

COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

7973/VII/67-F Add.
C/28-67 Add.

Direction Générale des Transports

Bruxelles, le 4 octobre 1967

CONFIDENTIEL

Comité d'experts gouvernementaux chargés d'assister
la Commission dans les études de coût des transports

Addendum au rapport définitif
sur l'étude du problème de la détermination de coefficients
d'équivalence relatifs à l'occupation de la capacité des
infrastructures servant aux transports par route

établi sur demande de la Commission
par un groupe d'experts

Rapporteur principal : M. A.L.AURIGNAC, ingénieur, Centre de Recherche
S.A.E.Φ., Paris

Co-rapporteurs : Prof. Dr. Ing. I. ADORISIO, Straordinario di
trasporti nell'Università di Cagliari
Drs. J.B. VERMETTEN, Centraal Planbureau,
Den Haag

Observatoire Economique
des Transports
CDAT

CDAT
723 B

./.

CALCUL DES COÛTS MOYENS ET DES COÛTS MARGINAUX SOCIAUX
SUR UNE SECTION DONNÉE

Introduction :

Les calculs de coûts par catégorie de véhicule posent les problèmes suivants :

- la connaissance des lois du trafic en matière de vitesse et débit,
- la connaissance des fonctions de coûts par catégorie de trafic ainsi que leurs variations avec la vitesse et les caractéristiques géométriques des routes,
- enfin, les variations horaires de trafic en volume et composition qui interviennent lorsque sont estimés des coûts moyens sur une période.

Les lois élémentaires de coûts dépendent de la vitesse et il est possible de les exprimer en fonction des divers trafics lorsqu'on connaît les liaisons débits-vitesses.

1 - LIAISONS : VITESSES / DEBITS

Des mesures de vitesses moyennes ont été réalisées sur un échantillon de sections présentant des caractéristiques géométriques variées de façon à étudier les lois vitesses/débits.

Les ajustements les plus simples ont été obtenus par des calculs de régression multiples, en retenant les seuls variables de débit dans un sens de circulation.

k : catégories de véhicules,

l : catégories de route.

$$\vec{V}^1 = V_o^1 + A^1 \vec{T}$$

\vec{V}_k^1 : Vitesse moyenne de la catégorie k sur une route présentant les caractéristiques l

$$\vec{V}^1 = \text{Vecteur vitesse moyenne} \quad \vec{V}^1 = \left\{ \begin{matrix} 1 \\ V_k \end{matrix} \right\}$$

T_k^1 : Débit horaire de la catégorie k \vec{T} Vecteur débit horaire $\vec{T} = \left\{ \begin{matrix} T \\ k \end{matrix} \right\}$

A^1 : Matrice des coefficients de régression

V_o^1 : Constante de régression.

2. - CALCUL DES COÛTS MOYENS DE TRANSPORT EN VALEUR INDIVIDUELLE ET EN VALEUR COLLECTIVE

Le coût moyen comprend des coûts de consommation et d'usure du temps de parcours.

Pour une catégorie de véhicule, les divers coûts se présentent sous la forme d'une fonction polynomiale de la vitesse.

$$C_k = \frac{b_{k1}}{V_k} + b_{k2} + b_{k3} V_k + b_{k4} V_k^2 + b_{k5} V_k^3 + \dots$$

soit en adoptant les notations vectorielles:

$$C_k = \vec{B}_k \cdot f(\vec{V}_k) \quad \vec{B}_k = b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{k5} \dots$$

$$f(\vec{V}) = \frac{1}{V}, 1, V, V^2, V^3 \dots$$

Les données nécessaires au calcul des coûts moyens sont donc les vecteurs B_k par catégories de véhicules.

Remarque: Pour chaque catégorie sont donnés les coefficients permettant le calcul du coût d'une part en valeur individuelle et d'autre part en valeur collective. (3 resp. B_k^i et B_k^c).

3 - CALCUL DES COUTS MARGINAUX SOCIAUX

L'expression du coût marginal social pour la catégorie k est:

$$C_{mk} = \sum_j T_j \frac{\partial C_k^c}{\partial T_j} + \frac{\partial C_e}{\partial T_k} + (C_k^c - C_k^i)$$

C_e coûts externes.

Evaluation du premier terme

Le premier terme représente le coût marginal de congestion. Avec les notations antérieures il s'exprime:

$$C_{mk}^1 = \left[\vec{B}_k^c \cdot \frac{\partial \vec{f}(V_k)}{\partial V_k} \right] \cdot (\vec{A}_k \cdot \vec{T})$$

Le deuxième terme représente le coût marginal externe.

Il dépend de la nature de la route, plus précisément de sa largeur, et il sera pris constant: E_k^1 .

Le troisième terme est la différence négative entre valeur collective et individuelle du coût de transport.

$$C_k^c - C_k^i = (\vec{B}_k^c - \vec{B}_k^i) \cdot \vec{f}(V_k)$$

4 - PRISE EN COMPTE DES VARIATIONS DE DEBIT

Les grandeurs à considérer dans le modèle de confrontation sont des coûts moyens, si les calculs sont conduits en prenant des débites moyens annuels, ou les débites moyens sur des périodes pendant lesquelles on constate des variations de débits horaires, il convient de corriger les valeurs calculées sur la base de débits horaires.

S'il y a un seul type de véhicule: Si T est le débit horaire moyen les coûts s'expriment toujours comme des fonctions de T^n où n prend ici des valeurs entre - r et 3.

$$C(T) = a_0 + \sum_n a_n T^n$$

La valeur moyenne C moy pour la période est telle que:

$$C(T) = C \text{ moy} \sum_p T = \sum_p T \cdot \sum_n a_n T^n$$

Si on connaît les moments d'ordre successifs du débit sur la période étudiée k_n

$$C \text{ moy horaire} = \sum_n a_n \frac{k_{n+1}}{k_1}$$

Remarque: On peut approcher k_1 par:

$$k_1 - 1 = \frac{1}{k_1} + \frac{k_2 + k_1^2}{k_1^3}$$

Lorsque les calculs seront conduits avec des débits horaires moyens annuels, il sera nécessaire d'appliquer à l'expression polynomiale un vecteur correctif.

Calcul de la valeur moyenne sur une période du coût de transport:

Exemple: Coût de transport horaire:

$$C_k = \frac{b_k}{V} + b_2 + b_3 V + b_4 V^2 + b_5 V^3$$

étant $V = a_0 + a_1 T$

si T_n sont les moments successifs de T.

Les moments successifs de V sont (m_n)

$$m_0 = 1$$

$$m_1 = a_0 + a_1 T_1$$

$$m_2 = a_0^2 + 2 a_0 a_1 T_1 + a_1^2 T_2$$

$$m_3 = a_0^3 + 3 a_0^2 a_1 T_1 + 3 a_0 a_1^2 T_2 + a_1^3 T_3$$

Moyenne sur une période: Valeur moyenne du coût pour la période sur laquelle sont calculés les moments:

$$C_k = b_{1k}/m_1 + b_{2k} + b_{3k} \frac{m_2}{m_1} + b_{4k} \frac{m_3}{m_1} + b_{5k} \frac{m_4}{m_1}$$

5 - VARIATIONS DES DEBITS DANS LE CAS DE PLUSIEURS CATEGORIES DE VEHICULES

Le calcul de la valeur moyenne d'un coût pour la catégorie k nécessite le calcul des moments des divers trafics et des produits des trafics deux à deux.

$$E(T_k^n), E(T_k^n \cdot T_l^n)$$

Il n'est pas possible actuellement d'avoir des estimations directes de ces grandeurs aussi, il convient de faire des hypothèses sur la composition du trafic, sa variation au cours de la période.

Les moments du trafic total étant connus, il conviendra de calculer un pourcentage moyen de chaque catégorie de trafic pour calculer les moments du produit de deux trafics.

Exemple: Calcul du coût moyen d'une catégorie de trafic, lorsque circulent plusieurs types de véhicules.

$$C_k = \frac{b_{1k}}{V_k} + b_{2k} + b_{3k} V + \dots$$

$$V = a_0 + \sum a_{ki} T_i$$

Si k_n sont les moments d'ordre n du trafic total $\sum_i T_i = T$ et α_i les pourcentages des différents trafics supposés constants.

$$V_k = a_0 + \frac{\sum a_{ki} \alpha_i T_k}{\sum \alpha_i} \quad \text{moments successifs : } m_n$$

La valeur moyenne de C_k est alors:

$$C_k = \frac{b_{1k}}{m_1} + b_{2k} + b_{3k} \frac{m_2}{m_1} + \dots$$

6 - CONCLUSION: Méthode de calcul des coûts moyens de transport sur une longue période.

Lorsque les périodes de base seront définies, il sera possible d'appliquer la méthode proposée après avoir défini des hypothèses moyennes de composition du trafic T_i .

7 - VALEURS NUMERIQUES

On pourra adopter les valeurs numériques suivantes pour les calculs demandant une bonne précision:

$$m_1 = 3,56/m_1$$

$$m_0 = 1$$

$$m_2 = 1,56 m_1^2$$

$$m_3 = 3,38 m_1^3$$

$$m_4 = 8,35 m_1^4$$

$$m_5 = 22,71 m_1^5$$

Pour des calculs demandant moins de précision, prendre $T = 1,56 T$
moyen.

- Ajustement vitesse, débit véhicules légers, débit de véhicules lourds (T_1, T_2) réalisé pour le XII^e Congrès mondial de l'A.I.R.C.R. - Rome 1964.

Les mesures de Trafic qui ont permises d'ajuster les lois de variations ont été effectuées en 1962 - 63 dans 5 pays européens (Belgique, Espagne, France, Hollande, Italie).

Les résultats obtenus concernent les débits inférieurs à la capacité pratique.

1 - Vitesse moyenne -

A - Routes à 2 voies =

a) véhicules du type 1 • $\frac{\hat{V}}{V} = 89,252 - 0,065977 T_1 - 0,292732 T_2$

- jours ordinaires -

- jours de W.E. - $\frac{\hat{V}}{V} = 92,303 - 0,072184 T_1 - 0,617474 T_2$

- jours ordinaires et de VE

- $\frac{\hat{V}}{V} = 89,752 - 0,067528 T_1 - 0,316624 T_2$

b) véhicules du type 2 •

- jours ordinaires - $\frac{\hat{V}}{V} = 66,165 - 0,187724 T_2$

- jours de W.E. - $\frac{\hat{V}}{V} = 73,074 - 0,016465 T_1 - 0,867233 T_2$

- jours ord. et de VE - $\frac{\hat{V}}{V} = 66,417 - 0,206278 T_2$

B - Routes à 3 voies =

a) véhicules du type 1 •

- jours ordinaires - $\frac{\hat{V}}{V} = 88,424 - 0,013919 T_1 - 0,040372 T_2$

- jours de WE. - $\frac{\hat{V}}{V} = \bar{V} = 84,846$

- jours ord. et WE - $\frac{\hat{V}}{V} = 87,336 - 0,007791 T_1 - 0,036764 T_2$

b) véhicules du type 2 •

- jours ordinaires - $\frac{\hat{V}}{V} = \bar{V} = 67,513$

- jours de WE - $\frac{\hat{V}}{V} = 73,571 + 0,029810 T_1 - 0,240288 T_2$

- jours ord. et WE - $\frac{\hat{V}}{V} = 66,412 + 0,015420 T_1 - 0,031047 T_2$

Représentation analytique de la courbe des débits classés
pour la méthode des coûts économiques complets

L'étude des résultats de postes de comptages permanents montre que l'histogramme des débits horaires en rase campagne s'approche bien par une loi gamma.

Il s'agit ici des débits horaires aux sens réunis, toute catégorie de véhicules. La probabilité pour que sur une période d'un an, le débit horaire soit compris entre q et $q + dq$ s'exprime sous la forme analytique suivante (*);

$$p(q) dq = \frac{n^n}{\bar{Q}} \exp\left(-\frac{n}{\bar{Q}} q\right) \cdot \frac{q^{n-1}}{\Gamma(n)} dq$$

n est un paramètre compris entre 1,5 et 2

\bar{Q} est le débit moyen horaire observé.

Le paramètre n peut être estimé par la méthode du maximum de vraisemblance, lorsqu'on dispose de mesures de trafic horaire bien réparties dans l'année.

1 - COURBE DES DEBITS CLASSES

La courbe des débits classés est la fonction de probabilités qui se déduit de la loi des fréquences par sommations.

Les calculs qui suivent sont présentés en prenant $n = 2$

$P(q)$: Probabilité pour que le débit soit supérieur ou égal à q

$$P(q) = \int_q^{+\infty} p(r) \cdot dr$$

(*) Equation proposée dans l'étude "Rentabilité des travaux routiers", Ministère de l'Équipement, Direction des Routes et de la Circulation Routière.

Hypothèse: n = 2 $P(q) = \left(\frac{2q}{\bar{Q}} + 1\right) \exp\left(-\frac{2q}{\bar{Q}}\right)$ étant n = 2

Le nombre d'heures pendant lesquelles un débit q est dépassé sur la section ou le débit moyen est \bar{Q} s'exprime par:

$$N(q) = 8760 P(q)$$

2 - TRAFFIC OBSERVE POUR DES HEURES PENDANT LESQUELLES LE DEBIT DEPASSE UN CERTAIN SEUIL q

Q(q) = somme des débits horaires dont le débit est supérieur ou égal à q

$$Q(q) = \int_q^{+\infty} r \cdot p(r) dr$$

L'expression analytique obtenue avec n = 2 est:

$$Q(q) = 8760 \left(2 \frac{q^2}{\bar{Q}} + 2q + \frac{\bar{Q}}{2}\right) \exp\left(-\frac{2q}{\bar{Q}}\right)$$

3 - APPLICATION: Routes de 7 m débit horaire moyen de 250 vh/h

$$\bar{Q} = 250 \text{ vh/h}$$

- Probabilité pour que le débit soit supérieur ou égal à q = 800 vh/h

$$P(800) = \left(\frac{2q}{\bar{Q}} + 1\right) \exp\left(-\frac{2q}{\bar{Q}}\right) \quad P(800) = 1,22 \%$$

- Nombre d'heure pendant lesquelles le débit de 800 vh/h est dépassé:

$$N(800) = 107 \text{ heures}$$

- Débit des heures cumulées dont le trafic est supérieur à 800 vh/h

Q(q) = 99.631 vh soit un débit moyen de 930 vh/h pour la période considérée, ce qui représente 4,54 % du trafic total.



Mêmes résultats pour un débit $Q_3 = 1.300$ vh/h

$$P(1300) = 3,4 \%$$

$$N(1300) = 3 \text{ h}$$

$$Q(1300) = 4300 \text{ vh, soit un débit moyen de } 1430 \text{ vh/h.}$$

Les tableaux suivants donne en fonction du débit moyen horaire (variant de 50 à 1000 vh/h) et pratique des divers types de routes techniquement réalisables (2 voies : 800 vh/h, 3 voies : 1300 vh/h, 4 voies : 2000 vh/h - autoroute 2 fois 2 voies : 5000 vh/h) les grandeurs définies en (2) et (3) P, N, Q.

ETUDE, à partir de la Courbe des DEBITS ROUTIERS classés, des DÉPASSEMENTS de capacité pratique sur les Routes à 2,3,4 voies et à Chaussées séparées

DEBITS ↓	800				1.300				2.000				5.000			
moyens (vh/h) →	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	0,02	2	21	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	0,3	26,4	238	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	1,22	107	996	4,5	0,3	3	43	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
300	3,05	267	2544	9,68	0,16	14	211	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
350	5,76	504	4922	16	0,5	43	647	2,11	0,01	1	26	0,08	-	-	-	-
400	9,15	802	8022	22,8	1,12	98	1481	4,22	0,04	4	9624	0,27	-	-	-	-
450	13	1130	11700	29	2,1	183	2802	7	0,13	12	26	0,6	-	-	-	-
500	17	1490	15747	36	3,4	299	4644	10,6	0,3	26	595	1,37	-	-	-	-
550	21,3	1860	20071	41	5	444	6993	14	0,57	50	1144	2,37	-	-	-	-
600	25,4	2230	24549	46	6,99	613	9810	18	0,97	85	1965	3,7	-	-	-	-
650	29,5	2570	29100	51	9,15	802	13036	22,8	1,52	133	3096	5,42	-	-	-	-
700	33,4	2920	33663	54,8	11,4	1000	16607	27	2,21	194	4559	7,43	-	-	-	-
750	37,1	3250	38199	58,1	13,9	1220	20462	31,1	3,05	267	6361	9,68	-	-	-	-
800	40,6	3550	42679	60,9	16,4	1440	24540	35	4,04	354	8499	12,1	-	-	-	-
850	43,8	3840	47086	63,2	19,	1660	28791	38,6	5,15	451	10959	14,7	-	-	-	-
900	46,9	4110	51408	65,2	21,6	1890	33169	42,	6,39	560	13722	17,4	0,02	1,5	86	0,11
950	49,8	4360	55640	66,8	24,2	2120	37636	45,2	7,73	677	16763	20,1	0,03	2,7	148	0,18
990	51,9	4550	58958	67,9	26,2	2290	41253	47,5	8,86	776	19378	22,3	0,04	4,	219	0,25

Légendes.

- 1 Probabilité de dépasser le DEBIT (en %)
- 2 Nombre d'heures de dépassement du DEBIT (en heures)
- 3 Trafic total correspondant en centaine de véhicules par an.
- 4 % du Trafic passé

- 13 -

MÉTHODE des COÛTS ÉCONOMIQUES COMPLETS.

Trafic routier.

- Coefficient d'Equivalence Poids lourds, Véhicules légers -
 Calcul à partir des Relations linéaires établies dans la Communication des
 délégués Allemands & Néerlandais (Doc. C.27-66, annexe 2, page 4.)

TRAFFIC TOTAL	ROUTES 2 VOIES = % PL et Coefficient d'Equivalence.									
	%	C	%	C	%	C	%	C	%	C
100	0,20	2,73	0,33	2,64	0,42	2,57	0,50	2,51	0,55	2,47
	0,60	2,43	0,63	2,40	0,66	2,38	0,69	2,35	0,71	2,34
200	0,41	2,79	0,20	2,73	0,27	2,69	0,33	2,65	0,38	2,62
	0,42	2,59	0,46	2,56	0,50	2,54	0,52	2,53	0,55	2,51
300	0,07	2,81	0,14	2,77	0,20	2,74	0,25	2,71	0,29	2,69
	0,33	2,66	0,36	2,65	0,40	2,63	0,42	2,61	0,45	2,60
400	0,05	2,82	0,11	2,80	0,15	2,77	0,20	2,75	0,23	2,73
	0,27	2,71	0,30	2,69	0,33	2,68	0,36	2,67	0,38	2,66
500	0,04	2,83	0,09	2,81	0,13	2,79	0,16	2,77	0,20	2,75
	0,23	2,74	0,15	2,73	0,28	2,72	0,31	2,71	0,33	2,70
600	0,04	2,84	0,07	2,82	0,11	2,80	0,14	2,79	0,17	2,77
	0,20	2,76	0,22	2,75	0,25	2,74	0,27	2,73	0,29	2,73
700	0,03	2,84	0,06	2,82	0,09	2,81	0,12	2,80	0,15	2,79
	0,17	2,78	0,20	2,77	0,22	2,76	0,24	2,75	0,26	2,75
800	0,03	2,84	0,05	2,83	0,08	2,82	0,11	2,81	0,13	2,80
	0,15	2,79	0,17	2,78	0,20	2,77	0,21	2,77	0,23	2,76
900	0,02	2,84	0,05	2,83	0,07	2,82	0,10	2,81	0,12	2,81
	0,14	2,80	0,16	2,79	0,18	2,79	0,20	2,78	0,21	2,78
1 000	0,02	2,85	0,04	2,84	0,06	2,83	0,09	2,82	0,11	2,81
	0,13	2,81	0,14	2,80	0,16	2,80	0,18	2,79	0,20	2,79

1973/VII/61-5 (Annexe 3)

- 14 -

MÉTHODE des COÛTS ECONOMIQUES COMPLETS.

Trafic routier.

- Coefficient d'Equivalence Poids lourds, Véhicules légers.
 Calcul à partir des Relations linéaires établies dans la Communication des
 délégués Allemands & Néerlandais (Doc. C. 27-66, annexe 2, page 4.)

TRAFFIC TOTAL	ROUTES 3 VOIES - % PI et Coefficient d'Equivalence.											
	%	C	%	C	%	C	%	C	%	C	%	C
100	0,20	1,12	0,33	1,26	0,42	1,37	0,50	1,47	0,55	1,55		
	0,60	1,62	0,63	1,68	0,66	1,73	0,69	1,78	0,71	1,82		
200	0,11	1,04	0,20	1,12	0,27	1,19	0,33	1,25	0,38	1,31		
	0,42	1,36	0,46	1,41	0,50	1,46	0,52	1,50	0,55	1,54		
300	0,07	1,01	0,14	1,06	0,20	1,11	0,25	1,16	0,29	1,20		
	0,33	1,25	0,36	1,28	0,40	1,32	0,42	1,35	0,45	1,39		
400	0,05	1,00	0,11	1,04	0,15	1,07	0,20	1,11	0,23	1,15		
	0,27	1,18	0,30	1,21	0,33	1,24	0,36	1,27	0,38	1,30		
500	0,04	0,99	0,09	1,02	0,13	1,05	0,16	1,08	0,20	1,11		
	0,23	1,13	0,25	1,16	0,28	1,19	0,31	1,21	0,33	1,23		
600	0,04	0,98	0,07	1,01	0,11	1,03	0,14	1,06	0,17	1,08		
	0,20	1,10	0,22	1,13	0,25	1,15	0,27	1,17	0,29	1,19		
700	0,03	0,98	0,06	1,00	0,09	1,02	0,12	1,04	0,15	1,06		
	0,17	1,08	0,20	1,10	0,22	1,12	0,24	1,14	0,26	1,15		
800	0,03	0,97	0,05	0,99	0,08	1,01	0,11	1,03	0,13	1,05		
	0,15	1,06	0,17	1,08	0,20	1,10	0,21	1,11	0,23	1,13		
900	0,02	0,97	0,05	0,99	0,07	1,00	0,10	1,02	0,12	1,03		
	0,14	1,05	0,16	1,06	0,18	1,08	0,20	1,09	0,21	1,11		
1 000	0,02	0,97	0,04	0,98	0,06	1,00	0,09	1,01	0,11	1,02		
	0,13	1,04	0,14	1,05	0,16	1,06	0,18	1,08	0,20	1,09		

1973/III/67 F (Annexe 3)
0/28-67

DEFINITION DU RESEAU ROUTIER DE L'AXE PARIS-LE HAVRE

Le réseau routier comprend deux types d'information :

1. Les sections en rase campagne; chaque section est décrite par un code de largeur, la longueur en km
2. La traversée des villes. Un certain nombre de villes sur le réseau constitue des goulets d'étranglement.

Pour les villes, seront données la longueur de traversée et la vitesse de traversée en fonction du trafic total.

Description du réseau routier Paris - Le Havre

La section est décrite par : son numéro
ses extrémités
un code de largeur
la longueur en km
le trafic journalier moyen d'après le
recensement de la circulation 1965

La traversée des agglomérations est exclue

<u>1</u> - Code de largeur	1 - chaussée unique de moins de 5,75m	2 voies
	2 - 5,76 à 6,5	2 "
	3 - 6,6 à 8,5	2 "
	4 - " 8,6 à 10,0	3 "
	5 - 10,1 à 11,0	3 "
	6 - 11, et plus.	4 "
	D - Route départementale	
	A - Autoroute	

2 - Lorsque sur une section on trouve plusieurs largeurs et de trafic différents sur chaque sous section, on a convenu de retenir la plus faible largeur et le trafic de la sous section la plus longue.

3 - Le code du sommet est donné plus loin (page 5).

4 - La traversée des agglomérations est comptée sauf pour la liste des agglomérations donnée plus loin. (page 6).

Description du réseau routier Paris-Le Havre

7973/VII/67-F (Annexe 4)
C/28-67

Section

N°	sommet 1	sommet 2	largeur	longueur	trafic journalier moyen (1965)
1	1	2	4	25	4402
2	1	3	2	17,6	2538
3	4	2	1	23	2131
4	5	2	1	39	1924
5	6	2	5	11,9	4402
6	7	2	D	8	
7	3	2	3	10,1	1642
8	7	3	3	8,5	2061
9	4	6	3	24,5	1349
10	6	8	4	7	6565
11	9	8	4	16,7	5914
12					
13	24	9	4	9,5	8276
14	10	7	2	14,5	1238
15	24	10	3	29,7	3626
16	10	14	1	21,3	1182
17	11	3	D	15	
18	11	15	D		
19	11	40	3	13,4	962
20	11	12	3		1938
21	12	40	A		
22	13	12	D	36,0	
23	12	17	3	9,7	5393
24	13	40	3	4,5	962
25	13	14	2	26	3317
26	13	15	D	14	
27	13	17	2	24,1	909
28	40	14	A		
29	14	25	A		
30	14	41	2	5,7	3689
31	14	23	1	14,5	1192
32	15	21	D	28	
33	15	19	D	19	
34	17	16		7,1	1522
35	16	18	3	8	3139
36	16	52			
37	17	18	3	7,8	6006
38	18	19	3	5,	6006
39	18	41	2	26,	3037
40	38	40	103	10,	6006
41	20	21		5,	
42	20	22	3	4,2	6006
43	21	23	2	18,8	2231
44	21	32	2	22,0	2231
45	21	22	2	5.	2231

Description du reseau routier Paris Le Havre

7973/VII/67-F (Annexe 4)
C/28-67

N°	Section		longueur	longueur	trafic journalier moyen (1965)
	sommet 1	Sommet 2			
46	23	26	3	3,2	4639
47	23	27	2	24,1	1843
48	23	29	2	7,9	1843
49	23	32	3	10,2	1641
50	24	27	3	12,5	4161
51	28	24	4	11,9	8871
52	26	24	7	6,1	4639
53	24	41	3	4,6	3148
54	25	26	A		
55	27	43	3	15,4	4161
56	37	27	D	15	
57	29	26	A		
58	29	30	A		
59	29	39	A		
60	30	28	4	5,9	8512
61	31	30	2	9,5	5327
62	32	30	2	3,2	3556
63	31	37	D	16	
64	35	31	2	8	5327
65	31	39			
66	32	31	3	3,7	1616
67	33	38	1	15,6	321
68	33	34	5	15,6	7883
69	33	22	3	18,3	6006
70	38	39	A		
71	38	35	A		
72	38	50	A		
73	33	32	2	17,5	3189
74	34	32	1	25,2	645
75	34	36	2	10,6	1721
76	34	50	2	6,8	7020
77	35	36	2	10,7	5327
78	36	37	2	18,3	578
79	36	51	1	17,7	799
80	48	36	3	7,5	6536
81	35	37	2	3,4	321
82	37	42	D	16	
83	42	43	3	11,8	3151
84	45	42	2	17,6	4766
85	43	44	3	25,4	1886
86	44	46	3	20,5	4412
87	58	46	3	12,7	4806
88	46	47	D	10	
89	45	47	S	17	7160
90	48	50	2	14,6	951

Description du réseau routier Paris-Le Havre

Section

N°	Sommet 1	Sommet 2	largeur	longueur	trafic journalier moyen (1965)
91	50	49	A		
92	48	49			
93	49	52	A		
94	52	48	3	11,2	6966
95	52	51	D	9,0	
96	52	45	2	19,2	1726
97	52	53	3	12,8	4768
98	52	54	A		
99	52	55	4	8,6	18.783
100	53	51	1	19,5	445
101	53	58	1	15,2	1653
102	53	57	3	13,8	4412
103	53	54	D		
104	54	55			
105	54	56			
106	56	57			
107	56	60	B	15,6	7639
108	56	61	A		
109	55	56	4	7,9	21235
110	47	57	D	18	
111	57	60	5	7,5	14604
112	58	58	6	6,1	16.812
113	60	61			
114	47	58	5	7	7160
115	58	60			
116	58	60	6	6,1	16812

Code des sommets du réseau routier 7973/VII/67-F (Annexe 4)
C/28-67
PARIS - LE HAVRE

N° du sommet

Agglomération ou
bifurcation

1	LE HAVRE	46	MARINES
2	BOLBEC	47	VILLENEUVE
3	TANCARVILLE Ø	48	BONNIÈRES
4	FECAMP	49	(sortie d'Autoroute)
5	ST VALERY EN CAUX	50	CHAUFOUR
6	VALLIQUERVILLE	51	VETHEUIL
7	LILLEBONNE	52	MANTES
8	YVETOT	53	MELAN
9	PAVILLY	54	(sortie d'Autoroute)
10	CAUDEBEC	55	FLINS
11	TANCARVILLE RG.	56	ORGEVAL
12	LISIEUX	57	POISSY
13	PONT AUDEMER	58	PONTOISE
14	BOURG ACHARD	59	PE de CLIGNANCOURT
15	MONTFORT S/RISLE	60	PE de HEUILLY
16	BERNAY	61	PE de ST CLOUD.
17	LE THEIL NOLENT		
18	MALBROUCK		
19	FEUQUEROLLES		
20	MAISON-ROUGE		
21	LE NEUBOURG		
22	LES 4 ROUTES		
23	ELBEUF		
24	ROUEN		
25	(sortie d'autoroute)		
26	GRAND COURONNE		
27	FLEURI S/ADELIE		
28	PONT DE L'ARCHE - PITRES		
29	(sortie d'autoroute)		
30	ST CYR		
31	HEUDEBOUVILLE		
32	EBUVIERS		
33	EVREUX		
34	PACY S/EURE		
35	GAILLON		
36	VERNON		
37	LES ANDELYS		
38	(sortie d'autoroute)		
39	(sortie d'autoroute)		
40	PONT AUDEMER		
41	MAISON BRÛLÉE		
42	MOUFLANES		
43	ECOUIS		
44	GISORS		
45	MAGNY		

CALCUL des COÛTS EXTERNES.

Relations globales entre le nombre d'accidents et le TRAFIC suivant les Types de Voies.

ANNEXE 5

7973/VII/67-F (Annexe 5)
C/28-67

- Les ajustements ont été réalisés sur l'ensemble des Sections du Réseau Routier de l'axe PARIS - Le HAVRE à l'exclusion des Sections autoroutières et des traversées d'Agglomérations.

- par an = Débit moyen = 2 à 300 Vh/H - % PL = 0 à 20.

6m. (27 obs.)	x 1 = 204,2 x 2 = -126 x 3 = -129	+ 0,338 x 6 (0,05) R = 0,79 + 0,12 x 6 (0,01) R = 0,78 + 0,76 x 6 (0,1) R = 0,83	x 1 1000 Nb accidents
7m. (37 obs.)	x 1 = -484 x 2 = -60 x 3 = -764	+ 0,66 x 6 (0,13) R = 0,62 + 0,075 x 6 (0,02) R = 0,41 + 1,09 x 6 (0,23) R = 0,61	x 2 1000 Nb de tués.
9m. (14 obs.)	x 1 = -118 x 2 = -119 x 3 = -3200	+ 0,58 x 6 (0,22) R = 0,54 + 0,06 x 6 (0,01) R = 0,66 + 1,23 x 6 (0,24) R = 0,80	x 3 1000 Nb de blessés
10m,50 et plus.	x 1 = - x 2 = - x 3 = -	+ 0,03 x 6 (0,012) R = 0,65	x 6 total jour.moyen annuel

- Débit horaire moyen total - $T = \frac{x 6}{15,6}$
(variance sur le coefficient de corrélation)

- Les ajustements faisant intervenir les 2 variables PL et VL sont tous peu significatifs. Les coefficients de corrélation sont cependant très stables, ce qui permet de faire l'hypothèse (en tenant compte des variations de débits) que le rapport des dérivés partiels par rapport au Trafic VL et PL est de l'ordre de 4 pour les routes de 7m, et inférieur ~~à 30%~~ dans les autres cas.

- Coûts unitaires par accident = 2.500, Frs
- par tué = 150.000, -
- par blessé = 5.500, -

• Coût externe horaire / km =

$$C_e = (150.000 \times 2 + 5.500 \times 3 + 2500 \times 1) \cdot 8,76 \cdot 10^6$$

• Coûts marginaux externes / au Trafic horaire =

$$\frac{\partial C_e}{\partial T_1} \left(150.000 \frac{\partial x 2}{\partial T} + 5.500 \frac{\partial x 3}{\partial T} + 2.500 \frac{\partial x 1}{\partial T} \right) \cdot 8,76 \cdot 10^4$$

- Evaluation des coûts marginaux externes.

Cette évaluation représente la valeur moyenne pour une période d'un an - Les valeurs numériques obtenues sont les suivantes (dérivées du coût externe horaire par rapport au Trafic horaire) - largeur = 6m, 7m, 9m, 10m,5 et +

4,1 (e) 3,3 (e) 3,0 (e) 1,8 (e)

Si on connaît le % des PL, les valeurs respectives des Cme sont =
VL = $(1-\alpha) Cme$ PL = $(1+\alpha) Cme$ avec hypothèse équivalence 4.