

Annexe 1 : définition des termes utilisés dans notre requête

Accidentologie : discipline étudiant les accidents.

Accidentalité : taux exprimant la fréquence des accidents comme la mortalité exprime le nombre de morts observés dans une population. La référence peut être le nombre d'accidents survenant pendant une durée déterminée, par exemple l'année, dans un pays avec une référence soit au nombre d'habitants, soit aux kilomètres parcourus. Les assureurs utilisent le terme de sinistralité dans le même sens.

Distribution des vitesses : expression de la proportion de véhicules dont la vitesse de circulation se situe dans un intervalle donné.

Risque routier : probabilité de survenue d'un événement dommageable pour un usager de la route, il peut s'agir du risque d'accident, de blessure ou de décès. Comme l'accidentalité, il peut s'exprimer avec des références très diverses, le risque peut être rapporté à la population d'un pays, la population exposée au risque, le kilométrage parcouru, il peut également se calculer en fonction des types de voies ou des véhicules utilisés. Le niveau de risque est déterminé par un ensemble de facteurs, notamment la vitesse qui est liée au risque par une fonction exponentielle.

Vitesse : longueur sur laquelle un mobile se déplace pendant l'unité de temps. Elle s'exprime en mètres par seconde ou plus couramment en kilomètres par heure (km/h) dans le champ de la sécurité routière. La notion de vitesse est différente de la notion d'accélération, qualifiée parfois de « reprise » dans le langage courant, qui caractérise une variation de vitesse pendant l'unité de temps et s'exprime donc en mètres par seconde par seconde (m/s/s).

Vitesse de circulation : c'est celle à laquelle un véhicule se déplace sur une route. Elle est limitée par la réglementation à 50, 90, 110 ou 130 Km/h suivant que l'on est en agglomération, sur le réseau ordinaire, sur une voie rapide à chaussées séparées ou sur autoroute.

Vitesse moyenne : somme des vitesses d'un ensemble de véhicules, divisée par leur nombre. Cet indicateur doit tenir compte de la méthode de mesure, les résultats sont légèrement différents quand on mesure la vitesse moyenne sur un segment de voie et quand on fait le calcul à partir des vitesses instantanées mesurées en un point.

Vitesse de collision ou vitesse à l'impact : vitesse d'un véhicule au moment où il heurte un obstacle. Elle est habituellement inférieure à la vitesse de circulation, le conducteur ayant freiné quand il a perçu le risque de collision.

Vitesse résiduelle : un véhicule peut ne pas annuler totalement sa vitesse après avoir heurté un obstacle (fixe ou mobile), en particulier quand il l'aborde avec un angle aigu (glissière de sécurité), après le choc il conserve alors une vitesse résiduelle.

Variation de vitesse : différence entre la vitesse de circulation et la vitesse résiduelle. Elle est importante en accidentologie car l'étude des déformations des

véhicules accidentés permet de la déterminer avec une assez bonne précision permettant d'établir la relation entre le risque de blessure ou de mort et la variation de vitesse. C'est par une commodité de langage que les accidentologues utilisent l'expression dans ce sens précis. Dans un accident il y a en réalité trois variations de vitesses successives. La première est la différence entre la vitesse de circulation et la vitesse à l'impact, elle peut s'évaluer à partir des traces de freinage ou de ripage, et des caractéristiques de surface de la chaussée. La seconde est la variation de vitesse des accidentologues, évaluée à partir des déformations des véhicules et de leur masse si plusieurs véhicules sont impliqués. La troisième est égale à la vitesse résiduelle, puisqu'elle exprime la variation de vitesse entre la fin de la phase de déformation et l'arrêt complet du véhicule.

Annexe 2

Analyse effectuée en 2002 par Frith et Patterson du risque lié à la vitesse avec une référence particulière à l'étude de Solomon de 1964.

SPEED VARIATION, ABSOLUTE SPEED AND THEIR CONTRIBUTION TO SAFETY, WITH SPECIAL REFERENCE TO THE WORK OF SOLOMON

W J Frith and T L Patterson
Research and Statistics, Land Transport Safety Authority

Extraits de passages de cet article d'origine néo-zélandaise qui reprend et analyse les données de la littérature concernant les relations entre les vitesses et le risque dans différentes conditions de circulation, pour différents types d'accidents (à un seul véhicule, entre deux véhicules en intersection, par choc avant-arrière etc). Le but est notamment de préciser le rôle de la distribution des vitesses qui est un objet actuel de débat, notamment aux USA où certains Etats ont pris la décision d'uniformiser les vitesses maximales sur les autoroutes pour les poids lourds et les véhicules légers, afin de réduire la dispersion de vitesse et donc le risque d'interaction accidentelle entre les différents types de véhicules, les dépassements devenant plus rare. Parmi les données de la littérature analysées, les auteurs reprennent en détail les résultats de l'étude réalisée aux USA par Solomon en 1964 et qui constitue une des premières documentations de la relation quantitative entre la vitesse de circulation et le risque).

Les passages en italique sont des traductions du texte original.

Les formes de variation de la vitesse

La mesure de la vitesse produit une distribution dont un exemple est reproduit dans la figure 1 ci-dessous. Les paramètres de la distribution tels que les percentiles, la vitesse moyenne et l'écart-type sont souvent précisés.

The types of speed variation

When speed is measured the typical outputs are a speed distribution. A typical example is Figure 1 below. The parameters of the distribution, such as percentiles, mean speed and standard deviation are also often quoted.

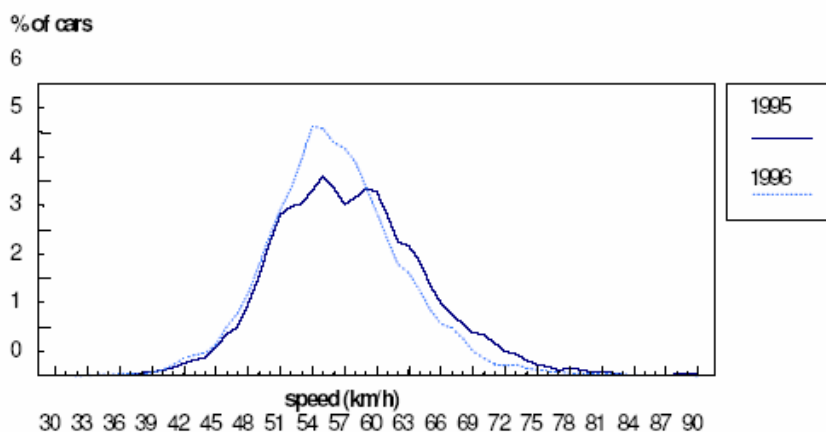


Figure 1. Estimated urban speed distributions 1995 and 1996¹

Les données de Salomon concernaient 10 000 accidents survenus entre 1955 et 1958 sur des « highways », elles ont été comparées à un groupe témoin de 290 000 véhicules passant par des points situés sur ces mêmes voies.

Cette reprise par Frith et Patterson des données de Salomon a approfondi les conditions d'interprétation des études publiées, en distinguant notamment les différentes conditions de mesure de la vitesse. Quand des groupes de véhicules circulent ensemble à la même vitesse, seul le premier d'entre eux a fait réellement le choix de sa vitesse de circulation. Il faut donc distinguer une vitesse libre et une vitesse contrainte par le flux de circulation. Les valeurs mesurées sont également légèrement différentes si l'on procède à des mesures de vitesse d'un flux de véhicules passant en un point et non par la mesure d'une vitesse moyenne entre deux points. Cette dernière est légèrement plus faible que la première. La différence entre les deux valeurs peut être de l'ordre de 10%. Une évaluation de cette différence est la suivante :

Mesure ponctuelle = vitesse moyenne sur un secteur + (variance de la vitesse moyenne sur ce secteur/vitesse moyenne sur ce secteur).

Il est également nécessaire de tenir compte des interactions entre les véhicules dans les situations de circulation dense à vitesse réduite, ce qui limite certaines interprétations de Salomon. Le point le plus important des données produites par cet auteur est la relation entre l'accroissement de la vitesse et l'accroissement de la sévérité des accidents, ainsi que la décroissance de l'interaction entre les véhicules.

La figure 4 ci-dessous indique en ordonnée la proportion de personnes blessées pour 100 véhicules impliqués dans un accident et en abscisse la vitesse de circulation en miles par heure.

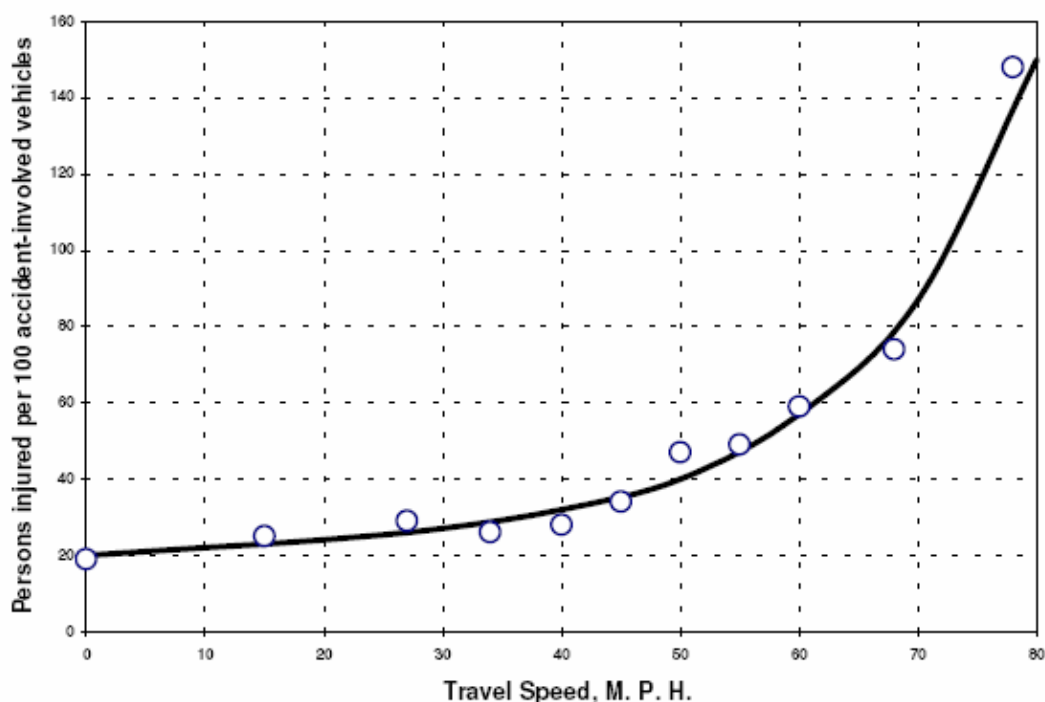


Figure 4: The number of people injured per 100 crash-involved vehicles

Thus, regarding safety and speed, the main messages which can be deduced from Solomon when one takes out the low-speed, congestion and intersection-related crashes are as follows:

- severity increases with increased speed
- crashes increase with increased speed, particularly single-vehicle crashes
- above the mean speed the risk of crash involvement increases with increased speed

Ainsi, en ce qui concerne la sécurité et la vitesse, les principaux messages qui peuvent être déduits des études de Solomon quand on élimine les faibles vitesses, la congestion du trafic et les accidents d'intersection sont les suivants :

- *la sévérité des accidents s'accroît avec la vitesse,,*
- *les accidents sont plus fréquents quand la vitesse s'accroît, particulièrement pour les accidents impliquant un seul véhicule,*
- *au dessus de la vitesse moyenne, le risque d'être impliqué dans une collision s'accroît avec l'augmentation de la vitesse.*

Référence du travail de Solomon :

Solomon D (1964). Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle. US department of commerce and bureau of public roads. Washington D.C.

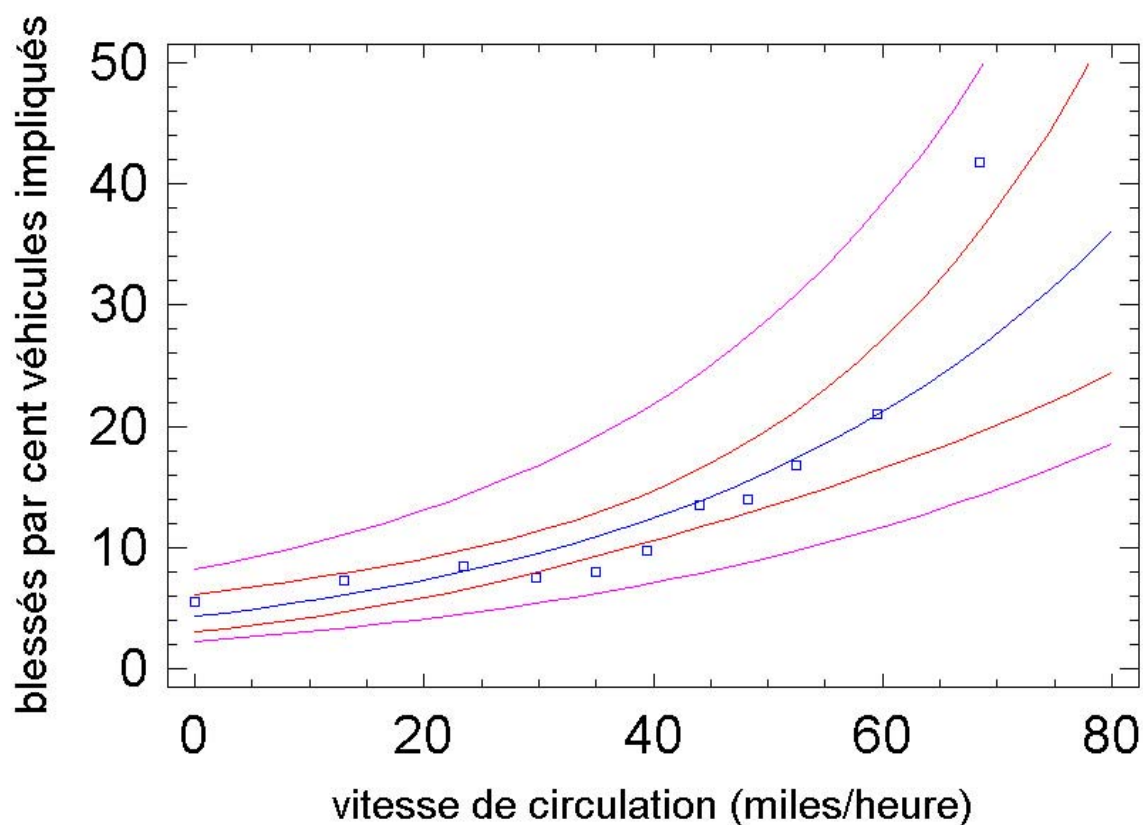
Représentation graphique du lien entre le risque pris en compte dans l'étude de Solomon (nombre de personnes blessées pour cent véhicules impliqués dans un accident). Ce graphique a été établi par les auteurs de cette requête en utilisant un modèle exponentiel avec le logiciel Statgraphics. Les deux courbes qui encadrent la régression correspondent à un intervalle de confiance pour la fonction (la plus proche de la régression) et à une limite de prédiction (la plus éloignée de la régression). L'intervalle de confiance est de 5%.

La fonction exponentielle assurant la meilleure représentation des valeurs observées est la suivante :

nombre de blessés par cent véhicules impliqués = $\exp. (1,4528 + 0,02668 \times \text{vitesse})$.

Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de 0.922 et l'ajustement réalisé est significatif au niveau de confiance de 99%.

Etude de Solomon (fig.4)



Annexe 3

Résumé de la publication de N.I.. Bohlin de 1968

A statistical analysis of 28 000 accident cases with emphasis on occupant restraint value.

N.I. Bohlin

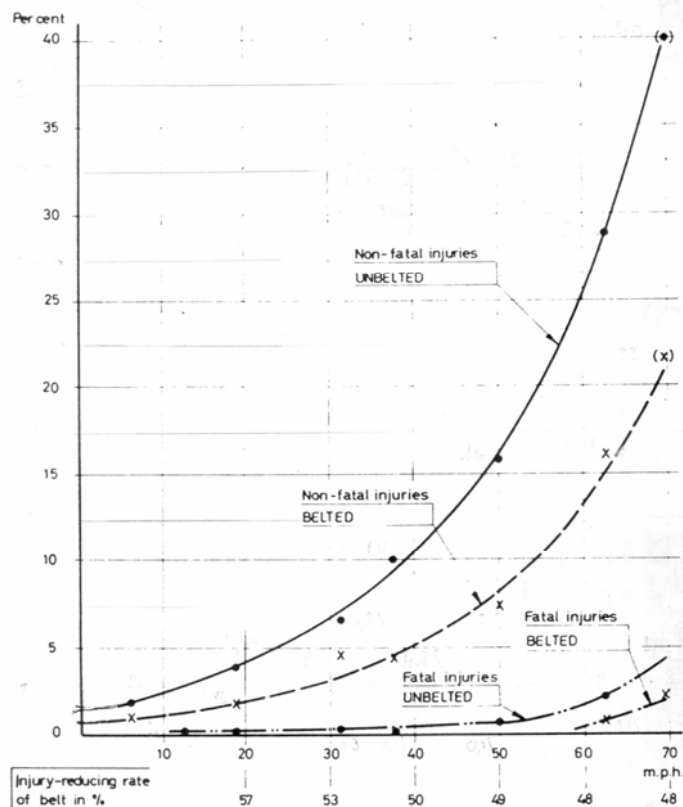
Passenger car engineering Dept. AB Volvo

SAE Transactions Vol 76, 2981-2994, 1968

En 1968, un ingénieur de la société Volvo, M. Bohlin, a publié dans la plus importante des conférences internationales sur l'accidentologie, la conférence STAPP, organisée par la société des ingénieurs de l'automobile, une des premières études documentant le risque de blessure ou de mort en fonction de la vitesse de circulation et du port ou de l'absence de port de la ceinture de sécurité. Il bénéficiait de l'accès à tous les documents relatifs aux accidents concernant un parc homogène de véhicules, l'étude se situant dans un cadre commercial particulier offrant l'assurance aux acheteurs d'un véhicule Volvo. Le nombre d'accidents étudié a été de 28000. Les plans de l'accident, les traces de freinage, les déclarations des témoins et des usagers étaient utilisés pour établir la vitesse de circulation.

Un des graphiques originaux de cette étude est reproduit ci dessous. A partir de ces données une relation a été établie entre vitesse de circulation et niveau de risque avec deux illustrations graphiques de ces données, distinguant les conducteurs non ceinturés et les conducteurs ceinturés. Le travail de Bohlin comportait également les résultats concernant les passagers, les niveaux de risque étaient légèrement différents, mais les caractéristiques générales des courbes n'étaient pas modifiées.

Figure 5 de la publication originale de Bohlin



L'axe des abscisses indique la vitesse de circulation en miles terrestres (1609 mètres), ces valeurs ont été converties en kilomètres par heure dans les graphiques produits à partir des données de Bohlin. L'axe des ordonnées indique la proportion d'occupants blessés dans les collisions étudiées.

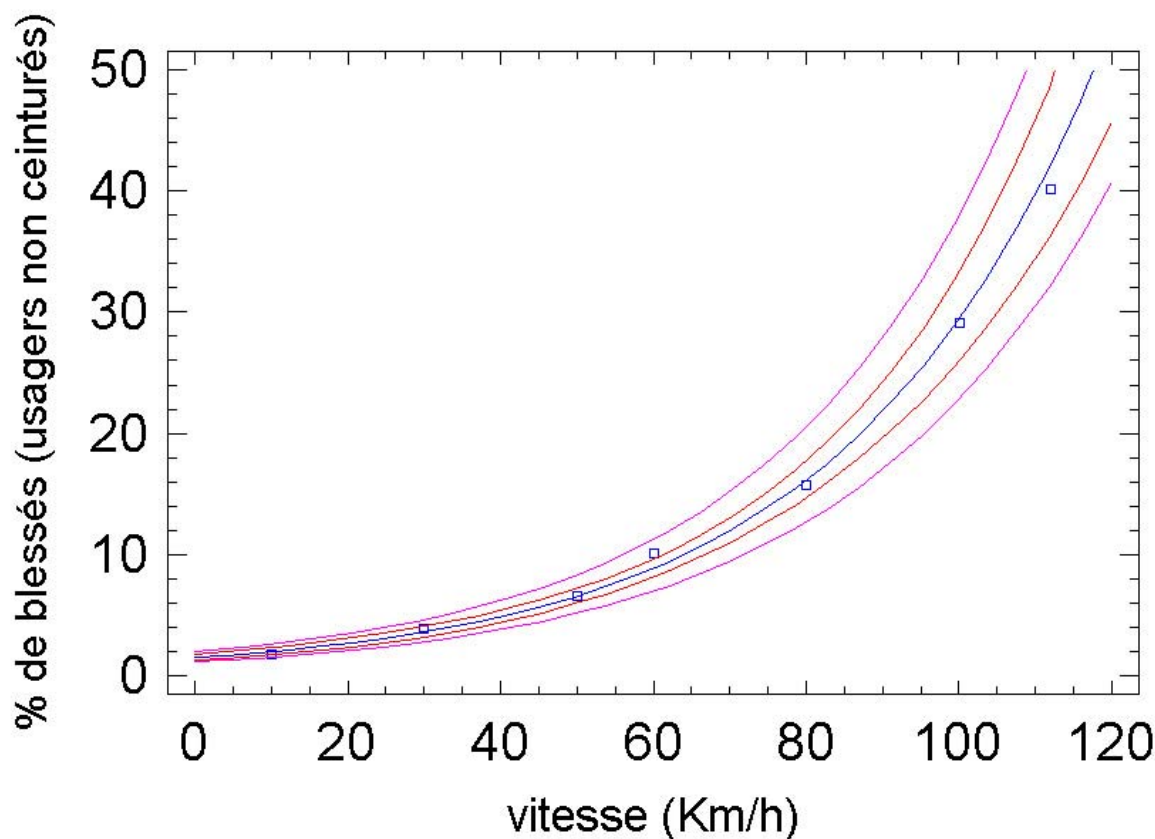
Représentation graphique du lien entre le risque pris en compte dans l'étude de Bohlin (proportion d'occupants blessés). Ce graphique a été établi par les auteurs de cette requête en utilisant un modèle exponentiel avec le logiciel Statgraphics. Les deux courbes qui encadrent la régression correspondent à un intervalle de confiance pour le tracé le plus proche de la régression et à une limite de prédiction pour le tracé le plus éloigné de la régression). L'intervalle de confiance est de 5%.

La fonction exponentielle assurant la meilleure représentation des valeurs observées est la suivante pour les occupants non ceinturés :

$$\% \text{ d'occupants non ceinturés blessés} = \exp. (0,3736 + 0,03 \times \text{vitesse}).$$

Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de 0.997 et l'ajustement réalisé est significatif au niveau de confiance de 99%.

Etude de Bohlin

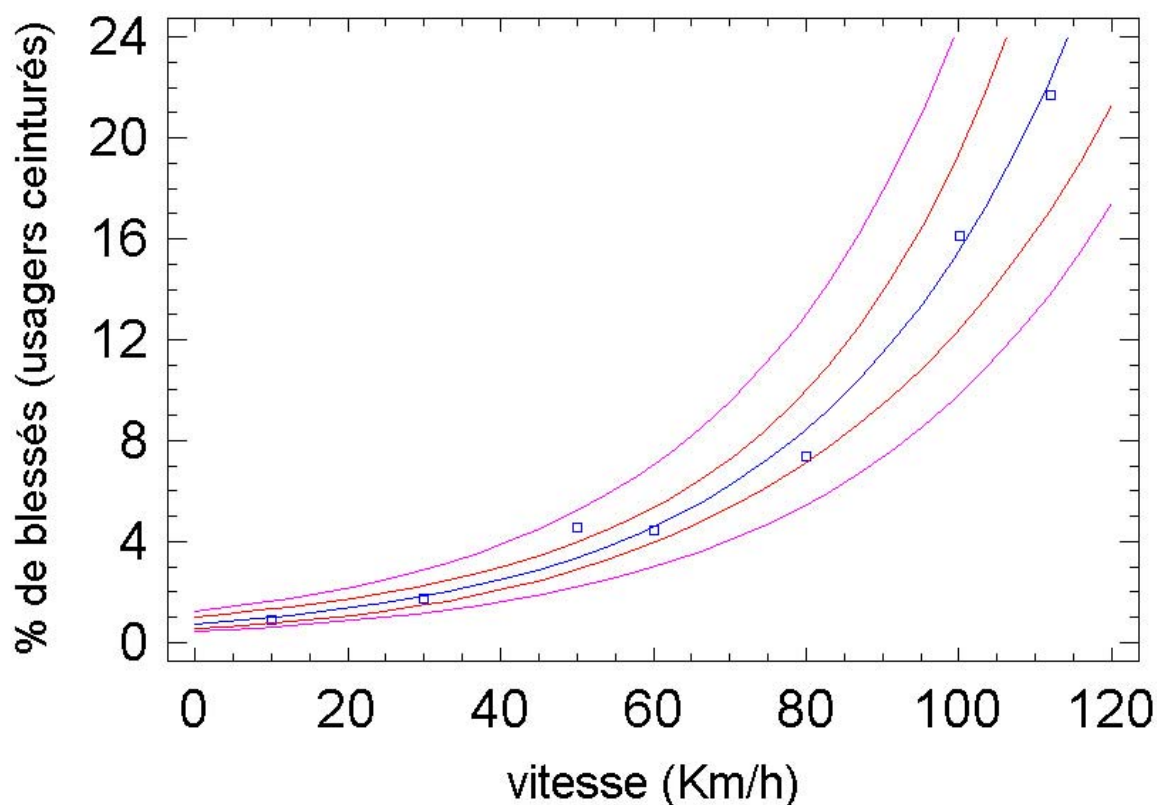


Le schéma suivant illustre une analyse identique appliquée aux conducteurs ceinturés.

La fonction exponentielle assurant la meilleure représentation des valeurs observées est la suivante :

% d'occupants ceinturés blessés = $\exp. (- 0,309 + 0,0305 \times \text{vitesse})$.

Etude de Bohlin



Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de 0.992 et l'ajustement réalisé est significatif au niveau de confiance de 99%.

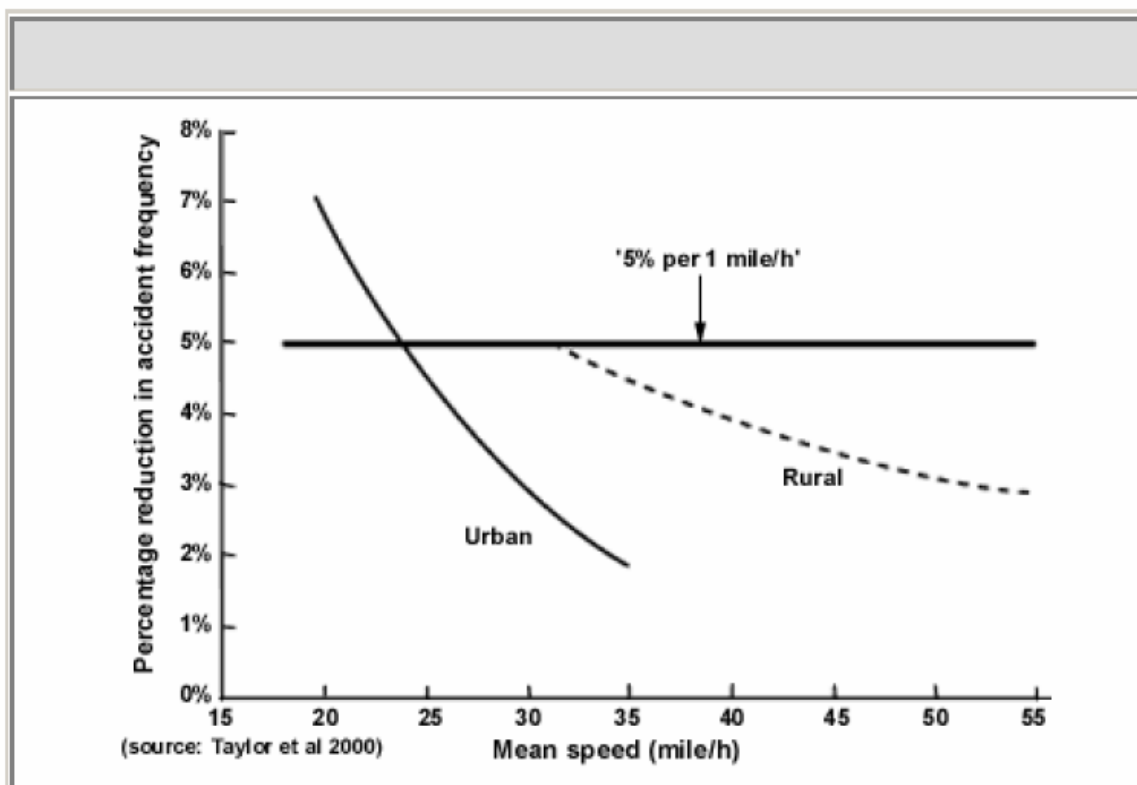
Il faut remarquer que la croissance exponentielle du risque en fonction de la vitesse est d'une régularité assez exceptionnelle dans une régression simple analysant le lien entre deux variables dont l'une est prise comme variable explicative. Le fait que la réduction du risque par le port de la ceinture de sécurité ne modifie pas l'allure de la courbe et la qualité du lien entre les deux variables met bien en évidence une caractéristique du risque lié à la vitesse : sa progression exponentielle avec la vitesse dans des conditions d'exposition au risque routier différentes.

Annexe 4

Evaluation des variations du risque en fonction de la variation des vitesses moyennes

Plusieurs études ont tenté d'évaluer la réduction du risque d'accident lorsque la vitesse moyenne est réduite dans un environnement donné. Le problème actuel n'est plus de débattre de la forme de ces courbes, mais de préciser pourquoi des décalages peuvent être observés entre elles. C'est en Suède et en Grande Bretagne que les études les plus précises ont été réalisées.

Une représentation graphique de la variation du risque en fonction d'une modification de la vitesse moyenne de un mile en fonction du niveau de vitesse moyen et de l'environnement routier avait été publiée dans le rapport du Ministère des Transports de Grande Bretagne sur la vitesse de 2002 (New directions in speed management – a review of policy). Les données provenaient d'un travail de Taylor et collaborateurs (Taylor M., Lynam D and Baruya A. (2000) The effects of drivers speed on the frequency of road accidents. Transport Research Laboratory TRL report 421, Crowthorne.). Les valeurs en abscisse représentent la vitesse moyenne et celles en ordonnée le pourcentage de réduction de la fréquence des accidents. Deux courbes sont tracées, l'une pour les voies en agglomération (urban), l'autre pour les voies hors agglomération (rural).



Le second rapport établi en Grande Bretagne à la demande du TRL (rapport N°511 rédigé par M.C. Taylor, A. Baruya et J.C. Kennedy, il a été publié par le TRL en 2002.) Il analyse beaucoup plus finement que dans les travaux précédents le lien

entre le niveau de risque et le type de voie, distinguant 4 groupes de routes hors agglomération suivant l'état de plusieurs variables, notamment les intersections, les courbes et leur intensité, les dénivelées, les voies privées etc. Ces variables permettaient de distinguer des niveaux de qualité de la voie par rapport au risque accidentel et de déterminer les valeurs des variations de vitesse moyenne susceptibles de faire varier l'accidentalité dans une proportion constante, par exemple de 1%. Quand on va des voies les « moins sûres » vers les « plus sûres » il faut une variation de la vitesse moyenne plus importante pour obtenir la même réduction du niveau de risque. Cette affirmation semble une évidence, mais il fallait la documenter.

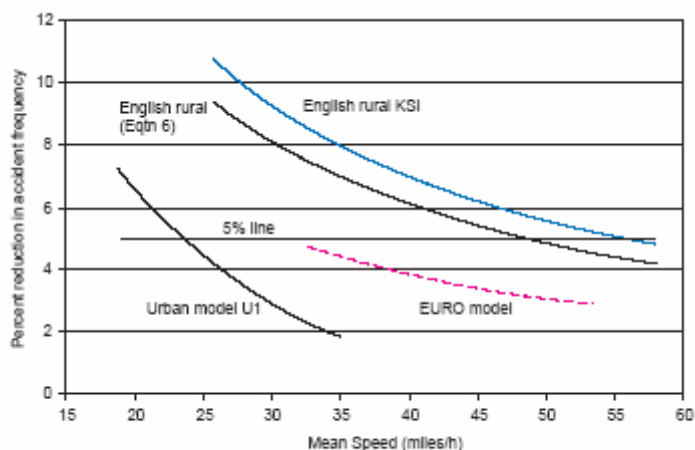


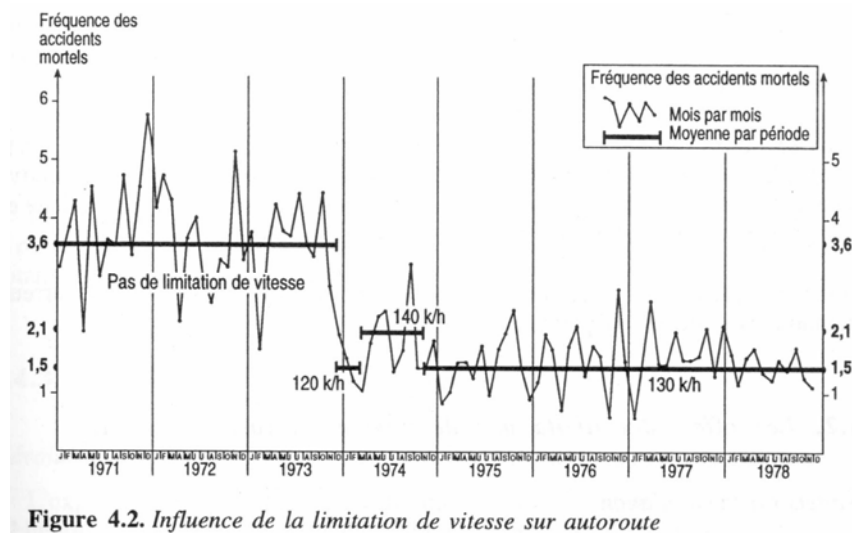
Figure 3 Predicted accident savings per 1 mile/h reduction in mean speed

Figure 3 : prédiction de la diminution du nombre des accidents pour une réduction de 1 mile de la vitesse moyenne.

Le tracé intermédiaire (EURO model) correspond au travail d'un groupe de chercheurs qui a réuni des données européennes provenant de plusieurs pays. Il est intéressant de montrer la possibilité d'établir des courbes plus spécifiques des voies urbaines ou rurales. La courbe la plus élevée (English rural KSI) concerne les accidents mortels ou avec blessures graves, elle met en évidence des gains plus importants pour la même réduction de vitesse.

Annexe 5

Evolution de la mortalité sur les autoroutes françaises pendant la période qui entoure les réductions de la vitesse maximale décidées à la suite des pénuries de pétrole.



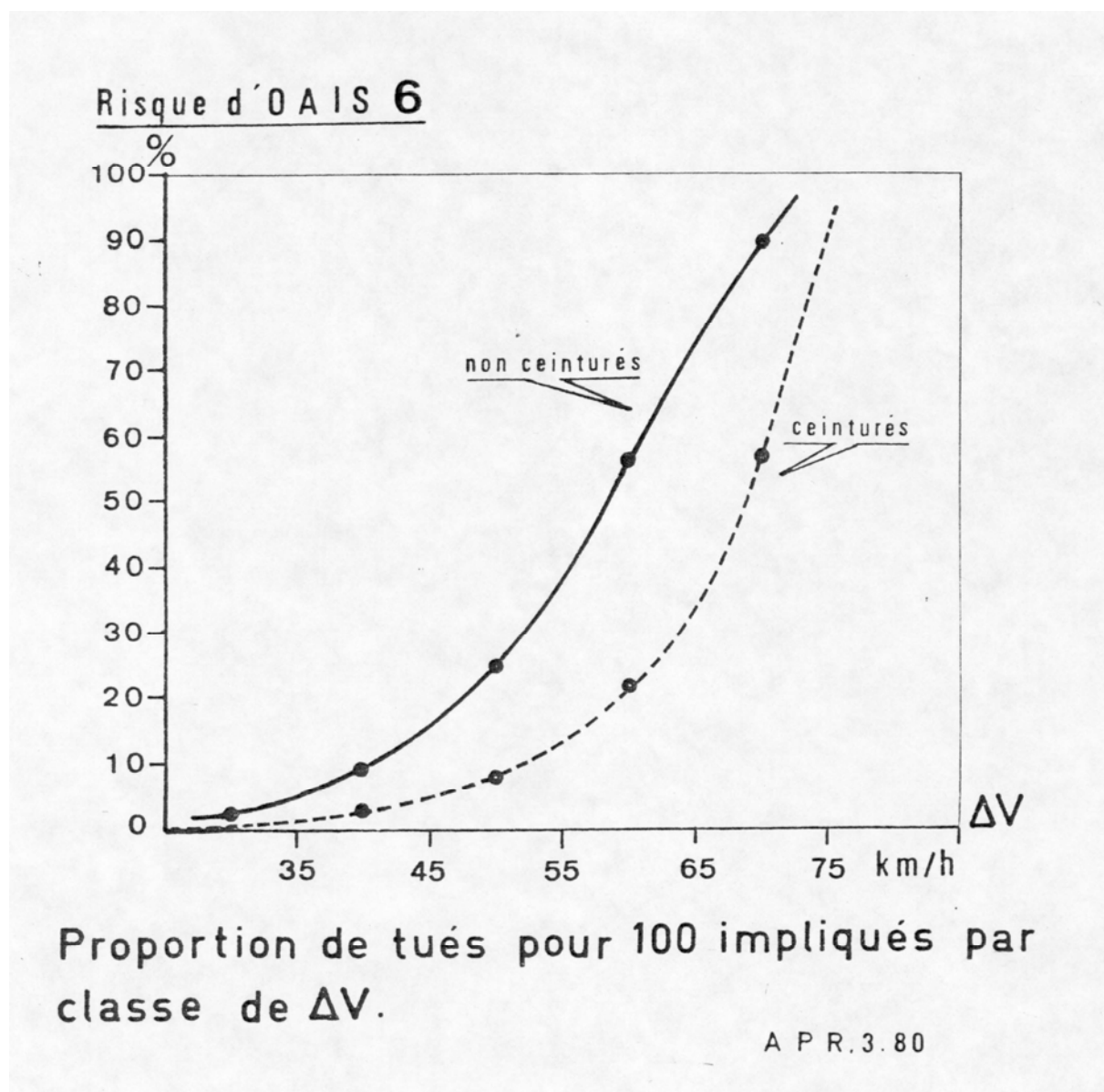
Ce graphique est extrait du livre de Cohen et collaborateurs : Limitations de vitesse, les décisions publiques et leurs effets – Editions Hermès 1998 page 69.

Dans l'analyse des résultats de cette période de modification la vitesse maximale autorisée sur les autoroutes, il est important de noter que la réduction de la mortalité au cours de la première phase (56,6%) a été plus élevée que la réduction de l'accidentalité (34,8%). Cette différence met bien en évidence l'importance de la suppression des vitesses de circulation les plus hautes pour réduire les accidents les plus graves. Un tel résultat est en accord avec les évaluations concluant à une réduction des accidents corporels à la suite d'une réduction de la vitesse maximale par un facteur égal au rapport des vitesses moyennes (avant et après la décision) élevé à la puissance 3, alors qu'il faut élever ce rapport à une puissance proche de 4 pour avoir une bonne évaluation de la réduction de la mortalité.

Annexe 6

Documentation du risque en fonction de la variation de vitesse lors d'une collision.

Ce graphique est extrait d'une étude accidentologique produite par Renault il y a plus de vingt ans. L'AIS est un indice de sévérité lésionnelle (Abreviated injury scale) utilisé universellement, le niveau de gravité varie de zéro à 6, ce dernier niveau étant celui d'une lésion constamment mortelle. L'OAIS intègre l'AIS des différents territoires corporels. L'axe des abscisses indique les classes de variations de vitesse lors du choc et l'axe des ordonnées la proportion de tués parmi les usagers impliqués.



Annexe 7

La relation entre les classes de véhicules définies par les assureurs et le risque de dommage corporel provoqué chez des tiers.

Les données du problème :

- Le risque de provoquer des dommages n'est pas identique d'un véhicule à l'autre. La puissance, le poids, la vitesse maximale du véhicule, certaines de ses caractéristiques orientant ce véhicule vers une conduite particulière, paisible ou à l'opposé sportive, vont déterminer des risques variables que les assureurs tentent d'estimer lors de la mise en circulation d'un véhicule. Ils disposent d'une formule établie empiriquement pour obtenir une estimation de leur engagement financier. Ils peuvent ensuite vérifier le bon classement du véhicule par les résultats observés et éventuellement le changer de catégorie si les résultats réels se révèlent différents des résultats évalués,
- Les facteurs de risque liés à un véhicule ne sont pas identiques pour les occupants et pour les tiers impliqués dans l'accident. Un véhicule puissant a en moyenne plus d'accidents qu'un véhicule à la motorisation moins ambitieuse, d'autre part son poids moyen plus élevé que celui des véhicules moins puissants fera subir aux usagers des autres véhicules plus légers des variations de vitesses plus importantes que celles auxquelles sont exposés ses occupants. Les usagers extérieurs non protégés (piétons, usagers de deux roues) peuvent subir des chocs plus violents du fait des vitesses de circulation plus élevées de ces véhicules. Ces caractéristiques réduisent l'intérêt des statistiques globales réunissant l'ensemble des dommages corporels provoqués par un type de véhicule, l'analyse la plus pertinente doit séparer les dommages corporels infligés à des tiers pour documenter le risque le plus élevé induit par ces véhicules,
- Identifier le dommage corporel chez les tiers a en outre un intérêt éthique important. Il est possible d'envisager le risque auquel on s'expose comme une forme de liberté, même si cette attitude est critiquable quand c'est la société qui assure en pratique les conséquences économiques d'un accident. A l'opposé faire courir des risques aux autres usagers de la route est une atteinte inacceptable à leur liberté de vivre et de circuler sans courir un risque anormalement élevé d'être blessés, handicapés ou tués. Il est important dans une telle optique de documenter séparément cette notion de dommage corporel provoqué chez des tiers,

Les connaissances disponibles

La vitesse potentielle des véhicules a considérablement évolué au cours des cinquante dernières années. Cette évolution a été publiée dans le livre blanc de sécurité routière de 1988. Le tableau établi par Renault pour la période 1967-1987 indiquait la proportion de véhicules produits au cours d'une année en fonction de leur vitesse maximale possible lors de leur construction :

Année	90 à 110 km/h	110 à 130 km/h	130 à 150 km/h	Plus de 150 km/h
1967	28%	29%	33%	10%
1972	13%	19%	47%	21%
1980		18%	32%	50%
1987		4%	23%	73%

Les résultats des assureurs ont été publiés de façon détaillée à partir du début de la décennie 70. Cette période allant de 70 à 90 a été particulièrement importante pour documenter la variation du risque avec le type de véhicule car il s'agissait d'une période de coexistence de véhicules rapides et de véhicules lents en nombres suffisants pour permettre des comparaisons statistiques significatives. Les tableaux publiés ci-dessous reproduisent les données publiées dans les recueils de données statistiques de l'assurance automobile en France (association générale des sociétés d'assurances contre les accidents). Cette publication bisannuelle indique les valeurs concernant les dommages corporels provoqués chez des tiers. Il ne s'agit pas de données exhaustives mais d'un échantillon obtenu par un sondage auprès des sociétés d'assurance, disponible un ou deux ans après l'année de référence. Nous indiquons dans les tableaux suivants l'année de référence et entre parenthèses l'année de l'édition. Deux indices publiés par les assureurs sont utilisés dans ces tableaux. L'indice de fréquence (IF) qui est exprimé pour chaque groupe de véhicules (ou réunion de groupes) avec comme référence la base 100 pour l'ensemble des véhicules. Il s'agit d'un indice de " fréquence des sinistres avec suite, véhicules de 1^{ère} catégorie, responsabilité civile ", la colonne retenue est celle des " sinistres corporels avec suite ". Le second est un indice de coût moyen (ICM) établi pour les mêmes groupes ou ensemble de groupes. Il est désigné dans les documents des assurances comme un indice de " coût moyen des sinistres avec suite, véhicules de 1^{ère} catégorie, responsabilité civile et dommages ", la colonne retenue est celle intitulée " responsabilité civile " qui comporte une subdivision " dont sinistres corporels ". La base 100 est un indice de coût moyen pour l'ensemble des véhicules assurés. Les caractéristiques des risques liés aux véhicules évoluant (création de véhicules plus puissants, vieillissement des véhicules des groupes les plus faibles qui ne sont plus produits), les assureurs constituent de nouveaux groupes et adaptent les regroupements effectués suivant les éditions. Curieusement les assureurs qui publiaient ces indices n'ont jamais effectué la multiplication de l'indice de fréquence par l'indice de coût moyen pour obtenir un indice de coût global par groupe de véhicules. C'est ce produit qui est indiqué dans la colonne " Indice de coût total ". Il a été divisé par cent pour obtenir un indice moyen de 100 pour l'ensemble des véhicules, comme cela était fait pour les deux autres indices. La dernière colonne intitulée " Risque relatif " divise chaque indice de coût total par celui du groupe le plus faible (groupe 2 pour les résultats de 1971) afin de disposer d'un élément de comparaison entre les groupes. Par exemple pour le groupe 12, les coûts totaux moyens payés par assuré dans le cadre des dommages corporels au titre de la responsabilité civile étaient 7 fois plus élevés que pour le groupe 2.

Valeurs pour le sondage de 1971 (publication 1972) concernant les accidents ayant produit des dommages corporels chez des tiers :

Groupe = groupe de tarification des assureurs,

Fréquence = indice de fréquence des accidents avec dommages corporels chez des tiers pour chaque groupe,

Coût moyen = indice de coût moyen des dommages corporels produits chez des tiers par les véhicules de ce groupe,

Coût total = Indice du coût total de ces dommages corporels,

Risque relatif = risque relatif par rapport au groupe qui a le plus faible indice

Groupe	Fréquence	Coût moyen	Coût total	Risque relatif
2	58	68	39	1
4	58	67	39	1
5	89	89	79	2
6	79			
7	84	87	73	1,9
8	116	92	107	2,7
9	105	119	125	3
10	121	108	131	3,4
11	126	118	149	3,8
12	179	152	272	7

Valeurs pour la période pendant laquelle la publication regroupait les groupes 1 à 4 (à noter que les indices de coût moyen publiés en 84 ne correspondent pas à la même année que les indices de fréquence publiés cette année là. La valeur entre parenthèses correspond à l'année de la publication des données.

Groupes	IF 75 (76)	ICM 75 (76)	IF 82 (84)	ICM 81 (84)	IF 84 (86)	ICM 84 (86)
1 à 4	60	57	47	57	33	27
5 et 6	80	57	60	80	58	64
7	87	86	80	87	100	80

8	107	96	120	83	100	67
9	113	79	100	101	100	108
10	113	123	100	106	100	114
11	133	93	133	114	133	104
12	147	140	125	111	125	118
13 et plus	187	177	125	130	125	118

Le calcul d'un indice de dommages corporels payés par les assureurs au titre de la responsabilité civile des assurés produit les valeurs suivantes :

Groupes	ICG 75	RR 75	ICG 82	RR 82	ICG 84	RR 84
1 à 4	34	1	27	1	9	1
5 et 6	46	1,4	48	1,8	37	4,1
7	75	2,2	70	2,6	80	8,9
8	103	3	100	3,7	67	7,4
9	89	2,6	100	3,7	108	12
10	139	4,1	106	3,9	114	12,7
11	124	3,6	152	5,6	127	14,1
12	206	6,1	139	5,1	147	16,3
13 et plus	331	9,7	162	6	162	18

Il est utile de placer ces résultats des différents sondages dans le même tableau pour faciliter les comparaisons et montrer la variation relativement importante de ces indices d'une série à l'autre. Plusieurs facteurs interviennent et ils sont difficiles à dissocier car les assureurs ne publient pas le nombre d'accidents utilisés pour chaque sondage et il est impossible de calculer une médiane et des écarts types. Un accident très coûteux inclus dans l'échantillon peut modifier d'une façon importante le coût moyen d'une année pour un groupe. Il est probable que l'indice de fréquence est moins influençable par le hasard des sélections d'échantillon. Quand des

véhicules appartenant aux groupes de tarification les plus faibles ne sont plus produits, leur vieillissement dans le parc assuré s'accompagne d'une réduction du kilométrage annuel parcouru, ce qui réduit l'indice de fréquence des accidents. Ce phénomène a certainement joué un rôle important dans la faible valeur de l'indice de coût global pour 1984 dans le groupe 1 à 4 qui induit un risque relatif très important pour le groupe 13 et plus.

Dans l'édition de 1988 des données statistiques de l'assurance automobile (données de 1985 vues à la fin de 1987), le tableau 98 n'identifie plus un groupe 1 à 4 et réunit tous les véhicules dont le groupe est inférieur à 7. Le tableau devient le suivant :

Groupes de véhicules	Indice de fréquence	Indice de coût moyen	Indice de coût total par groupe	Risque relatif par rapport au groupes inférieurs à 7
Moins de 7	62	86	53,5	1
7	77	90	69,5	1,3
8	100	82	82	1,5
9	100	101	101	1,9
10	108	103	111	2,1
11	115	101	116	2,2
12	123	112	138	2,6
13	131	120	157	2,9
14 et plus	130	142	184,5	3,4

Ce regroupement a été justifié par la réduction de l'effectif des véhicules des groupes 1 à 4 et leur vieillissement. Dans l'édition 1988, la proportion de ces véhicules pour l'année 1987 est de 1,9%. Il faut remarquer que les délais retenus pour établir le bilan financier des accidents étant d'environ deux ans, ce sont les effectifs des groupes de 1985 qui ont été retenus dans la publication des résultats en 1988. Les effectifs des groupes 1 à 4 pour l'année 1985 ne sont pas précisés dans les différentes éditions des résultats des assurances, les sondages sur ces effectifs n'étant pas réalisés chaque année. Ils étaient de 3,1% en 1983 et l'on peut donc estimer ce parc à 2,5% des véhicules de première catégorie en 1985 (diminution de 0,3% par an de 3,1% à 1,9% sur une période de quatre ans). Sur un parc proche de 20 millions de véhicules assurés à cette période, il faut remarquer que 2% de l'ensemble représentent environ 400 000 véhicules. Il était encore possible d'individualiser un groupe 1 à 4 à la fin des années 80 en adaptant la technique du sondage pour conserver une représentativité de chaque groupe. Cette pratique aurait permis de documenter ce risque relatif en tenant compte des faits qui le réduisent le risque (le vieillissement d'une fraction du parc s'accompagne d'une

réduction des kilomètres parcourus). Si ces valeurs n'avaient pas un intérêt important pour les assureurs afin d'établir leurs barèmes, il était important pour les accidentologues et les décideurs d'avoir la connaissance des indices de coût moyen des accidents provoqués par les différents groupes de véhicules. Il faut remarquer que si la fréquence est influencée par l'exposition au risque donc par le kilométrage, le coût moyen l'est peu ou pas du tout, il est lié à la gravité des lésions, donc à la violence des traumatismes subis par les tiers.

C'est à cette période (1988) que la commission qui a rédigé le livre blanc de sécurité routière s'est intéressée à ces valeurs et a demandé à plusieurs compagnies d'assurances de les compléter par des renseignements concernant le montant des primes et le montant des dommages payés. L'objectif était de savoir si le taux de couverture des recettes par les dépenses était identique pour tous les groupes de véhicules assurés. Deux grandes compagnies d'assurances privées et une mutuelle ont communiqué ces données, elles ont fait apparaître que le taux de couverture des dépenses par les recettes était beaucoup plus élevé pour les véhicules les moins puissants que pour les plus puissants. Autrement dit les propriétaires de véhicules provoquant le moins de dégâts payaient pour ceux qui en faisaient le plus. La seconde exploitation de ces valeurs était celle qui a été détaillée ci-dessus et qui consistait à multiplier l'indice de fréquence des accidents par l'indice de coût moyen pour obtenir un indice de coût total et permettre des calculs de risque relatif entre les groupes de véhicules. Les valeurs ont été communiquées à la commission dans un document qui constituait des annexes provisoires au rapport qui a été ensuite publié par la documentation française. Il est intéressant de noter que le graphique définitif publié dans le livre blanc (page 105) n'est pas celui qui avait été publié dans les annexes provisoires. L'indice de dommages corporels produits chez des tiers a été remplacé par un indice de l'ensemble des dommages provoqués chez des tiers, ce qui réduisait dans des proportions importantes le risque relatif entre les différents groupes.

Après cette exploitation des données des assureurs (qui avaient contribué à convaincre les membres de la commission d'envisager de limiter la vitesse maximale des véhicules à la construction), la publication détaillée des résultats de l'assurance automobile a été interrompue après l'édition de 1988. Il n'y a pas eu d'édition 1990. Quand les accidentologues qui exploitaient ces résultats ont demandé aux responsables de l'AGSAA quels étaient les motifs de cette interruption, nous avons appris qu'il s'agissait d'une décision politique, les assureurs ne désiraient plus rendre publics des résultats aussi détaillés au moment où le développement de l'Europe modifiait les règles de la concurrence. Cette décision a été modifiée quatre ans plus tard et la publication reprise sous la forme d'une 10^{ème} édition en 1992. L'éditeur n'était plus dénommé Association générale des sociétés d'assurances contre les accidents (AGSAA), mais Assemblée plénière des sociétés d'assurances dommages (APSAD). Le volume imprimé était remplacé par une édition plus rustique sous la forme d'un fascicule de photocopies au format A4. La fréquence des sinistres corporels est toujours indiquée dans un tableau référencé 2.7.5 et le groupe 1 à 4 est de nouveau isolé. Le coût moyen des sinistres corporels est exprimé seulement à partir du groupe 7, aucune valeur n'est indiquée pour les groupes 1 à 6, même en les regroupant. Il est donc devenu impossible de continuer la comparaison avec les

années précédentes. Cette décision s'explique par la quasi-disparition des véhicules neufs dans ces groupes. Cependant les deux séries de valeurs concernant la fréquence des accidents et les coûts moyens présentent toujours un intérêt considérable car elles permettent de documenter la permanence d'une différence de risques de dommages corporels très importante liée aux groupes de tarification des véhicules. Les valeurs publiées en 1992 concernent les résultats de 1989 :

Groupes de véhicules	Indice de fréquence	Risque relatif en fréquence par rapport au groupe 1 à 4	Indice de coût moyen	Risque relatif en coût moyen par rapport au groupe 7
2 à 4	30	1		
5 et 6	44	1,5		
7	78	2,6	66	1
8	93	3,1	67	1
9	103	3,4	77	1,2
10	114	3,8	87	1,3
11	105	3,5	103	1,6
12	102	3,4	146	2,2
13	123	4,1	136	2,1
14 et plus	154	5,1	171	2,6

On voit donc que malgré ces limitations des calculs possibles, même si l'on affectait au groupe 2 à 4 un coût moyen identique à celui du groupe 7, le risque relatif pour le coût global entre le groupe 1 à 4 et le groupe 14 et plus serait une multiplication par plus de 13.

La 11^{ème} édition de ces résultats d'assurance a été publiée en 1994 pour les résultats de 1993. Avec un nouveau changement dans l'expression des coûts moyens qui sont exprimés pour les groupes inférieurs à 7 :

Groupes de véhicules	Indice de fréquence	Risque relatif en fréquence	Indice de coût moyen	Risque relatif en coût moyen
----------------------	---------------------	-----------------------------	----------------------	------------------------------

		par rapport au groupe 1 à 4		par rapport au groupe 7
2 à 4	37	1		
5 et 6	44	1,2	74 (moins de 7)	1,1
7	62	1,7	69	1
8	98	2,6	88	1,3
9	100	2,7	99	1,4
10	105	2,8	93	1,3
11	111	3	108	1,6
12	111	3	100	1,4
13	138	3,7	130	1,9
14	89	2,4	126	1,8
15	99	2,7	120	1,7
16 et +	104	2,8	121	1,8

Il faut noter que l'expression isolée des groupes 14 et 15 puis 16 et au delà fait apparaître des différences notables, c'est le groupe 13 qui a le risque relatif le plus élevé en fréquence de provoquer des dommages corporels chez des tiers (x 3,7), c'est également lui qui a le risque relatif le plus élevé pour le coût moyen comparé au groupe 7 (x 1,9), soit un risque relatif pour le coût global du groupe 7, nettement inférieur à ce qui était observé auparavant.

La 12^{ème} édition (1996) devient incompréhensible car le tableau publié en 2.7.7 indique que les résultats correspondent à la statistique commune automobile de 1993, c'est-à-dire la même année que celle publiée dans la 11^{ème} édition. Une précision est apportée, cette statistique 1993 serait " vue fin 1995 ". Il est possible que le bilan plus tardif que celui connu en 1994 modifie le coût moyen (les accidents graves et donc coûteux peuvent imposer un délai plus long pour fixer définitivement le niveau des séquelles), mais on voit mal comment il peut modifier dans des proportions importantes la fréquence. Un accident est identifié comme impliquant un tiers avec un dommage corporel dans les jours qui suivent le sinistre. Malgré cela les valeurs données au titre de 1993 dans l'édition de 96 sont très différentes de celles publiées pour la même année en 94. Il faut tenir compte du fait que les fréquences isolent encore un groupe 2 à 4 dans la 11^{ème} édition alors que les groupes inférieurs à 7 sont fusionnés dans la 12^{ème} édition. Les valeurs sont les suivantes :

Groupes de véhicules	Indice de fréquence (11 ^{ème} édition)	Indice de fréquence (12 ^{ème} édition)	Indice de coût moyen (11 ^{ème} édition)	Indice de coût moyen (12 ^{ème} édition)
2 à 4	37			
5 et 6	44	50 (moins de 7)	74 (moins de 7)	96
7	62	63	69	100
8	98	100	88	102
9	100	100	99	85
10	105	100	93	103
11	111	113	108	100
12	111	113	100	94
13	138	125	130	106
14	89	113	126	129
15	99	125	120	143
16 et +	104	125	121	97

Les facteurs à prendre en compte dans l'interprétation de ces valeurs

- la variation du kilométrage effectué en fonction du groupe auquel appartient le véhicule n'est pas connue. Il est établi dans des études qui tiennent compte de la profession, du sexe, de l'âge du conducteur, de celui du véhicule, de son achat neuf ou d'occasion. Le niveau de revenu est important dans le choix du modèle et il n'est pas obligatoirement lié au kilométrage. Même si des variations de 50% en plus sont envisageables pour des groupes les plus élevés (par exemple 18 000 kilomètres annuels pour 12 000 pour les groupes inférieurs, il est difficile d'accepter des corrections de risque proportionnelles au kilométrage pour deux raisons. La première est que les kilométrages élevés se font plus souvent sur des routes où le risque au kilomètre parcouru est plus faible, en particulier sur des autoroutes. La seconde est que le fait de parcourir plus de kilomètres s'accompagne d'une meilleure expérience de la conduite et d'une réduction des risques. Ce facteur est très important, par exemple un conducteur qui parcourt 20 000 kilomètres par an a une fréquence annuelle d'accidents qui est multipliée par 1,5 et non par deux quand on le compare à un conducteur qui parcourt 10 000 kilomètres par an,
- l'ancienneté de la voiture. Nous avons déjà signalé ce biais, quand un véhicule disparaît du catalogue de l'industriel qui le produit, le parc va continuer à vivre pendant de nombreuses années en se réduisant progressivement. Le kilométrage étant lié à l'âge du véhicule, la fréquence des

accidents d'un groupe de véhicules en voie de disparition va donc diminuer avec le kilométrage parcouru mais pour la raison précisée ci-dessus, la réduction ne sera pas proportionnelle au kilométrage, elle sera plus faible.

- l'ancienneté du permis : elle influence de façon importante le risque d'accident, en particulier dans les trois années qui suivent l'obtention du permis. Pour des raisons de revenus, les jeunes disposent rarement de véhicules appartenant aux groupes les plus élevés des assureurs, car ce sont des véhicules chers. Ce biais agit dans le sens d'une augmentation du risque pour les groupes les plus faibles.

Synthèse

Un indicateur très important dans la variation du risque de subir un dommage corporel par un accident de la route produit par un tiers responsable a été méconnu : la relation entre le groupe de tarification utilisé par les compagnies d'assurances pour fonder le montant des primes à payer par le propriétaire d'un véhicule et le risque de provoquer un dommage corporel chez un tiers. Cette relation est sous la dépendance de plusieurs facteurs. Les véhicules des groupes les plus élevés sont habituellement des véhicules qui ont une vitesse maximale plus grande que celle des véhicules appartenant aux groupes les plus bas de la hiérarchie des assureurs. Ce facteur agit sur la fréquence des accidents. Le second facteur est le poids souvent plus élevé de ces véhicules, plus protecteurs pour leurs occupants que les véhicules légers, mais générateurs de dommages plus importants chez les tiers (dans un choc frontal, les occupants du véhicule le plus lourd subissent une variation de vitesse plus faible que les occupants du véhicule le plus léger). Ce facteur va influencer le coût moyen des dommages corporels provoqués chez les tiers, il s'associe au facteur vitesse. Une statistique globale qui s'intéresse à l'ensemble des dommages corporels (chez les occupants du véhicule assuré et chez les tiers) va minimiser les différences entre les groupes, la meilleure protection des usagers d'un véhicule lourd étant associée à la plus grande agressivité pour les occupants des véhicules plus légers. Si l'on isole les dommages corporels provoqués chez les tiers par des conducteurs responsables d'un accident et dont l'assurance va indemniser les victimes, le surrisque induit par les véhicules des groupes les plus élevés apparaît dans toute son ampleur. Pendant la période où le groupe 1 à 4 était encore important et permettait d'avoir des valeurs significatives, on a observé un risque relatif établi sur le coût global payé par les assureurs de 6 à 16 fois plus important pour les véhicules des groupes 13 et plus que pour ceux des groupes 1 à 4. Cela signifie que quand les assureurs payaient 1 franc de dommages corporels produits chez des tiers par des propriétaires de 2CV, ils en payaient jusqu'à 16 pour les propriétaires des véhicules les plus puissants.

Les différences entre les montants de dommages corporels produits chez des tiers par les groupes de véhicules actuellement les plus répandus se situent à des niveaux moins élevés que dans le passé, car ces véhicules ont pratiquement tous des performances qui dépassent largement les limites de vitesse autorisées. Les vitesses réelles pratiquées par les conducteurs des différents groupes peuvent donc être plus proches les unes des autres maintenant qu'il y a 15 ou 20 ans. C'est pendant la période de diversité maximale des performances des véhicules que l'accidentologie vue par les assureurs a pu documenter ces différences avec le plus de netteté. Ces données ont été insuffisamment prises en compte par les

responsables de la sécurité routière. Il est toujours difficile d'expliquer dix ou vingt ans après des faits les raisons d'une absence d'exploitation des indications qu'ils comportaient. La foi dans les progrès de la sécurité secondaire et dans certaines formes de sécurité primaire est une des explications possibles. Elle s'est probablement associée à la volonté de ne pas voir le risque lié à une dérive technologique absurde qui a progressivement fait produire des véhicules dont les vitesses maximales sont sans rapport avec celles qui sont autorisées sur les voies les plus rapides (130 km/h sur les autoroutes).

Annexe 9

Relations entre la puissance, le poids, la vitesse maximale et la consommation

Il convient d'être très attentif à la signification des caractéristiques et des normes. Ces dernières sont habituellement déterminées en relation étroite avec les producteurs et elles peuvent introduire des biais réduisant les garanties données aux utilisateurs. La puissance maximale et la vitesse maximale d'un véhicule sont des caractéristiques mesurées dans des conditions peu discutables. A l'opposé, une consommation est une mesure qui sera étroitement liée à la définition de la norme qui permettra de la mesurer. Les engagements des constructeurs européens concernant les consommations moyennes des véhicules qu'ils produisent ont un intérêt réduit si ces consommations ne reflètent pas la réalité du comportement des usagers. Pour permettre de porter un jugement de valeur sur les mesures de consommation il est utile d'avoir une vision précise des valeurs indiquées en les rapprochant du poids, de la vitesse maximale et de la puissance des véhicules. Nous reproduisons ci-dessous un tableau concernant un nombre limité de véhicules de grandes marques européennes. Il ne prétend pas à la représentativité, mais permet d'avoir une vision précise, fin 2004, des liens unissant ces variables quand on prend en considération des modèles de grands constructeurs européens, notamment en prenant en compte les motorisations les moins puissantes et les plus puissantes des variantes du même modèle.

modèle	poids	puissance	vitesse	consoroute	consoville	consomixte
BMW série 5 520i	1485	170	230	6,8	13	9
BMW série 5 545i	1630	333	250	7,9	16,3	10,9
BMW X5 3,0i (4x4)	2030	231	202	10	17,4	12,7
BMW X5 4,6is (4x4)	2105	360	240	11,4	21	14,9
Fiat panda 1,1	840	54	150	4,8	7,2	5,7
Fiat punto 1,2	860	60	155	4,8	7,3	5,7
Fiat punto 1.8	1040	130	205	6,4	11,5	8,3
Fiat stilo 1.2	1145	80	172	5,5	8,3	6,5
Fiat stilo 1.8	1385	133	202	6,3	11,7	8,3
Mercedes classe C 155 AMG	1635	367	250	8,8	17,3	11,9
Mercedes classe C 180 k	1380	143	223	5,9	11,4	7,9
Mercedes classe M 55 (4x4)	2300	347	235	11,1	19,8	14,3
Peugeot 206 1.1e	910	60	158	5,8	8,2	6,2
Peugeot 206 S16	1050	138	210	6,1	10,7	7,7
Peugeot 307 1.4	1170	90	172	5,3	8,7	6,5
Peugeot 307 2.0e	1202	138	205	6,2	10,7	7,9
Peugeot 407 1.8	1400	116	200	6	11,3	7,9
Peugeot 407 3.0 V6	1585	211	235	7	14,5	9,8
Peugeot 607 3.0e V6	1560	210	240	7,4	13,9	9,8
Renault clio 1.2	880	60	158	4,9	7,9	6
Renault clio 2	1090	182	222	6,2	11,3	8,1
Renault laguna 5p V6	1470	210	235	7,3	14,9	10,1
Renault mégane 1.4	1145	80	171	5,4	9,2	6,8
Renault mégane 2.0	1375	225	236	7	11,5	8,7
Renault Twingo 1.2	840	60	151	4,8	7,6	5,8
Volvo S 40 1,8	1255	115	195	6	11,3	8
Volvo S 60 R	1637	300	250	8,3	14,7	10,7

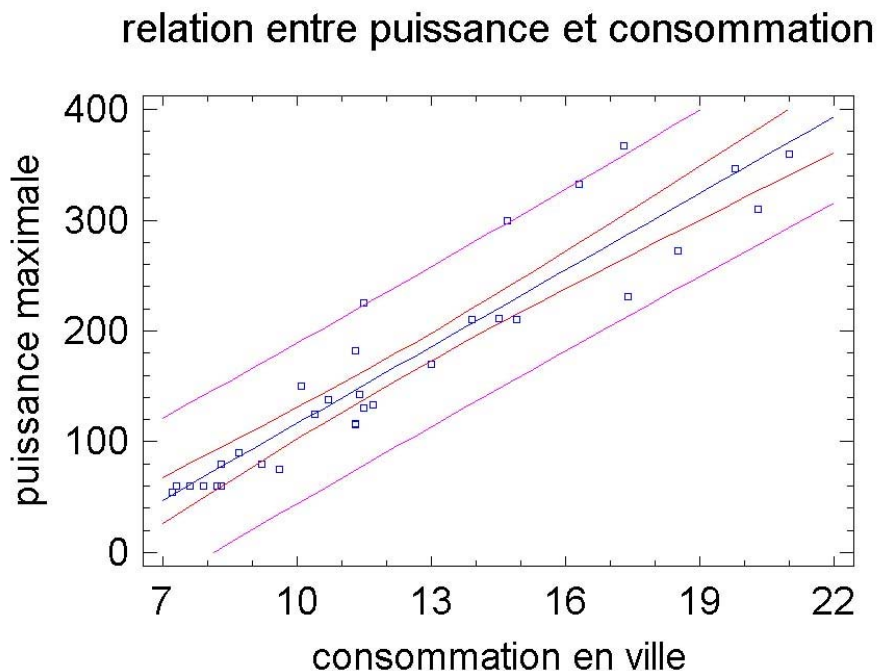
Volvo XC 90 T6 (4x4)	2056	272	210	9,6	18,5	12,9
VW Golf 1,4	1154	75	164	5,6	9,6	7,1
VW Golf 2,0 FSI	1279	150	206	5,6	10,1	7,3
VW lupo 1,4 60	895	60	160	4,9	8,3	6,2
VW lupo GTI	975	125	205	5,5	10,4	7,3
VW Touareg V8 4,2 auto (4x4)	2250	310	218	11,6	20,3	14,8

Ces données permettent de comprendre l'ampleur :

- du gaspillage de carburant produit par les 4x4 puissants circulant en ville, même dans les conditions très favorables de la norme,
- de la tromperie produite par la norme de consommation sur route, car elle est mesurée comme si les usagers conduisaient les variantes puissantes d'un modèle avec la même légèreté du pied sur la pédale d'accélérateur que les usagers qui ont fait le choix de l'économie de carburant et du respect de l'environnement. Quand deux modèles de 407 ont des puissances respectives de 116 et 211 chevaux, la consommation mesurée dans des conditions normalisées ne diffère que de 1 litre au cent kilomètres hors agglomération, mais la différence est déjà de 3,2 litres en agglomération. Pour les deux modèles de 307 que nous documentons, les différences sont respectivement de 0,9 litre et 2 litres. Dans son journal « Peugeot mag » N°8 le constructeur nous indique que « *Plus que la puissance, utile lors des phases d'accélération, le couple reste l'élément révélateur de l'agrément de conduite d'une voiture. Ce dernier indique la valeur de 340 Nm à 2000 tr/mn grâce au système overfueling (valeur maximum temporaire). Bien aidé par une boîte de vitesses manuelle six rapports, ce couple permet à la 307 SW d'afficher une belle vigueur lors des reprises ce qui est un gage supplémentaire de sécurité* » Il serait intéressant de mesurer la consommation avec un usage fréquent de « l'overfueling » pour exploiter au maximum ces reprises ! Notons l'affirmation d'une sécurité apportée par ce couple élevé, ce qui n'a jamais été documenté dans des études accidentologiques, ce sont à l'opposé les véhicules les plus puissants avec les capacités d'accélération les plus grandes qui ont le plus d'accidents, y compris lors de dépassements, ces derniers étant facilités, ce qui incite à les entreprendre de façon aventureuse et potentiellement dangereuse.

Une norme de consommation devrait inclure la consommation à la vitesse maximale et la consommation en exploitant au mieux les possibilités du moteur sur un circuit sinueux. Les résultats seraient totalement différents de ceux annoncés en utilisant des normes correspondant à des pratiques de conduite qui ne sont pas réalistes pour les véhicules les plus puissants.

Le graphique ci-dessous représente le lien entre puissance et consommation en ville pour ces 33 types de véhicules, le coefficient de corrélation est très élevé (0,937).



Si l'on calcule le rapport entre la consommation en ville et la consommation sur route, sa valeur est croissante avec la puissance du véhicule. La Peugeot 206 la plus faiblement motorisée à la valeur la plus faible (1,4), la BMW série 5 545i, la Peugeot 407 3.0 V6 et la Renault laguna 5p V6 dépassent la valeur de 2 (la consommation en ville est plus de deux fois supérieure à la consommation hors agglomération).