

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT
ET DU LOGEMENT

Groupe d'Etude P.R.D.A.
Accidents de la route

ETUDE PILOTE DE PREPARATION RATIONNELLE DES
DECISIONS CONCERNANT LES ACCIDENTS DE LA ROUTE

TITRE 12
VEHICULE
ET
SECURITE ROUTIERE

Février 1969

Introduction :

Le rapport de l'étude pilote de Préparation Rationnelle des décisions concernant les Accidents de la route consacre un titre au véhicule. Il est classique dans l'étude des accidents de la route de distinguer les facteurs se rapportant au véhicule, à la route, et au conducteur. Cette distinction est justifiée au niveau de l'action, car elle correspond à des organismes et des hommes différents sur lesquels l'action de l'Etat est possible.

Au contraire, il est injustifié d'utiliser cette distinction pour chercher des responsables des accidents de la route. Si, par exemple, un conducteur n'a pas pu arrêter son véhicule à temps, on peut trouver diverses causes plus ou moins immédiates :

- Le conducteur n'a pas réagi suffisamment vite.
- Il n'a pas prévu l'apparition de l'obstacle.
- Le constructeur automobile n'a pas prévu pour le contact sol-véhicule une matière possédant un coefficient de frottement suffisamment élevé avec le revêtement des routes actuelles.
- Le constructeur des routes n'a pas prévu un revêtement possédant un coefficient de frottement suffisamment élevé avec le caoutchouc qu'utilisent actuellement les fabricants de pneumatique.

Dans ce faisceau de causes, il est impossible d'établir une hiérarchie sans référence à une éthique des rapports économiques et sociaux. Or, il n'en existe aucune universellement admise. Il en résulte pratiquement une dilution de la responsabilité. On en vient à invoquer la fatalité et personne ne fait des efforts très sérieux pour améliorer la situation.

La seule solution pour sortir de cette impasse paraît consister à confier toute la responsabilité de la sécurité routière à une autorité arbitrale unique dont la fonction se distingue bien de celle de construction des routes ou de celle de contrôle et de répression. Cette autorité déciderait les mesures qu'il y a lieu d'imposer à tous les acteurs de la circulation routière, en fonction de critères définis à l'avance, mais pouvant évoluer au cours du temps.

Nous nous proposons d'examiner dans ce chapitre des critères de décision, de tenter leur application à des actions sur le véhicule envisageables dans l'état actuel de la technique, d'indiquer des recherches possibles dans ces domaines. Ce document a pu être élaboré grâce à l'apport au groupe de divers experts.

.../...

Quelques actions prioritaires seront dégagées.

Le plan suivi se présente ainsi :

1 - Critères de choix.

- 11 Notations
- 12 Analyse multicritère
- 13 Modèle économique simplifié
- 14 Ordres de grandeur
- 15 Difficulté d'appréciation des avantages et des coûts.

2 - Mesures de prévention.

21 Conception

- 211 - Comportement dynamique en freinage
- 212 - Comportement dynamique en marche normale
- 213 - Puissance massique minimale
- 214 - Visibilité
- 215 - Signalisation de position
- 216 - Signalisation de manoeuvre
- 217 - Confort
- 218 - Conclusion

22 Entretien

- 221 - Contrôle technique des véhicules
- 222 - Réglementation des pneumatiques
- 223 - Transformation des véhicules
- 224 - Notice de conduite du véhicule
- 225 - Conclusion.

3 - Actions de sauvegarde.

31 Application des techniques de l'emballage des biens fragiles au transport des passagers

- 311 - Moyens de retention
- 312 - Obstacles intérieurs
- 313 - Rigidité de l'habitacle
- 314 - Structure des parties avant et derrière.

.../...

- 32 Limitation de vitesse par construction
 - 33 Sauvegarde des piétons et des deux roues
 - 34 Protection contre l'incendie
 - 35 Adaptation des véhicules aux équipements routiers de sauvegarde.
 - 36 Conclusion
- 4 - Organismes de recherche, de décision et de contrôle en matière de réglementation du véhicule.
- 41 Situation actuelle
 - 42 Evolution souhaitable

Conclusion

Annexes :

1. - Calcul de l'espérance mathématique du coût actualisé pour la collectivité des accidents d'une voiture particulière.
2. - Calcul de rentabilité des ceintures de sécurité.

1 - Critères de choix

11 Notations .

Soit M un ensemble de prescriptions réglementaires. Un nombre NVi de véhicules devront être rendus conformes à ce règlement l'année i et il en résultera une augmentation DPi du prix Pi hors taxes du véhicule. Nous distinguons quatre catégories d'effets.

111 - Effets monétaires :

- budgétaires : la variable MB représente l'accroissement (algébrique) des dépenses budgétaires effectuées aux organismes d'information, de contrôle et de répression.
- pour les usagers :-la variable MUV représente l'accroissement (algébrique) des dépenses consacrées par l'ensemble des usagers pour l'achat, l'entretien et l'utilisation de leurs véhicules
 - la variable MUT représente l'accroissement des dépenses consacrées par l'ensemble des usagers aux transports collectifs.
 - la variable MUR représente la diminution des dépenses consacrées par l'ensemble des usagers à la réparation des véhicules accidentés et aux soins médicaux des blessés de la route.
- pour d'autres agents : la variable MAV représente l'accroissement (algébrique) de la production due à l'accroissement des activités de fabrication, d'entretien et d'utilisation des véhicules.
 - la variable MAT représente l'augmentation de la production due à l'augmentation de l'activité des transports collectifs. MAT n'est égal à MUT que si le coefficient multiplicateur des transports collectifs est égal à 1 et s'ils ne sont pas subventionnés par l'Etat.
 - la variable MAR représente la diminution de la production due à la diminution des activités de réparation des véhicules accidentés et de soins aux blessés de la route.

112 - Effets corporels :

La mort, l'invalidité ou l'incapacité temporaire d'individus productifs (réellement ou en puissance) apportent une gêne à l'économie .

.../...

Soient NT NB et NC les nombres de tués, de blessés, et d'accidents corporels épargnés par M.

Soient ptn et ptb les diminutions nettes et brutes de la production dues en moyenne à la mort d'un accidenté de la route, pb la diminution moyenne de la production due à l'invalidité et à l'incapacité d'un blessé de la route.

113 - Effets sur la qualité de service du système routier :

Nous ne considérons que les pertes de temps des usagers, désignées par PI.

114 - Effets psychologiques et sociaux

Nous considérerons :

- la diminution des préjudices affectifs dus aux deuils, que nous désignerons par PV
- la diminution des souffrances physiques que nous désignerons par PD
- la restriction de la liberté des individus : PL
- la restriction de la "consommation" de véhicules particuliers : PP

Toutes les variables précédentes peuvent être affectées de deux indices *i* et *j* : X_{ij} est l'effet *X* au cours de l'année *j* résultat de l'application pendant l'année *i* de la mesure *M*.

12 Analyse multicritère

On peut combiner de façon très diverses les critères que l'on peut associer à chacune de ces variables, ceci constituant un choix de politique générale. C'est pourquoi nous présenterons des résultats non globaux pouvant servir de données à différentes techniques de sélection associant plusieurs critères.

Nous développerons néanmoins une méthode inspirée des calculs de rentabilité des investissements routiers : les divers effets indépendants d'une mesure *M* sont considérés comme des satisfactions de l'Etat, exprimés en unité monétaires, et positives ou négatives. Des effets se manifestant à des dates différentes sont comparés grâce à l'application d'un taux d'actualisation. On peut alors sommer les avantages et les coûts, et caractériser une mesure par son bénéfice actualisé.

.../...

13 Modèle économique simplifié

Ne connaissant pas les coefficients multiplicateurs, nous les supposerons égaux à 1 :

MUV = MAV
MUT = MAT
MUR = MAR

Les satisfactions positives de l'Etat que nous retiendrons sont :

131 - Augmentation de la force productive par diminution du nombre des tués - Elle est annuellement exprimée par un équivalent monétaire intermédiaire entre :

$NT_{ij} \cdot ptn$ et $NT_{ij} \cdot ptb$

pour tenir compte de l'effet multiplicateur. En 1962 il a été choisi par la Direction des Routes la valeur :

$NT_{ij} \cdot 100\ 000\ F$

132 - Augmentation de la force productive par diminution du nombre de blessés. En 1962, la Direction des Routes a retenu une incapacité permanente moyenne de 2,5 %, ce qui donne :

$NB_{ij} \cdot pb = NB_{ij} \cdot 4\ 500\ F$

133 - Augmentation de la capacité des hôpitaux pour les autres soins par diminution du nombre de blessés

Elle a été estimée en 1962 à

$NB_{ij} \cdot 1\ 000\ F$

134 - Diminution des préjudices effectifs et moraux

Elle a été estimée en 1962 à :

$NT_{ij} \cdot 40\ 000\ F$

.../...

135 - Augmentation de la force productrice par reconversion de la main-d'oeuvre utilisée pour réparer les véhicules accidentés

Elle a été estimée en 1962 à :

$$NC_{ij} \cdot 2\ 500\ F$$

La somme de ces cinq avantages s'écrivait en 1962 :

$$A_{ij} = (140\ 000 \cdot NT_{ij} + 5\ 500 \cdot NB_{ij} + 2\ 500 \cdot NC_{ij}) F$$

La réévaluation proposée pour 1969 est, en France :

$$A_{ij} = 230\ 000 \cdot NT_{ij} + 10\ 000 \cdot NB_{ij} + 3\ 500 \cdot NC_{ij}$$

Les satisfactions négatives de l'Etat que nous retiendrons sont :

136 - Accroissement des dépenses budgétaires.

Pour tenir compte de la "désutilité" de l'impôt, la satisfaction (négative) est estimée à :

$$- 1,2 \cdot MB$$

137 - Augmentation du prix des véhicules

Nous supposons que les règlements sont internationaux

de manière à ne pas changer les rapports de force entre constructeurs de divers pays. Néanmoins, même une augmentation uniforme du prix des véhicules construits dans tous les pays peut entraîner une modification des balances des paiements extérieurs : en effet, une diminution uniforme des exportations d'automobiles affecte plus les pays dont la part des automobiles est importante dans le volume du commerce extérieur. Faute de pouvoir évaluer cet effet nous le négligerons.

Si l'augmentation de prix DP_i ne modifiait pas les décisions d'achat de véhicules, M entraînerait un supplément $NV_i \cdot DP_i$ des sommes consacrées par les usagers à l'achat de véhicules, et par conséquent une diminution égale des sommes consacrées à d'autres usages, c'est à dire une diminution égale de leur satisfaction.

.../...

Or l'augmentation de prix modifie les décisions d'un certain nombre d'usagers qui vont acheter un modèle moins cher ou renoncer à acheter un véhicule. L'augmentation des sommes consacrées par les usagers aux achats de véhicules ne sera donc que :

$$NV_i \cdot DP_i \cdot (1-a_i)$$

(Remarquons que réciproquement, certaines personnes qui préféreraient utiliser des moyens de transport plus sûrs que la route vont peut être se décider à acheter un véhicule à la suite de l'augmentation de sécurité due à l'application de M)

Cette quantité ne représente cependant pas non plus la variation de satisfaction des usagers : la somme prévue pour l'achat d'un véhicule avant que M n'entre en vigueur, V peut procurer une satisfaction inférieure dans son nouvel emploi.

La diminution de satisfaction est comprise entre les deux valeurs précédentes. Nous prendrons en première approximation la valeur :

$$NV_i \cdot DP_i$$

en sachant que nous surestimons un peu le coût des mesures.

La somme des deux coûts pris en considération est donc :

$$C_i = 1,2 MB_i + NV_i \cdot DP_i$$

Les avantages étant :

$$A_{ij} = 230\ 000 \cdot NT_{ij} + 10\ 000 \cdot NB_{ij} + 3\ 500 \cdot NC_{ij}$$

Soit t le taux d'actualisation. La mesure M est rentable si :

$$B = \sum_{i=10}^{\infty} \frac{1}{1+t} \frac{1}{1-i0} \left(-C_i + \sum_{j=i}^{\infty} A_{ij} \right)$$

Où $i0$ est l'année d'entrée en vigueur de M. Les valeurs de B permettent de classer les différentes mesures envisageables.

On peut imaginer beaucoup d'autres modèles : celui-ci a l'avantage de la simplicité. Il peut paraître un peu choquant par son caractère "technocratique" : l'Etat fixe la valeur des avantages qui résulteraient d'une amélioration de la sécurité routière; dont les usagers ne semblent pas avoir conscience. Ce n'est qu'une apparence due à la présentation des calculs. On peut très bien imaginer que l'évaluation de l'amélioration de la sécurité routière résulte d'une procédure démocratique.

14 Ordres de grandeur

Pour donner une idée des ordres de grandeur des augmentations admissibles de prix des véhicules, nous avons calculé en annexe l'expérience mathématique par voiture particulière du coût actualisé pour la collectivité des accidents où est impliquée une voiture particulière au moins.

Ce calcul aboutit à un coût actualisé de 2 700 F par voiture de tourisme . (taux 10 %)

Remarque : ce calcul suppose la probabilité annuelle d'accident constante au cours de la vie d'un véhicule. Cette hypothèse résulte d'une étude de l'ONCER sur les accidents de 1961 : lorsqu'un véhicule vieillit, l'augmentation du taux d'accidents par kilomètres parcouru est compensée par la diminution du parcours moyen annuel.

Un autre énoncé équivalent est le suivant :
une mesure ne coûtant rien à l'Etat et diminuant le coût des accidents des voitures particulières de p % ne doit pas entraîner une augmentation de plus de 27 % supérieure à px 27 F.

15 Difficulté d'appréciation des avantages et des coûts

Il est très difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, d'apprécier a priori les incidences d'une mesure de sécurité sur le bilan des accidents. S'il est évident, par exemple, qu'une lunette arrière chauffante destinée à éliminer la buée accroît la sécurité, combien d'accidents par an peut-elle éviter ? Il faudrait avoir une idée du nombre d'accidents dus à des déboîtements inopportuns et où la négligence du conducteur n'est pas mise en cause, renseignement impossible à obtenir avec l'actuel système de recueil de l'information sur les accidents, et difficile à obtenir de toute façon.

Même pour les ceintures de sécurité déjà très répandues dans d'autres pays et pour lesquelles on possède donc des renseignements à posteriori, il est difficile de savoir dans quelle mesure l'expérience étrangère est transposable en France.

.../...

Les coûts semblent plus faciles à obtenir : on peut avoir une idée assez exacte de la différence du coût d'une lunette arrière chauffante et d'une lunette arrière classique. Mais dans d'autres cas, s'il est facile de savoir ce que coûtera l'addition d'un élément à un véhicule déjà existant, il est beaucoup plus difficile, et parfois impossible, de savoir ce que coûtera sa prise en compte dès la conception du véhicule. De plus, l'efficacité est bien supérieure dans le second cas comme le savent les ergonomistes qui ont pratiqué l'ergonomie de correction et l'ergonomie de conception.

Devant ces difficultés, faut-il renoncer à notre projet initial ?

Nous ne le pensons pas, car, en premier lieu, nos calculs ne visent pas à une grande précision mais cherchent simplement à donner un ordre de grandeur pour voir si une mesure est raisonnable. D'autre part, notre outil est perfectible. Enfin, il constitue une méthode de contrôle à posteriori des décisions prises.

Nous allons passer maintenant en revue diverses mesures, et examiner les éléments que nous possédons, ceux qui nous manquent et dans quelle mesure on pourra les obtenir.

Opérations	Coûts				Avantages					Sociaux et psychologiques	Observations			
	Monétaires			pertes de temps	Sociaux et psychologiques	Monétaires			Gains de temps			Corporals		
	Budgétaires	Usagers	Autres			Budgétaires	Usagers	Autres				Morts évités	Malus évités	
Contrôle des transformations de véhicules	-	-	-	-	risque de "détournements" ailleurs que sur la route	-	-	-	-	-	?	?	Disparition de comportements psychosociologiques dangereux sur la route	Peut être fait en même temps que le contrôle technique
Notice de conduite	-	2 à 5 MF/an pour les véhicules neufs	-	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Amélioration de la relation homme-machine	Etudes préalables nécessaires
Ceintures de sécurité obligatoires	-	50 MF/an pour les véhicules neufs + renouvellement des sangles	-	-	sensation d'être attaché. Rappel désagréable du risque permanent d'accident	-	-	-	-	-	150 à 1500 au cours des 10 années de service	4.000 à 40000 au cours des 10 années de service	Sensation d'être maintenu. Prise de conscience du risque permanent d'accident	Première étape nécessaire pour le progrès de la sécurité secondaire. L'efficacité dépend essentiellement du port effectif, donc de la publicité et des incitations de la part des compagnies d'assurances
Sécurité secondaire														Etudes techniques et statistiques importantes
Protection contre l'incendie	-	?	-	-	-	-	-	-	-	-	?	diminution de la nécessité de soins coûteux	Amélioration de la sécurité subjective (le pré-tium doloris des brûlures est considérable)	Exploitation des statistiques entreprise
Casque obligatoire pour tous les deux roues	-	150 à 300 MF à amortir sur la durée de vie d'un casque	-	-	Restriction de la liberté individuelle	-	-	-	-	-	100 à 1000/an	5000 à 10000/an		

Opérations	Coûts			Perte de temps	Avantages					Observations		
	Monétaires				Sociaux et Psychologiques	Monétaires			Gain de temps		Corporals	
	Budgétaires	Usagers	Autres		Budgétaires	Usagers	Autres		morts évités		blesés évités	
Double circuit de freinage	-	10 à 40 MF/an pour véh.neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Amélioration de la sécurité subjective Une étude est souhaitable, mais les ruptures de circuit semblent très rares
Système antibloquant	-	400 MF/an pour véh. neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Etude à faire : rôle du freinage dans les accidents. Cette mesure introduirait l'électronique dans l'automobile. Recherches à moyen et long terme très importantes.
Recherche sur la tenue de route	-		-	-	-	-	-	-	-			
Puissance massique minimale V.L.	-	?	-	-	-	-	-	oui	-	?	?	Etudes à faire : accidents de dépassement accidents sur itinéraires à vitesse limitée
Puissance massique minimale P.L.	-	2500 F/CV/t pour un 38 T 250kg/CV/t	-	-	-	-	-	oui	-	?	?	Etude à faire : accidents en fonction des vitesses des poids lourds
Visibilité nocturne												Recherche sur la lumière polarisée
Normes de visibilité												Etudes à faire
Rétroviseur panoramique	-	5MF/an pour les véhicules neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Il suffit d'une réduction de 0,2 % du coût des accidents pour rentabiliser l'opération
Rétroviseur extérieur	-	12MF/an pour les véhicules neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Etude à faire : accidents de déboitement
Lunette arrière chauffante	-	40MF/an pour les véhicules neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Etude à faire : accidents de déboitement
Warning system	-	3 à 10MF/an pour les véh. neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Etude à faire : accidents contre véhicules immobilisés
Triangle de présignalisation pour V.L.	-	15 à 35MF/an pour les véh.neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Etude à faire : accidents contre véhicules immobilisés
Indicateur de freinage d'urgence	-	10 à 30 MF/an pour véh. neufs	-	-	-	-	-	-	-	?	?	Amélioration des communications entre usagers Etude à faire : collisions par l'arrière
Signalisation de manœuvre												Etudes ergonomiques à faire
Contrôle technique obligatoire	200MF/à invés-tir pour 20ans	100MF de frais de fonctionnement + amortissement	Diminution de certains travaux de réparation entraînés par un mauvais entretien	10 à 20M heures par an	restriction de la liberté individuelle	-	diminution des dépenses de réparations	Augmentation des travaux de réparations indispensables	-	?	?	Etude sur l'efficacité entreprise. Le contrôle technique permet une application beaucoup plus aisée de certaines prescriptions réglementaires
Réglementation des pneumatiques	-	Augmentation des dépenses d'achat de pneumatiques	-	-	Restriction de la liberté individuelle	-	-	Augmentation de la production des pneumatiques	-	?	?	L'application correcte est liée à l'instauration du contrôle technique.

2 - Mesures de prévention

21 Conception

211 - Comportement dynamique en freinage

Il fait l'objet d'un règlement imposant une décélération minimale. D'importants progrès ont été réalisés au cours des dernières années : on a vu le développement des freins à disques, assurant un freinage plus régulier et plus endurant, des limiteurs de pression, évitant le blocage des roues arrière et assurant une meilleure stabilité. Néanmoins le freinage des véhicules actuels possède encore les deux faiblesses suivantes :

- un freinage d'urgence, bloquant les roues avant, ôte toute possibilité au conducteur d'infléchir sa trajectoire, à moins que possédant un très grand art du pilotage, il sache doser de façon optimale sa pression sur la pédale de frein, ou que, grâce à beaucoup de sang froid, il ait la présence d'esprit de relâcher le frein quand il se rend compte que la collision est inévitable s'il n'infléchit pas sa trajectoire. De la même manière, les possibilités de freinage en courbe sont très limitées, précisément dans des conditions où la distance de visibilité est raccourcie, et où une marge confortable de décélération serait bien utile pour réparer une erreur d'appréciation du rayon de la courbe.
- Si le coefficient d'adhérence est différent sous les roues droites et sous les roues gauches du véhicule, à cause, par exemple de la présence de boue sur le bord de la chaussée, un freinage d'urgence a toutes chances de provoquer une perte de contrôle.

Les perfectionnements que l'on peut envisager sont :

- les circuits de freinage multiples. Il'en existe une grande diversité et une réglementation n'est pas aisée. On ignore d'autre part combien d'accidents sont dus à une rupture de canalisation dans le système de freinage.
- Les dispositifs "antiskid" ou antienrageurs asservissent le glissement relatif des roues sur le sol à la valeur optimale d'environ 20 %, où l'adhérence longitudinale est la plus forte et où l'adhérence transversale conserve une valeur importante. Ces dispositifs ont fait l'objet d'études

.../...

passées ces dernières années. Il permette à un usager quelconque de réaliser des distances de freinage de 10 à 15 % plus courtes que celles d'essyeurs expérimentés disposant d'un système classique. La stabilité est améliorée, et, surtout, le conducteur garde la possibilité d'agir sur sa trajectoire à l'aide du volant, ce qui lui permet de corriger les écarts que pourraient provoquer des hétérogénéités locales de la chaussée, et ce qui accroît considérablement les possibilités de freinage en courbe. L'augmentation du prix d'un véhicule ainsi équipé est actuellement estimée à 400 F. Le dispositif est donc rentable sur les voitures de tourisme s'il permet de réduire d'environ 15 % le coût total des accidents où elles sont impliquées. Ce chiffre bien qu'élevé, n'est pas absurde. Il serait intéressant de le confronter au nombre d'accidents dans lesquels un véhicule a tenté de freiner. Il faut également tenir compte d'un autre aspect difficilement chiffrable : l'adoption des "antiskid" marquerait l'introduction de l'électronique dans l'automobile, ce qui peut apporter de grands progrès dans le domaine général du comportement dynamique.

Le freinage des poids lourds est encore compliqué par deux éléments :

- les importantes variations du poids du véhicule en cours d'utilisation.

Il est envisagé une prescription qui reviendra pratiquement à imposer dans beaucoup de cas le montage d'un correcteur de freinage en fonction de la charge.

- la composition fréquente en train routier avec remorque et semi-remorques qui posent des problèmes particuliers de stabilité et auxquels les dispositifs antienrayeurs sont susceptibles d'apporter une solution.

212 - Comportement dynamique en marche normale

Actuellement la tenue de route est jugée subjectivement par les essayeurs professionnels des constructeurs et ne fait l'objet d'aucun règlement. Un tel règlement devrait être fondé sur des critères objectifs. Or, le comportement dynamique dépend d'une multitude de paramètres, propre au véhicule d'une part, au milieu dans lequel il évolue d'autre part. Un grand travail est encore à accomplir pour définir la tenue de route par des caractéristiques de réponse du véhicule. Deux ingénieurs de la Ford Motor Company, JOHN VERSALE et LYMAN M. FORBES, ont fait le point de la situation actuelle dans un article paru dans le n° 247 de Highway Research Board n° 247 et ont défini un programme minimal de recherche. Ils insistent sur le fait qu'il faut prendre en compte le couple homme-véhicule, et qu'une tenue de route permettant à un pilote chevronné des victoires en compétition n'est pas nécessairement celle qui améliorera la sécurité. Il en est des améliorations du véhicule comme des améliorations de la route : quel usage en sera fait par les conducteurs ? Un certain nombre vont en profiter pour accroître leur vitesse. Une politique en ce domaine ne peut donc être fondée sur les statistiques d'accidents, une exploitation correcte de ces dernières nécessitant la définition des caractéristiques à prendre en compte. Une grande prudence doit être observée : supposons que l'on s'avise de comparer les accidents des voitures à traction avant et à moteur arrière. Dans l'état actuel de la production de divers pays, cela risque d'être beaucoup plus une comparaison de la suspension à grand débattement et à faible variation de carrossages avec la suspension à essieu arrière brisé et demi-arbres oscillants. Même lorsqu'on aura isolé des paramètres corrects et mis en évidence des différences significatives, il faudra s'assurer qu'elles ne sont pas dues à des différences dans les populations des conducteurs, certains traits de caractères pouvant influencer le choix du véhicule qui ne serait plus qu'un aspect de la psychologie du conducteur.

On peut être tenté d'imposer certaines solutions techniques sur lesquelles le consensus de tous les ingénieurs d'études peut être recueilli. Cela leur permettrait de triompher de certains services commerciaux leur imposant des solutions périmées, mais permettant de mieux amortir certains matériels de production et d'abaisser le prix de revient. Ces services commerciaux n'ont peut-être pas entièrement tort, puisqu'on constate ce que sont leurs firmes, plutôt que celles où l'on cherche les solutions techniques intelligentes, qui se développent le plus. Un tel règlement pourrait donc avoir des effets bénéfiques à court terme. Mais à plus long terme, on risquerait de geler le progrès technique. Il semble préférable d'attendre d'avoir trouvé des critères plus généraux. On pourra alors incorporer au règlement des solutions techniques respectant ces critères et homologuées d'office, mais en laissant la

.../...

possibilité d'autres solutions. Le constructeur devra prouver qu'elles satisfont bien aux critères généraux.

La définition de ces critères généraux exige, antérieurement à l'exploitation des statistiques d'accidents, une recherche de type expérimental. L'utilisation des techniques de simulation pourrait être intéressante dans la recherche des caractéristiques les mieux adaptées aux conducteurs.

L'introduction de l'électronique, surtout lorsque l'on disposera de la propulsion électrique, permettra probablement des réalisations qui pouvaient paraître utopiques il y a quelques années.

Il ne faut pas néanmoins abandonner la recherche dans le domaine purement mécanique : il faut par exemple envisager la possibilité du montage en série d'un dispositif du type "Redrex", qui permet de redresser un véhicule en situation périlleuse d'embarquée sur sol glissant.

L'étude des implications économiques de ce dispositif est délicate, car il entraîne une extension du domaine d'emploi de l'automobile : beaucoup d'utilisateurs qui n'osent actuellement utiliser leur véhicule par temps de verglas le feront. (Le problème est analogue au salage des routes).

213 - Puissance massique minimale

L'hétérogénéité des vitesses pratiquées est certainement un facteur d'accident. C'est dans les rampes que les vitesses des différents véhicules accusent les écarts les plus importants. La vitesse d'un poids lourd dans une rampe dépend de la puissance dont dispose son moteur pour chaque tonne de son poids. Mais la puissance d'un moteur en fonction de son régime de rotation n'étant pas constante, cette vitesse dépend de l'étagement de la boîte de vitesse. C'est la fraction de la puissance massique égale au rapport le plus faible des démultiplications de deux vitesses consécutives qui conditionne la vitesse maximale en rampe.

2131 - Poids lourds

Si l'on compare les puissances massiques des voitures particulières et des poids lourds, on voit qu'il est impossible d'imposer à ceux-ci des valeurs du même ordre que

.../...

celles-là : la plus paresseuse des voitures particulières atteint 20 chevaux à la tonne à pleine charge alors que les ensembles les plus lourds (35t) ont une puissance massive de 4 à 7 chevaux par tonne.

La réglementation allemande imposera une puissance de 8 chevaux par tonne lorsque le tracteur du convoi aura été mis en service après le 1er Janvier 1972.

Certaines études ont estimé pour un ensemble de 38 t, les augmentations de prix et de poids entraînées par une augmentation de la puissance massive de 1 CV/T, en étudiant les gammes de prix, de puissance et de poids des catalogues de divers constructeurs : 2500 F. et 250 Kg.

Une amélioration des conditions de circulation serait à compter parmi les avantages : le S.E.T.R.A. effectuée actuellement, une étude sur les pertes de temps dues aux poids lourds.

Il resterait à effectuer une étude comparative des accidents sur diverses sections où les vitesses des poids lourds sont différentes.

2132 - Voitures particulières

Les puissances massiques des voitures particulières vides varient de 30 chevaux par tonne pour la plus paresseuse à 150 chevaux pour certaines voitures de sport.

Le manque d'accélération est certainement un facteur accidentogène : les dépassements sont plus longs, le conducteur hésite parfois à ralentir dans un passage où il le devrait pour ne pas perdre son élan. Cependant, il est très difficile de mesurer l'incidence de ce facteur à l'aide des statistiques d'accidents. En effet, un sous-produit de la puissance est la vitesse de pointe, facteur jouant en sens inverse. Une expérience de limitation de vitesse fournirait l'outil pour séparer les deux facteurs.

.../...

214 - VISIBILITE

2141 - De nuit

Les taux d'accidents de nuit sont d'environ 50 % supérieurs à ceux de jour (étude de M. Goldberg sur les accidents de 1959). Ce qui caractérise la nuit est évidemment la diminution de la visibilité. Mais c'est aussi la période où l'homme, dans son cycle normal, se repose et est donc moins apte à la tâche de conduite, justement quand cette tâche est plus difficile. Une amélioration de l'éclairage peut donc être efficace.

Les accidents corporels survenus la nuit ou aux heures crépusculaires en dehors des centres urbains, représentent (chiffres de 1959) 16 % du total des accidents corporels. Pour les accidents mortels, la proportion correspondante est de 33 %. Si l'on parvenait à ramener les taux de nuit au niveau des taux de jour, on économiserait 5% des accidents corporels et 20 % des accidents mortels, soit environ, 15 % du coût total des accidents. La dépense maximale pour ramener les taux de nuit au niveau des taux de jour est donc de l'ordre de 400 F par véhicule. On peut donc raisonnablement estimer à 250 F; la part que l'on peut consacrer par véhicule à l'amélioration de l'éclairage.

D'important progrès ont été réalisés techniquement ces dernières années pour les deux de routes avec les lampes dites à iode. Rares sont encore les véhicules livrés avec ce type d'éclairage. De nombreux automobilistes en équipent leur véhicule malgré les prix élevés pratiqués par les marchands d'équipements automobiles.

En ce qui concerne les feux de croisement, le problème reste à peu près entier, malgré la légère amélioration que peuvent apporter les optiques à deux réflecteurs et à deux ampoules à iode.

La solution de la lumière polarisée est séduisante. Mais sa principale difficulté est qu'elle ne peut pas être introduite progressivement : il faut que tous les véhicules soient ainsi équipés pour qu'il soit possible de circuler. On peut cependant penser à des solutions valables transitoirement (lunettes), mais qui devront tout de même être générales. Techniquement, des recherches sont à poursuivre pour améliorer sensiblement le rendement des polaroïdes. Les essais qui ont été effectués n'ont pas été encourageants : on ne récupère plus dans le véhicule que 10 % de l'éclairage que l'on aurait avec un code européen normal. Il semble néanmoins souhaitable de poursuivre l'étude de cette solution, car c'est probablement la seule susceptible d'apporter quelque chose de

.../...

spectaculaire en matière d'amélioration de l'éclairage.

Citons, enfin, les rétroviseurs jour-nuit qui réduisent l'éblouissement par un véhicule suiveur.

2142 - De jour

L'effort des stylistes a œuvré ces dernières années dans le sens d'une amélioration de la visibilité, avec l'abaissement des ceintures de caisse et la réduction des montants. Il semble difficile maintenant de les réduire encore sans compromettre dangereusement la résistance du pavillon en cas de retournement.

L'expérience la plus élémentaire de la conduite montre néanmoins que la visibilité vers l'arrière est encore insuffisante. On pourrait dénombrer dans le fichier accident les collisions où un véhicule a "déboité" alors qu'un autre véhicule arrivait derrière lui pour estimer l'efficacité maximale des améliorations qu'on peut apporter dans ce domaine :

- rétroviseur panoramique : le supplément de coût par rapport aux rétroviseurs actuels est très faible, de l'ordre de quelques francs.

- rétroviseur extérieur gauche : le supplément est estimé à 12 F. H.T. Le dispositif a toute son efficacité s'il est indéréglable, ou encore mieux, s'il est réglable du poste de pilotage. Ce résultat n'est possible que si ce dispositif a été prévu au stade de la conception du véhicule.

- Lave glace : il est évidemment inutile d'augmenter les surfaces vitrées si elles sont obscurcies par les moucherons ou la boue. La plupart des véhicules sont équipés d'un lave-glace : il n'est cependant pas toujours assez puissant pour être efficace à toutes les vitesses. Il est extrêmement difficile d'avoir une idée du nombre d'accidents que peuvent éviter les lave-glace, mais étant donné le faible coût de ce dispositif, on peut considérer que le bon sens suffit à fonder une telle mesure.

.../...

On pourrait penser à s'attaquer à la cause des projections d'eau sale et imposer l'équipement de "bavettes" : mais une étude de l'ONSER a montré que 80 % des projections sont dues aux tourbillons aérodynamiques créés par le mouvement du véhicule.

- Lunette arrière chauffante : le supplément de prix du dispositif électrique est estimé à 40 F. H.T. Dans le cas où le désembuage de la lunette arrière serait conçu comme une partie intégrée au système général de climatisation, le supplément de prix serait certainement inférieur.

- Périscope : le véhicule expérimental mis au point par la Fairchild Hiller Corporation est muni d'un périscope vers l'arrière. C'est certainement la solution qui devra être adoptée sur les nouveaux véhicules dans l'avenir, lorsque tous les sièges seront conçus avec un appui-tête. Elle aboutirait peut-être même à une économie en permettant de réduire considérablement et même de supprimer les surfaces vitrées arrière.

215 - Signalisation de position

Nous examinons, dans ce paragraphe les dispositifs destinés à éviter des collisions contre un véhicule immobilisé sur la chaussée.

On pourrait, assez aisément, dénombrer les collisions dans lesquelles un des véhicules était arrêté sur la chaussée, en excluant les télescopages en chaîne.

Les dispositifs envisagés sont :

- Les plaques réflectorisées : Coût : 20 F. H.T. au minimum. L'efficacité en est douteuse et il est peu probable que la mesure soit rentable.

- Warning system : il s'agit d'un dispositif existant sur certaines voitures de sport étrangères provoquant le clignotement de tous les feux du véhicule. Peu coûteux, ce système est probablement intéressant, surtout sur autoroute.

- Signalisation latérale des poids lourds.

.../...

Certaines collisions spectaculaires contre des poids lourds manœuvrant en travers de la chaussée, donc sans feux visibles, ont ému l'opinion publique. L'équipement en feux latéraux est suffisamment bon marché pour qu'il paraisse inutile de faire une étude de ce type d'accidents.

- Triangles de présignalisation

Obligatoires pour les voitures particulières dans certains pays, ils ne le sont en France que pour les poids lourds. Ils coûtent actuellement 14 F. H.T. Mais pour servir à quelque chose ce triangle doit être très visible et stable. Le Ministre de l'Équipement et du Logement a fait étudier un modèle satisfaisant à ces exigences dont le coût serait de 35 F. H.T.

16 - Signalisation de manœuvre

Il existe actuellement, un indicateur de freinage et un indicateur de changement de direction.

On peut envisager de doubler l'indicateur de freinage par un indicateur de freinage d'urgence, qui pourrait être sonore, comme l'ONSER le propose, pour prévenir les collisions en chaîne. Un signal qui est souvent évoqué dans le même but, est l'indicateur de décélération qui fonctionne dès qu'on lève le pied de l'accélérateur et permet de diminuer le temps de réaction du conducteur suiveur.

L'indicateur de changement de direction sert actuellement aussi d'indicateur de changement de file. On peut envisager de créer un indicateur spécial à cette manœuvre. Il paraît assez difficile d'évaluer le nombre d'accidents qui pourraient être évités.

On peut envisager aussi un indicateur d'accélération, ou un indicateur de freinage visible de l'avant qui permettrait à un usager de savoir quand un de ses dépassements a gêné un autre usager.

Pour que l'information soit bonne, il importe que ces signaux restent en nombre limité et que leur interprétation soit dénuée de toute ambiguïté. Rappelons à ce sujet la tentative malheureuse faite il y a quelques années, pour permettre aux conducteurs de poids lourds de montrer qu'ils avaient entendu le signal d'une voiture suiveuse.

Les avantages de cette catégorie de mesures, bien que très importants, sont difficilement évaluables. Ils sont surtout d'ordre psychosocial, par l'amélioration qu'ils pourraient apporter aux communications entre conducteurs et au climat général de la conduite.

.../...

217 - Confort

Le confort aussi bien cinétique que sonore a certainement une influence sur la vigilance. Les recherches en ce domaine ne sont pas encore assez avancées pour pouvoir situer l'optimum entre la fatigue et l'assoupissement, et pour définir des normes.

218 - Conclusion

Les progrès les plus spectaculaires dans l'immédiat sont à attendre dans le domaine du freinage. Il semble nécessaire, si une étude du freinage dans les accidents le confirme, que l'Etat encourage et accélère leur application à la série par une réglementation appropriée, qui doit cependant rester souple pour ne pas entraver le progrès. Il serait malheureux de voir les réalisations "antiskid" inexploitées, comme ce fut le cas, il y a quelques années, du système mis au point par Monsieur LEPELLETIER pour les freins à tambours. L'introduction de l'électronique dans l'automobile ouvrira probablement la voie à toute une série de dispositifs optimisant le comportement dynamique. Il importe de commencer dès maintenant des recherches expérimentales sur la tenue de route. Il faut souligner à ce sujet l'importance de la nécessité d'une collaboration des constructeurs de routes, d'automobiles et des fabricants de pneumatiques. Les études et les recherches dans les domaines de la visibilité et de la signalisation doivent être poursuivies.

22 Entretien

221 - Contrôle technique des véhicules

Seuls les poids lourds sont actuellement assujettis au contrôle technique en France. Une enquête effectuée par l'ONSER en 1960 sur un échantillon de 547 véhicules impliqués dans de graves accidents de la circulation, a mis en cause un défaut technique dans 12,5 % des cas. Une nouvelle étude plus fine pour déterminer le rôle des défauts mécaniques devrait être confiée à l'ONSER.

Un rapport a été remis au Directeur des routes, le 22.1.66, sur l'organisation éventuelle du contrôle technique. Il paraît indispensable de confier le contrôle à un ou des organismes spécialisés, car les compétences et le matériel nécessaires sont assez différents de ceux qu'exige la réparation des véhicules. Les investissements nécessaires pour une capacité annuelle de 5 millions de visites sont estimés de 150 à 200 MF (octobre 1967). Les frais d'exploitation annuelle sont estimés à 100MF. Le coût total annuel de l'opération représenterait donc environ 3 % du coût des accidents, ce qui paraît un ordre de grandeur raisonnable en attendant les résultats des études de l'ONSER.

.../...

Le contrôle technique est instauré dans de nombreux pays étrangers et dans des pays aussi libéraux que les Etats-Unis. En fait, l'intérêt du contrôle technique dépasse la prévention des accidents liés à des défauts mécaniques. C'est le principal moyen d'application de toute prescription sur le véhicule qui ne soit pas relative à sa conception: conformité à la carte grise, réglementation des pneumatiques, limitation de vitesse par construction, remise en état de véhicules accidentés, retrait de la circulation de certains véhicules, etc...

Si un réseau d'autoroutes à grande vitesse est mis en place dans l'avenir, avec conducteurs et véhicules sélectionnés, il sera impensable de ne pas disposer d'un organisme de contrôle technique.

Enfin, un important effet indirect du contrôle technique réside dans la sensibilisation de l'opinion sur les questions d'entretien qu'il provoquera.

222 - Réglementation des pneumatiques

Environ la moitié des défauts relevés au cours de l'enquête de l'ONSER citée en 21 sont relatifs aux pneumatiques. Les études du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, dans le cadre du groupe "Glissance", ont montré que le risque de dérapage sur chaussée mouillée apparaît bien avant que le pneu ne soit lisse.

La stabilité au freinage exige que l'usure des pneumatiques soit à peu près uniforme, ce qui est loin d'être toujours le cas en pratique.

Les récentes études sur le comportement dynamique des véhicules ont montré l'importance des caractéristiques des pneumatiques dans la détermination de la stabilité et la maniabilité : structure, taille, pression de gonflage.

Un règlement portant sur ces points est étudié au Ministère de l'Équipement et du Logement.

Les prescriptions relatives au respect des normes prévues par le constructeur lors du gonflage ou du remplacement des pneumatiques ne coûtent rien à l'utilisateur.

.../...

Les prescriptions relatives à l'usure, elles entraînent des échanges plus fréquents de pneumatiques pour la catégorie d'usagers qui, en l'absence de réglementation, attendraient la disparition des sculptures des enveloppes pour se décider à l'échange. Un calcul est possible pour déterminer l'usure minimale optimale à imposer. En fait, la profondeur de 1mm actuellement retenue correspond certainement à une usure supérieure à celle de l'optimum. Il s'agit surtout d'attirer l'attention des usagers sur ce problème et d'éliminer les situations les plus dangereuses. De plus, il n'existe pas un optimum unique pour tous les usagers : il dépend du mode de conduite, de la puissance des véhicules, des trajets effectués.

223 - Transformation des véhicules

Dans le but, parfois louable, d'améliorer leur véhicule certains usagers lui apportent parfois des modifications :

- montage de servo-frein
- augmentation de la puissance du moteur
- élargisseurs de voie
- lestage

Or certaines modifications peuvent avoir des effets très néfastes. Un freinage trop puissant peut bloquer trop facilement les roues, si les freins sont à tambours, avec perte du pouvoir directeur si le blocage a lieu à l'avant, perte de stabilité, s'il a lieu à l'arrière. L'augmentation de vitesse consécutive à une augmentation de puissance peut placer le véhicule dans des conditions pour lesquelles divers organes n'ont pas été conçus. Les élargisseurs de voie imposent aux et aux goujons de fixation des roues des efforts pour lesquels ils n'ont pas été dimensionnés, et peuvent altérer gravement le comportement dynamique dans certains cas. Le lestage excessif de l'essieu avant sur certaines "tout à l'arrière" risque de provoquer le blocage des roues arrières, les premières et la perte de la stabilité dans un freinage énergique.

Il semble très souhaitable de mettre fin à l'équipement en accessoires n'ayant pas reçu une homologation. Celle-ci pourrait être faite soit par le constructeur automobile pour lequel l'accessoire est prévu (mais il est peu probable qu'un constructeur reconnaisse officiellement que le véhicule qu'il vend est améliorable) soit par le Service des Mines ayant recours à un organisme professionnel aux frais du fabricant d'accessoires. L'homologation devrait bien préciser les conditions d'emploi de l'accessoire et ses inconvénients possibles, dans la mesure où ils n'ont pas abouti au refus d'homologation, ces indications devant obligatoirement figurer sur une notice jointe à l'accessoire au moment de sa vente.

.../...

Théoriquement, il n'est pas possible d'effectuer une modification notable d'un véhicule sans une nouvelle réception par le Service des Mines. Il suffit donc d'appliquer la réglementation existante, ce qui, pratiquement, peut être fait seulement par l'instauration du contrôle technique.

Il est très difficile de faire un bilan coût-avantage de ce genre de mesure. Le coût des études d'homologation dépend beaucoup des cas d'espèces. Aura-t-il une incidence sur le prix de l'accessoire dont la marge bénéficiaire est très grande ?

Comment chiffrer l'amélioration de l'information du public ?

224 - Notice de conduite du véhicule

De nombreux usagers ignorent qu'au cours d'un violent freinage, le blocage des roues avant entraîne la disparition du pouvoir directeur de l'essieu avant, et, le blocage des roues-arrière, l'apparition d'une forte instabilité qui se traduit la plupart du temps par un (ou plusieurs) tête à queue. De nombreux conducteurs ignorent les réactions de leur véhicule en courbe à la suite d'un brusque relâchement, ou d'une brusque pression, de l'accélérateur, ou l'effet d'un coup de volant à grande vitesse. Ces réactions dépendent beaucoup des conditions d'adhérence, mais aussi beaucoup du véhicule. C'est pourquoi il semble très souhaitable que soit livrée avec chaque véhicule, parallèlement à la notice d'entretien, une notice de conduite indiquant les particularités de comportement du véhicule, leurs variations en fonction de la charge et de l'adhérence, et les principales fautes de pilotage. L'homologation par le Service des Mines serait subordonnée à la production de cette notice.

Cette mesure, peu coûteuse, présenterait des avantages assez difficiles à chiffrer, non seulement sur le plan des connaissances techniques des usagers, mais aussi de la psychologie de la conduite : elle permettrait de corriger une certaine vision de la réalité automobile présentée par la presse spécialisée dont la lecture donne à penser, surtout aux jeunes conducteurs, que le glissement contrôlé, ou autres manoeuvres délicates d'équilibriste professionnel, sont d'une pratique aisée et courante.

225 - Conclusion

Parmi les mesures examinées dans ce paragraphe, seul, le règlement sur les pneumatiques peut faire l'objet d'une action immédiate. Mais son application efficace est liée à l'instauration du contrôle technique, de même que celle des autres mesures, y compris la notice de conduite qui gagnerait beaucoup à être commentée par un spécialiste pendant les opérations de contrôle technique. Il conviendra de tenir compte, en même temps que des conclusions des études sur le rôle des défauts mécaniques dans les accidents, de ses effets indirects pour prendre une décision sur la mise en place au nom d'un contrôle technique.

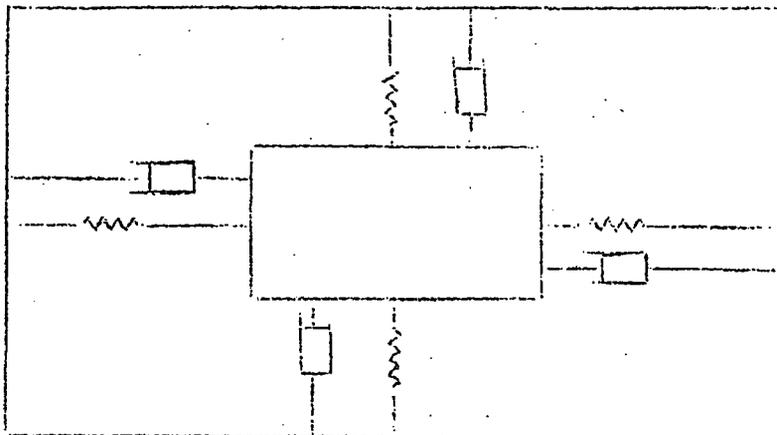
3 - Actions de sauvegarde

Il s'agit des mesures destinées à limiter la gravité des conséquences des accidents.

31 Application des techniques d'emballage des biens fragiles au transport des passagers.

Pour transporter un appareil de mesure précis et fragile, on l'arrime solidement dans une première enveloppe rigide qu'on entoure d'un matériau déformable et capable d'amortir les chocs. C'est suivant ces principes, également, que le cerveau humain est "conditionné".

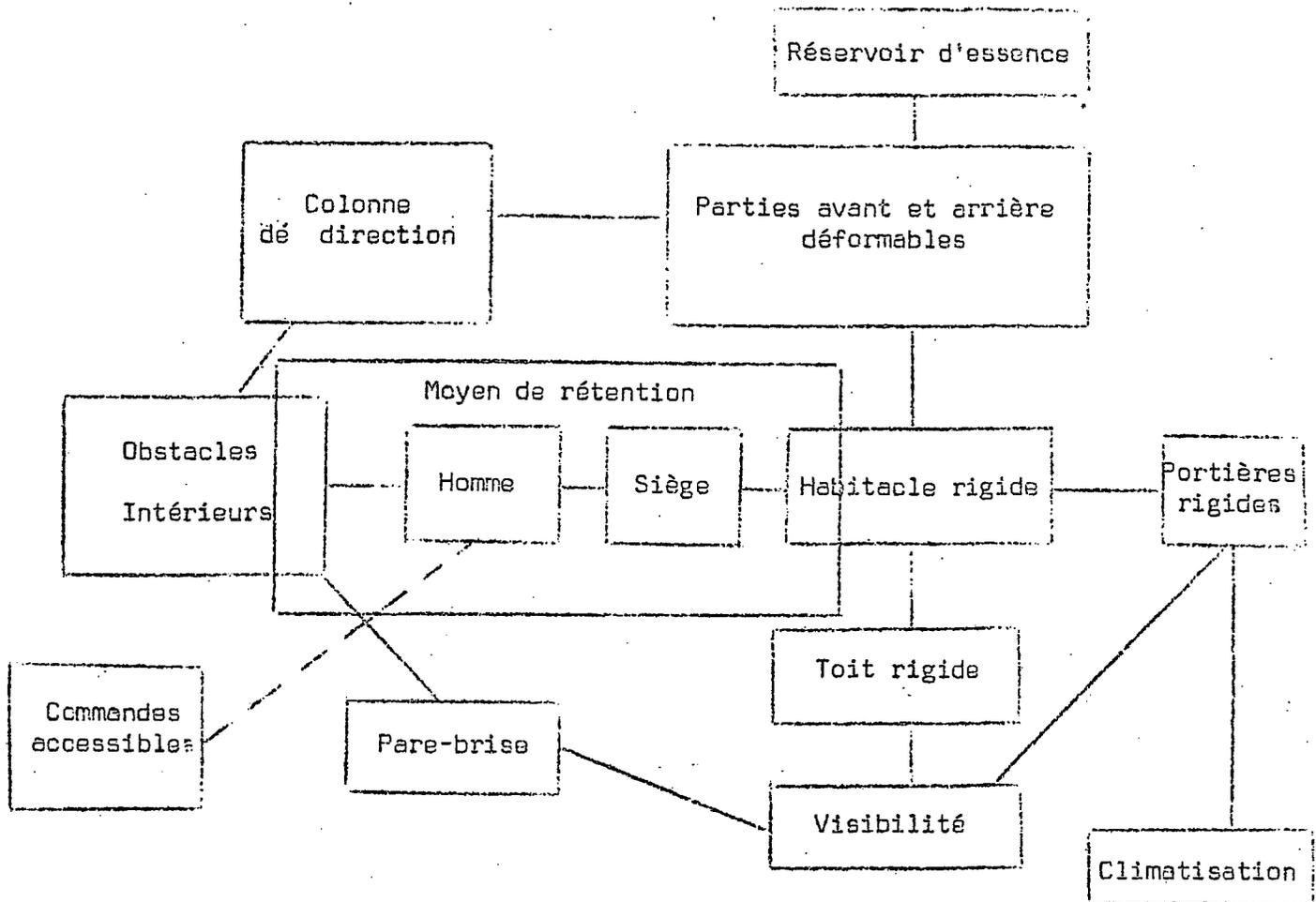
SCHEMA I



En appliquant ces idées au transport des passagers, on obtient le schéma suivant : les passagers sont maintenus par un moyen de rétention à l'intérieur d'un habitacle rigide entouré, à l'avant et à l'arrière, de structures déformables, capables d'absorber l'énergie des chocs. On peut perfectionner le schéma en introduisant un intermédiaire supplémentaire : le passager est maintenu sur son siège lié à l'habitacle par une structure déformable et capable d'absorber de l'énergie. On aboutit à la conception du siège de choc mis au point par le centre d'études PEUGEOT. Une partie de l'énergie peut également être absorbée par le moyen de rétention lui-même. Il faut alors, supprimer dans la mesure du possible les obstacles que le passager peut heurter du fait de la déformation du moyen de rétention, ou faire en sorte que cette collision ne soit pas grave.

.../...

SCHEMA II



311 - Moyens de rétention

C'est la première étape nécessaire sans laquelle toutes les améliorations de la structure du véhicule sont à peu près inefficaces. Le moyen de rétention le plus simple et le seul commercialisé, est la ceinture de sécurité. Utilisée seule sur les véhicules actuels, elle constitue déjà un moyen de sauvegarde efficace d'après les études faites à l'étranger. Aux Etats-Unis, le Cornell Institute estime que le port généralisé de la ceinture pourrait réduire de 50 % les conséquences graves des accidents pour les occupants des voitures particulières. En Suède, l'étude Volvo conclut que le taux de diminution des blessés varie ainsi en fonction de la vitesse avant l'accident/

- pour le conducteur entre 57 % (35 Km/h) et 48 % (115 Km/h)
- pour le passager avant entre 63 % (35Km/h) et 55 % (115 Km/h)

.../...

De plus, aucun occupant attaché de l'échantillon (28 780 accidents de plus de 400 F. de dégâts matériels) n'a été tué lorsque la vitesse de son véhicule avant l'accident était inférieure à 60 miles /h.

A partir du 1er Avril 1970, les véhicules neufs devront être équipés de ceinture de sécurité aux places avant. Le supplément de prix est estimé à 70 F. par véhicule, la première année d'application de la mesure, et à 50 F. par la suite, valeur que nous retiendrons.

Le calcul fait en annexe suppose que, par suite du vieillissement par exposition aux ultraviolets, il faudra changer une fois les sangles (mais non les boucles et les ancrages) et que la probabilité d'être tué ou blessé dans un accident est deux fois plus faible pour un occupant retenu que pour un occupant non retenu. Le résultat est le suivant :

L'avantage actualisé est neuf fois plus élevé que le coût si toutes les ceintures sont utilisées et il faut que 11 % de ces ceintures soient portées en toutes occasions pour que l'avantage actualisé soit égal au coût.

Avec une hypothèse plus pessimiste-division du coût par 1,5 - on trouve un rapport de 6 et une utilisation minimale de 17 %. A titre comparatif, indiquons que dans l'échantillon de l'enquête Volvo, 26 % des personnes impliquées portaient leur ceinture.

Si globalement la ceinture de sécurité épargne des blessés, elle provoque certaines blessures : lésions de la cage thoracique, du rachis cervical, etc...

Il importe que les centres de traumatologie prévoient dès maintenant les changements dans la distribution des blessures pour adopter leurs services en conséquence.

Le montage obligatoire des ceintures ne sera vraiment une mesure efficace que s'il est accompagné non seulement de campagnes d'informations (comme ce fut le cas en Suède) mais aussi d'incitations financières à leur port de la part des compagnies d'assurance. Il faudra aussi chercher à rendre leur utilisation plus aisée. Même ainsi, il est peu probable que le taux d'utilisation d'un moyen de rétention volontaire tel que la ceinture dépasse 50 %. La solution d'avenir paraît être le moyen de rétention automatique. Signalons parmi les systèmes déjà à l'étude à l'étranger :

- le coussin se gonflant automatiquement sous forte décélération

- le "siège barrière" dont le fond bascule jusqu'à la verticale lors d'une violente décélération.

.../...

Cependant, le moyen de rétention volontaire constitue la première étape nécessaire, pour démontrer l'efficacité de la rétention et faire admettre par l'opinion le dispositif automatique.

312 - Obstacles intérieurs

L'aménagement intérieur du véhicule doit être conçu de manière à épargner aux occupants des blessures graves. La question se présente différemment dans l'hypothèse où les gens sont retenus sur leur siège, et dans l'hypothèse où ils ne le sont pas. Non seulement, un occupant attaché rencontrera avec incomparablement moins de violence les obstacles intérieurs, mais il ne heurtera pas non plus les mêmes parties du véhicule.

3121 - Pare-brise : Au cours d'une collision frontale les occupants des places avant d'une voiture, s'il ne portent pas de ceinture, viennent percuter de la tête le pare-brise dans la majorité des cas. Le premier remède venant à l'esprit est de faire en sorte que le pare-brise se détache au moment du choc. Mais les essais effectués par l'UTAC sur banc avec des mannequins, montrent que la tête du passager rattrape le pare-brise détaché avec une vitesse relative suffisamment importante pour le briser tout de même. Une autre solution consiste à remplacer le verre trempé utilisé actuellement, qui se fractionne sous un choc en une multitude de morceaux non coupants, par du verre feuilleté qui consent d'importantes déformations avant la rupture, absorbent ainsi de l'énergie et évitant les concentrations d'efforts. Le supplément de prix est estimé à 80 F. par véhicule. Cette solution reste cependant controversée : en effet, au dessus d'une vitesse relative de 25 Km/h., une tête traverse un feuilleté classique qui vient alors se resserrer sur le cou de la victime et peut lui trancher la gorge.

L'apparition de ce phénomène a été repoussée à la vitesse relative de 50Km/h. sur les feuilletés "High Impact". Le seul avantage indiscutable du feuilleté sur le trempé concerne la sécurité primaire : l'élimination du risque de rupture par grevillon.

Dans ce domaine aussi, la technique évolue et ne doit pas être figée par une réglementation trop rigide. Pour pouvoir étayer une décision, il serait intéressant d'avoir une idée sur les points suivants :

- nombre d'accidents où une victime a heurté un pare-brise, et blessures ainsi occasionnées.

- nombre d'accidents liés à un brie de pare-brise par gravillon.

.../...

3122 - tableau de bord : le passager s'il porte une ceinture, heurtera généralement le tableau de bord, plutôt que le pare-brise. Le prix d'un tableau de bord bien conçu n'est pas supérieur à celui d'un tableau de bord conçu en ne pensant pas à l'accident. Les arêtes vives doivent être prohibées. Il doit être capable d'absorber des énergies relativement importantes sans concentration d'efforts au niveau du contact avec le corps de la victime. Une couche de caoutchouc ou de mousse est tout à fait insuffisante dès qu'il s'agit d'épargner autre chose qu'une bosse. C'est la structure même du tableau de bord, y compris son système de fixation, qui doit être conçue dans ce but.

3123 - montants et rétroviseur : une étude doit s'inspirer des mêmes principes que celle du tableau de bord, sans toutefois sacrifier les qualités de leur fonction propre.

3124 - direction : les automobiles devant probablement être dirigées encore assez longtemps au moyen d'un volant, il importe que ce dernier se déforme sans se casser en produisant des éclats dangereux ou en livrant la poitrine du conducteur au contact de la colonne de direction. Le danger présenté par la colonne de direction est considérablement aggravé par sa regrettable propriété sur les véhicules actuels de souvent remonter à la rencontre du conducteur au cours d'une collision frontale. Le supplément de prix pour l'adjonction d'une partie déformable est estimé à 20 F. Mais la solution véritablement efficace consiste certainement à concevoir tout l'ensemble de direction de manière à ce que la colonne ait tendance à basculer vers l'avant au lieu de remonter : elle exigera des études difficiles.

3125 - dossier des sièges :

Après un choc, une ceinture utilisée restitue une fraction de l'énergie qu'elle a emmagasinée. Les progrès dans les ceintures devront tendre à diminuer cette fraction, très difficile à mesurer avec précision et qui serait comprise entre 50 % et 90 % d'après les études de l'U.T.A.C. L'utilisateur attaché est ainsi ramené violemment en arrière contre le dossier de son siège. Si celui-ci est solide, le choc provoque une hyperextension de la tête pouvant occasionner de graves blessures au rachis cervical. On voit donc l'importance d'une conception unique du siège et du moyen de rétention. Une réglementation sur les appui-tête est actuellement discutée dans les instances internationales : les conditions d'efficacité sont difficiles à définir.

.../...

313 - rigidité de l'habitacle :

L'usager étant retenu à l'intérieur de l'habitacle, ce dernier doit le protéger contre les obstacles extérieurs et ne pas s'écraser. En particulier le toit doit être suffisamment solide pour résister à un tonneau. Il serait probablement rentable d'imposer la présence d'un arceau de sécurité sur les voitures décapotables. Il serait intéressant d'extraire du fichier de 1967 les accidents survenus à ces voitures. En tout état de cause, la ceinture de sécurité est extrêmement discutable sur les décapotables si elle n'est pas assortie d'un arceau de sécurité.

La réglementation américaine impose des normes aux serrures et charnières de portière, pour éviter leur ouverture favorisant l'éjection des passagers et diminuant la résistance du pavillon. Le supplément de prix est estimé à 10 F.

Des progrès sont certainement à accomplir dans la résistance des portières. Les portières des modèles les plus récents semblent s'être épaissies : en fait, tout leur volume intérieur est utilisé pour la descente des glaces qui effectuent une rotation d'axe horizontal, étant donné la forme de pavillon actuellement à la mode. Les progrès ne pourront se faire que conjointement à ceux des systèmes de climatisation, lorsque la descente des glaces sera rendue inutile.

L'intérêt de la rigidité de l'habitacle et des portières réside non seulement dans la protection offerte aux usagers pendant la collision, mais aussi dans la préservation de la fonction des portières, qui est de permettre d'entrer et de sortir du véhicule, surtout en cas d'incendie.

314 - Structure des parties avant et arrière du véhicule :

C'est leur déformabilité qui permet l'absorption des énergies mises en jeu au cours du choc. Elles doivent dans l'avenir être conçues davantage dans cette optique. En particulier les mouvements possibles du moteur et de la colonne de direction doivent être étudiés pour que ces organes ne transmettent pas d'efforts à l'intérieur de l'habitacle. Cette question extrêmement importante commence à faire l'objet d'études. L'efficacité des réalisations dans ce domaine est étroitement liée à la résolution du problème de la rétention.

32 Limitation de la vitesse par construction

Les questions générales soulevées par la limitation de vitesse sont traitées dans une autre annexe. Nous n'examinons ici qu'une modalité particulière d'application : le montage d'un dispositif limitant la vitesse sans limiter la puissance. Le procédé le plus simple consisterait

.../...



à couper automatiquement le contact au-dessus d'une certaine vitesse. Cependant, cette brusque coupure peut avoir des conséquences fâcheuses. On peut imaginer aussi la coupure progressive de l'arrivée d'essence ou le dérèglement progressif de l'allumage. L'inconvénient majeur de tous ces systèmes est la difficulté du contrôle de leur fonctionnement effectif, plus difficile que le contrôle direct de la vitesse.

Dans le cas où serait instauré le contrôle technique, ce problème serait en grande partie résolu.

Les cyclomoteurs ont leur vitesse limitée par construction. La limite vient d'être baissée de 50 Km/h à 45 Km/h et le sera probablement demain à 40 Km/h.

33 Sauvegarde des piétons et des deux roues :

Rappelons que 2750 piétons et 2350 cyclomotoristes sont morts en 1966 en France.

Ont souvent déjà été dénoncés les ailerons agressifs et inutiles de certaines voitures d'Outre-Atlantique, ainsi que les formes du capot tendant à précipiter sous la voiture les piétons heurtés au lieu de les soulever.

La réglementation interdit les arêtes vives et impose aux rétroviseurs extérieurs de s'effacer. Le coût d'une telle réglementation est faible. Peut-être faudrait-il y ajouter les accidents dus à des rétroviseurs déréglés. (difficile à évaluer.) mais probablement de coût inférieur aux dommages épargnés aux piétons et cyclistes.

Des études sont à faire sur la déformabilité des parties qui peuvent heurter les usagers de la route défavorisés et les formes assurant leur meilleure sauvegarde. Le risque d'accrochage des cyclistes et des cyclomotoristes demande aussi à être étudié ; en particulier les possibilités d'empêcher le contact du guidon avec un autre véhicule pourraient être examinées. Une enquête serait utile pour confirmer l'importance réelle de cette cause d'accident.

D'autre part un dénombrement des cyclistes et des cyclomotoristes blessés à la tête permettrait d'apprécier la rentabilité de l'extension de l'obligation du port du casque, qui semble la seule mesure susceptible de pouvoir réduire le nombre de cyclomotoristes tués de façon sensible, mise à part la création de pistes cyclables qui relève de l'action sur l'infrastructure. L'impopularité d'une telle mesure exige des études statistiques très sérieuses et, si leurs conclusions sont favorables, un intense effort d'information.

.../...

34 Protection contre l'incendie :

Le risque d'incendie est ressenti subjectivement avec acuité. Il serait néanmoins intéressant d'évaluer les dommages dus aux incendies s'étant déclarés après un accident. On peut lutter de trois façons contre l'incendie :

- empêcher le carburant de se répandre : réservoir spéciaux, emplacement du réservoir peu exposé aux chocs, bouchon de réservoir insensible aux chocs, canalisations d'essence non susceptibles de se rompre, dispositifs coupant l'arrivée d'essence dans le compartiment moteur en cas de retournement ou du choc.

- empêcher l'inflammation du carburant : coupe-circuit automatique évitant une étincelle électrique. Ce n'est cependant pas toujours une étincelle dans le circuit électrique qui allume l'incendie.

- éteindre l'incendie naissant : présence obligatoire d'un extincteur pouvant être utilisé par des témoins, ou extincteur automatique.

Signalons enfin une mesure ne coûtant rien et décidée : le contrôle plus strict de la facilité d'ouverture des boucles de ceintures de sécurité permettant à des sauveteurs de ne pas perdre un temps précieux à ouvrir les boucles de victimes évanouies.

35 Adaptation des véhicules aux équipements routiers de sauvegarde :

Jusqu'à maintenant, les glissières de sécurité ont été conçues en fonction de véhicules construits indépendamment de toute préoccupation de comportement en cas de choc contre glissières. Plus précisément, celles-ci ont été testées à l'aide de la partie la plus ancienne du parc pour des raisons économiques évidentes. La collaboration des ingénieurs automobiles et routiers pourraient être très fructueuse dans ce domaine aussi. On peut envisager par exemple l'adjonction d'un crochet sous tous les véhicules et la substitution aux glissières actuelles d'un câble, tendu à 20 cm du sol, qui serait moins cher et plus efficace.

Cette collaboration peut aussi s'appliquer à la conception des bordures d'ilots directionnels et au profil des accotements.

36 Conclusion

Les techniques de sauvegarde font l'objet d'études relativement nombreuses et poussées, depuis quelques années, pour les occupants d'automobiles. Leur efficacité dépend de la résolution satisfaisante du problème de la rétention qui doit être rendue automatique, la ceinture actuelle constituant cependant une étape obligatoire. Des résultats statistiques sont nécessaires pour apprécier l'efficacité des diverses actions et orienter les recherches futures.

La sauvegarde des deux roues et des piétons et la protection contre l'incendie semblent mériter des études plus importantes que celles actuellement consacrées.

De même que pour le comportement dynamique, la collaboration entre ingénieurs routiers et automobiles peut-être génératrice de grands progrès pour les techniques de sauvegarde.

4 - Organismes de recherche, de décision et de contrôle en matière de réglementation du véhicule.

41 Situation actuelle :

Le responsable de la réglementation des véhicules, le Directeur des Routes au Ministère de l'Équipement, est assisté pour son élaboration par un Ingénieur en Chef du Service des Mines, chargé de mission auprès de lui. Il peut s'appuyer sur les travaux de deux organismes de recherche :

- l'O.N.S.E.R. (Organisme National de Sécurité Routière), association régie par la loi de 1901.

- l'U.T.A.C (Union Technique de l'Automobile, du Motorcycle et du Cycle) émanant de la Chambre Syndicale des Constructeurs.

Le premier effectue une recherche à caractère plus fondamental, et étudie le phénomène "accident" sous tous ses aspects dans la mesure de ses moyens, tandis que le second se limite au véhicule et est plus spécialisé dans la définition de normes et de conditions d'homologation.

Bien que lié organiquement aux constructeurs, l'U.T.A.C. par son souci d'objectivité et de rigueur, a acquis la confiance des Pouvoirs Publics qui lui confient l'homologation des équipements : ceintures de sécurité, pare-brise, feux, etc... La réception des véhicules, régie par le chapitre II du titre II de la partie réglementaire du Code de la Route est effectuée par le service des Mines sous l'autorité du Ministre de l'Équipement. Pour un véhicule de série, le service vérifie la conformité du prototype aux prescriptions du code relatives aux poids et bandages, (titre II, chapitre I, Par. 1), aux organes moteurs (Par. 4), aux organes de manoeuvres, de direction et de visibilité et appareils de contrôle de la vitesse (Par. 5), au freinage (Par. 6), à l'éclairage et à la signalisation (Par. 7), aux signaux d'avertissement (Par. 8) , aux conditions d'attelage des remorques et semi-remorques (Par. 10) à l'aménagement en vue du transport des personnes (Par.11). pour les autres véhicules de la série, le constructeur remet à l'acheteur un certificat de conformité à la notice descriptive du type. Un contrôle statistique de la conformité effective n'existe pas actuellement, mais paraît souhaitable.

42 Evolution souhaitable :

Les moyens actuellement mis en oeuvre ne semblent pas à la mesure de l'importance de la tâche.

La personne responsable de la réglementation du véhicule devrait disposer d'un état major et de crédits lui permettant de commander des études aux organismes de recherche.

.../...

Ces derniers devraient se développer de façon à faire face à la demande accrue d'études.

Dans un stade ultérieur, le service des Mines pourrait être amené à développer ses moyens de contrôle, si de nouveaux types de réglementation étaient mis en application : par exemple un contrôle du comportement dynamique nécessite la construction de pistes d'essais.

Conclusion :

Nous n'avons pu dégager que bien peu de mesures réglementaires pour l'avenir immédiat : ceintures de sécurité, rétroviseur panoramique, pneumatiques, signalisation latérale des poids lourds. Cela ne signifie pas qu'il y ait peu à faire dans ce domaine pour la sécurité routière, mais qu'il faut commencer par développer les études et les recherches.

Etant donné l'importance qu'a pris la construction automobile dans notre économie nationale, une prescription provoquant une augmentation de prix doit être justifiée par une étude économique rigoureuse (même si la fiscalité ne semble pas toujours prendre autant de précautions).

Les études les plus urgentes concernent l'efficacité du contrôle technique, le rôle du freinage dans la prévention, et l'incendie après collision ou retournement.

Les efforts à faire dans le domaine de la recherche sont :

- perfectionnement de l'outil statistique : prise en compte de variables opérationnelles par opposition aux variables sur lesquelles on ne peut rien; établissement d'une typologie d'accidents, en particulier grâce à l'analyse factorielle ; établissement d'un modèle de projection à long terme du phénomène "accident" ; amélioration du recueil de l'informations. On pourra alors faire des bilans coûts - avantages plus nombreux et plus précis.

- développement des moyens d'expériences : l'étude du comportement dynamique doit non seulement être théorique, mais aussi expérimentale. Elle nécessite des pistes et des appareils de mesures coûteux. Un programme dans ce domaine doit viser à la fois la réglementation, l'élaboration d'une notice de conduite pour chaque type de véhicule, et le progrès technique.

Le développement ultérieur d'une politique souple et internationale de la réglementation des véhicules devrait contribuer à accélérer le progrès technique et à réduire les conséquences des accidents de la route, surtout si elle est soutenue par la collaboration entre ingénieurs routiers et automobiles, aussi bien pour la sauvegarde que la prévention.

.../...

A N N E X E 1

Calcul de l'espérance mathématique du coût actualisé pour la collectivité des accidents d'une voiture particulière :

- Nombre d'accidents corporels en 1966 impliquant une voiture particulière :

Accidents à 1 véhicule	46 694
Accidents à 2 véhicules ou agents	108 265
	<hr/>
	155 000

- Nombre de tués dans les accidents en 1966 impliquant une voiture particulière :

Accidents à 1 véhicule	2 460
Accidents à 2 véhicules ou agents	6 288
	<hr/>
	8 750

- Nombre de blessés dans les accidents en 1966 impliquant une voiture particulière :

Accidents à 1 véhicule	34 640
Accidents à 2 véhicules ou agents	180 688
	<hr/>
	215 000

Coûts en 1966 des accidents impliquant une voiture particulière :

$$230\ 000 \times 8\ 750 + 10\ 000 \times 215\ 000 + 3\ 500 \times 155\ 000 = 4\ 700 \times 10^6 \text{ F}$$

Coût par voiture particulière en circulation au 1er Juin 1966
(11 300 000)

$$4\ 700 : 11,3 = 415 \text{ F}$$

C'est une estimation de l'espérance mathématique du coût des accidents annuels à moins de trois véhicules pour une voiture particulière, en supposant que la probabilité d'accident est la même pour tous les véhicules. En supposant qu'elle reste aussi constante pendant les dix années de sa vie moyenne, ce qui ressort d'une étude de l'ONSER

.../...

sur les accidents corporels de 1981, l'espérance mathématique du coût actualisé au taux de 10 % des accidents corporels où elle sera impliquée est :

$$415 \times 6,14 = 2\,550 \text{ F}$$

Pour tenir compte des 11 000 accidents à trois véhicules ou plus dont on ne connaît pas la répartition en fonction des véhicules impliqués, mais dont on peut supposer que la majorité implique une voiture particulière, nous majorerons (un peu arbitrairement) le résultat précédent d'environ 5 %, ce qui donne 2 700 F

A N N E X E 2

Rentabilité des ceintures de sécurité -

Accidents en 1966 :

Nombre de conducteurs de voiture de tourisme tués :	2 853
Nombre de conducteurs de voiture de tourisme blessés :	68 413
Nombre de passagers de voiture de tourisme tués :	2 685
Nombre de passagers de voiture de tourisme blessés :	80 472

Echantillon de l'enquête ONSER de 1960 :

Conducteurs tués	46
Passagers avant tués	34
Passagers arrière tués	16
Conducteurs blessés	248
Passagers avant blessés	210
Passagers arrière blessés	177

Estimation en 1966 du :

Nombre de passagers avant tués :

$$0,5 \left[\frac{34}{46} \cdot 2853 + \frac{34}{50} \cdot 2685 \right] = 0,5 (2110 + 1830) = 1970$$

Nombre de passagers avant blessés :

$$0,5 \left[\frac{210}{248} \cdot 68413 + \frac{210}{387} \cdot 80472 \right] = 0,5 (58000 + 44000) = 51.000$$

Cette estimation est un peu biaisée par le fait que l'échantillon de l'ONSER concernait des accidents plus graves que la moyenne.

Nombre de voitures particulières en service au 1er Juin 1966 :
11 300 000.

Nombre de tués aux places avant par véhicule en circulation :

$$\frac{2853 + 1970}{11\ 300\ 000} = 4,3 \times 10^{-4}$$

.../...

Nombre de blessés aux places avant par véhicule en circulation :

$$\frac{68\ 413 + 51\ 000}{11\ 300\ 000} = 1,05 \times 10^{-2}$$

Espérance mathématique du coût annuel par véhicule des dommages corporels des occupants des places avant :

$$230\ 000 \times 4,3 \times 10^{-4} + 10\ 000 \times 1,05 \times 10^{-2} = 203\ \text{F}$$

Ceci suppose que la probabilité de mort ou de blessure d'un occupant des places avant est la même pour tous les véhicules.

En supposant qu'elle reste constante également dans le temps, au cours des dix années de la vie moyenne d'un véhicule, l'espérance mathématique du coût actualisé des dommages corporels des occupants des places avant est, au taux d'actualisation de 10% :

$$203 \times 6,14 = \underline{\underline{1\ 250\ \text{F}}}$$

Estimation du supplément de prix par véhicule du montage en série de ceintures de sécurité aux places avant : 50 F (H.T.)

Estimation du coût actualisé du changement des sangles au bout de 5 ans : 20 F

Total 50 F

En supposant que ces ceintures soient utilisées en toutes occasions et que leur port réduise de moitié la probabilité de dommages corporels, le rapport de l'avantage au coût est égal à :

$$\frac{625}{70} = \underline{\underline{\frac{9}{1}}}$$

Pour que l'avantage actualisé soit égal au coût, le pourcentage de ceintures utilisées effectivement doit être de 11 %

✓