent avoir une influence sur la consommation et les émissions.

II.1. LE PROJET "ECO-DRIVING EUROPE"

Le projet éco-driving Europe a débuté en 2001 avec le soutien de la Commission Européenne dans le cadre du programme "SAVE" - le programme pour l'efficacité énergétique (essentiellement non technologique) de l'Union Européenne.

Ce projet regroupe des intervenants de plusieurs pays européens:

- The Austrian Energy Agency (E.V.A., A)
- Quality Alliance ÉCO-DRIVE (CH, D)
- Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu (NOVEM, NL)
- Motiva Oy (SF)
- Deutscher Verkehrssicherheitsrat (DVR, D)
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energia (IDAE, E)
- Forschungsgesellschaft Mobilität (FGM-AMOR, A)
- Centre for Renewable Energy Sources (CRES, GR)
- Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO, B)
- Agência para a Energia (AGEEN, PT)

Dans certains d'entre eux, des formations sont organisées sur route et sur simulateur qui sont même dans certains cas rendue obligatoires en vue de l'obtention du permis de conduire.

Ces formations ont été soumises à évaluation : les éco-drivers consomment de 10 à 15% de carburant en moins que les personnes sans formation – et ce, à vitesse légèrement supérieure.

Comme prémices à ces formations, il existe quelques recommandations pour tendre vers un style de conduite éco-drive :

Recommandations principales :

1. Engager le rapport supérieur le plus rapidement possible, c'est-à-dire :
 - pour les motorisations essence : à moins de 2500 tours/minute,
 - pour les motorisations diesel : à moins de 2000 tours/minute.
2. Maintenir une vitesse stable, adoptant le plus haut rapport possible.
3. Regarder loin devant pour anticiper le trafic et ménager assez d'espace pour réagir adéquatement, accélérer franchement (enfonçant la pédale de l'accélérateur aux $\frac{3}{4}$ si possible) et éviter de freiner inutilement et brusquement.
4. Décélérer doucement en relâchant l'accélérateur à temps et en utilisant le frein moteur (qui interrompt l'injection des motorisations modernes).

Recommandations additionnelles :

5. Couper le moteur pour tout arrêt de plus d'une minute.
6. Vérifier la pression des pneus tous les mois : une pression adéquate économise du carburant et prolonge la durée de vie des pneus.
7. Utiliser les dispositifs embarqués d'économie de carburant (ordinateur de bord, économètres, cruise control).
8. Éviter les chargements et dispositifs de chargement (porte-bagages, porte-vélo, coffre de toit, ...) quand ils sont inutiles, car ils agissent sur le poids et/ou l'aérodynamisme du véhicule.
9. Rationaliser l'usage des accessoires énergivores (air conditionné, ...).

Afin d'offrir un comparatif aux données obtenues de consommation et d'émissions de polluants, l'étude réalisée par TNO Automotive⁵ décrit différents autres styles de conduite dont nous retiendrons les styles sportifs défensifs et œuf décrits ci-après.

Ces descriptions des styles éco-drive et sportifs seront données comme consigne pour la réalisation des essais en phase II.

II.2. PARAMETRES INFLUENÇANT LA CONSOMMATION DE CARBURANT ET LES EMISSIONS A L'ECHAPPEMENT

II.2.1. VITESSE MOYENNE

Des coefficients d'émissions ont été calculés suivant la méthodologie COPERT, tenant compte des spécificités du parc de véhicules de la Région de Bruxelles-Capitale

Il a donc s'agit de calculer pour différentes vitesses moyennes les émissions de chaque type de voiture détaillé dans la méthodologie COPERT (selon le carburant, la cylindrée, l'âge ou la norme européenne correspondante,...) par unité de distance parcourue et de pondérer ensuite les valeurs d'émission ainsi obtenue en fonction de la proportion de chaque type de véhicule au sein du parc de la Région de Bruxelles-Capitale.

Les résultats obtenus pour une voiture "moyenne" diesel et essence sont respectivement illustrés dans les Figure 2 et Figure 3.

De l'examen de ces figures, il ressort qu'il s'agisse de la consommation, des émissions de CO₂, de CO, des NO_x, et des COV, ou des émissions de HAP, de SO₂ et des métaux lourds, le moteur diesel pose un problème environnemental moindre que le moteur à essence.⁶

Par contre, les moteurs diesel sont les principaux responsables des émission de particules fines.

Le degré de toxicité des particules dépend de leur nature, de leur dimension et des associations qu'elles forment avec d'autres polluants. Ces particules peuvent irriter les voies respiratoires aussi profondément qu'elles sont fines. Elles peuvent par ailleurs présenter des propriétés mutagènes ou cancérigènes.⁷

⁵ Commandée par "Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu" (NOVEM, agence pour l'énergie et l'environnement sous tutelle du ministère des affaires économiques néerlandais), une étude approfondie de la technique Eco-Drive a été réalisée à ce sujet par TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek)
TNO Automotive s'est pour ce faire inspiré de l'expérience suisse en la matière et a publié en mars 2000 le fruit de ses travaux sous le rapport " Driving style, fuel consumption and tail pipe emissions."

⁶ L'échelle des émissions de CO, NO_x et COV (à droite sur les deux graphiques) est graduée de 0 à 10 dans le graphique relatif à l'essence quand celui se rapportant au diesel n'est gradué que de 0 à 1.

⁷ Source: IBGE - Tableau synthétique des principaux effets des polluants sur la santé et l'environnement disponible à l'adresse: http://www.ibgebim.be/francais/pdf/Air/AIRNET_Effets_Polluants_FR.pdf

En effet, les particules de petite taille peuvent être inhalées jusqu'aux alvéoles pulmonaires entraînant avec elles ces hydrocarbures qui sont suspectés, dans l'état actuel des connaissances, d'avoir des effets cancérigènes.

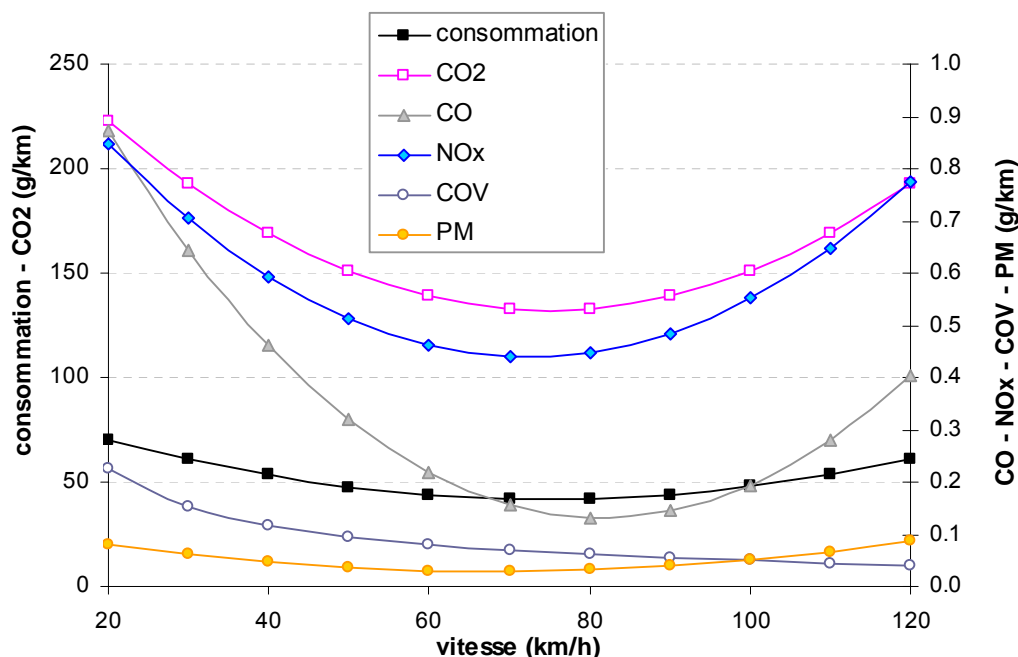


Figure 2 : Évolution de la consommation et des émissions à chaud d'une voiture diesel moyenne du parc bruxellois en fonction de la vitesse selon COPERT

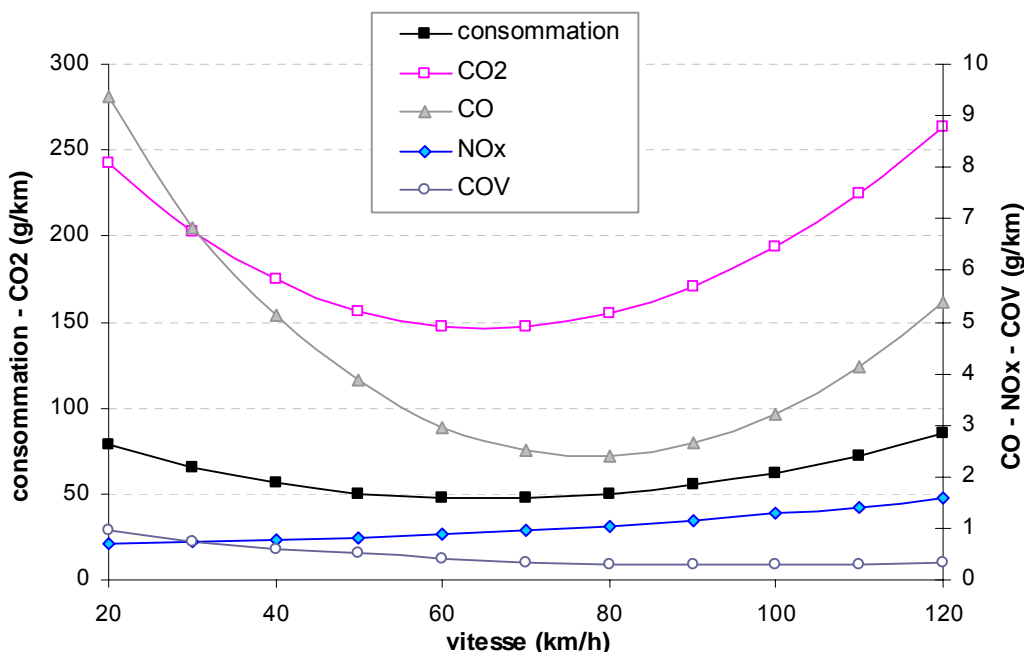


Figure 3 : Évolution de la consommation et des émissions à chaud d'une voiture à essence moyenne du parc bruxellois en fonction de la vitesse selon COPERT

Quel que soit le carburant, il existe une gamme de vitesses au sein de laquelle l'impact environnemental est moindre, autrement dit, pour laquelle le rendement du moteur est le plus grand. Grosso modo, tous types de voitures confondus, cette gamme se situe entre 60 et 90km/h.

II.2.2. CONTEXTE URBAIN OU RURAL

Les variations de vitesse autorisée, les aménagements urbains, la présence de feux de signalisation ou de croisements à priorités, les passages cloutés, les encombrement, etc. sont des facteurs inhérents à la conduite en milieu urbain contraignant le conducteur à "gaspiller" tout ou partie de l'énergie produite par le moteur.

Par conséquent, comparant les courbes des Figure 2 et Figure 3 aux résultats de l'étude réalisée par TNO, présentés dans le Tableau 1, il ressort qu'il n'y a pas d'adéquation entre type de route et vitesse moyenne. Autrement dit, on ne peut assimiler la consommation et les émissions en milieu urbain ou rural aux émissions à vitesse moyenne respectives de 30km/h ou 50km/h.

	route	urbaine	rurale
Consommation		+50,4	+8,2
CO₂		+50,3	+8,0
CO		+34,0	+20,0
HC		+100,0	+33,3
NO_x		+47,6	+19,0
particules		-22,2	-33,3

Tableau 1 : Surplus de consommation et d'émissions sur route urbaine et rurale (en % par rapport à la conduite sur autoroute prise comme référence)⁸

Le Tableau 1 illustre à lui seul une des principales pierres d'achoppement de la lutte contre la pollution atmosphérique due aux transports routiers dans Bruxelles.

En terme de consommation et d'émissions de polluants atmosphériques, les pertes d'énergie dues au "gaspillage" d'accélération (de plus en plus incontournables en trajectoires urbaines) sont donc plus importantes que le gain d'énergie par réduction de la vitesse moyenne et donc de la résistance au vent (qui varie comme le carré de la vitesse).

En effet, hormis les particules, tant la consommation que les émissions reprises dans le Tableau 1 augmentent significativement à mesure que la vitesse moyenne diminue.

En conclusion de cette étude, l'auteur avance que réduire le taux d'enfoncement de la pédale de l'accélérateur de 75% à 50% pourrait diminuer le désavantage en terme d'émissions sans sacrifier l'avantage en terme de consommation, ajoutant que la réduction d'énergie de propulsion (et donc des émissions) par anticipation du trafic ne peut pour ainsi dire être réalisée qu'en contexte rural.

⁸ D'après : TNO Automotive – N.L.J. Gense - "Driving style, fuel consumption and tail pipe emissions".

TNO définit ces type de routes comme suit :

- route urbaine : route dont la vitesse varie fortement, est plafonnée à 60 km/h et avoisine en moyenne les 30 km/h ;
- route rurale : route dont la vitesse varie modérément et est comprise entre 50 et 100 km/h mais dont la vitesse moyenne avoisine les 50 km/h en raison de l'état de la route, des déviations ou feux de signalisation éventuels
- autoroute : caractérisées par des vitesses comprises entre 100 et 140 km/h et des variations assez faibles

II.2.3. STYLE DE CONDUITE

Définitions de différents styles de conduite

Style éco-drive

Décrit en II.1 Le projet "Eco-Driving Europe"

Style sportif

Le style sportif exploite les potentialités du véhicule jusqu'à la limite du dangereux ou du punissable. Selon les conducteurs, ce style est adopté occasionnellement (en cas de retard par exemple) ou habituellement.

Aussi, dans le cadre des tests qui seront réalisés en phase 2, les conducteurs recevront diverses consignes en ce sens, entre autres recommandations principales :

1. Engager le rapport supérieur tard dans les tours, passés 80% du régime moteur maximum, c'est-à-dire au-delà de 4500 tours/minute.
2. Limiter la distance aux autres usagers au strict minimum, c'est-à-dire à une distance plus faible que celle conseillée par les autorités, mais pas dangereuse pour autant.
3. Il en résulte une vitesse peu constante, faite d'accélération et de freinages brusques.

Style défensif

Par style défensif, on entend le style appris aux cours de conduite en vue de l'obtention du permis de conduire. L'accélération est donnée en pressant de moitié la pédale de l'accélérateur et le passage de rapports s'effectue à la moitié du régime moteur maximum.

Ce style ne sera pas expérimenté en phase 2, mais se vaut d'être défini en raison de sa valeur de référence ou de moyenne (bien que ce postulat pris par TNO semble injustifié pour ce qui concerne la conduite moyenne des hollandais, celle-ci se situant quelque part entre la conduite défensive et sportive).

Style œuf

Ce style est décrit par TNO comme le style de conduite adopté si un œuf était placé sur l'accélérateur. Ce style était dans les années '80 le style de conduite le plus économique en matière de consommation de carburant. Il se caractérise par des accélérations lentes et légères, passant les rapports à la moitié du régime moteur maximum, tout en anticipant le trafic.

Ce style ne sera pas non plus expérimenté en phase 2 mais est intéressant à confronter au style éco-drive dès le moment où il fut jadis plébiscité et est, à l'heure actuelle, rendu obsolète en raison de l'évolution des technologies.

De la même manière, bon nombre de conseils de l'époque sont devenus autant de "mauvaises habitudes", consommant inutilement de l'énergie, par exemple: donner des gaz au démarrage, préchauffer le moteur, rouler parfois à haut régime pour "décrasser" la ligne d'échappement ou le moteur, ...

Effets des styles de conduite

Dans ce contexte urbain, ainsi que l'indique le Tableau 2, une conduite sportive représente approximativement une augmentation de consommation et d'émission de CO₂ de 50%, et se traduit par ailleurs par une très forte augmentation des émissions de CO et d'HC rendant compte d'une baisse importante du rendement de combustion.

route conduite	urbaine			rurale			autoroute		
	sportive	éco-drive	œuf	sportive	éco-drive	œuf	sportive	éco-drive	œuf
consommation	+50,5	-6,2	+2,1	+40,9	-10,6	+5,4	+12,3	+0,3	-5,7
CO₂	+47,2	-6,9	+1,6	+36,4	-11,1	+5,7	+8,6	-0,1	-5,4
CO	+1042,4	+227,0	+203,6	+723,3	+44,3	-21,9	+632,3	+45,9	-59,9
HC	+269,1	+73,8	+59,5	+382,1	+7,1	+33,9	+205,1	+15,3	-22,0
NO_x	+163,7	+34,6	-4,3	+89,2	+2,1	-22,7	+47,2	-6,9	-21,6
particules	+107,5	+10,9	+17,7	+83,4	-35,8	-4,0	+49,7	-43,5	-48,6

Tableau 2 : Différence de consommation et d'émissions en fonction du type de conduite sur chaque type de route (en % par rapport au style défensif pris comme référence)⁹

Le Tableau 2 indique que les bénéfices ou inconvénients de certains types de conduite sont néanmoins liés au type de route empruntée.

La Figure 4 illustre le Tableau 2 et plus particulièrement l'impact d'une conduite sportive en milieu urbain sur la consommation et les émissions considérées. Cette influence est "spectaculaire" pour ce qui est du CO.

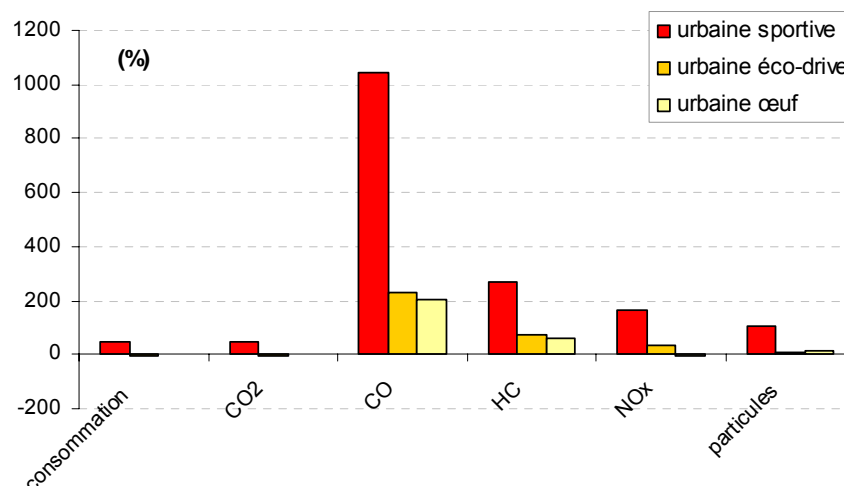


Figure 4 : Différence de consommation et d'émissions en fonction du type de conduite sur route urbaine (en % par rapport au style défensif pris comme référence)

Pour ce qui est de la conduite sur routes urbaine et rurale qui concernent plus spécifiquement la Région bruxelloise, et contrairement à la conduite sur autoroute, la technique de conduite éco-drive permet d'économiser du carburant de manière substantielle (entre 6 et 10%).

Le choix de la conduite à promouvoir en milieux urbain et rural n'est cependant pas univoque, puisque le style de conduite dit "œuf", bien que menant à une consommation plus importante de carburant peut s'avérer intéressant au regard de certaines émissions (notamment du CO et des NO_x).

⁹ Source : TNO Automotive – N.L.J. Gense - "Driving style, fuel consumption and tail pipe emissions".

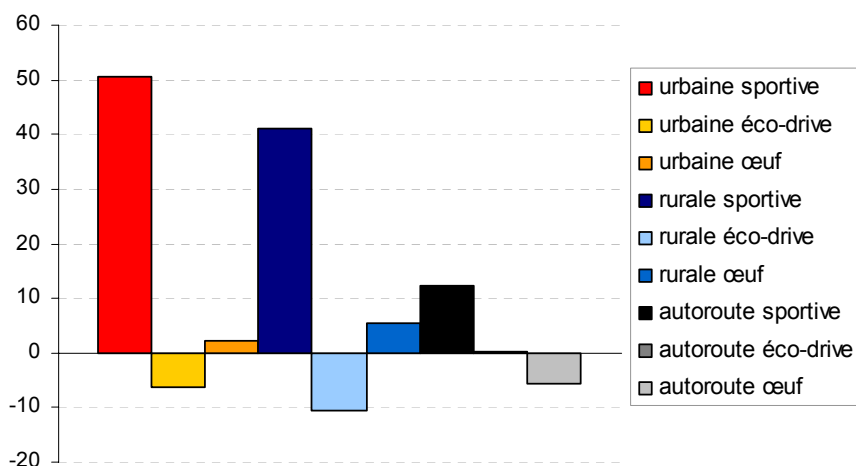
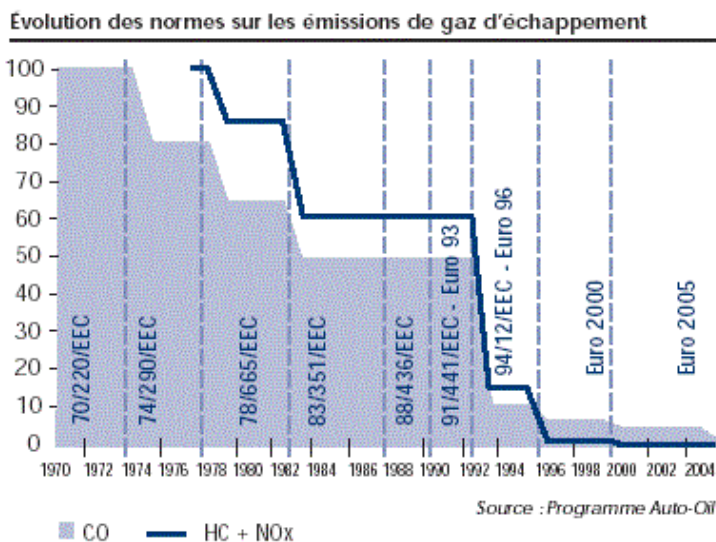


Figure 5 : Différence de consommation en fonction du type de conduite sur chaque type de route (en % par rapport au style défensif pris comme référence)

Il est toutefois plus d'à-propos d'axer ce choix sur la réduction de consommation que celle des émissions. En effet, si l'on en croit la FEBIAC¹⁰: " ... les vieilles voitures à essence non équipées d'un catalyseur ne parcourent que 14% du nombre de kilomètres-voiture, elles sont néanmoins responsables de plus de 60% des émissions de CO. Pour les précurseurs d'ozone NO_x et HC, la part s'élève respectivement à près de 50% et plus de 75%. ...".

Le renouvellement naturel du parc automobile permettra donc de réduire drastiquement les émissions de CO de NO_x et de HC, lesquelles sont par ailleurs régulées par des normes au niveau européen de plus en plus sévères comme l'indique la Figure 6.



Pour les véhicules particuliers de l'Union européenne.

NB : sur les diesels, les particules sont passées dans le même temps de 100 à 4.

Figure 6 : Evolution des normes sur les émissions de gaz d'échappement

La demande en transport par contre, et la consommation de carburant par conséquent (ainsi d'ailleurs que les émissions de CO₂), ne devraient qu'augmenter. Il est donc plus judicieux d'encourager un style de conduite qui amoindrit la consommation de carburant plutôt que les émissions de polluants.

¹⁰ FEBIAC (Fédération Belge de l'Industrie de l'Automobile et du Cycle) – "Les émissions et la consommation d'énergie du trafic routier en Belgique (1980 – 2020)"
Téléchargeable sur : <http://www.febiac.be/fr/content/default.asp?T=2&C=2&FID=287>

Effets de quelques paramètres de conduite éco-drive

Ainsi qu'exposé dans l'introduction, le style de conduite éco-drive s'articule autour de plusieurs recommandations

Engager le rapport supérieur le plus rapidement possible:

La *Quality Alliance Éco-drive* met cette recommandation en évidence au moyen de la Figure 7 qui montre que la consommation augmente à des régimes supérieurs à 2500 tours/minute, régime auquel le couple est quasi maximal.

Cette figure montre par ailleurs une perte de couple aux alentours de 4000 tours/minutes qui correspond à une conduite plus sportive et démontre l'inefficacité de pousser les rapports loin dans les tours pour avoir une meilleure accélération.

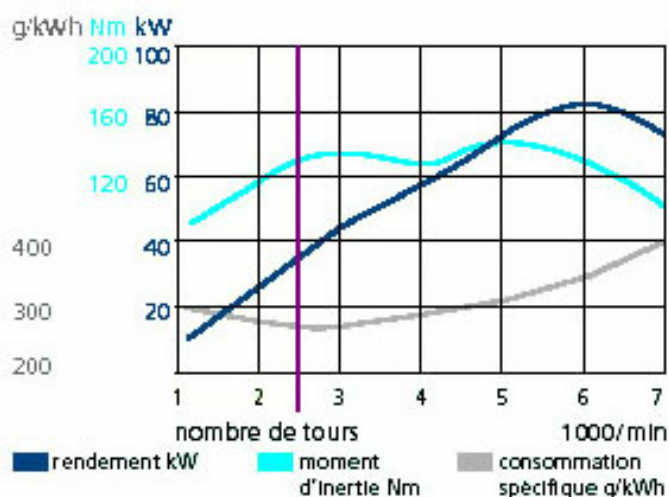


Figure 7 : Consommation spécifique d'une voiture à essence de cylindrée de 1,6l.¹¹

Rappelons qu'une constatation similaire a été établie au point II.2.1 en appliquant le modèle d'émissions COPERT à une voiture moyenne à essence et diesel pour différentes vitesses moyennes.

¹¹ Source : Quality Alliance Eco-Drive - "Accélérez intelligemment" – mars 2004
Téléchargeable sur: http://www.eco-drive.ch/pdf/gasfuss_f.pdf

Maintenir une vitesse stable, adoptant le plus haut rapport possible:

La Figure 8 illustre l'intérêt en terme de consommation de passer le rapport supérieur à vitesse stable. En effet, quelle que soit la cylindrée, et maintenant une vitesse de 60km/h, passer de la 3^{ème} à la 4^{ème} puis à la 5^{ème} vitesse représente une économie de carburant successivement de 21 à 22% et de 11 à 17%.

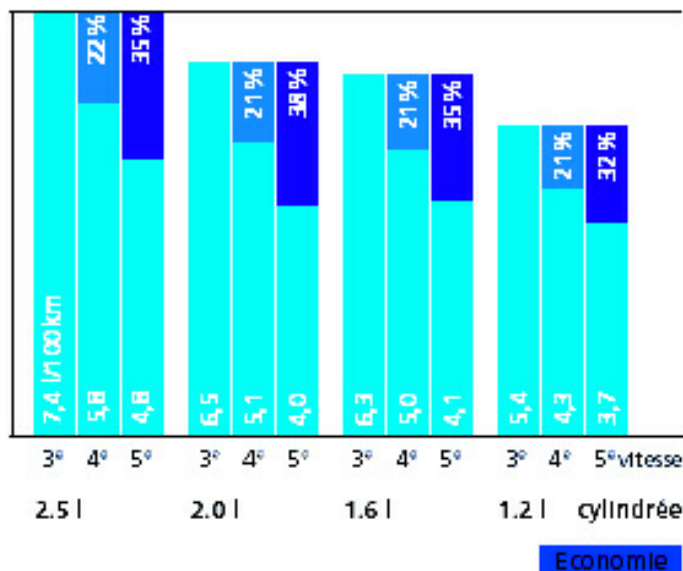


Figure 8 : Variations de consommation lors d'un trajet à vitesse constante de 60km/h effectué à différents rapports¹²

De la même manière, mener une accélération de 50 à 80km/h en 5^{ème} vitesse consommera, selon la cylindrée de 19 à 24% de moins qu'en 3^{ème}, et de 3 à 10% de moins qu'en 4^{ème}.

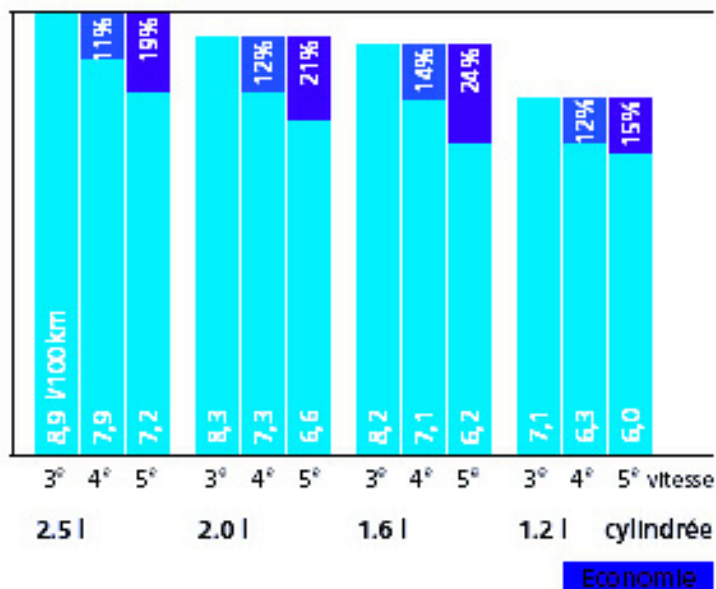


Figure 9 : Variations de consommation lors d'une accélération de 50 à 80 km/h effectuée durant un même laps de temps à différents rapports.¹³

¹² Source : Quality Alliance Eco-Drive - "Accélérez intelligemment" – mars 2004

¹³ Source : Quality Alliance Eco-Drive - "Accélérez intelligemment" – mars 2004

Le diagramme de la Figure 10 illustre quant à lui l'intérêt de passer dès que possible au rapport supérieur en dépit des objections régulièrement opposées à la conduite à bas régime (encrassement du moteur, usure, approvisionnement en huile, ...) rendues obsolètes du fait des évolutions technologiques (qualité de carburant, qualité d'huile, ...).

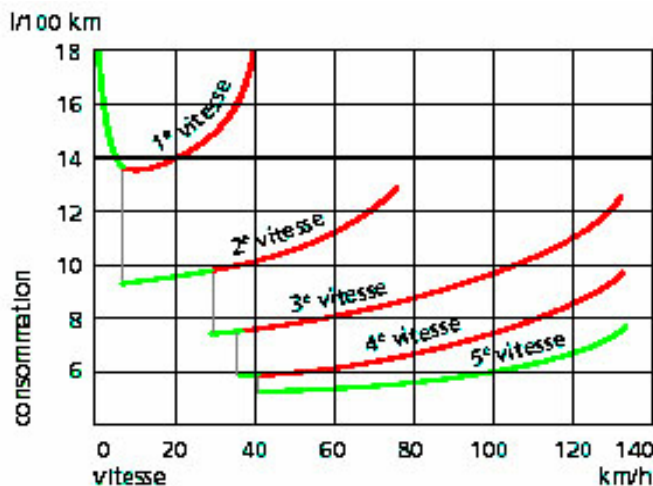


Figure 10 : Influence du choix du rapport sur la consommation de carburant.¹⁴

Utilisation du frein moteur

Il est préférable d'utiliser le frein moteur pour ralentir. En frein moteur, le système d'injection interrompt l'alimentation en carburant alors qu'en débrayé, le moteur continue de consommer du carburant en tournant au ralenti.¹⁵

II.2.4. TEMPÉRATURE DU MOTEUR

Plusieurs phénomènes interviennent lors du démarrage d'un moteur à froid. Ils engendrent une consommation de carburant et des émissions à l'échappement plus importantes :

- ➔ Lorsque le moteur est froid, une partie de l'essence se condense sur les parois des cylindres et le mélange en phase gazeuse s'appauvrit, éventuellement à tel point que la combustion en devienne impossible. Aussi, le mélange est artificiellement enrichi au démarrage ;
- ➔ L'huile froide étant beaucoup plus épaisse, elle génère des frottements plus importants qui dissipent en partie l'énergie fournie par le moteur et diminuent par conséquent le rendement du moteur froid (ces frottements accentuent par ailleurs l'usure du moteur) ;
Il est néanmoins possible, à l'occasion d'une vidange d'huile, de sélectionner l'huile la plus adaptée aux conditions climatiques et à l'usage fait du véhicule concerné.
- ➔ Le pot catalytique trois voies doit atteindre une température avoisinant les 350°C pour convertir efficacement les polluants présents dans les gaz d'échappement, (monoxyde de carbone (CO), hydrocarbure imbrûlés (HC) et oxydes d'azote (NOx)) en composés non-toxiques (dioxyde de carbone (CO₂), eau (H₂O) et azote (N₂)).
Afin de réduire le temps de chauffe du catalyseur, les pots catalytiques des nouveaux véhicules sont placés de plus en plus près du moteur.

¹⁴ Source : Quality Alliance Eco-Drive - "Accélérez intelligemment" – mars 2004

¹⁵ Source: <http://fr.volvocars.ch/Tier2/WhyVolvo/Environment/EnvironmentalFirst.htm>

Voitures diesel

La méthodologie COPERT estime que les surémissions à froid des voitures diesel ne sont pas vraiment significatives en comparaison des voitures à essence.¹⁶

Aussi, le calcul du rapport des émissions à froid sur les émissions à chaud établi dans le Tableau 3 ne fait pas de distinction entre les voitures diesel conventionnelles (ou pré-Euro1) et Euro1.

Par ailleurs, il est à noter que la surconsommation ou les surémissions à froid des voitures diesel dépendent uniquement de la température, et donc pas de la vitesse.

	$e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}}$
Consommation	$1,34 - 0,008 \times t$
CO	$1,9 - 0,03 \times t$
NOx	$1,3 - 0,013 \times t$
COV	$3,1 - 0,09 \times t^{(1)}$
PM	$3,1 - 0,1 \times t^{(2)}$

⁽¹⁾ COV : si $t > 29^\circ\text{C}$, alors, $e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}} > 0,5$

⁽²⁾ PM : si $t > 26^\circ\text{C}$, alors, $e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}} > 0,5$

Tableau 3 : Rapport des émissions à froid sur les émissions à chaud des voitures diesel pour une température "t" comprise entre -10 et 30°C ¹⁷

En appliquant ces formules aux échelles de température concernées, on obtient le graphique de la Figure 11 qui rend compte des facteurs de surconsommation ou de surémissions exprimés en pourcentage $[=100 \times (e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}} - 1)]$.

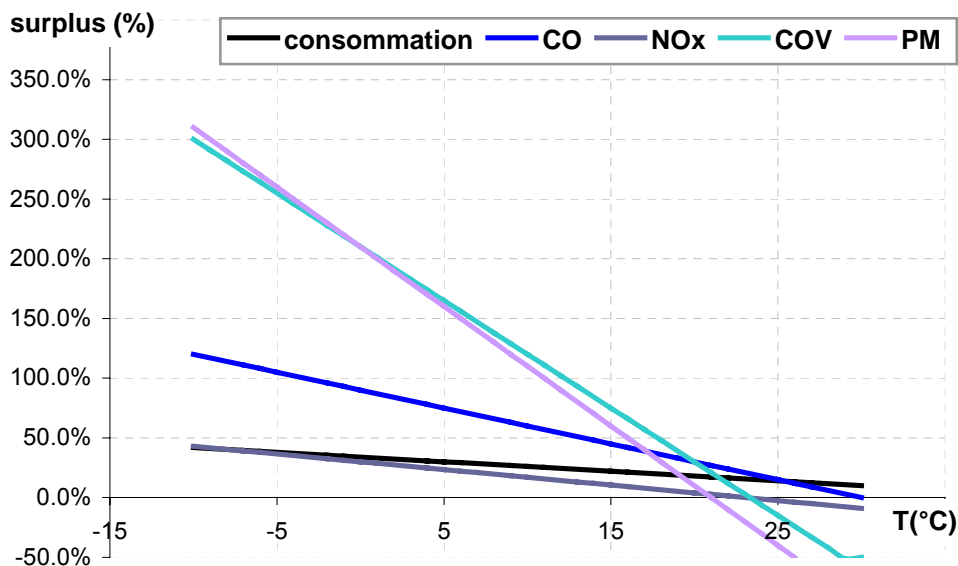


Figure 11 : Démarrage à froid de voitures diesel : Surplus de consommation et d'émissions par rapport au moteur chaud

On voit que la surconsommation est de près de 40% à -5°C et est encore de 15% vers 25°C .

¹⁶ Le même constat a été établi pour les émissions à chaud au point II.2.1 par comparaison des Figure 2 et Figure 3

¹⁷ Source: Leonidas Ntziachristos and Zissis Samaras (*European Topic Centre on Air Emissions (ETC/AEM)*) - COPERT III - "Methodology and emission factors (Version 2.1-November 2000)" - Table 5.30

Voitures à essence

Une distinction est faite au niveau du calcul des rapports des émissions à froid sur les émissions à froid des voitures à essence pré-Euro1 d'une part et de celles Euro1 ou postérieures d'autre part.

Pré-Euro1

De la même manière que pour ce qui était des voitures diesel, qu'il s'agisse de la surconsommation ou des surémissions à froid des voitures à essences pré-Euro1, celles-ci dépendent uniquement de la température, et donc aucunement de la vitesse.

	$e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}}$
Consommation	$1,47 - 0,009 \times t$
CO	$3,7 - 0,09 \times t$
NOx	$1,14 - 0,006 \times t$
COV	$2,8 - 0,06 \times t$

Tableau 4 : Rapport des émissions à froid sur les émissions à chaud des voitures à essences pré-Euro1 pour une température "t" comprise entre -10 et 30°C¹⁸

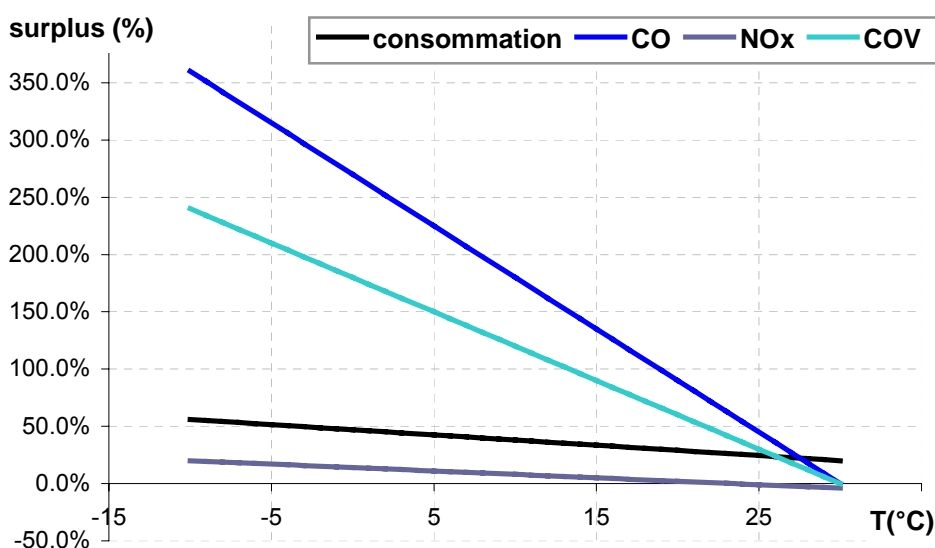


Figure 12 : Démarrage à froid de voitures à essences pré-Euro1 : Surplus de consommation et d'émissions par rapport au moteur chaud

Concernant les voitures à essence Euro1 et postérieures, le calcul des émissions individuelles proposé par COPERT est beaucoup plus articulé puisque les surplus d'émissions à froid sont fonction, outre de la température, de la cylindrée du moteur et de la vitesse (cf. Tableau 5)

¹⁸ Source: Leonidas Ntziachristos and Zissis Samaras (European Topic Centre on Air Emissions (ETC/AEM)) - COPERT III - "Methodology and emission factors (Version 2.1-November 2000)" - Table 5.29

Euro1 et postérieures

À la différence des voitures diesel à essence pré-Euro1, le calcul du ratio de surémission à froid des voitures à essence Euro1 et postérieures dépend non seulement de la température, mais aussi de la vitesse.

La surconsommation à froid, par contre et à l'instar des voitures diesel et des voitures à essence pré-Euro1, ne dépend que de la température, le facteur A de l'équation du calcul du ratio de surconsommation à froid étant nul :

$$e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}} = A \times V + B \times t + C$$

Table 5.28: Over-emission ratios $e^{\text{COLD}} / e^{\text{HOT}}$ for Euro I and later gasoline vehicles (V: speed in km/h, t_i : temperature in °C)

Case	Category	Speed [km/h]	Temp [°C]	$e^{\text{COLD}}/e^{\text{HOT}} = A \times V + B \times t_i + C$		
				A	B	C
CO	CC<1,4 l	5 - 25	-20 : 15	0,156	-0,155	3,519
		26 - 45	-20 : 15	0,538	-0,373	-6,24
		5 - 45	>15	8,032E-02	-0,444	9,826
	1,4 l < CC < 2,0 l	5 - 25	-20 : 15	0,121	-0,146	3,766
		26 - 45	-20 : 15	0,299	-0,286	-0,58
		5 - 45	>15	5,03E-02	-0,363	8,604
	CC>2,0 l	5 - 25	-20 : 15	7,82E-02	-0,105	3,116
		26 - 45	-20 : 15	0,193	-0,194	0,305
		5 - 45	>15	3,21E-02	-0,252	6,332
NOx	CC<1,4 l	5 - 25	> -20	4,61E-02	7,38E-03	0,755
		26 - 45	> -20	5,13E-02	2,34E-02	0,616
	1,4 l < CC < 2,0 l	5 - 25	> -20	4,58E-02	7,47E-03	0,764
		26 - 45	> -20	4,84E-02	2,28E-02	0,685
	CC>2,0 l	5 - 25	> -20	3,43E-02	5,66E-03	0,827
		26 - 45	> -20	3,75E-02	1,72E-02	0,728
VOC	CC<1,4 l	5 - 25	-20 : 15	0,154	-0,134	4,937
		26 - 45	-20 : 15	0,323	-0,240	0,301
		5 - 45	>15	9,92E-02	-0,355	8,967
	1,4 l < CC < 2,0 l	5 - 25	-20 : 15	0,157	-0,207	7,009
		26 - 45	-20 : 15	0,282	-0,338	4,098
		5 - 45	>15	4,76E-02	-0,477	13,44
	CC>2,0 l	5 - 25	-20 : 15	8,14E-02	-0,165	6,464
		26 - 45	-20 : 15	0,116	-0,229	5,739
		5 - 45	>15	1,75E-02	-0,346	10,462
FC	All Classes	-	-10 : 30	0	-0,009	1,47

Note: In cases where the $e^{\text{COLD}}/e^{\text{HOT}}$ ratio is calculated less than unit within the temperature and speed application limits, it should be replaced with unit

Tableau 5 : Démarrage à froid de voitures à essences Euro1 et postérieures : Surplus de consommation et d'émissions par rapport au moteur chaud¹⁹

Sur base des données figurant dans le Tableau 5, les Figure 13, Figure 14 et Figure 15 ont été réalisées, comparant l'évolution des surplus d'émissions à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures, de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse, pour une température donnée (par exemple : 10°C prise comme approximation de la température moyenne annuelle).

¹⁹ Source: Leonidas Ntziachristos and Zissis Samaras (European Topic Centre on Air Emissions (ETC/AEM)) - COPERT III - "Methodology and emission factors (Version 2.1-November 2000)" - Table 5.28

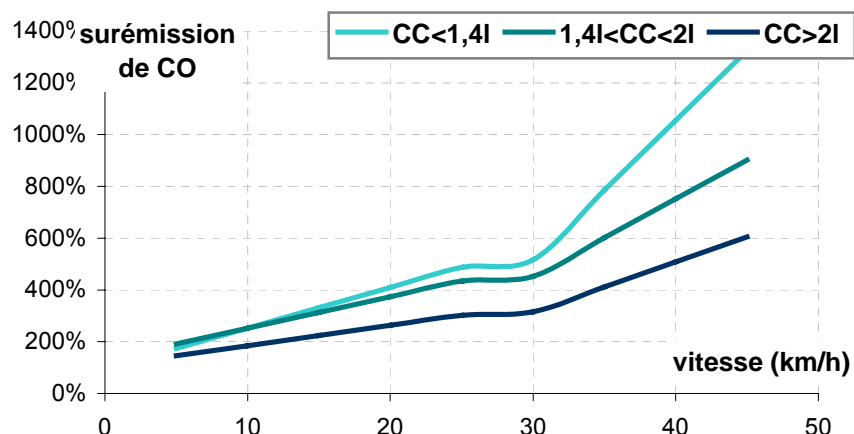


Figure 13 : Comparaison de l'évolution des surplus d'émissions de CO à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse pour une température donnée de 10°C

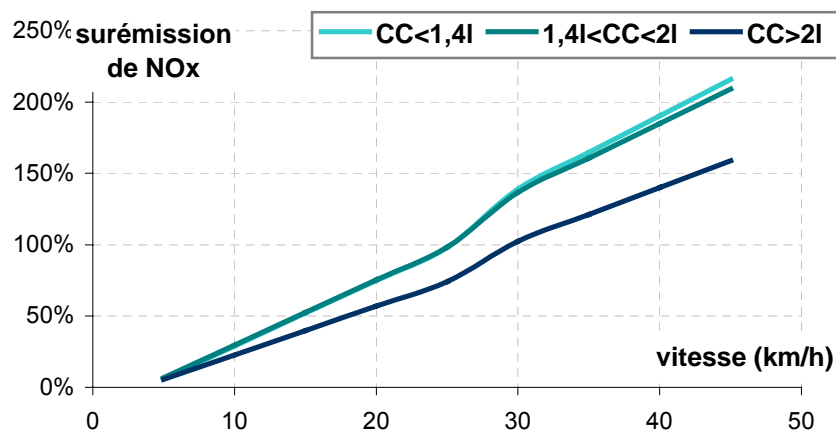


Figure 14 : Comparaison de l'évolution des surplus d'émissions de NOx à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse pour une température donnée de 10°C

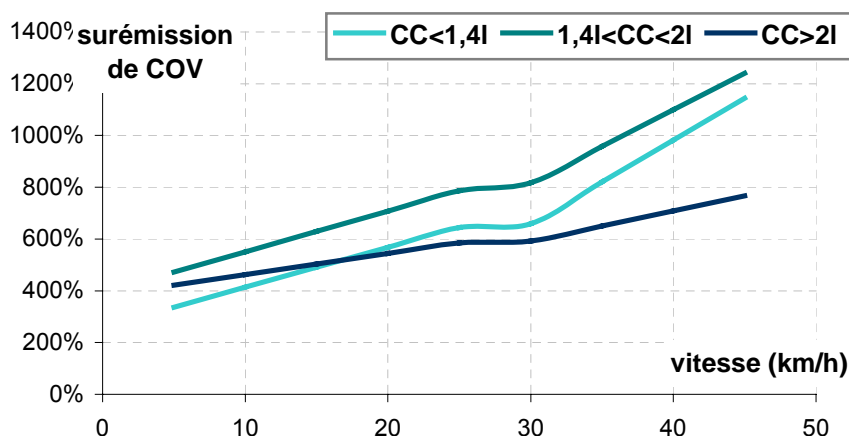


Figure 15 : Comparaison de l'évolution des surplus d'émissions de COV à froid de voitures à essence Euro1 et postérieures de cylindrées croissantes en fonction de la vitesse pour une température donnée de 10°C

Qu'il s'agisse du CO, des NO_x ou des COV, l'augmentation de surémision avec la vitesse est beaucoup plus stable pour ce qui concerne les voitures à essence Euro1 et postérieures de grosses cylindrées.

Comparaison des voitures diesel et à essence

Du tableau 5 qui précède, on constate que le calcul de surconsommation à froid des voitures à essence Euro1 et postérieures est le même que celui des voitures à essence pré-Euro1 donné dans le Tableau 4, et ne dépend que de la température et non de la vitesse.

Par ailleurs, comme constaté précédemment, le calcul de surconsommation à froid des voitures diesel également ne dépend que de la température.

Dès lors, il est intéressant de comparer les surconsommations à froid des voitures à essence et diesel en fonction de la température correspondant aux deux équations suivantes (cf. Figure 16):

- Pour les voitures diesel : $e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}} = 1,34 - 0,008 \times t$
- Pour les voitures à essence : $e_{\text{froid}}/e_{\text{chaud}} = 1,47 - 0,009 \times t$

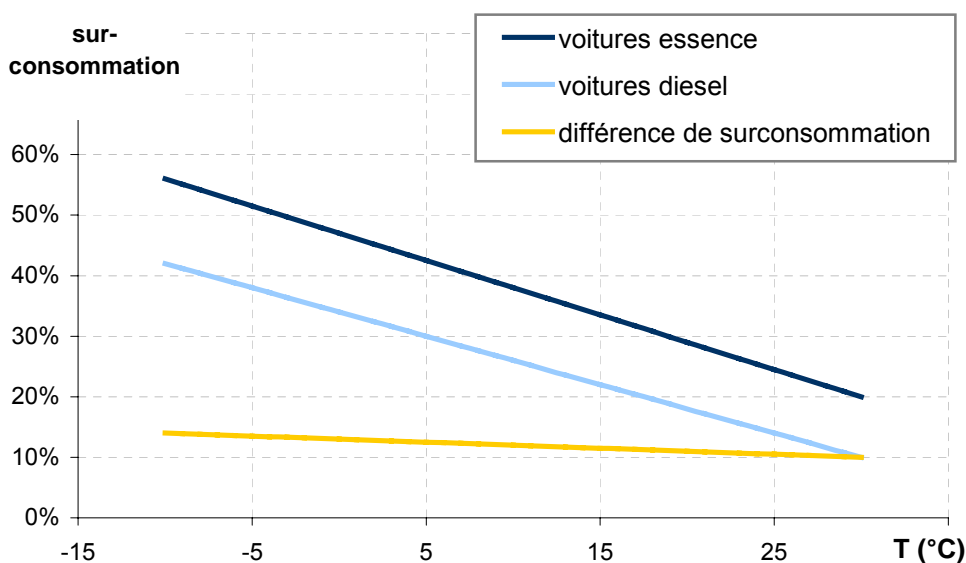


Figure 16 : Comparaison des évolutions des surconsommations à froid des voitures diesel et à essence en fonction de la température du moteur

Cependant, vu qu'un moteur à essence chauffe généralement plus vite, ces courbes de surconsommation n'ont pas la même forme en fonction du temps ou de la distance.

II.2.5. PRESSION DES PNEUS

La porosité du caoutchouc ainsi que les fortes chutes de température (cf. $PV=nRT$) impliquent une diminution de pression des pneus, accentuant la surface de contact du pneu sur la route et donc les forces de frottement. La littérature fait souvent état d'une surconsommation de 3% pour une dépression de 0,3 bar par rapport au gonflage optimal.

Par ailleurs, le fait de rouler avec des pneus sous-gonflés provoque une usure prématurée de ces derniers.

Aussi, il est semble-t-il judicieux de contrôler et d'ajuster si besoin la pression des pneus tous les mois pour ce qui concerne les pertes par porosité, et à chaque forte variation de température.

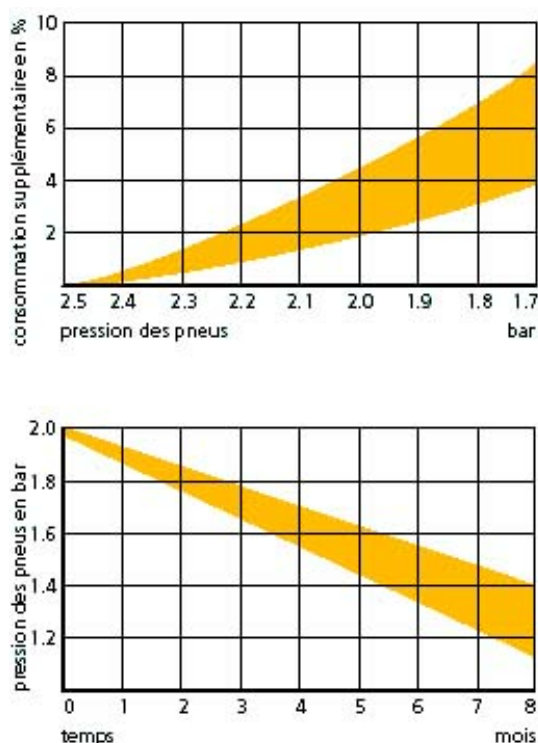


Figure 17 : Influence d'une perte de pression des pneus sur la consommation - déperdition de pression dans le temps²⁰

²⁰ Source : Quality Alliance Eco-Drive - "Accélérez intelligemment" – mars 2004

II.2.6. CHARGEMENT

Un véhicule surchargé consommera plus de carburant du fait d'une part de l'écrasement des pneus qui s'opérera du fait de la surcharge (dont les conséquences sont développées au point II.2.5), et d'autre part bien sûr, du fait que le moteur devra développer plus de puissance pour transporter ce surpoids.

Par ailleurs, une autre source de surconsommation peut intervenir quand ce surpoids est fixé au véhicule en dehors de l'habitacle sur un fixe au toit, un porte-vélo ou dans un coffre de toit.

Outre la question du surpoids qu'ils transportent, les dispositifs de chargement externes (fixe au toit, porte-vélo, coffre de toit, ...) ont pour effet de perturber l'écoulement d'air autour du véhicule, en d'autres termes de "casser" l'aérodynamisme du véhicule.

Il en résulte un accroissement des forces de frottement dues au phénomène de turbulence, lesquelles varient en fonction du carré de la vitesse, de même que la consommation spécifique qui y est liée.

En Figure 18, la *Quality Alliance Éco-drive* évalue la surconsommation due à différents dispositifs de chargement externes à 120km/h.

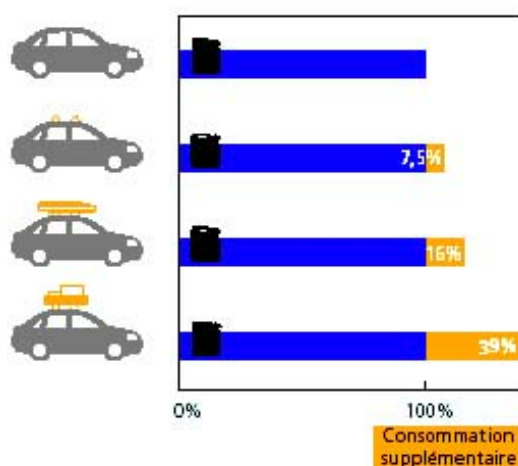


Figure 18 : Surconsommation due au dispositif de chargement externe à 120km/h²¹

À Bruxelles, rares sont les voitures se déplaçant avec un coffre de toit ou des bagages, aussi, seul le cas d'un fixe au toit à vide nous intéressera dans le cadre de cette étude.

Cependant, en considérant que la vitesse dans Bruxelles avoisine les 30km/h, c'est-à-dire le quart de la vitesse considérée dans la Figure 18, et que la surconsommation varie en fonction du carré de la vitesse, la surconsommation due à un fixe au toit vide sera proportionnelle au 1/16^{ème} de celle à 120km/h, autrement dit approximativement de 0,5%

Il ne semble donc pas primordial d'axer les recommandations sur ce paramètre.

²¹ Source : Quality Alliance Eco-Drive - "Accélérez intelligemment" – mars 2004

II.2.7. CLIMATISATION

La puissance requise pour le fonctionnement d'un système de climatisation embarqué conventionnel peut être divisée en deux parties distinctes: d'une part, la puissance nécessaire à l'activation du compresseur de l'air conditionné, et d'autre part, la puissance électrique consommée par les ventilateurs entraînant l'air à travers le condenseur et l'évaporateur.

La température ambiante, la température intérieure pré-réglée ou souhaitée, la quantité d'air recirculé, l'humidité ambiante et l'isolation du véhicule des rayonnements solaires ou thermiques sont d'importants facteurs influant sur la consommation de CO₂ ainsi que sur les émissions de polluants locaux.

Les climatiseurs sont aussi parfois utilisés pour désembuer les fenêtres du véhicule, en général, juste après un démarrage à froid quand la température ambiante est basse et que l'humidité relative est élevée. La vapeur d'eau de l'air qui pénètre dans le climatiseur se condense à la surface froide du condenseur. L'air refroidi au niveau du condenseur doit être réchauffé jusqu'à une température acceptable avant d'entrer dans l'habitacle. Un chauffage complémentaire est évidemment nécessaire à ce niveau.²²

La suite du document de l'OCDE s'inspire de l'étude TNO (dont il est question aux points II.2.2 et II.2.3.) qui a mesuré les surplus de consommation et d'émissions occasionnés par la mise en route à pleine charge du conditionnement d'air (s'assurant pour ce faire que la température de consigne ne soit pas atteinte). À part pour les particules, l'utilisation de l'air conditionné est la plus néfaste en ville.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 6 :

	route	urbaine	rurale	autoroute	moyenne
consommation		+29	+30	+24	+27
CO₂		+28	+27	+21	+25
CO		+796	+616	+478	+605
HC		+260	+271	+114	+207
NO_x		+76	+17	+17	+31
particules		+139	+64	+262	+159

Tableau 6 : Surplus de consommation et d'émissions occasionnés par l'utilisation à pleine charge du conditionnement d'air sur différents type de route (en %).

L'ADEME²³ s'est livrée à un exercice similaire et distingue les motorisations diesel et à essence pour lesquelles le recours à la climatisation augmente respectivement la consommation de 35% et de 31%. En moyenne sur l'année, les véhicules climatisés consomment 5% de carburant de plus. Par ailleurs, l'utilisation de la climatisation entraîne aussi une augmentation des émissions de NO_x ; ainsi qu'une augmentation des émissions de CO pour les motorisations à essence et de particules pour les motorisations diesel.

Rappelons que la surconsommation est très variable, en particulier en fonction de la différence de température externe-interne et de la puissance radiative.

²² Source: OCDE – "Voitures propres – Stratégies pour des véhicules peu polluants" – 2004

Téléchargeable à l'adresse suivante: <http://www1.oecd.org/publications/e-book/7704022E.PDF>

²³ Source : ADEME – Brochure "un équipement en question : la climatisation automobile" dans le cadre de la campagne "Faisons vite, ça chauffe"

III. PHASE 2 : CAMPAGNE DE MESURES

III.1. MISE AU POINT DE LA METHODOLOGIE

III.1.1. INTRODUCTION

Afin de valider et de peaufiner la méthodologie, une campagne de mesures préliminaires s'étendant sur deux nuits a été effectuée durant les nuits du 30 au 31 mars et du 31 mars au 1^{er} avril 2005.

Un parcours typique de la Région de Bruxelles Capitale a été identifié et est présenté dans la Figure 19. Sa longueur est de 8,1 km. Cet itinéraire inclut en outre un tronçon sur lequel la vitesse est limitée à 70km au lieu de 50 km/h comme partout ailleurs en agglomération.

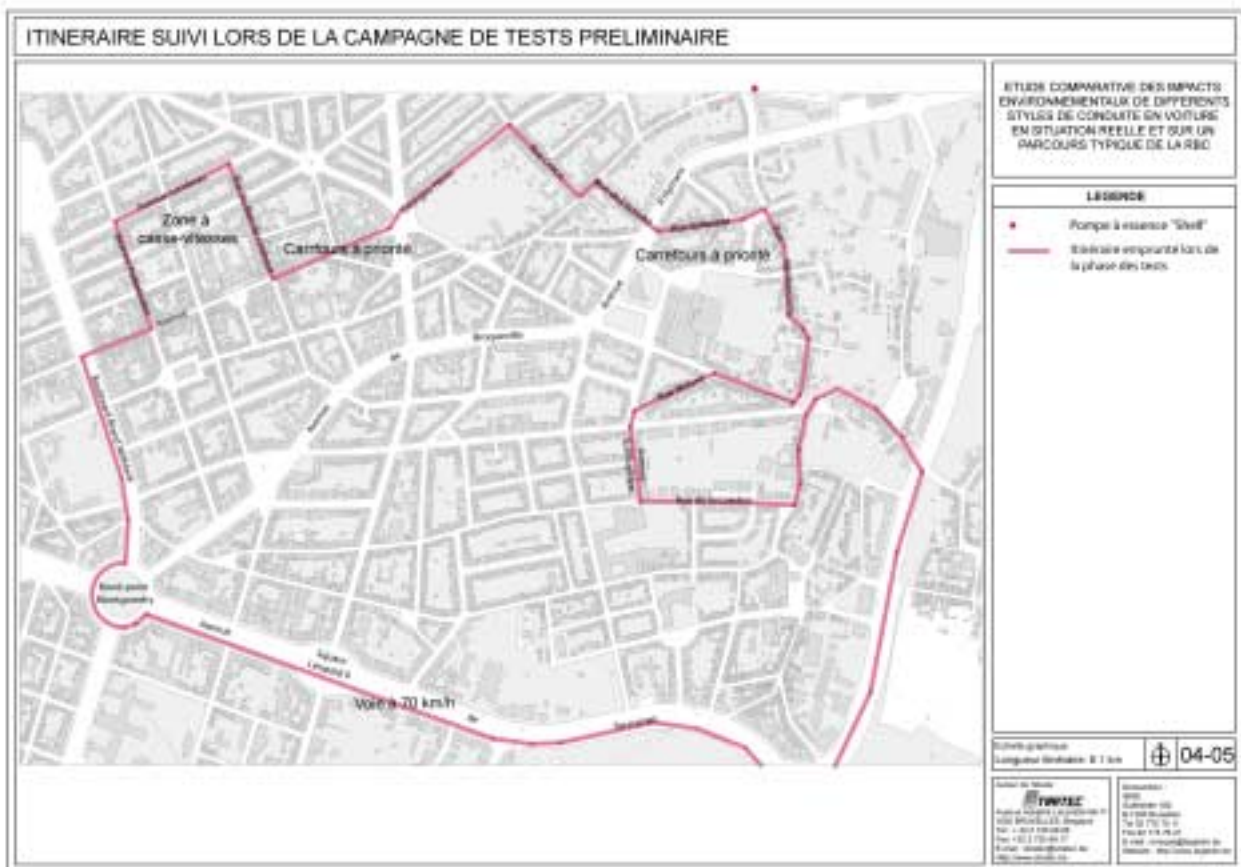


Figure 19 : Itinéraire suivi lors de la campagne de tests préliminaires

Les véhicules, ainsi que leurs motorisations, utilisés lors de cette première phase sont décrits dans le chapitre III.2.2.

Deux personnes étaient à bord de chacune des voitures. En effet, à défaut de disposer d'un GPS, un passager enregistrait toutes les mesures de temps et de distances que le chauffeur lui fournissait. Les résultats obtenus lors de cette campagne de mesures préliminaires sont présentés dans la section III.1.2.

III.1.2. RÉSULTATS DES TESTS PRÉLIMINAIRES

Comparaison des moyennes

Afin de s'assurer que la différence de consommation selon les différents styles de conduites soit réellement significative, nous effectuerons un test statistique de comparaison des moyennes, connu sous le nom du "Test de Student". Étant donné que le nombre d'observations est inférieur à 30 et les variances étant connues et différentes, la formule suivante est d'application:

$$z = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{s^2_1}{n_1 - 1} + \frac{s^2_2}{n_2 - 1}}}$$

Équation 1 : comparaison des moyennes

Avec :

- s^2 , la variance de l'échantillon
- m , la moyenne
- n , le nombre d'observations.

Présentation et analyse des résultats

Les résultats obtenus à l'aide des véhicules à "essence" et "diesel" pour les deux types de conduites ont été synthétisés dans les tableaux 7 et 9 ci-dessous. Ces résultats sont issus d'essais avec moteur chaud.

Voitures diesel

Tour	Consommation moyenne (l/100km)		Vitesse moyenne (km/h)	
	Conduite "éco-drive"	Conduite sportive	Conduite "éco-drive"	Conduite sportive
1	5.1	7.0	30	40
2	5.3	7.7	31	45
3	4.7	6.8	35	41
4	5.0	7.3	33	44
5	5.2	7.5	34	46
6	4.7	7.1	37	41
7	5.0	6.9	36	44
8	5.0	7.2	36	43
9	5.1		36	
10	5.0		37	
11	4.8		35	
12	5.4		34	
13	4.6		35	
Moyenne	5.0	7.2	34.5	43.0

Tableau 7 : Consommations et vitesses des tests préliminaires en diesel

Les essais préliminaires effectués avec le véhicule diesel n'ont pas comporté le même nombre de tours, en raison d'une mauvaise appréciation préalable de la durée de la phase d'essais. Vingt tours étaient initialement prévus, mais en raison de leur durée trop importante, nous avons pris la décision de réduire ce nombre à 13. Ce nombre de tours n'a toutefois pas pu être atteint pour la conduite sportive en raison d'une fatigue excessive du conducteur en fin de nuit, rendant les derniers essais trop dangereux pour pouvoir être achevés. Le nombre de tours effectués pour chaque type de conduite est néanmoins suffisant pour permettre une comparaison significative des consommations.

	Conduite "éco-drive"	Conduite sportive
Consommation moyenne (l/100km)	4.99	7.19
Consommation min (l/100km)	4.6	6.8
Consommation max (l/100km)	5.4	7.7
Nombre d'observations	13	8
Écart-type	0.24	0.3
Variance des échantillons	0.06	0.09
Test t de Student (z)	23.88	

Tableau 8 : Test de comparaison des moyennes des essais préliminaires en diesel

Dans le cadre de ces tests préliminaires, la surconsommation due à la pratique d'une conduite sportive d'une voiture diesel est de 44%

L'application de l'Équation 1 nous montre qu'au seuil de 99% de chance, une différence nettement significative a été relevée entre les consommations selon que le conducteur a adopté un style de conduite "éco-drive" ou un style de conduite sportif.

En effet, la valeur de la variable z ($= 23,88$) est supérieure à 2.861, valeur de référence disponible dans la table de Student (reprise en annexe 2), dont le nombre de degrés de liberté correspondant est égal à $N_1 + N_2 - 2$.

Voiture à essence

Ici encore, nous constatons que la surconsommation de 31% générée par une conduite plus sportive est significative au seuil de 99% de chance : la valeur de la variable z ici aussi est supérieure à 2,878.

Tour	Consommation moyenne (l/100km)		Vitesse moyenne (km/h)	
	Conduite "éco-drive"	Conduite sportive	Conduite "éco-drive"	Conduite sportive
1	8,6	9,5	31	40
2	7,6	9,3	36	42
3	8,0	9,7	32	38
4	7,6	9,0	33	41
5	7,2	11,7	32	46
6	6,4	10,4	34	43
7	6,9	9	32	39
8	6,9	8,8	33	44
9	6,9	9,1	33	39
10	7,1	9,4	33	50
Moyenne	7,3	9,5	32,9	42,2

Tableau 9 : Consommations et vitesses des tests préliminaires en essence

	Conduite "éco-drive"	Conduite sportive
Consommation moyenne (l/100km)	7,3	9,5
Consommation min (l/100km)	6,4	8,8
Consommation max (l/100km)	8,6	11,7
Nombre d'observations	10	10
Écart-type	0,61	0,83
Variance des échantillons	0,37	0,68
Test t de Student (z)		12,21

Tableau 10 : Test de comparaison des moyennes des essais préliminaires en essence

Avant de commencer les boucles, il a été demandé au conducteur de remplir le réservoir du véhicule à ras bord, et de procéder de même après chaque type de conduite. Le remplissage du réservoir s'est fait à la même pompe, et malgré cette précaution, les quantités mesurées n'étaient pas directement comparables avec celles fournies par l'ordinateur de bord de la voiture.

Température du moteur

Un autre facteur important dont il a fallu tenir compte au cours des phases de tests préliminaires était de connaître la durée de réchauffement et de refroidissement des moteurs diesel et à essence pour pouvoir élaborer une méthodologie appropriée d'essais avec moteur froid à partir des observations recueillies. Pour ce faire, nous avons demandé au personnel embarqué de prendre des mesures de l'évolution de la température du moteur indiquée par la jauge de température intégrée dans le tableau de bord. Les données sont donc issues d'une lecture de la jauge de température.

Les mesures de température pour le véhicule diesel de location n'ont pas été faites, car l'accompagnateur n'a enregistré que le temps nécessaire au moteur pour arriver à 90°C, et non l'évolution de la température au cours du temps. Les mesures pour le moteur diesel ont été effectuées avec une voiture Audi A3 1,9 TDI appartenant à un membre du personnel de STRATEC.

Les mesures de l'évolution de température pour le véhicule à essence ont été effectuées de deux manières :

- Le véhicule à l'arrêt (moteur tournant à 900 tours/min)
- Le véhicule en mouvement, selon un style de conduite pouvant être qualifié de normal (environ 2500 à 3000 tours/min)

Les mesures de l'évolution de la température pour le moteur diesel n'ont fait l'objet que d'une seule mesure, selon un style de conduite normal avec un régime moteur oscillant autour de 2000 à 2500 tours/min. L'évolution de la température du moteur depuis un démarrage à froid est présentée en Figure 20.

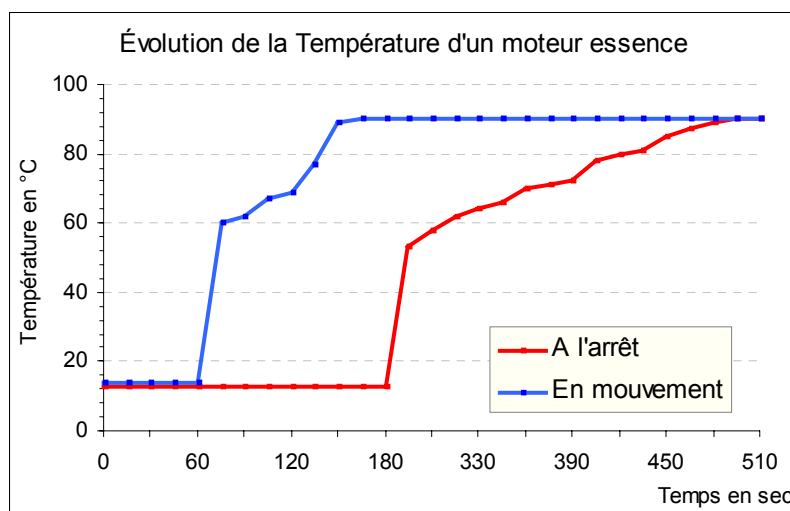


Figure 20 : Évolution de la température d'un moteur à essence de 1400cc

Nous pouvons constater, à la lecture du graphe, que la température du moteur à essence augmente assez rapidement lorsque le véhicule est en mouvement. Il lui faut environ 3 minutes pour arriver à sa température optimale (90°C) lorsque la température ambiante est de 12,5 °C. Ces résultats ont été obtenus sur base d'une seule mesure en conduite normale. L'autre courbe, dont la pente est beaucoup plus faible, représente l'évolution de la température du moteur lorsque celui-ci tourne au ralenti (± 900 tours/minute), véhicule à l'arrêt.

La Figure 21 nous montre quant à elle l'évolution de la température d'un véhicule diesel avec moteur de 1900 cc. La courbe est basée sur une seule mesure et concorde avec les données de la littérature. Nous pouvons constater que l'évolution de la température d'un moteur diesel est beaucoup plus lente que celle d'un moteur à essence. Il faut environ douze minutes et demie pour que ce dernier arrive à température. La température extérieure lors de la mesure était de 15,2°C.

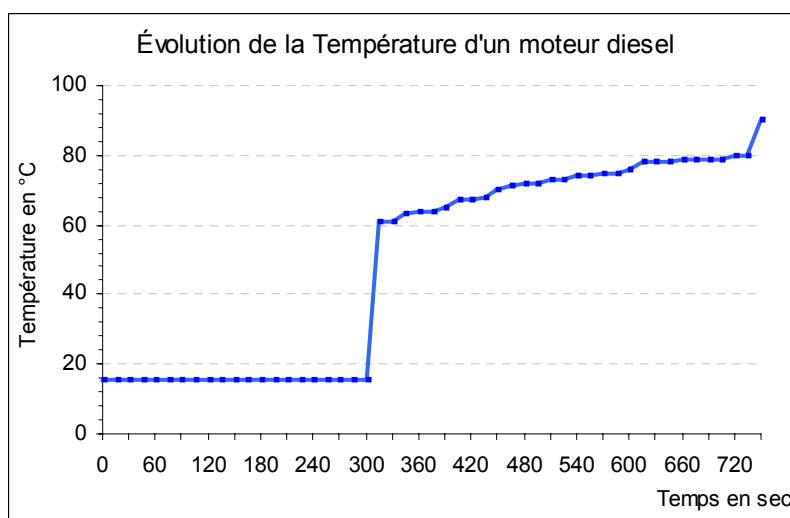


Figure 21 : Évolution de la température d'un moteur diesel 1900 CC en mouvement

Lors des essais préliminaires, il s'est avéré très difficile d'attendre le refroidissement complet du moteur afin de pouvoir effectuer des tests avec moteur froid.

En effet, le temps de refroidissement d'un moteur est particulièrement long. Il faut attendre plusieurs heures (3 à 4 heures selon la température ambiante) entre chaque boucle afin de pouvoir faire les mesures de surconsommation d'un moteur froid. L'analyse de consommation d'un moteur froid n'a donc pas été effectuée lors de la campagne d'essais préliminaires.

III.2. METHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE D'ESSAIS

III.2.1. MODALITÉS DE RÉALISATION DES MESURES

Enregistrement des mesures

Consommation instantanée et moyenne

La consommation a été mesurée sur base des indications de consommation de l'ordinateur de bord.

Des mesures volumétriques de la quantité de carburant consommé avaient été prévues mais n'ont pas pu être réalisées pour des raisons techniques. Cependant, ceci ne porte pas à conséquence car les indications de l'ordinateur de bord offrent une précision suffisante aux besoins de l'étude.

Les paramètres interprétés par l'ordinateur de bord pour déterminer la consommation, tant instantanée que moyenne, diffèrent selon qu'il s'agit d'une motorisation essence ou diesel, mais dans aucun des deux cas il ne s'agit d'une mesure de débit de carburant.

Voiture diesel

Dans un moteur diesel à gestion électronique, la quantité de carburant injecté est supérieure à la quantité requise. Le surplus de diesel est récupéré et réinjecté en amont de la pompe à injection.

À régime égal, un moteur diesel aspire toujours la même quantité d'air par un conduit de section constante. Seule la soupape d'admission s'interpose au passage de l'air. Il n'y a ni carburateur, ni papillon des gaz. C'est donc la pression exercée sur la pédale d'accélération qui régit la quantité de carburant injectée, ou plus exactement la fréquence et la durée d'injection.

La quantité de carburant consommée ne peut par conséquent être mesurée, mais est calculée à l'aide d'un algorithme basé sur :

- le régime moteur
- et le degré d'enfoncement de la pédale d'accélération.

L'intégration de ces deux paramètres caractérise la charge demandée au véhicule.

Voiture à essence

À la différence d'un moteur diesel, la quantité d'air aspiré par un moteur à essence varie en fonction du degré d'obturation du papillon des gaz gouverné par enfoncement de la pédale d'accélération et le régime moteur, mesuré à l'aide d'un capteur magnétique comptant le nombre de tours effectués par le "volant moteur".

Le dosage optimum (14,7 kg d'air pour 1 kg de carburant) correspond à l'indice 1 d'un coefficient arbitrairement choisi, appelé Lambda; ce mélange est aussi appelé stœchiométrique.

Pour garantir ce dosage, un capteur d'oxygène est placé en sortie de moteur (avant le catalyseur) et relié à un calculateur qui corrige la richesse du mélange en agissant sur le temps d'ouverture des injecteurs.

Par conséquent, la quantité d'essence injectée dépendant directement de la quantité d'air aspiré, la consommation peut être déterminée par l'ordinateur de bord soit de manière directe en mesurant le débit d'air absorbé par le moteur, soit de manière indirecte par mesure du degré d'ouverture du papillon des gaz.

Position

Des systèmes embarqués de prix abordable permettent d'enregistrer en continu le "tracé" du véhicule et de restituer sous forme de fichier informatique (Excel, Dxf, txt,) les positions enregistrées durant le parcours, c'est-à-dire les variables de position (X,Y) et de temps (T). Ces variables peuvent ensuite être portées sur un graphique position en fonction du temps dont la pente est la vitesse.

Chacune des voitures utilisées lors de la phase de tests était équipée d'un GPS de la marque GARMIN modèle GPS 72. Ce modèle permet l'enregistrement de 50 routes de 50 points chacune. Ce modèle permet aussi de régler l'intervalle de prise de mesure : selon un intervalle de temps, selon un intervalle de distance ou à chaque changement de direction/vitesse du véhicule. L'appareil a été configuré pour enregistrer le positionnement de la voiture sur base d'un intervalle de distance (tous les 40 mètres).

Le positionnement par satellites ou GPS donne actuellement de manière très fiable et précise les coordonnées X,Y d'un point à un moment T donné. La précision géographique pratique du point de mesure avec cet appareil est actuellement de l'ordre de 3 mètres (système WAAS), ce qui est tout à fait suffisant. Le temps est donné avec une précision d'une seconde.

Restitution et vérification de l'information recueillie

Tous les huit tours, les chauffeurs ont déchargé les données recueillies par le GPS sur un PC portable afin de libérer la mémoire du GPS, ce qui a permis un enregistrement permanent de tous les tracés. Les données étaient systématiquement ramenées chaque matin dans les locaux de STRATEC. Un assistant, membre du personnel permanent de STRATEC, a vérifié alors la pertinence et la fiabilité des données enregistrées.

En outre, pour chaque itinéraire parcouru par les véhicules témoins, les informations suivantes étaient recueillies :

- La date et l'heure
- Le jour de la semaine
- Les conditions atmosphériques
- Les remarques en cas d'incident de parcours en essayant de recourir systématiquement à une codification particulière, complétée éventuellement par un commentaire détaillé.

Personnel embarqué

Le personnel embarqué à bord de chacun des véhicules comportait le conducteur et un passager. Le conducteur était tenu de transmettre les données affichées par l'ordinateur de bord au passager qui en prenait note (consommation moyenne après chaque tour, consommation instantanée toutes les 15 secondes, temps passé et distance parcourue...)

Le passager était également chargé d'enclencher et déclencher l'enregistrement des données du déplacement au moyen du GPS, ainsi que de rapporter les perturbations de trafic éventuelles. Les conducteurs et passagers étaient des étudiants de l'enseignement supérieur recrutés pour la circonstance, et disposait d'un permis de conduire B.

Une formation spécifique leur a été dispensée. Elle a porté sur les points suivants :

- Les objectifs de la mission et la méthode utilisée
- Les instructions pour une conduite conforme aux styles de conduite définis ci-dessous
- Les instructions concernant le fonctionnement du GPS, la prise de mesures et le rapport des perturbations du trafic
- La sécurité

Chaque chauffeur a procédé, dans les jours précédant sa prestation, au repérage de l'itinéraire défini.

Il était en effet primordial que le conducteur en charge d'un itinéraire le repère méticuleusement avant la prise de mesures de manière à ce qu'il n'y ait pas la moindre hésitation pendant les parcours faisant l'objet des relevés. Il pouvait ainsi rester concentré sur son travail et remplir sa mission dans les meilleures conditions de sécurité et de fiabilité.

Style de conduite

L'influence sur la consommation de deux styles de conduite a été testée :

- La conduite sportive
- La conduite de type éco-drive

Conduite sportive

Pour ce type de conduite, les règles de conduite étaient les suivantes :

- Engagement du rapport de vitesse supérieur le plus tard possible, soit pratiquement pour des régimes d'au moins 4500 tours/min pour les voitures munies d'un moteur à essence et 3500 tours/min pour les voitures équipées d'un moteur diesel.
- Adopter une vitesse très variable, avec des accélérations et des freinages brusques
- Décélérer en débrayant et en utilisant le frein et non le frein moteur, car l'usage de ce dernier dans les voitures de génération récente interrompt l'injection de carburant dans les cylindres.

Le code de la route devait être scrupuleusement respecté. En particulier la vitesse de conduite devait respecter la vitesse maximum autorisée en agglomération (50 km/h, excepté sur l'avenue de Tervueren et le Boulevard de la Woluwe où la vitesse maximum autorisée est de 70 km/h).

Conduite "éco-drive"

Les recommandations suivantes ont été respectées pour appliquer ce style de conduite :

- Engager le rapport de vitesse supérieur le plus rapidement possible, c'est-à-dire pour des régimes n'excédant pas 2500 tours/min pour les voitures à moteur à essence et 2000 tours/min pour les voitures à moteur diesel.
- Maintenir une vitesse stable, en utilisant par ailleurs le plus haut rapport possible.
- Anticiper dans la mesure du possible les arrêts et ralentissement liés aux conditions de trafic afin d'éviter de freiner brusquement.
- Décélérer en relâchant l'accélérateur et en utilisant le frein moteur, pour interrompre l'injection de carburant dans les cylindres.

Ici encore, le code de la route devait être scrupuleusement respecté.

III.2.2. ESSAIS À CHAUD

Les phases de tests à chaud se sont déroulées durant trois nuits afin que la pratique des deux styles de conduite ne soit pas rendue plus difficile par des conditions de trafic hétérogènes. Ces trois nuits étaient celles

- du lundi 18 au mardi 19 avril 2005
- du mardi 19 avril au mercredi 20 avril 2005
- du mercredi 20 avril au jeudi 21 avril 2005

Pour des raisons évidentes de sécurité, il était par ailleurs préférable de réaliser ces tests sur des voiries dégagées. Par conséquent, les essais ont été réalisés en dehors des heures de pointe du soir après 20h et ont été effectués jusqu'à 7h00 du matin. Afin d'éviter au maximum les rencontres sur la route avec des noctambules bruxellois, les jours choisis, pour réaliser ces parcours étaient le lundi, mardi et mercredi.

Les conditions météorologiques durant les trois nuits ont été marquées par l'absence de précipitations et une température comprise entre 8 et 12° Celsius. Aucun incident ne s'est produit. Un contrôle de police a eu lieu et s'est déroulé sans aucun problème.

Type de véhicules

Les quatre véhicules utilisés lors des essais étaient de la marque Skoda, modèle Fabia Combi, loués auprès de Europcar. Ces voitures se déclinaient en deux motorisations différentes, à savoir deux versions à moteur à essence de 1.4 litres de cylindrée et deux voitures à moteur diesel, de respectivement 1.4 litres et de 1.9 litres de cylindrée. La pression des pneus était pour chacune des voitures conformes aux normes prescrites par le constructeur.

Figure 22 : Véhicules utilisés pour la phase de test à moteur chaud

Les caractéristiques des véhicules utilisés sont reprises au tableau ci-après.

Motorisation	Cylindrée	Puissance	Date de 1 ^{ère} mise en circulation	Kilométrage
Diesel 1	1900cc	47kW	21/02/05	3702km
Diesel 2	1400cc	55kW	22/12/04	5355km
Essence 1	1400cc	55kW	22/12/04	5875km
Essence 2	1400cc	55kW	04/01/05	8980km

Tableau 11 : Caractéristiques des véhicules (Skoda Fabia Combi) utilisés pour les tests à moteur chaud

Les cylindrées de ces véhicules sont légèrement inférieures à la moyenne des gammes rencontrées dans le parc automobile. Ceci s'explique par la nécessité de disposer de voitures identiques pour les phases de tests afin de pouvoir déterminer l'influence du style de conduite sur la consommation de carburant, ceteris paribus.

Le Tableau 11 nous fournit toutes les caractéristiques des voitures utilisées lors de la phase de tests. Toutes étaient très récentes et sortaient de leur période de rodage (kilométrage faible).

Afin d'avoir une mesure de la consommation, les voitures étaient chacune équipées d'un ordinateur de bord permettant une lecture :

- De l'autonomie
- De la consommation instantanée de carburant
- De la consommation moyenne de carburant
- De la vitesse moyenne
- De la durée du trajet
- De la distance du trajet

Itinéraire

Le parcours retenu pour les phases de tests se situe à cheval sur deux communes bruxelloises: Woluwé St-Pierre et Woluwé St-Lambert. Sa longueur est de 6 kilomètres. L'itinéraire retenu est une boucle et non plus un parcours sur lequel les voitures auraient dû effectuer des allers-retours, permettant ainsi de réduire considérablement les manœuvres liées aux essais et d'augmenter par conséquent la sécurité à la fois des testeurs et des autres usagers de la route.

La longueur du parcours a été réduite de deux kilomètres par rapport à l'itinéraire initial, ce dernier révélant qu'une distance de 8 km était trop longue. Le trajet comportait de nombreux carrefours, rond-points et dos d'ânes afin de permettre une application répétée des règles de conduite caractéristiques aux deux styles de conduites décrits un peu plus haut.

Le parcours retenu est présenté dans la Figure 23. Il comprend toutes les caractéristiques requises pour constituer un itinéraire typique en Région de Bruxelles-Capitale : le trajet comporte en effet une large voirie très dégagée sur laquelle la vitesse est limitée à 70 km/h (Avenue de Tervueren et Boulevard de la Woluwe), et le reste du parcours est constitué de voiries dont la vitesse est limitée à 50 km/h et nécessite des arrêts et démarrages fréquents dus à la configuration des lieux (priorités, feux, ronds-points, ...).

Chacun des conducteurs a parcouru 16 tours pour chaque type de conduite, dont 8 tours dans le sens horlogique et 8 tours dans le sens opposé, dans le but de "neutraliser" l'effet de pente qui aurait influencé les résultats et rendre leur interprétation plus délicate. Chacune des quatre voitures a parcouru 32 tours par nuit durant chacune des 3 nuits.

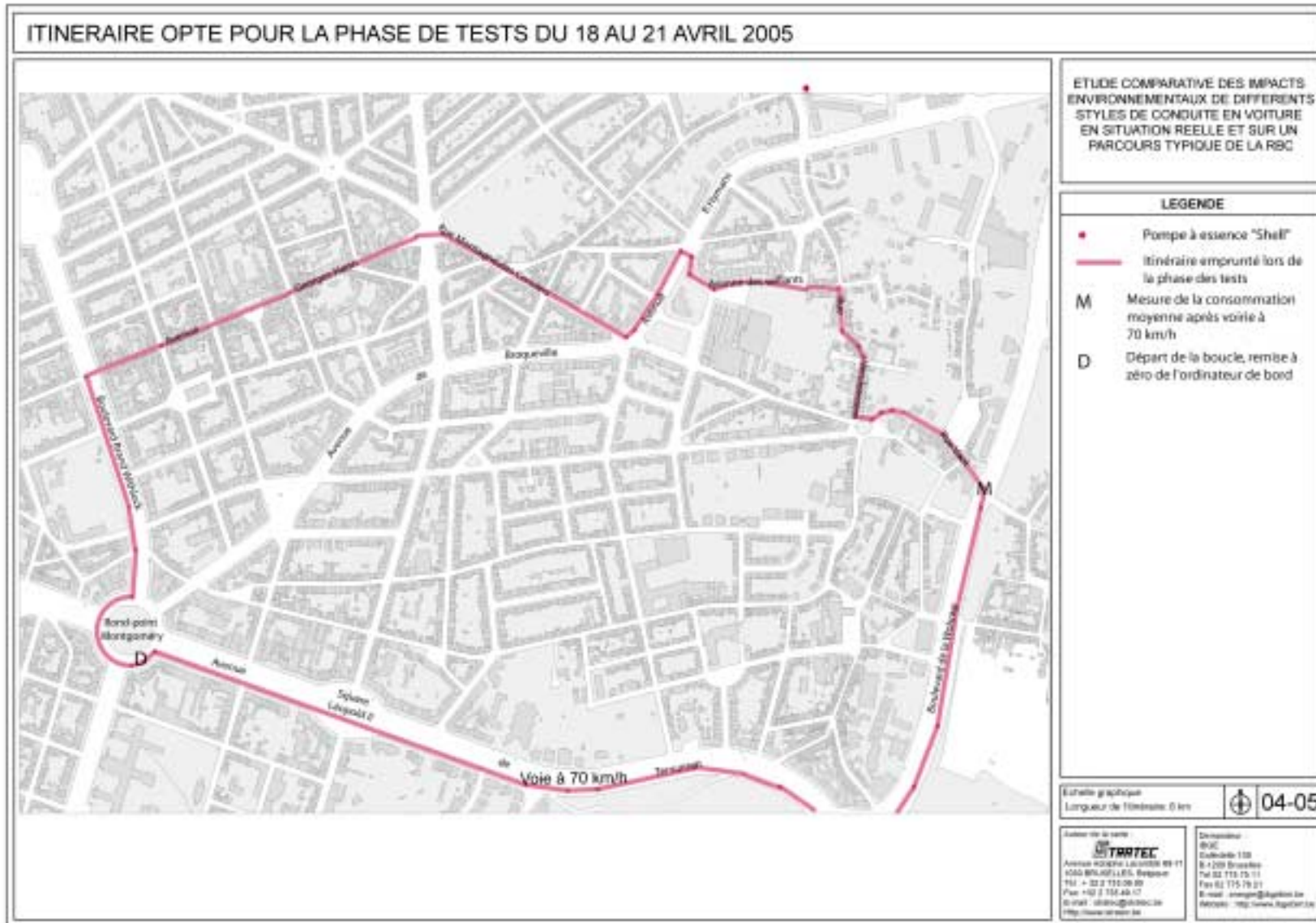


Figure 23 : Itinéraire opté pour la phase de tests à moteur chaud

III.2.3. ESSAIS À FROID

Les essais à moteur froid sont beaucoup plus contraignants que ceux à chaud, en ce sens qu'un moteur chauffe relativement vite mais se refroidit particulièrement lentement. Ce phénomène est d'autant plus amplifié que les constructeurs, par la conception de leurs moteurs, cherchent à ralentir le plus possible le phénomène de refroidissement par l'inclusion de "thermos" dans le circuit de refroidissement.

Les phases de tests à froid se sont déroulées durant quatre jours, essentiellement durant la journée, en début et fin de nuit :

- Mardi 26 avril 2005
- Mercredi 27 avril 2005
- Jeudi 28 avril 2005
- Vendredi 29 avril 2005

Un seul conducteur et un seul passager étaient en charge des essais à froid. Ils disposaient des quatre voitures au domicile du conducteur.

Pour cette phase de tests, nous avons choisi un nouvel itinéraire plus adapté aux contraintes de températures. Le choix d'un nouvel itinéraire à partir du domicile du conducteur se justifie de la manière suivante :

- Le temps d'échauffement d'un moteur étant relativement rapide, il aurait été inefficace de réaliser les essais à moteur froid sur le même itinéraire que celui à moteur chaud. En effet, le moteur arriverait à sa température de croisière avant de rallier le point de départ de l'itinéraire et aurait impliqué un temps d'attente aussi long qu'inutile de la part du personnel de bord.
- L'itinéraire ne convenait également pas pour essais à moteur froid en raison de sa trop grande durée. Elle variait en moyenne de 10 à 12 minutes et n'aurait pas laissé le temps au conducteur d'achever l'itinéraire avant que la température du moteur n'atteigne 90° celsius.

Afin de disposer d'une référence pour estimer la surconsommation d'un moteur froid selon le style de conduite, l'itinéraire a été également parcouru à moteur chaud, à raison de dix tours pour chaque voiture et pour chaque style de conduite.

Le temps d'attente pour le refroidissement du moteur entre chaque essai était d'environ 3h30. Cette durée pouvait néanmoins varier selon les conditions climatiques lors des essais (température, précipitations,...).

Afin de s'assurer que la température du moteur était bien redescendue à température ambiante, le conducteur approchait systématiquement sa main sous le bloc moteur pour vérifier qu'il n'y avait plus de chaleur qui s'en dégageait, car même si l'aiguille d'indication de température dans le tableau de bord redescendait à son niveau initial, cela n'indiquait pas forcément que la température du moteur était redescendue au niveau de la température ambiante. Les graduations, selon les modèles de voitures, commencent en effet autour de 50 à 60°C.

Étant basé à son domicile, le conducteur a ainsi pu vaquer à d'autres occupations sans perdre de temps à attendre le refroidissement complet du moteur des différentes voitures. Il devait néanmoins vérifier régulièrement à quel stade en était le refroidissement pour relancer les essais une fois le moteur froid.

Type de véhicules

Les véhicules utilisés lors de ces essais étaient des voitures Volkswagen, prêtées gracieusement par la société D'Ieteren, que nous remercions. Toutes provenaient du centre d'essai de Volkswagen de Kortenberg. Ces voitures se déclinaient en deux motorisations différentes, à savoir une version à essence et une version diesel. Les voitures prêtées étaient au nombre de 4. La pression des pneus était pour chacune des voitures conformes aux normes imposées par le constructeur. Leurs caractéristiques sont reprises dans le tableau ci-après.

Modèle	Motorisation	Cylindrée	Puissance	Date de 1 ^{ère} mise en circulation	Kilométrage
Golf +	Diesel 1	1900cc	105kW	28/02/05	2214km
Polo	Diesel 2	1400cc	75kW	30/07/04	1512km
Golf	Essence 1	1400cc	90kW	07/07/04	10477km
Polo	Essence 2	1400cc	75kW	10/08/04	3150km

Tableau 12 : Caractéristiques des véhicules VW utilisés pour les tests à moteur froid

VW polo

VW Golf

VW Golf plus

Figure 24 : Véhicules utilisés pour la phase de test à moteur froid

Itinéraire

L'itinéraire qui a été retenu pour les essais à froid se situe sur la commune de Jette. Sa longueur est de 1,34 km et permet tout comme l'itinéraire précédent une application répétée des règles de conduite caractéristiques aux deux styles de conduites. Il est détaillé à la Figure 25.

ITINERAIRE OPTÉ POUR LA PHASE DE TESTS A FROID



ETUDE COMPARATIVE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE DIFFERENTS STYLES DE CONDUITE EN VOITURE EN SITUATION REELLE ET SUR UN PARCOURS TYPIQUE DE LA RBC

LEGENDE

- Itinéraire emprunté lors de la phase des tests
- D** Départ de la boucle, remise à zéro de l'ordinateur de bord

Echelle graphique
Longueur de l'échelle: 1,33 km

04-05

Autorité de la Région de Bruxelles-Capitale
TRATEC
Avenue Louise 100
1050 Bruxelles
Tél: +32 (0) 27 15 99 00
Fax: +32 (0) 27 15 99 17
E-mail: tratec@brussels.be
www.tratec.be

Commande:
IBGE
Généralité 100
D-1080 Bruxelles
Tél: 02 775 75 11
Fax: 02 775 75 21
E-mail: info@ibge.be
Website: <http://www.ibge.be>

Figure 25 : Itinéraire opté pour la phase de test à moteur froid

III.3. PRESENTATION DES RESULTATS

III.3.1. ESSAIS À CHAUD

Le Tableau 13 synthétise l'information obtenue durant la phase de tests à moteur chaud. Pour les renseignements plus techniques concernant chacune de ces voitures, le lecteur se référera au Tableau 11.

La seconde colonne du tableau reprend des informations fournies par le constructeur sur la consommation de carburant en cycle urbain pour les motorisations correspondant à celles utilisées lors des phases de tests. On notera que la consommation renseignée par le constructeur est systématiquement supérieure à celle enregistrée en conduite "éco-drive" et inférieure à la consommation enregistrée en conduite sportive. Il s'agit donc d'une consommation moyenne, tous styles de conduite confondus.

Voiture	Consommation				Vitesse		
	Indication du constructeur (cycle urbain) (l/100km)	moyenne (l/100km)		Delta	moyenne (km/h)		Delta
		Conduite "éco-drive"	Conduite sportive		Conduite "éco-drive"	Conduite sportive	
Diesel 1	6,3	5,01	6,73	34,49%	33,19	38,98	17,45%
Diesel 2	5,6	4,99	7,03	40,85%	32,02	39,54	23,49%
Essence 1	8,9	7,43	9,61	29,40%	32,58	39,90	22,44%
Essence 2	8,9	8,03	9,8	22,13%	34,42	41,28	19,95%

Tableau 13 : Tableau synthétique des résultats des tests à moteur chaud

Le reste du tableau reprend les résultats consolidés des trois nuits de tests tout en maintenant la distinction voiture par voiture. Notons que la valeur absolue des résultats est légèrement augmentée par l'utilisation des phares la nuit, mais pas la comparaison.

Une analyse détaillée du tableau nous montre clairement qu'il existe une différence de consommation importante selon le style de conduite adopté : le surplus de consommation de carburant pour la conduite sportive est 22% à 40% plus élevé par rapport au style "éco-drive".

En comparant les consommations observées lors de tests à chaud avec la consommation indiquée par le constructeur pour un cycle urbain pour chaque voiture utilisée, il ressort que les indications du constructeur sont intermédiaires aux deux styles de conduite testés (voir Figure 26)

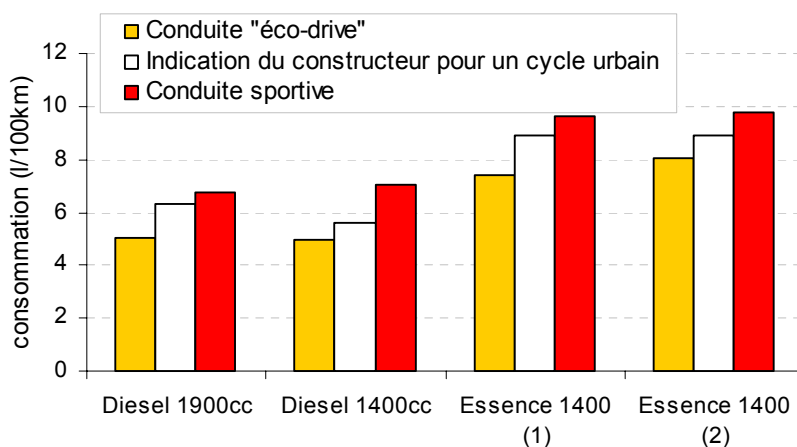


Figure 26 : Comparaison des consommations lors de tests à moteur chaud

Les vitesses enregistrées lors de la conduite sportive sont en moyenne de 20% supérieures à celles enregistrées lors de la conduite "éco-drive". Il s'est avéré que les conducteurs avaient du mal à maintenir une vitesse voisine des 50 km lors de la conduite "éco-drive", ayant tendance à rouler en deçà de la vitesse autorisée, essentiellement en raison de l'application d'une conduite défensive et anticipative.

En termes de consommation, l'expérience est d'autant plus concluante que toutes autres choses étant égales, en particulier le style de conduite, la consommation en "éco-drive" aux alentours de 39 km/h devrait être inférieure à celle enregistrée lorsque la vitesse moyenne n'est que de 33 km/h. Les résultats détaillés sont disponibles en annexe 5.

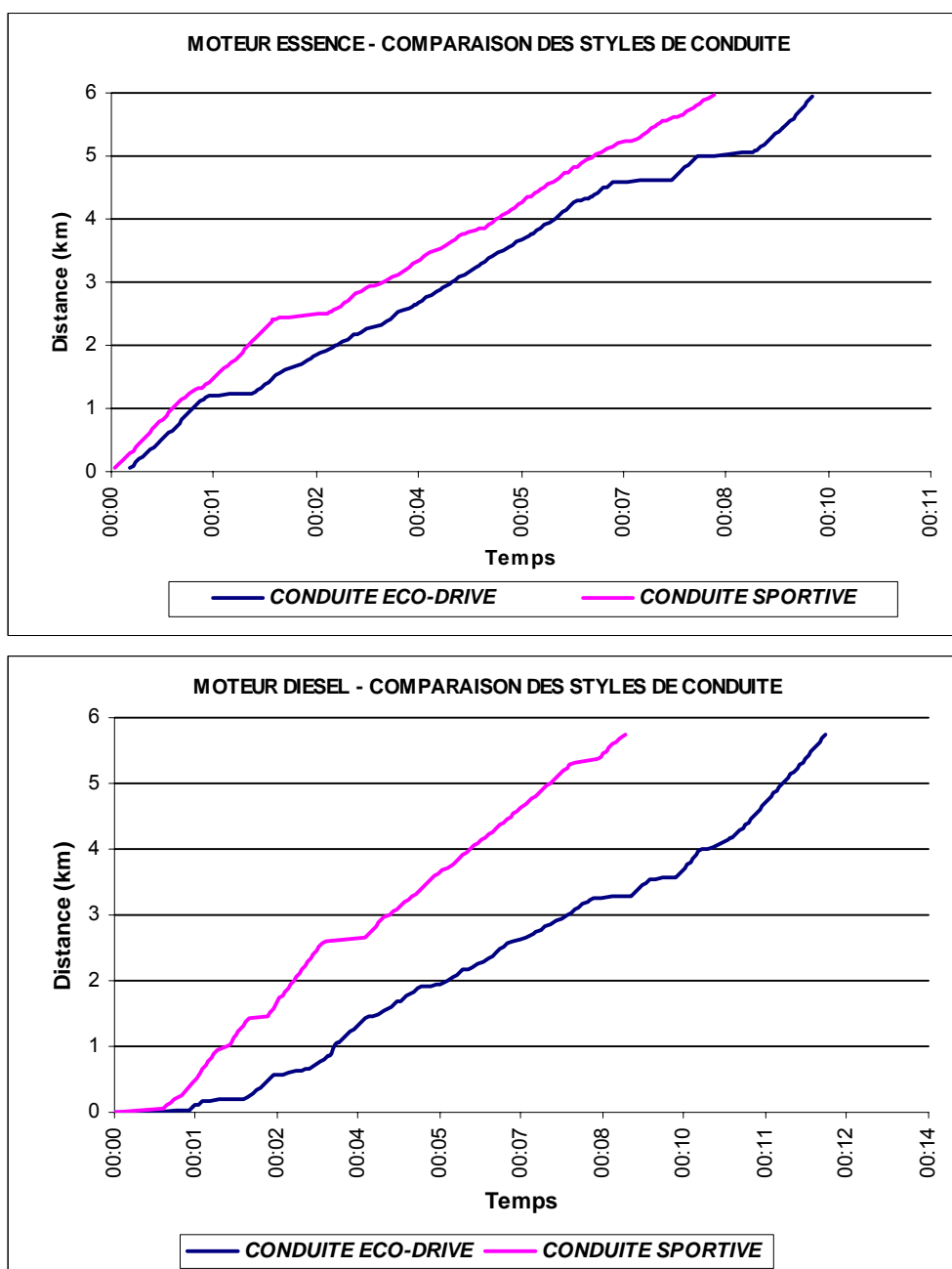


Figure 27 : Comparaison des styles de conduite (Essence et Diesel)

Les courbes distance-temps de la Figure 27 nous montrent clairement que la pente des droites, représentant la vitesse, est plus importante en conduite sportive qu'en conduite "éco-drive".

Les graphes présentés dans les Figure 28 et Figure 29 représentent l'évolution de la vitesse et de la consommation instantanée au cours du temps pour les deux types de motorisations et selon les deux styles de conduites. Les données de vitesses proviennent des enregistrements GPS tandis que la consommation instantanée était transcrite toutes les 15 secondes par le passager.

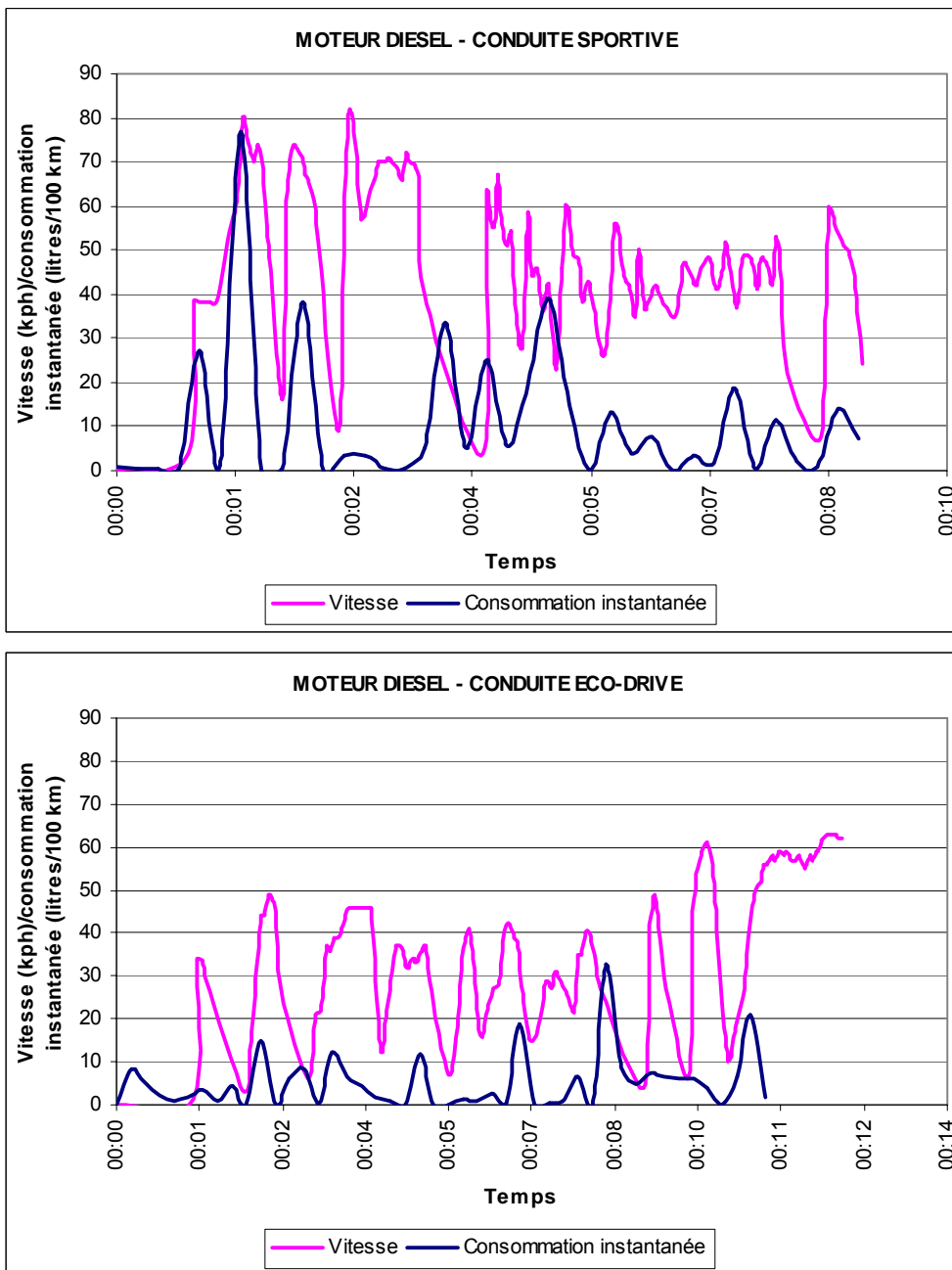


Figure 28 : Vitesse et consommation instantanées au cours du temps pour un moteur diesel

Nous pouvons constater que, pour la conduite sportive en voiture diesel, il y a 6 pics dépassant le seuil de 20l/100km. Au contraire, nous n'observons que seuls 2 pics dépassent ce seuil en conduite "éco-drive". Nous pouvons en outre constater qu'au plus la vitesse est stable au cours du temps, au moins les pics de consommation sont élevés.

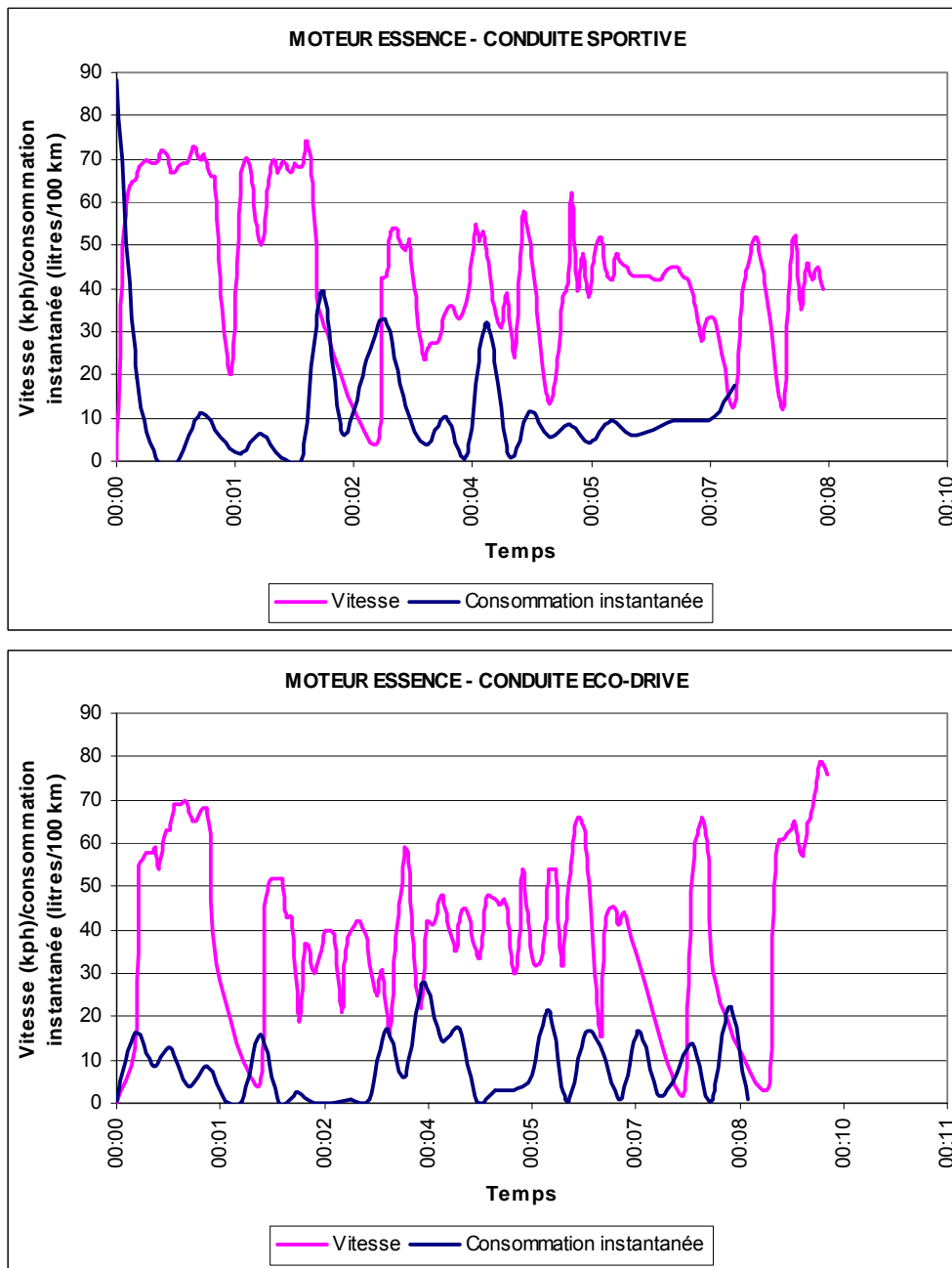


Figure 29 : Vitesse et consommation instantanées au cours du temps pour un moteur à essence

Nous pouvons observer la même tendance pour le moteur à essence. Le nombre de pics de consommation instantanée dépassant le seuil de 20l/100 km est plus important en conduite sportive qu'en conduite "éco-drive".

III.3.2. ESSAIS À FROID

Nous n'avons finalement retenu pour ces essais que trois voitures sur les quatre disponibles : deux diesels et une essence. La seconde voiture à essence était munie d'une boîte automatique et faussait les résultats de par sa consommation trop importante. Pour rappel, la longueur de l'itinéraire pour les essais à froid est de 1,34 km.

Le tableau 14 synthétise les résultats des tests à froid. La première colonne désigne le nombre de tours successifs effectués par les voitures. Le tour 1 est effectué au départ avec un moteur froid et au fur et à mesure des tours successifs, la température augmente. Nous n'avons pas tenu compte des tours au milieu desquels le moteur a effectivement atteint sa température "de croisière".

En conduite "éco-drive", les voitures diesel devaient effectuer jusqu'à 4 tours consécutifs, correspondant environ à 5,2 kilomètres. La voiture à essence quant à elle, atteignait beaucoup plus rapidement sa température de croisière et ne devait effectuer que deux tours.

L'évolution de la température du moteur en conduite sportive est plus rapide qu'en conduite éco-drive, avec pour conséquence de réduire sensiblement le nombre de tours consécutifs à effectuer avant que le moteur n'arrive à sa température "de croisière".

Tour	Consommation moyenne (l/100km)						Vitesse moyenne (km/h)					
	Conduite "éco-drive"			Conduite sportive			Conduite "éco-drive"			Conduite sportive		
	Diesel		Essence	Diesel		Essence	Diesel		Essence	Diesel		Essence
	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
1	7,50	6,35	11,58	12,04	9,14	17,24	22,00	21,50	16,50	23,80	19,80	22,00
2	6,56	5,60	9,47	11,18	8,63		22,40	23,75	23,33	32,25	30,00	
3	6,57	5,75					19,67	22,00				
4		5,55						26,00				
Moyenne à froid	6,88	5,81	10,53	11,61	8,89	17,24	21,36	23,31	19,92	28,03	24,90	22,00
Moyenne à chaud	8,60	6,83	11,45	10,89	10,49	16,05	23,60	28,60	22,50	26,40	32,00	29,20

Tableau 14 : Tableau synthétique des résultats des tests à moteur froid

L'information principale que nous pouvons tirer de ce tableau est une diminution quasi systématique de la consommation de carburant suivant l'élévation de la température du moteur.

Le référentiel (dix tours à moteur chaud pour chaque type de conduite et pour chaque voiture) a donné lieu à des estimations de consommation moyennes (indiquées en dernière ligne du Tableau 14), parfois supérieures aux consommations moyennes enregistrées à froid, et ce pour l'application de chacun des styles de conduite pratiqués. Ce résultat étonnant trouve vraisemblablement son explication dans la différence de vitesse moyenne, des conditions de circulation et de mode de conduite (habitude, ce qui fait qu'on roule plus vite au fur et à mesure des tours). Le lecteur peut se référer en ANNEXE 4 pour disposer des résultats détaillés.

Le Tableau 15, calculé à l'aide du tableau précédant, nous montre clairement l'impact sur la consommation de carburant d'une attitude sportive au volant lorsque le moteur est froid. La surconsommation à moteur froid d'une tel style de conduite est en moyenne supérieure de plus de 50% par rapport à la conduite "éco-drive", toujours effectuée à moteur froid".

	Diesel		Essence
	1900cc	1400cc	1400cc
Moteur froid	69%	53%	64%
Moteur chaud	27%	54%	40%

Tableau 15 : Surconsommations du style sportif par rapport au style "éco-drive" sur l'itinéraire opté pour la phase de test à moteur froid

La surconsommation d'un style de conduite sportive par rapport au style de conduite "éco-drive" est donc amplifiée par un moteur froid.

III.4. CONCLUSIONS DES TESTS

Les résultats issus des tests à chaud et à froid sont concluants en ce sens qu'ils mettent clairement en évidence l'impact du style de conduite des conducteurs sur la consommation de carburant.

La phase d'essais à chaud nous montre une consommation supplémentaire de 25 à 40% en mode sportif par rapport au mode "éco-drive", quel que soit le type de carburant utilisé, ce qui confirme les informations que l'on trouve dans la littérature.

Les essais à froid nous montrent clairement que la consommation de carburant diminue au fil des tours, donc au fur à mesure que la température du moteur s'élève.

La consommation induite par une conduite sportive à moteur froid est d'environ 40 à 70% supérieure à la conduite "éco-drive" à moteur froid tandis que, comme mentionné un peu plus haut, cette différence n'est plus que de 20 à 40% à moteur chaud. La combinaison de ces deux facteurs, à savoir la conduite sportive et le moteur froid, est donc très néfaste en termes de consommation et d'émissions polluantes et de gaz à effet de serre.

Il faut par contre être prudent dans la comparaison directe des deux séries d'essais, à chaud et à froid, car les circuits sont différents, les périodes de la journée sont différentes et les voitures sont différentes. C'est pourquoi, nous ne tirons pas de conclusions sur cette base dans ce rapport.

IV. PHASE 3 : IDENTIFICATION DES "MAUVAIS" COMPORTEMENTS EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

IV.1. INTRODUCTION

Les enquêtes dites de préférences révélées destinées à identifier les "mauvais" comportements ont été réalisées dans les files d'un centre de contrôle technique auprès des conducteurs qui présentaient un véhicule. Ces conducteurs étaient donc soit les utilisateurs de ces véhicules, soit des garagistes qui présentaient le véhicule pour leurs clients.

Néanmoins, étant donné les prescriptions légales relatives au contrôle technique des véhicules automobiles, les voitures présentées lors de l'enquête ont été mises pour la première fois en circulation avant mars 2001 ou ont été revendues entre-temps.

Cet échantillon n'est donc pas tout à fait représentatif du parc actuel. Il doit en être tenu compte dans l'interprétation des résultats.

Afin de compléter les données obtenues auprès des garagistes, une enquête complémentaire a été réalisée dans certains garages et concessions.

IV.2. ORGANISATION DE LA CAMPAGNE D'ENQUETES

IV.2.1. DATE ET HORAIRE DE L'ENQUÊTE

Les enquêtes ont été réalisées le 1^{er} mars 2005 au contrôle technique ATC²⁴ d'Evere.

Une réunion préalable a été organisée avec la direction de ce centre de contrôle afin de finaliser les modalités d'organisation de l'enquête. Au vu des informations disponibles, il a été décidé de mener les enquêtes de 9h30 à 16h30, période durant laquelle la fréquentation est maximale.

IV.2.2. MÉTHODE DE TRAVAIL

Les enquêteurs ont été recrutés parmi les étudiants francophones et néerlandophones de l'enseignement supérieur. Ils ont été choisis en fonction de leur aptitude (interviews tests) à mener efficacement des interviews dans les deux langues. Une courte formation leur a situé le contexte de l'étude et énoncé les objectifs à atteindre.

L'encadrement des travailleurs a été réalisé par un assistant chevronné faisant partie du personnel employé de STRATEC.

²⁴ Auto Contrôle Technique S.A (sis rue Colonel Bourg).

IV.2.3. QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE

Au centre de contrôle technique se présentent à la fois des particuliers et des professionnels du secteur automobile, dont des garagistes.

Afin d'interroger ces deux catégories de personnes, des questionnaires d'enquête ont été mis au point. Ces questionnaires sont repris en [ANNEXE 5](#)²⁵

Le questionnaire destiné aux particuliers ("utilisateurs") comporte deux questions filtres visant à cibler les personnes interrogées. La première question filtre demande si la personne interrogée est l'utilisateur habituel de la voiture. Le cas échéant, l'enquête est poursuivie. La seconde question filtre porte sur le carburant utilisé. Dans le cas du LPG, l'enquête n'est pas poursuivie étant donné que ces voitures ne constituent qu'une très faible part du parc de véhicules immatriculés en Belgique.

IV.2.4. NOMBRE D'ENQUÊTES RÉALISÉES

Enquêtes auprès des particuliers

Au total, 217 enquêtes ont été réalisées auprès des particuliers. Parmi ces enquêtes, 3 personnes possédaient un véhicule roulant au LPG. Le nombre d'enquêtes qui a été effectivement exploité est donc de 214.

Enquêtes auprès des garagistes

Au total, 28 enquêtes ont été réalisées auprès de garagistes se présentant au contrôle technique.

Afin de compléter l'échantillon, nous avons procédé par la suite à une seconde enquête auprès de ces personnes. Pour ce faire, nous avons pris contact avec différents concessionnaires et petits garages afin d'obtenir un entretien avec la personne responsable de l'atelier technique.

Les concessionnaires ont été choisis parmi les 10 marques les plus vendues en Belgique.

Au total, 6 enquêtes ont été réalisées auprès de concessionnaires et autant auprès de petits garages.

²⁵ Pour les interviews des particuliers, des versions en langues française, néerlandaise et anglaise ont été utilisées, et pour les interviews de garagistes des questionnaires en langues française et néerlandaise.

IV.3. RESULTATS – ENQUETES AUPRES DE PARTICULIERS

IV.3.1. CARBURANT

Parmi les personnes interrogées, la majorité (68,2%) roule à l'essence. Une part importante (30,4%) roule avec des véhicules à moteur diesel. Seul 1,4% roule au LPG.

Type de carburant	Nombre de personnes interrogées	Proportion
Essence 95 octane	107	49,3%
Essence 98 octane	41	18,9%
Diesel	66	30,4%
LPG	3	1,4%
Total	217	100%

Tableau 16 : Enquête particuliers - Type de carburant

On observe une proportion relativement faible de véhicules à moteur diesel qui, selon la FEBIAC, représentaient respectivement en 2000 et 2001 40,1 et 41,8% du parc des voitures de tourisme.²⁶

En outre, selon les données fournies sur le site du Service Public Fédéral Économie, PME, Classes Moyennes, et Énergie, en 2004, les voitures à moteur diesel représentent 45,38% du parc contre 53,99% pour les voitures roulant à l'essence, les voitures roulant au LPG représentant quant à elles 0,63% du parc.

IV.3.2. ENTRETIEN

La majorité des personnes interrogées réalise les entretiens sur base du carnet d'entretien du constructeur automobile (56,1%) ou sur base des recommandations de leur garagiste (22,4%).

Base d'entretien du véhicule	Nombre de personnes interrogées	Proportion
Carnet d'entretien du constructeur	120	56,1%
Consignes du garagistes	48	22,4%
En cas de problème	18	8,4%
Autre	28	13,1%
Total	214	100%

Tableau 17 : Enquête particuliers - Base d'entretien du véhicule

A l'opposé, 8,4% des personnes interrogées n'entretiennent leur véhicule qu'en cas de problème.

²⁶ La répartition du parc de voitures de tourisme selon le type de carburant utilisé était la suivante en 2000 et 2001 (Source FEBIAC):

Année	% de véhicules essence	% de véhicules diesel	% de véhicules au LPG
2000	59%	40,1%	0,9%
2001	57,1%	41,8%	1,0%

Enfin, parmi les 13,1% restants, on peut notamment s'interroger sur la qualité de l'entretien :

- des 1,8% qui réalisent l'entretien de leur véhicule eux-mêmes sans faire appel aux services d'un spécialiste,
- et des 5,6% qui ne le font que sur une base annuelle.

IV.3.3. PRESSION DES PNEUS

Parmi les personnes interrogées, 28,7% seulement vérifient la pression des pneus de leur véhicule au minimum une fois par mois, comportement qui ne génère pas de sur-consommation.

Considérant une même distance parcourue par tous et une même consommation de base pour les besoins de l'approximation, la somme des produits des surconsommations par les proportions de voitures concernées donne un ordre de grandeur de la surconsommation engendrée par l'insuffisance de pression des pneus: 2,66%. Autrement dit, si chacun veillait à la pression de ses pneus de voiture, l'économie globale de carburant s'élèverait à 2,73%.

Fréquence de vérification de la pression des pneus	Nombre de personnes interrogées	Proportion	Sur-Consommation potentielle ²⁷
Plusieurs fois par mois	14	6,4%	0%
Une fois par mois	48	22,3%	0%
Quatre à six fois par an	60	28,2%	1,2%
Deux à trois fois par an	49	22,8%	3%
Une fois par an	30	13,9%	10%
Jamais	2	1,0%	10%
Aucune idée	12	5,4%	2,66%
Total	214	100%	

Tableau 18 : Enquête particuliers - Fréquence de vérification de la pression des pneus du véhicule

IV.3.4. ACCESSOIRES DE CHARGEMENT EXTERNE

Seules 27 personnes, donc 12,6% des personnes interrogées, utilisent des accessoires tel que fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit.

Démontage de l'accessoire de chargement	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Immédiatement ou le lendemain	20	74,1%	9,3%
Après quelques jours	2	7,4%	0,9%
Après une semaine ou plus	2	7,4%	0,9%
Jamais	3	11,1%	1,4%
Total	27	100%	12,6%

Tableau 19 : Enquête particuliers - Démontage des accessoires de chargement externe (fixe-toit, porte-vélo ou coffre de toit)

Par ailleurs, seules 3,2% des personnes interrogées présentent un comportement énergivore dans la mesure où ils ne démontent pas cet accessoire immédiatement ou le lendemain de son utilisation.

En outre, compte-tenu qu'en ville un fixe au toit représente une surconsommation approximative de 0,5% (cf. point II.2.6), une recommandation en ce sens pourrait au maximum représenter une économie de 0,016% pour la RBC.

²⁷ Déduites de la Figure 17 : Influence d'une perte de pression des pneus sur la consommation - déperdition de pression dans le temps

IV.3.5. ORDINATEUR DE BORD

Seuls les véhicules de 17,3% des personnes interrogées sont équipés d'un ordinateur de bord dans leur véhicule. Cette proportion peut paraître faible, mais rappelons qu'il s'agit de véhicules mis en circulation avant mars 2001.

La majorité des personnes disposant d'un ordinateur de bord (54,1%), ne tiennent pas compte de l'indication de la consommation pour adapter leur style de conduite.

Influence sur la conduite	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Oui	17	45,9%	7,9%
Non	20	54,1%	9,3%
Total	37	100%	12,6%

Tableau 20 : Enquête particuliers - Influence sur la conduite des indications de l'ordinateur de bord

IV.3.6. AIR CONDITIONNÉ

Une part importante des véhicules (42,5%) sont équipés du conditionnement d'air.

Cette proportion est probablement plus importante, considérant les véhicules mis en circulation après mars 2001 qui ne doivent pas être présentés au contrôle technique. Les véhicules sont en effet de plus en plus fréquemment équipés du conditionnement d'air, en particulier depuis la canicule de l'été 2003.

Et d'après les projections²⁸, d'ici 2010, le parc automobile belge équipé d'un système d'air conditionné devrait comprendre environ 3.204.493 voitures, ce qui représenterait un taux d'équipement réel de 63%. A l'horizon 2020, ce nombre devrait s'accroître à 4.427.887, ce qui compterait pour près de 80% du parc total

Ainsi que l'indique le Tableau 21, parmi les personnes disposant de l'air conditionné, 62,6% ne l'utilisent qu'en cas de forte chaleur, et 28,6% l'utilisent sans discernement.

Période d'utilisation de l'air conditionné	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Uniquement durant les périodes de forte chaleur	57	62,6%	26,6%
Plus couramment, du printemps jusqu'à l'automne	5	5,5%	2,3%
Toute l'année	26	28,6%	12,1%
Jamais	2	2,2%	0,9%
Autre	1	1,1%	0,5%
Total	91	100%	42,5%

Tableau 21 : Enquête particuliers - Période d'utilisation de l'air conditionné

Du Tableau 22, il ressort que 29,7% utilisent le conditionnement d'air pour des trajets d'une durée inférieure à 5 minutes.

²⁸ Source: Aude Guignard - CEESE (Centre d'Études Economiques et Sociales de l'Environnement – Université Libre de Bruxelles) – Jean-Marc Timmerman - ETEC (Vakgroep Elektrotechniek en Energietechniek – Vrije Universiteit Brussel) – "Coûts financiers directs et indirects engendrés par l'installation de systèmes d'air climatisé dans les voitures particulières"

Utilisation de l'air conditionné lors de trajets de moins de 5 minutes	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Oui	27	29,7%	12,6%
Non	64	70,3%	29,9%
Total	91	100%	42,5%

Tableau 22 : Enquête particuliers - Utilisation de l'air conditionné lors de trajets de courte durée

Et le Tableau 23 indique qu'une proportion importante (44%) des personnes disposant du conditionnement d'air fixent une fois pour toute la température souhaitée dans l'habitable, indépendamment des conditions météorologiques du moment.

Température de consigne	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Fixe quelle que soit la température extérieure	40	44%	18,7%
Fixe selon la température extérieure	2	2,2%	0,9%
Variable (pas de règle d'utilisation)	49	53,8%	22,9%
Total	91	100%	42,5%

Tableau 23 : Enquête particuliers - Mode de réglage de la température de consigne de l'air conditionné

Enfin, lorsque leur véhicule a été exposé au soleil pendant une longue période, un tiers des utilisateurs enclenchent le conditionnement d'air en maintenant les fenêtres fermées.

La majorité (53,8%) des personnes interrogées a néanmoins le bon sens²⁹ d'ouvrir d'abord les fenêtres et de n'enclencher le conditionnement d'air qu'une fois l'air surchauffé évacué.

Mode d'utilisation de l'air conditionné en cas de stationnement prolongé au soleil	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Air conditionné & fenêtres fermées	30	33%	14%
Air conditionné & fenêtres ouvertes	12	13,2%	5,6%
Fenêtres ouvertes	49	53,8%	22,9%
Total	91	100%	42,5%

Tableau 24 : Enquête particuliers - Mode d'utilisation de l'air conditionné en cas de stationnement prolongé au soleil

²⁹ En effet, il a été démontré qu'à moins de 80km/h, la surconsommation due au freinage induit par l'ouverture des fenêtres est moindre que celle due à l'utilisation de l'air conditionné

IV.3.7. VITESSE DE CONDUITE EN AGGLOMÉRATION

Parmi les personnes interrogées, 12,6% reconnaissent rouler à une vitesse supérieure à la limite autorisée en agglomération.

Vitesse adoptée en agglomération	Nombre de personnes interrogées	Proportion
< 30 km/h	122	57%
Entre 30 et 50 km/h	63	29,4%
> 50 km/h	27	12,6%
Pas de réponse	2	0,9%
Total	214	100%

Tableau 25 : Enquête particuliers - Vitesse de conduite en agglomération dans des conditions de trafic fluide

IV.3.8. STYLE DE CONDUITE

Un quart des personnes interrogées prétend pratiquer une conduite de type doux tandis que 12,6 % avouent pratiquer une conduite de type sportive.

Style de conduite	Nombre de personnes interrogées	Proportion
Sportive	27	12,6%
Normale	134	62,6%
Douce	53	24,8%
Total	214	100%

Tableau 26 : Enquête particuliers - Style de conduite

Le Tableau 27 qui donne les résultats du dépouillement croisé des réponses portant sur le style de conduite adopté et les vitesses couramment pratiquées dénote une certaine cohérence entre les deux ensembles de réponses.

Style de conduite	Vitesse adoptée en agglomération	Nombre de personnes interrogées	Proportion par style de conduite
Sportive	< 30 km/h	7	25,9%
	Entre 30 et 50 km/h	11	40,7%
	> 50 km/h	8	29,6%
	Pas de réponse	1	3,7%
Total		27	100%
Normale	< 30 km/h	84	67,2%
	Entre 30 et 50 km/h	35	26,1%
	> 50 km/h	14	10,4%
	Pas de réponse	1	0,7%
Total		134	100%
Douce	< 30 km/h	31	58,5%
	Entre 30 et 50 km/h	17	32,1%
	> 50 km/h	5	9,4%
	Pas de réponse	0	0%
Total		53	100%

Tableau 27 : Enquête particuliers - Vitesse de conduite en fonction du type de conduite

IV.3.9. PASSAGE AU RAPPORT SUPÉRIEUR

Dans le traitement de cette question, la distinction a été réalisée entre les personnes qui conduisent un véhicule à moteur à essence et les personnes qui conduisent un véhicule à moteur diesel.

Bien évidemment, pour les personnes ayant une voiture à boîte de vitesse automatique cette question n'était pas pertinente.

Moteur à essence

Parmi les personnes qui possèdent un véhicule à moteur à essence, 28,9% déclarent se fier au bruit du moteur pour passer au rapport supérieur, et, au total, une part importante (40%) n'a su préciser quantitativement le régime auquel elles passent au rapport supérieur.

Parmi les personnes qui ont su quantifier cette donnée:

- 25,1 % passent à la vitesse supérieure avant 2500 tours/minute,
- 34,8% des personnes interrogées passe la vitesse supérieure au-delà de 2500 tours/minute.

Critère de passage au rapport supérieur	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Entre 1500 et 2000 tours/minute	6	4,4%	2,8%
Entre 2000 et 2500 tours/minute	28	20,7%	13,1%
Entre 2500 et 3000 tours/minute	28	20,7%	13,1%
Entre 3000 et 3500 tours/minute	15	11,1%	7%
Entre 3500 et 4000 tours/minute	3	2,2%	1,4%
Au-delà de 4000 tours/minute	1	0,7%	0,5%
Selon de bruit du moteur	39	28,9%	18,2%
Aucune idée	15	11,1%	7%
Total	135	100%	63,1%

Tableau 28 : Enquête particuliers - Critère de passage au rapport supérieur – moteur à essence

Remarque : 13 personnes avaient un véhicule à moteur à essence avec boîte de vitesse automatique

Moteur diesel

À l'instar des utilisateurs de voitures à essence, 32,3% déclarent se fier au bruit du moteur pour passer au rapport supérieur, et au total, 45,2% ne savent quantifier cette information.

Parmi les 54,8% qui ont su quantifier cette information :

- Seuls 12,9% des personnes interrogées opèrent le changement à la vitesse supérieure en deçà de 2000 tours/minute,
- 41,9% passent la vitesse supérieure au-delà de 2000 tours/minute.

Critère de passage au rapport supérieur	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Entre 1500 et 2000 tours/minute	8	12,9%	3,7%
Entre 2000 et 2500 tours/minute	14	22,3%	6,5%
Entre 2500 et 3000 tours/minute	9	14,5%	4,2%
Entre 3000 et 3500 tours/minute	2	3,2%	0,9%
Entre 3500 et 4000 tours/minute	1	1,6%	0,5%
Selon de bruit du moteur	20	32,3%	9,3%
Aucune idée	8	12,9%	3,7%
Total	62	100%	29%

Tableau 29 : Enquête particuliers - Critère de passage au rapport supérieur – moteur diesel

Remarque : 4 personnes interrogées avaient un véhicule à moteur diesel avec boîte de vitesse automatique

IV.3.10. DÉMARRAGE DU MOTEUR

Enfoncement de l'accélérateur au démarrage du moteur

21,5% des personnes interrogées enfoncent l'accélérateur au démarrage du moteur bien que cela représente dans la plupart des cas une pure perte de carburant.

Appuient sur l'accélérateur au démarrage	Nombre de personnes interrogées	Proportion
Oui	46	21,5%
Non	168	78,5%
Total	214	100%

Tableau 30 : Enquête particuliers - Enfoncement de l'accélérateur au démarrage du moteur

Préchauffage du moteur

Une part importante des personnes interrogées (40,7%) déclarent préchauffer leur moteur avant de partir. Les temps de préchauffage varient comme le montre le tableau Tableau 31.

Temps de préchauffage du moteur	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
De 1 à 2 minutes	34	39,1%	15,9%
De 2 à 3 minutes	13	14,9%	6,1%
De 3 à 4 minutes	4	4,6%	1,9%
De 4 à 5 minutes	31	35,6%	14,5%
Plus de 5 minutes	5	5,7%	2,3%
Total	87	100%	40,7%

Tableau 31 : Enquête particuliers - Temps de préchauffage du moteur

Le motif le plus fréquemment invoqué est celui de chauffer le moteur bien qu'à l'heure actuelle, au vu de l'évolution des technologies, et du point de vue des constructeurs, cette démarche soit non seulement inutile mais aussi néfaste d'un point de vue mécanique. Il semble, en effet, que les voitures actuelles seraient moins sollicitée mécaniquement si le conducteur prend l'habitude de chauffer son moteur en roulant, adoptant à ce moment une conduite très souple.

Motif au préchauffage du moteur	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
(1) Chauffer l'habitacle	6	6,9%	2,8%
(2) Dégivrer les vitres	9	10,3%	4,2%
(3) Chauffer le moteur	47	54%	22%
(1) + (2)	3	3,4%	1,4%
(1) + (3)	2	2,3%	0,9%
(2) + (3)	6	6,9%	2,8%
(1) + (2) + (3)	7	8%	3,3%
Autre	5	5,7%	2,3%
Non répondu	2	2,3%	0,9%
Total	87	100%	40,7%

Tableau 32 : Enquête particuliers - Motifs au préchauffage du moteur

IV.3.11. FREIN MOTEUR

Près de 70% des conducteurs utilisent le frein moteur de façon régulière et 12,6% déclarent n'y avoir jamais recours.

Utilisation du frein moteur	Nombre de personnes interrogées	Proportion
Régulière	149	69,6%
Occasionnelle	38	17,8%
Pas du tout	27	12,6%
Total	214	100%

Tableau 33 : Enquête particuliers - Utilisation du frein moteur

IV.3.12. HALTES DE COURTE DURÉE

La majorité (76,6%) des personnes interrogées déclare arrêter le moteur lors de haltes de courtes durées, et les 23,4% restants laissent tourner le moteur ce qui représente une pure perte d'énergie.

40,8% des personnes interrogées déclarent arrêter directement le moteur tandis que 35,8% attendent plus ou moins longtemps avant de le faire.

Temps de halte justifiant l'arrêt du moteur	Nombre de personnes interrogées	Proportion du sous-échantillon	Proportion de l'échantillon total
Immédiatement	87	53,3%	40,8%
< ou égal à 1 minute	35	21,1%	16,1%
Entre 1 et 2 minutes	18	11,2%	8,6%
Entre 2 et 3 minutes	11	6,6%	5%
> ou égal à 5 minutes	13	7,9%	6,1%
Total	164	100%	76,6%

Tableau 34 : Enquête particuliers - Temps de halte justifiant l'arrêt du moteur

IV.4. RESULTATS – ENQUETE AUPRES DES GARAGISTES

IV.4.1. PNEUS

Selon les professionnels interrogés, le pourcentage de véhicules qui se présentent avec des pneus sous-gonflés varie fortement. Aucune tendance générale n'est observée mais au vu des résultats de l'enquête il apparaît que c'est un problème fréquemment observé.

10% des personnes interrogées n'ont aucune idée de la proportion des véhicules qui leur sont confiés qui ont une pression des pneus insuffisante.

Proportion de voitures présentant des pneus sous-gonflés	Nombre de personnes interrogées	Proportion
< ou égale à 25%	8	20%
De 25% à 50%	11	27,5
De 51% à 75%	10	25%
> à 75%	7	17,5%
Aucune idée	4	10%
Total	40	100%

Tableau 35 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant des pneus sous-gonflés

37,5% des professionnels interrogés estiment que les véhicules présentant des pneus usés ne représentent pas plus de 25% de ceux qui leur sont confiés. A l'opposé, 52,5% estiment que plus de 25% des véhicules qui leur sont confiés présentent des pneus usés au-delà des limites autorisées. Enfin 10% n'ont aucune idée quant à la question.

Proportion de voitures présentant des pneus usés	Nombre de personnes interrogées	Proportion
< ou égale à 25%	15	37,5%
De 25% à 50%	17	42,5
De 51% à 75%	3	7,5%
> à 75%	1	2,5%
Aucune idée	4	10%
Total	40	100%

Tableau 36 : Enquête garagistes - Proportion de voitures présentant des pneus usés

La majorité (60%) des professionnels interrogés estime que parmi les véhicules qui leur sont confiés, ceux présentant un problème de géométrie ou d'équilibrage des roues ne représentent pas plus de 25%. Selon 7,5% d'entre eux, il n'y a aucun problème à ce niveau.

Proportion de voitures présentant un problème de géométrie ou d'équilibrage des pneus	Nombre de personnes interrogées	Proportion
0%	3	7,5%
< ou égale à 25%	24	60%
De 25% à 50%	6	15%
De 51% à 75%	2	5%
Aucune idée	5	12,5%
Total	40	100%

Tableau 37 : Enquête garagistes -
Proportion de voitures présentant un problème de géométrie ou d'équilibrage des pneus

Un problème de géométrie entrave la rotation libre des pneus autour de leurs axes, endommageant les pneus et occasionnant une surconsommation. Cela représente par ailleurs une question de sécurité dans la mesure où la tenue de route et la maniabilité du véhicule sont menacées.

Parallèlement, des roues déséquilibrées provoquent des secousses ou des vibrations dans le volant. Ces secousses raccourcissent la durée de vie des autres organes de suspension et produisent une usure inégale des pneus, ce qui augmente la consommation de carburant³⁰

IV.4.2. NIVEAU DES LIQUIDES

Huile moteur

47,5% des professionnels interrogés estiment que plus de 25% des véhicules qui leur sont confiés présentent un niveau d'huile moteur insuffisant. 5% n'ont aucune idée quant à la question.

Proportion de voitures présentant un niveau d'huile moteur insuffisant	Nombre de personnes interrogées	Proportion
0%	1	2,5%
< ou égale à 25%	18	45%
De 25% à 50%	10	25%
De 51% à 75%	6	15%
>75%	3	7,5%
Aucune idée	2	5%
Total	40	100%

Tableau 38 : Enquête garagistes -
Proportion de voitures présentant un niveau d'huile moteur insuffisant

³⁰ d'après l'Office de l'Efficacité Énergétique du Gouvernement Canadien
(<http://www.oe.e.mcan.gc.ca/transports/personnel/entretien/bon-sens-au-volant-entretien-vehicule.cfm?attr=8#transmission>)

Liquide de refroidissement

22,5% des personnes interrogées estiment que plus de 25% des véhicules qui leur sont confiés présentent un niveau de liquide de refroidissement insatisfaisant. 5% n'ont aucune idée quant à la question.

Le rôle du système de refroidissement est de maintenir le moteur à sa température optimale de fonctionnement. À d'autres températures, la consommation de carburant augmente, tout comme les émissions et l'usure du moteur.

Proportion de voitures présentant un niveau le liquide de refroidissement insuffisant	Nombre de personnes interrogées	Proportion
0%	4	10%
< ou égale à 25%	25	62,5%
De 25% à 50%	5	12,5%
De 51% à 75%	2	5%
>75%	2	5%
Aucune idée	2	5%
Total	40	100%

Tableau 39 : Enquête garagistes -
Proportion de voitures présentant un niveau le liquide de refroidissement insuffisant

Huile de transmission

12,5% des personnes interrogées estiment que plus de 25% des véhicules qui leur sont confiés présentent un niveau d'huile de transmission insatisfaisant. 7,5% n'ont aucune idée quant à la question.

Proportion de voitures présentant un niveau d'huile de transmission insuffisant	Nombre de personnes interrogées	Proportion
0%	13	32,5%
< ou égale à 25%	19	47,5%
De 25% à 50%	4	10%
De 51% à 75%	1	2,5%
Aucune idée	3	7,5%
Total	40	100%

Tableau 40 : Enquête garagistes -
Proportion de voitures présentant un niveau d'huile de transmission insuffisant

Liquide de servo-direction

7,5% des personnes interrogées estiment que plus de 25% des véhicules qui leur sont confiés présentent un niveau de liquide de servo-direction insatisfaisant. 5% n'ont aucune idée quant à la question.

Proportion de voitures présentant un niveau de liquide de servo-direction insuffisant	Nombre de personnes interrogées	Proportion
0%	12	30%
< ou égale à 25%	23	57,5%
De 25% à 50%	2	5%
De 51% à 75%	1	2,5%
Aucune idée	2	5%
Total	40	100%

Tableau 41 : Enquête garagistes -
Proportion de voitures présentant un niveau de liquide de servo-direction insuffisant

IV.4.3. ENTRETIEN

L'enquête réalisée au contrôle technique d'Evere a permis de relever une série de "mauvais" comportements en matière d'entretien du véhicule.

Ces "mauvais" comportements sont les suivants :

1. L'utilisation de carburant en mélange ou de "produits blancs",
2. Entretien insatisfaisant :
 - a. Des bougies,
 - b. Du filtre à air,
 - c. Des pneus,
 - d. De la gestion de l'injection,
 - e. Du pot catalytique, de la ligne d'échappement.
3. D'un point de vu plus général, l'absence d'entretien ou le non-respect des intervalles prescrits entre les entretiens.

Lors de l'enquête complémentaire réalisée auprès de concessionnaires de grandes marques automobiles et de petits garages, nous avons cherché à obtenir une classification par ordre de fréquence de tels comportements.

Les réponses obtenues ont bien évidemment varié selon qu'il s'agissait d'un concessionnaire ou d'un petit garage.

En effet, les concessionnaires s'occupent principalement de véhicules relativement neufs ainsi que de véhicules de société sous contrat de leasing.

Les petits garages, quant à eux, s'occupent généralement de véhicules plus âgés dont les propriétaires sont moins enclins à réaliser des réparations ou entretiens coûteux.

Cependant, deux "mauvais" comportements ont été plus fréquemment cités, il s'agit du mauvais entretien des bougies et du filtre à air.

En effet, si les bougies d'un moteur à essence sont usées ou défectueuses, le moteur connaît des ratés et l'essence ne brûle pas complètement. Outre le gaspillage d'essence qui se traduit par un rendement plus faible, il s'ensuit également des émissions, notamment d'hydrocarbures imbrûlés, plus abondantes.

Le filtre à air quant à lui retient la poussière et les saletés de l'air qui alimente le moteur et susceptibles de l'endommager. Un filtre à air sale réduit le rendement du moteur et augmente sa consommation de carburant. Selon l'Office de l'Efficacité Énergétique du Gouvernement Canadien, un filtre à air bouché peut augmenter la consommation de carburant de 10%.

Les concessionnaires ont également cité plus fréquemment la mauvaise gestion de l'injection.

Plus généralement, et toujours selon l'Office de l'Efficacité Énergétique du Gouvernement Canadien, un mauvais entretien peut augmenter jusqu'à 50% la consommation de carburant d'un véhicule et encore d'avantage ses émissions de gaz à effets de serre.

IV.5. CONCLUSIONS DES ENQUÊTES

IV.5.1. LES OBSERVATIONS FAITES AUPRÈS DES CONDUCTEURS

- La pression des pneus ne fait pas l'objet de suffisamment d'attention des utilisateurs.
- L'utilisation d'accessoires tel que fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit ne concerne qu'une personne sur huit. Le démontage intervient dans trois quarts des cas dans des délais raisonnables.
- Les informations produites par l'ordinateur de bord pourraient être sensiblement mieux exploitées.
- Les comportements en matière d'utilisation de l'air conditionné ne sont pas majoritairement mauvais mais pourraient être corrigés.
- Un quart seulement des automobilistes interrogées prétendent pratiquer une conduite de style doux. A l'opposé, un conducteur sur huit reconnaît pratiquer un style de conduite sportif. Le reste des conducteurs juge "normal" leur style de conduite.
- Pour les utilisateurs des voitures à moteur à essence, une personne sur trois ne passe pas les vitesses selon les recommandations de l'"éco-driving". Cette proportion passe à 42% pour les utilisateurs des véhicules à moteur diesel.
- Au démarrage du moteur, plus d'une personne sur cinq a la mauvaise habitude de donner des gaz, et plus de deux personnes sur cinq font chauffer leur moteur avant de partir pendant des durées variant de deux à cinq minutes.
- Le frein moteur apparaît comme utilisé de manière relativement systématique. Plus de 70% des conducteurs déclarent y avoir recours régulièrement.
- Enfin, les trois quarts des conducteurs déclarent arrêter le moteur au cours de haltes de courte durées et ce plus ou moins rapidement.

IV.5.2. LES OBSERVATIONS FAITES AUPRÈS DES CONCESSIONNAIRES ET GARAGISTES

- Le gonflage insuffisant des pneumatiques est trop fréquent (environ une voiture sur deux).
- L'usure des pneumatiques est un défaut fréquemment cité.
- Les problèmes de géométrie ou d'équilibrage des roues sont moins fréquents.
- Le niveau des liquides ne semble pas constituer un réel problème, sans pour autant être totalement satisfaisant.
- En matière d'entretien, les problèmes les plus fréquemment cités ont trait à l'entretien des bougies (moteur à essence), du filtre à air et de l'injection.

V. CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS

V.1. PRÉAMBULE MÉTHODOLOGIQUE

S'appuyant sur une littérature abondante en la matière, l'intérêt de cette étude repose sur les spécificités suivantes :

contexte urbain :

les recommandations issues de cette étude sont adaptées au contexte urbain de la Région de Bruxelles-Capitale où elles seront relayées ;

combinaison démarrage à froid – conduite sportive :

s'agissant de la Région de Bruxelles-Capitale et des trajets relativement courts qui y sont généralement effectués, l'influence d'une conduite sportive combinée à un moteur froid a été étudiée;

tests réels :

pour rendre compte de l'impact d'un style de conduite sportive sur la consommation de carburant d'un moteur chaud et froid, des essais ont été réalisés sur des itinéraires sélectionnés au sein de la Région de Bruxelles-Capitale, représentant au mieux ses spécificités.

V.2. L'AUTOMOBILISTE

Conclusion 1 : adopter un style de conduite "éco-drive" représente une économie de carburant de 20 à 40%

Des résultats de l'enquête réalisée auprès des automobilistes, il ressort que :

- un automobiliste sur quatre pratique une conduite douce
- un conducteur sur huit pratique une conduite sportive ;
mais un utilisateur de voiture à essence sur trois passe le rapport supérieur au-delà de 2500 tours/minute et 42% des utilisateurs de voitures diesel passent au rapport supérieur à un régime supérieur à 2000 tours/minute ;
- les autres conducteurs qualifient leur conduite de normale.

Il est donc utile de communiquer aux conducteurs les recommandations suivantes:

- Maintenir une vitesse stable, adoptant le plus haut rapport possible;
- Engager le rapport supérieur le plus rapidement possible, c'est-à-dire :
 - ↳ pour les motorisations essence : à moins de 2500 tours/minute,
 - ↳ pour les motorisations diesel : à moins de 2000 tours/minute.

En particulier pour les conducteurs sportifs, il est important de mettre en évidence que le pouvoir d'accélération est souvent plus élevé à 3000 tours/minute qu'à 4000 tours/minute.

Par contre, comme 70% des personnes interrogées utilise le frein moteur, cette recommandation, malgré sa pertinence, ne doit pas être portée en tête de liste.

Conclusion 2 : Il est préférable de démarrer tout de suite et en douceur

Malgré l'obsolescence de ces comportements en raison de l'évolution des technologies, plus d'un automobiliste sur cinq a la mauvaise habitude de donner des gaz au démarrage du moteur, et plus de deux personnes sur cinq font chauffer leur moteur avant de partir pendant des durées variant de deux à cinq minutes.

- Démarrer sans donner de gaz et s'engager directement dans la circulation sans brusquer le moteur est la meilleure manière de le faire chauffer, sans consommation inutile ni sollicitation inconsidérée des pièces mécaniques.

Concernant les haltes de courte durée, comme les trois quarts des conducteurs déclare arrêter le moteur, il n'est pas prioritaire de communiquer à ce sujet

Conclusion 3 : utiliser rationnellement l'air conditionné

Les comportements en matière d'utilisation de l'air conditionné ne sont pas majoritairement mauvais mais pourraient être corrigés, faisant appel au bon sens

- ➔ Utiliser rationnellement l'air conditionné, quand cela s'avère appréciable et après avoir combattu la surchauffe par aération, sans susciter de choc thermique au sortir du véhicule;
- ➔ Eviter de régler la température de refroidissement à une température basse (18°C);
- ➔ Faire fonctionner régulièrement (1 minute toutes les semaines) le système pour éviter les fuites de gaz nocifs pour la couche d'ozone.

V.3. LE VÉHICULE

Conclusion 4 : veiller à la pression des pneus

Un manque de pression de 0,14 bar génère une surconsommation de 1%.

Bien que l'influence de ce paramètre sur la consommation soit indiscutable, l'attention consacrée aux pneus est insuffisante, qu'il s'agisse du gonflage ou de l'usure.

- ➔ Vérifier la pression des pneus tous les mois :
Des pneus bien gonflés évitent de surconsommer, préviennent l'usure prématurée et augmentent la sécurité.

Il serait peut être utile d'associer les stations services dans une action visant à faciliter le contrôle de la pression des pneus.

Conclusion 5 : une voiture mal entretenue peut consommer jusqu'à 50% de plus

En matière d'entretien, les problèmes les plus fréquemment cités ont trait à l'état des bougies, du filtre à air et de l'injection. Ils concernent vraisemblablement surtout les 16% des personnes qui font elles-mêmes l'entretien (la vidange) ou qui ne font rien tant que la voiture roule.

- ➔ Veiller à l'état des bougies d'allumage, du filtre à air et de l'injection.

Les problèmes de géométrie ou d'équilibrage des roues sont moins fréquents. Le niveau des liquides ne semble pas constituer un réel problème, sans pour autant être totalement satisfaisant.

Conclusion 6 : éviter de surcharger le véhicule

- ➔ Eviter les chargements inutiles qui représentent une dépense toute aussi inutile de carburant.

Par contre, la surconsommation imputable aux dispositifs de chargement doit être fortement relativisée du fait du contexte urbain. En effet, si ce paramètre peut avoir une influence non négligeable sur la consommation sur autoroute, ce paramètre a une influence nettement plus modérée en ville, d'autant que l'utilisation d'accessoires tel que fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit ne concerne qu'une personne sur huit, et que le démontage intervient dans trois quarts des cas dans des délais raisonnables.

VI. ANNEXES

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Carnet Air de l'IBGE – données de base pour le plan –
Fiche 53: Inventaire d'émissions atmosphériques liées au
secteur des transports routiers : modèle COPERT

ANNEXE 2 : Table de Student

ANNEXE 3 : Résultats des essais à chaud

ANNEXE 4 : Résultats des essais à froid

ANNEXE 5 : Questionnaires d'enquêtes destinés à identifier les
"mauvais comportements" prévalant en Région de Bruxelles-
Capitale

ANNEXE 1 :

Carnet Air de l'IBGE – données de base pour le plan – Fiche 53:
Inventaire d'émissions atmosphériques liées au secteur des
transports routiers : modèle COPERT

ANNEXE 2 : Table de Student

p.	0,1	0,05	0,02	0,01
DDL				
1	6,314	12,706	31,821	63,657
2	2,920	4,303	6,965	9,925
3	2,353	3,182	4,541	5,841
4	2,132	2,776	3,747	4,604
5	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,697	2,042	2,457	2,750
40	1,684	2,021	2,423	2,704
60	1,671	2,000	2,390	2,660
Infini	1,645	1,960	2,326	2,576

ANNEXE 3 : Résultats des essais à chaud

Nuit 1 - Essence 1					Nuit 2 - Essence 1					Nuit 3 - Essence 1				
Conduite eco drive		Conduite sportive			Conduite eco drive		Conduite sportive			Conduite eco drive		Conduite sportive		
Tour	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Tour	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Tour	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	7.1	32	10.3	36	1	7.7	27	10.7	39	1	7.6	32	8.9	36
2	6.6	37	8.5	43	2	7	36	11.3	39	2	7.3	35	8.4	45
3	7	30	8.8	43	3	7.2	29	11.1	41	3	7.7	32	8.7	38
4	6.8	33	8.8	44	4	7.1	29	10.8	42	4	7.8	30	9.8	33
5	6.7	36	8.8	43	5	7.5	28	10.8	40	5	7.7	30	9.1	43
6	7.4	26	9.8	43	6	7.2	31	10.8	41	6	7.6	35	8.5	43
7	6.5	38	9.7	43	7	6.8	32	10.8	41	7	7.7	33	8.6	39
8	7.1	36	9.7	42	8	6.7	32	10.6	40	8	7.5	36	8.1	39
9	6.3	40	10.6	42	9	8.8	34	9.1	31	9	8.9	29	10.3	37
10	6.8	37	10.4	43	10	8.2	32	8.8	41	10	7.9	35	10	39
11	7.6	31	9.9	43	11	8.1	29	8.7	44	11	8.1	32	11	29
12	7.4	33	9.7	37	12	7.7	29	9.1	43	12	7.7	32	9.3	42
13	7.3	33	10.2	37	13	7.8	32	9.2	44	13	7.5	32	10	37
14	7.6	31	10.7	34	14	7.9	30	8.8	42	14	7.9	26	9.2	42
15	6.5	39	9.8	32	15	7.7	33	8.5	44	15	7.7	33	9.1	41
16	7.2	33	9.7	32	16	7.4	37	8.6	40	16	7.3	37	9.1	43
Moyenne	6.99	34.06	9.71	39.81	Moyenne	7.55	31.25	9.86	40.75	Moyenne	7.74	32.44	9.26	39.13
	Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1	
Moyenne	6.99		9.71		Moyenne	7.55		9.86		Moyenne	7.74		9.26	
Ecart type	0.41		0.68		Ecart type	0.55		1.07		Ecart type	0.37		0.78	
Variance échantill	0.17		0.46		Variance échantill	0.31		1.13		Variance échantill	0.14		0.61	
Test t de student	17.17				Test t de student	9.33				Test t de student	8.12			

Nuit 1 - Diesel 1					Nuit 2 - Diesel 1					Nuit 3 - Diesel 1				
Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive		Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive		Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive	
	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)		Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)		Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	6.5	27	7	36	1	4.5	31	7.2	39	1	5.4	30	6.4	35
2	5.4	35	7.5	48	2	5.3	32	6.4	48	2	5.3	32	6	41
3	5.4	33	6.6	47	3	5.2	32	7.1	41	3	5	35	5.9	41
4	5.2	33	7.4	35	4	5.2	28	7.3	41	4	5.4	33	6.1	41
5	5	36	6.5	41	5	4.9	32	8	41	5	5.3	31	7.2	35
6	5.4	31	6.5	40	6	4.8	32	7.8	40	6	5.1	31	6.4	40
7	4.8	31	6.4	42	7	5	27	6.8	40	7	5.4	30	6	40
8	4.8	32	7.1	40	8	5.1	33	6.8	37	8	4.9	32	6.5	35
9	4.8	32	6.8	39	9	5.2	34	7.5	32	9	5.6	28	6.3	36
10	5	32	7.6	38	10	5.6	32	6.2	42	10	4.7	37	6.1	39
11	5.4	35	7.1	41	11	5	37	6.7	37	11	4.5	38	6.2	37
12	4.7	34	6.8	35	12	4.6	38	6.9	37	12	4.6	36	6	38
13	5.2	33	6.9	34	13	4.5	37	7.1	38	13	4.9	35	5.7	45
14	4.5	37	6.7	36	14	4.6	33	6.9	31	14	4.9	32	6.6	38
15	4.4	36	7.3	36	15	4.7	33	6.5	37	15	5	36	6.3	39
16	4.5	38	6.9	32	16	4.4	36	6.8	48	16	4.8	35	6.4	42
Moyenne	5.06	33.44	6.94	38.75	Moyenne	4.91	32.94	7.00	39.31	Moyenne	5.05	33.19	6.26	38.88
	Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1	
Moyenne	5.06		6.94		Moyenne	4.91		7.00		Moyenne	5.05		6.26	
Ecart type	0.51		0.37		Ecart type	0.34		0.48		Ecart type	0.32		0.35	
Variance échantill	0.27		0.14		Variance échantill	0.12		0.23		Variance échantill	0.10		0.12	
Test t de student	24.88				Test t de student	18.36				Test t de student	14.97			

Nuit 1 - Diesel 2					Nuit 2 - Diesel 2					Nuit 3 - Diesel 2				
Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive		Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive		Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive	
	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)		Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)		Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	4.6	32	8.5	35	1	5.6	20	7	42	1	6.2	22	6.8	35
2	4.5	35	7.2	43	2	4.7	32	7.1	39	2	5.4	32	6.7	43
3	4.5	34	7.2	43	3	4.6	32	6.5	38	3	5.6	32	6.7	42
4	4.8	28	6	43	4	4.7	30	7.1	36	4	5.2	33	7.1	41
5	4.5	34	6.1	45	5	5.3	27	6.6	38	5	5.2	32	6.6	42
6	4.6	34	6.7	44	6	4.9	31	6.4	39	6	5.1	33	7.2	37
7	5.2	33	6.6	43	7	5.1	29	6.9	42	7	5.3	29	6.4	41
8	4.8	37	7.1	38	8	4.5	31	6.9	42	8	5.1	32	7.1	38
9	4.4	38	7.6	36	9	4.7	29	7.6	30	9	5.6	30	6.5	38
10	5.3	32	7.7	44	10	4.8	35	6.6	46	10	5.5	31	6.6	40
11	4.9	36	7.7	43	11	4.8	28	6.8	37	11	4.9	37	6.5	39
12	5	33	7.5	38	12	4.9	31	7.7	34	12	4.8	36	6.6	38
13	5.2	31	8	37	13	5.3	28	5.9	48	13	4.7	39	5.6	46
14	4.7	38	9	31	14	5.5	32	8.1	41	14	4.9	34	7.8	34
15	5.6	34	7.9	33	15	4.9	29	6.4	43	15	4.5	37	6.3	41
16	5	38	9.4	31	16	5.2	32	6.8	42	16	4.6	25	6.6	39
Moyenne	4.85	34.19	7.51	39.19	Moyenne	4.97	29.75	6.90	39.81	Moyenne	5.16	32.13	6.69	39.63
	Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1	
Moyenne	4.85		7.51		Moyenne	4.97		6.90		Moyenne	5.16		6.69	
Ecart type	0.34		0.94		Ecart type	0.33		0.55		Ecart type	0.44		0.47	
Variance échantillons	0.12		0.89		Variance échantill	0.11		0.30		Variance échantill	0.19		0.22	
Test t de student	11.65				Test t de student	14.80				Test t de student	14.39			

Nuit 1 - Essence 2					Nuit 2 - Essence 2					Nuit 3 - Essence 2				
Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive		Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive		Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive	
	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)		Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)		Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	7.9	31	10.8	43	1	7.9	24			1	7.9	30	9.4	42
2	7.3	37	12	37	2	7.6	32	11.2	45	2	7.8	35	8.9	44
3	7.4	36	10.9	42	3	8.1	29	10.3	45	3	8.4	33	7.3	38
4	7.6	33	10	42	4	7.4	37	10.8	42	4	8.5	27	9.4	36
5	7.5	33	10.5	42	5	7.5	37	10.3	42	5	7.8	34	9.1	43
6	8	32	9.8	41	6	8.5	29	10.9	42	6	8	35	9	42
7	7.3	37	8.8	39	7	8.4	30	10.6	46	7	7.9	34	9.5	41
8	7.2	34	10.2	42	8	7.8	37	10.8	43	8	7.8	38	9	39
9	7.3	34			9	8.9	31	8.4	49	9	8.8	33	9.8	38
10	7.2	37			10	8.8	38	9.4	41	10	8.2	34	8.2	40
11	9.5	36			11	8.4	39	9.1	42	11	8.5	35	9.4	39
12	8.8	32			12	7.5	43	10.8	36	12	8.4	32	9.4	40
13	7.8	34			13	8.3	38	8.9	48	13	7.9	32	9.2	37
14	8.1	40			14	8.3	38	8.6	49	14	8.5	25	8.6	42
15	8	38			15	8	38	9.7	27	15	8	41	9.2	42
16	8	39			16	8.3	38	9.9	42	16	8.2	33	9.4	41
Moyenne	7.81	35.19	10.38	41.00	Moyenne	8.11	34.88	9.98	42.60	Moyenne	8.16	33.19	9.05	40.25
	Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1	
Moyenne	7.81		10.38		Moyenne	8.11		9.98		Moyenne	8.16		9.05	
Ecart type	0.63		0.93		Ecart type	0.46		0.91		Ecart type	0.32		0.60	
Variance échantill	0.39		0.87		Variance échantill	0.21		0.84		Variance échantill	0.10		0.36	
Test t de student	8.41				Test t de student	8.70				Test t de student	6.15			

ANNEXE 4 : Résultats des essais à froid

DIESEL 1 - REFERENCE					DIESEL 2 - REFERENCE				
Conduite eco drive		Conduite sportive			Conduite eco drive		Conduite sportive		
Tour	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Tour	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	8.9	20	12.1	27	1	7.2	28	9.6	20
2	8.4	26	9.8	29	2	7.1	30	11.1	26
3	9.5	23	11.1	25	3	7.1	28	11.1	35
4	8.2	24	8.7	27	4	7.3	31	9.8	34
5	8.7	24	10.5	29	5	6.9	26	11.2	30
6	8.4	25	10.5	29	6	7.1	28	11.6	34
7	8.6	26	12.3	22	7	6.3	30	10	37
8	8.4	22	10.9	27	8	6.4	30	9.6	37
9	9.3	21	11.2	26	9	6.7	28	9.7	35
10	7.6	25	11.8	23	10	6.2	27	11.2	32
Moyenne	8.60	23.60	10.89	26.40	Moyenne	6.83	28.60	10.49	32.00
	Observations 2		Observations 1			Observations 2		Observations 1	
Moyenne	8.60		10.89		Moyenne	6.83		10.49	
Ecart type	0.55		1.09		Ecart type	0.40		0.81	
Variance échantill	0.30		1.19		Variance éc	0.16		0.66	
Test t de student	7.27			Test t de student	15.25				

ESSENCE 1 - REFERENCE				
Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive	
	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	12.2	11	14.9	29
2	11.7	26	16.6	30
3	13	19	16.3	30
4	11.4	24	15.6	33
5	12.8	20	17	29
6	11.2	23	15.9	29
7	10.4	28	15.7	32
8	10.9	27	17	27
9	10.7	23	16.7	25
10	10.2	24	14.8	28
Moyenne	11.45	22.50	16.05	29.20
	Observations 2		Observations 1	
Moyenne	11.45		16.05	
Ecart type	0.97		0.80	
Variance éc	0.94		0.65	
Test t de student	28.65			

ESSENCE 2 - REFERENCE				
Tour	Conduite eco drive		Conduite sportive	
	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation moyenne l/100 km	Vitesse moyenne (km/h)
1	15.2	26	19.9	20
2	13.9	28	15.4	29
3	11.8	26	16.5	32
4	11.4	25	17.2	30
5	12.1	27	15.8	34
6	10.4	23	16.8	29
7	10.3	26	15.5	32
8	10.8	27	17.4	33
9	12.8	27	18.4	30
10	10.2	24	14.7	34
Moyenne	11.89	25.90	16.76	30.30
	Observations 2		Observations 1	
Moyenne	11.89		16.76	
Ecart type	1.66		1.56	
Variance échantill	2.77		2.42	
Test t de student	22.58			

Consommation moyenne							Vitesse moyenne					
Tour	Conduite Eco-drive			Conduite sportive			Conduite Eco-drive			Conduite sportive		
	Diesel 2	Essence 1	Diesel 1	Diesel 2	Essence 1	Diesel 1	Diesel 2	Essence 1	Diesel 1	Diesel 2	Essence 1	Diesel 1
1					17.9						25	
1		12.3			17.6	12.1		19			19	19
2		10.6				11.4		21				27
1				8.6						19		
2				8.4						33		
1	6.5		7.1				16		21			
2	5.8		6.1				23		24			
3	6.7		5.9				13		24			
1		11.7						17				
2		8.9						20				
1	5.4		7.7	8.8		11.5	21		18	28		27
2	4.9		7	9.1		10.2	23		19	27		33
3	4.7		7.1				23		16			
1				11	16.8	11.9				16	25	22
1					19.3						17	
1			6.7	9.3		13.2			29	22		16
2			5.9	9.3		12.9			23	26		34
1	6.9		7.4				28		20			
2	6.2		6.4				29		19			
3	6.8		6.7				29		19			
4	6.1						30					
1		11.9	8.6	8		11.5		12	22	14		35
2		8.9	7.4	7.7		10.2		29	27	34		35
1		10.4			14.6			18			24	
1	6.6						21					
2	5.5						20					
3	4.8						23					
4	5					- 81 -	22					

ANNEXE 5 :

Questionnaires d'enquêtes destinés à identifier les "mauvais comportements" prévalant en Région de Bruxelles-Capitale

Questionnaire utilisateur

Questionnaire garagiste

Questionnaire complémentaire garagiste - concessionnaire

QUESTIONNAIRE UTILISATEUR

Nom de l'enquêteur : _____	N° de l'enquête : _____
Date : _____	Lieu : _____
Heure : _____	

Bonjour,

Nous réalisons une étude pour l'Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement sur l'impact environnemental des différents styles de conduite en voiture.

Puis-je vous poser rapidement quelques questions ?

1. **Etes-vous l'utilisateur habituel de cette voiture ?** (1) Oui (2) Non

Si oui, question 2

Si non, êtes vous garagiste ? (1) Oui (2) Non

Si oui, questionnaire « Garagiste »

Si non, fin du questionnaire.

2. **Quelle est le type de carburant ?**

- (1) Essence 95 octane (2) Essence 98 octane
 (3) Diesel (4) LPG

Si LPG, fin du questionnaire

Si autre, question 3

3. **Quelle est le modèle de votre voiture ?**

Marque :
 Cylindrée : (cc/ litres)
 Année de 1^{ère} mise en service :

4. **Sur quelle base procédez-vous à l'entretien de votre voiture ?**

- (1) Carnet d'entretien du constructeur (2) Consignes du garagiste
 (3) En cas de problème (4) Autre :

5. **À quelle fréquence vérifiez-vous la pression de vos pneus ?**

.....

6. **Utilisez-vous un fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit ?**

- (1) Oui (2) Non

Si oui, après usage, démontez-vous cet accessoire ?

- (1) Immédiatement ou le lendemain (2) Après quelques jours
 (3) Après une semaine ou plus (4) Jamais

7. Votre voiture est-elle équipée d'un ordinateur de bord permettant de contrôler votre consommation en carburant ?

- (1) Oui (2) Non

Si oui, l'indication de la consommation a-t-elle une influence sur votre conduite ?

- (1) Oui (2) Non

8. Votre voiture est-elle équipée de l'air conditionné ? (1) Oui (2) Non

Si oui :

8.1. À quelles périodes l'utilisez-vous ?

- (1) Uniquement durant les périodes de forte chaleur
 (2) Plus couramment, du printemps jusqu'à l'automne
 (3) Toute l'année

8.2. Utilisez-vous l'air conditionné pour des trajets de courte durée (moins de 5 minutes) ?

- (1) Oui (2) Non

8.3. Sur quelle base réglez-vous la température de consigne ?

- (1) température fixe de°C
 (2) température fixe de°C tant que la différence de température avec l'extérieur n'excède pas °C
 (3) pas de règle

8.4. Comment procédez-vous si votre véhicule est resté stationné longtemps au soleil ?

- (1) vous enclenchez directement l'air conditionné toutes fenêtres fermées
 (2) vous enclenchez directement l'air conditionné toutes fenêtres ouvertes
 (3) vous ouvrez les fenêtres et n'enclenchez l'air conditionné qu'une fois évacué le surplus de chaleur emmagasiné

9. A quelle vitesse de croisière roulez-vous sur :

- 9.1. Sur le ring : km/h
 9.2. Sur les grands axes (ex : petite ceinture): km/h
 9.3. Dans les rues de quartier : km/h

10. Estimez-vous avoir un type de conduite :

- (1) Sportive (2) Normale (3) Douce

11. À quel régime passez-vous la vitesse supérieure ? tours par minute

(Le cas échéant, à quelle vitesse ? km/h)

12. Lors du démarrage du moteur, avez-vous l'habitude d'actionner la pédale d'accélérateur ?

- (1) Oui (2) Non

13. Avez-vous l'habitude de faire chauffer votre moteur avant de démarrer ?

- (1) Oui (2) Non

Si oui :

13.1. Pendant combien de temps ? Minutes

13.2. Pour quel motif ?

- (1) Chauffer l'habitacle (2) Dégivrer les vitres
 (3) Chauffer le moteur (4) Autre :

14. Utilisez-vous votre frein moteur pour ralentir votre voiture ?

- (1) Oui, régulièrement (2) Oui, occasionnellement (3) Non

15. Lors de vos déplacements, quand vous êtes arrêté pour une courte période (ex. : attendre quelqu'un, arrêt devant un passage à niveau, file à une station-service..) arrêtez-vous votre moteur ?

- (1) Oui (2) Non

Si oui, après combien de temps :

.....

16. Afin de passer le contrôle technique, avez-vous au préalable fait vérifier votre voiture par un spécialiste ?

- (1) Oui (2) Non

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION ET BONNE JOURNEE

QUESTIONNAIRE GARAGISTE

Nom de l'enquêteur : _____ N° de l'enquête : _____
 Date : _____ Lieu : _____
 Heure : _____

Bonjour,

Nous réalisons une étude pour l'Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement sur l'impact environnemental des différents styles de conduite en voiture.

A ce titre, nous voudrions connaître quels sont les « mauvais comportements » les plus fréquemment rencontrés en terme d'entretien du véhicule.

Puis-je vous poser rapidement quelques questions ?

1. Sur quelle base votre clientèle procède t-elle à l'entretien de son véhicule ?

- Carnet d'entretien du constructeur Vos consignes
 En cas de problème Autre :

2. L'entretien correct d'un véhicule implique de réaliser les entretiens intermédiaires et les révisions approfondies au kilométrage indiqué dans le carnet d'entretien du véhicule.

Par rapport à ces règles, comment répartiriez-vous votre clientèle ?

- % respectent scrupuleusement ces règles
 % respectent plus ou moins ces règles (ex. : oublie de temps à autre une visite)
 % ne respectent pas du tout ces règles

_____ 100 %

3. Selon votre expertise, quels sont les mauvais comportements les plus fréquemment rencontrés en terme d'entretien du véhicule qui engendrent une sur-consommation de carburant ?

4. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, pourriez-vous nous indiquer quel pourcentage de véhicules présentent des :

- a. pneus sous-gonflés :%
- b. pneus usés :%
- c. pneus anormalement usés (résultant d'un problème de géométrie ou d'équilibrage des roues) :%

5. Réalisez-vous la permutation des pneus lors de vos entretiens ?

Oui Non

Si oui, tous les combien de km ?km

6. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, quel est le pourcentage de véhicule qui présentent des niveaux de liquide insatisfaisants ?

Liquide	Pourcentage de véhicule présentant un niveau insatisfaisant
Huile moteur%
Liquide re refroidissement%
Huile à transmission%
Liquide de servodirection%

7. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, quel est le pourcentage de véhicule muni d'un fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit ?

.....%

8. Parmi les réparations que vous réalisez, quelles sont celles les plus fréquemment rencontrées qui résultent d'une négligence d'entretien du véhicule par le propriétaire ?

9. Si cela s'avère nécessaire, seriez-vous disposez ultérieurement à répondre à des questions par téléphone ?

Oui Non

Si oui, pouvez-vous me donner vos coordonnées :

Nom du garage :

Adresse du garage :

Personne de contact :

N° de téléphone :

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION ET BONNE JOURNEE

QUESTIONNAIRE COMPLEMENTAIRE GARAGISTE-CONCESSIONNAIRE

Nom de l'enquêteur : _____	Date : _____
Nom société : _____	
Type d'activité : <input type="checkbox"/> Concessionnaire <input type="checkbox"/> Garage officiel <input type="checkbox"/> Garage indépendant	

1. En moyenne, combien de véhicules passent par mois par votre atelier ?

.....

2. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, pourriez-vous détailler la part des véhicules (en %) sont présentés sur base :

- Du carnet d'entretien du constructeur :
- De vos recommandations :
- En cas de problème :
- Autre :..... 100%

3. L'entretien correct d'un véhicule implique de réaliser les entretiens intermédiaires et les révisions approfondies au kilométrage indiqué dans le carnet d'entretien du véhicule.

Par rapport à ces règles, comment répartiriez-vous votre clientèle ?

- % respectent scrupuleusement ces règles
- % respectent plus ou moins ces règles (ex. : oublie de temps à autre une visite, ne respecte pas bien les intervalles kilométriques prescrits)
- % ne respectent pas du tout ces règles
- 100%

4. Voici ci-dessous quelques mauvais comportements rencontrés en terme d'entretien du véhicule et qui donnent lieu à une sur-consommation de carburant. Pour les véhicules qui vous sont confiés, pourriez-vous nous indiquer, parmi ces comportements, ceux que vous rencontrez le plus fréquemment et les classer ?

1. Carburant (mélange, marque blanche)	Les plus fréquemment rencontrés (cochez)	Classer par ordre croissant d'importance
2. Mécanique de la voiture :		
- Bougies
- Filtre à air
- Gestion de l'injection
- Pot catalytique - ligne d'échappement
- Pneus (sous-gonflés)
3. Entretiens		
- En retard
- Manque d'entretien général
1. Autre :		

5. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, pourriez-vous nous indiquer quel pourcentage de véhicules présentent :

- a. Des pneus sous-gonflés :%
- b. Des pneus usés :%
- c. Un problème de géométrie :%
- d. Un mauvais équilibrage des roues :%

6. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, quel est le pourcentage de véhicule qui présentent des niveaux de liquide insatisfaisants ?

Liquide	Pourcentage de véhicule présentant un niveau insatisfaisant
Huile moteur%
Liquide de refroidissement%
Huile à transmission%
Liquide de servodirection%

7. Parmi les véhicules qui vous sont confiés, quel est le pourcentage de véhicules munis d'un fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit ?

.....%

8. Si cela s'avère nécessaire, seriez-vous disposés ultérieurement à répondre à des questions par téléphone ?

- Oui Non

Si oui, pouvez-vous me donner vos coordonnées :

Nom du garage :

Adresse du garage :

N° de téléphone :

Personne de contact :