

**MINISTERE DE L'EQUIPEMENT
ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**
SERVICE DES AFFAIRES ECONOMIQUES ET FINANCIERES

EVOLUTION DU COUT DES TRANSPORTS TERRESTRES

RAPPORT D'ETUDE

JUIN 1978



S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
I - INTRODUCTION	1
1. Objet de l'étude	1
2. Méthodologie	1
II - LES ETUDES EFFECTUEES ET LES RESULTATS	4
1. Le transport ferroviaire	4
1.1. Productivité	4
1.2. Prix	21
1.3. Synthèse	27
2. Le transport fluvial	29
2.1. Productivité	29
2.2. Prix	51
2.3. Synthèse	54
3. Le transport routier pour compte d'autrui	57
3.1. Productivité	58
3.2. Prix	74
3.3. Synthèse	76
III - ETUDES DE SENSIBILITE ET SYNTHESE	80
1. Le transport ferroviaire	80
2. Le transport fluvial	82
3. Le transport routier	83
4. Synthèse	84
ANNEXE 1	90
ANNEXE 2	92

I - INTRODUCTION

I.1. OBJET DE L'ETUDE

L'objet de ce rapport est l'étude de l'évolution future, à l'horizon de 1990 du coût du transport terrestre de marchandises en France, en distinguant d'une part les modes de transport (fer, eau et route), et d'autre part les principaux éléments de ce coût : la rémunération du travail, l'amortissement des véhicules et le coût de l'énergie.

Cet essai de prévision a lui-même été défini dans le but d'éclairer les décisions de l'Etat concernant la planification des transports, en mettant en évidence l'évolution des compétitivités relatives des trois modes cités.

L'étude qui suit a bien sûr été fondée sur l'analyse de la chronique passée des données d'exploitation des différents parcs de véhicules. Ces données, d'ordre technique ou financier, sont exclusivement issues des sources citées en annexe 1.

Quelques remarques importantes restent à faire :

- Le but de l'étude n'est pas de reconstruire les coûts de transport mais seulement d'analyser l'évolution dans le futur d'un certain nombre de postes de ce coût : aussi, c'est la décomposition en pourcentage de chacun de ces coûts qui peut être considérée comme fiable et non leur valeur absolue (coût à la TK).

- La décomposition retenue (personnel - avertissement - énergie) laisse toujours apparaître un poste divers important. C'est par manque de données statistiques (productivité ou prix) qu'il n'a pas été éclaté. L'énergie malgré sa faible contribution au coût a été étudiée à cause de son évidente importance stratégique.

- Enfin, dans l'ensemble de ce rapport, de nombreuses décimales ont été conservées alors que seuls en général les deux premiers chiffres sont significatifs. Elles ont été maintenues pour permettre au lecteur de vérifier les calculs.

I.2. METHODOLOGIE

La méthode utilisée a consisté à projeter, pour deux scénarios contrastés de croissance économique et de partage modal, les principaux éléments constitutifs du coût de transport (main d'oeuvre, amortissement des véhicules, énergie, divers).

Les deux scénarios définis au tableau 1 sont issus du dossier du S.A.E.I. de Septembre 1977, intitulé "Transports Terrestres - Essais de prévisions de trafic pour 1982-1990".

L'hypothèse A correspond à l'hypothèse basse du Commissariat Général au Plan.

L'hypothèse B, plus pessimiste, est basée sur les tendances récentes de l'économie, tant en France que dans le reste du monde.

TABLEAU 1

Définition des scénarios :
croissance économique et partage modal

Mode de transport	Hypothèse A		Hypothèse B	
	Croissance 74-82 = + 3,7 % économique 82-90 = + 4 %		Croissance 74-82 = + 2,7 % économique 82-90 = + 2 %	
	Taux de croissance des TK %		Taux de croissance des TK %	
	74-90	76-90	74-90	76-90
Fer	1,4	2,4	0,1	0,9
Eau	0,4	1,3	- 0,8	- 0,1
Route	4,3	5,2	2,9	3,7
Ensemble	2,8	3,6	1,5	2,1

Notre analyse a d'autre part distingué, dans l'évolution des coûts, les parts respectives des évolutions de volume et de prix.

L'évolution des coûts élémentaires ramenés aux tonnes kilométriques produites se décompose en conséquence en évolution de productivité et en évolution de prix, selon la formule présentée ci-après.

$$(1) \quad C^1 = \alpha \left(\frac{1+s}{1+\pi_0} \right) + \beta \left(\frac{1+p}{1+\pi_1} \right) + \gamma \left(\frac{1+e}{1+\pi_2} \right) + \delta^1$$

avec :

- C^1 = prix de revient futur d'une tonne kilométrique (indice par rapport à C_0 actuel en Francs Constants)
- α = part de ce prix constituée actuellement par les salaires
- β = part de ce prix constituée par l'amortissement des véhicules
- γ = part de ce prix constituée par l'énergie
- δ^1 = résidu à l'horizon
- s = taux d'accroissement des salaires d'ici à l'horizon (en Francs constants)
- p = taux d'accroissement du prix moyen des véhicules (Francs Constants)
- e = taux d'accroissement du prix de l'énergie (Francs Constants)
- π_0 = taux d'évolution de la productivité du travail
- π_1 = taux d'évolution de la productivité des véhicules
- π_2 = taux d'évolution de la productivité de l'énergie

Si C^0 est le prix de revient actuel d'une tonne kilométrique, ce prix se décompose donc de la façon suivante :

$$C^0 = \alpha + \beta + \gamma + \delta^0$$

δ^0 étant par définition $C^0 - \alpha - \beta - \gamma$, c'est-à-dire le résidu actuel

Les sources des données qui font l'objet des analyses rétrospectives, généralement élaborées par l'Administration, sont indiquées en annexe 1.

Précision des évolutions projetées

Les évolutions futures de productivité et de prix ont été estimées au moyen de l'une des trois méthodes suivantes :

- prolongation de la tendance passée.

Une telle méthode n'est acceptable que lorsque cette tendance est d'intensité faible ou nulle, et qu'aucune des deux méthodes suivantes n'est applicable.

- Utilisation d'un modèle prévisionnel simple, formalisant les relations entre des variables explicatives prévisibles et la variable étudiée, sur la base d'une analyse statistique de leurs relations passées (régression linéaire).

L'application de cette méthode nécessite de disposer de séries chronologiques suffisamment longues (au moins 10 ans) des variables concernées.

- prise en compte d'éventuelles contraintes, constituées par exemple d'objectifs planifiés par les exploitants.

Lorsqu'il n'a été possible d'appliquer valablement aucune de ces méthodes, toute prévision à 15 ans paraît particulièrement entachée d'aléa.

Dans ce cas une hypothèse moyenne a été retenue, donnant lieu à une prévision centrale. Au chapitre 2 suivant, les prévisions de productivité et de prix ont été fondées sur ces hypothèses moyennes.

Le chapitre 3 reprend l'ensemble des calculs sur la base d'hypothèses alternatives d'évolution des facteurs.

Ces alternatives concernent principalement les hypothèses d'évolution de salaire horaire, de coût de l'énergie, de productivité et de structure du parc. Elles ont été croisées, afin de mettre en évidence leurs effets conjugués.

II - LES ETUDES EFFECTUEES ET LES RESULTATS

Nous présentons successivement les compte-rendus des études effectuées, et l'estimation de l'ensemble des coefficients de la formule (1).

II.1. LE TRANSPORT FERROVIAIRE

Le modèle (1) appelle les observations suivantes :

1. - Le trafic intervient par l'intermédiaire de π_0 dont l'évolution est liée, d'une part au trafic (existence de rendements croissants), d'autre part au progrès technique. Une fonction du type $\pi = f(T)$ a pu ainsi être calibrée, permettant de donner des indications sur l'élasticité productivité/trafic.
2. - Nous nous intéressons ici à l'évolution du coût de transport de marchandises, donc des coûts à la TK.

Toutefois, si on peut tenter de distinguer, dans le coût d'amortissement du matériel roulant, les parts qui reviennent respectivement aux transports de marchandises et de voyageurs, cette distinction est impossible en ce qui concerne les deux autres composantes du coût du transport ferroviaire (coût salarial et coût énergétique).

Ces coûts, rapportés à la tonne-kilométrique, seront donc estimés de façon moins fine au moyen des coûts correspondants à l'unité kilométrique. Cette méthode d'estimation est justifiée par la pratique, les coûts moyens par tonne-kilométrique et par voyageur-kilomètre étant de fait voisins.

L'ensemble des hypothèses retenues est analysé dans les sections suivantes qui traitent successivement de la productivité et des prix.

II.1.1. Evolution de la productivité

Il est clair qu'une estimation des gains de productivité ou des "surplus de productivité globale" à la S.N.C.F. ne saurait être appréciée dans le cadre d'une telle étude et nécessiterait une connaissance approfondie des mécanismes d'exploitation, une analyse de la réglementation et dans certains cas un véritable audit comptable de façon à étudier sur des données très désagrégées la modification des indicateurs de base.

De façon générale, la productivité évolue, indépendamment de tout investissement de productivité, en fonction du trafic, par effet de rendements croissants, et se trouve affectée par les variations du cycle économique, les phases de récession ou de reprise rapide n'entraînant pas nécessairement des modifications structurelles importantes à court terme.

Pour un niveau donné de trafic des variations de productivité peuvent apparaître sous l'effet, soit d'investissements de productivité, soit de réductions dans la durée du travail. Il faut toutefois noter que l'appréciation de surplus de productivité à partir de données très agrégées peut masquer certains phénomènes nullement révélateurs de gains ou de baisses réelles :

- La sous-traitance : le recours à l'industrie privée (entretien-nettoyage) reste limité mais peut s'élever en période de récession généralisée, les contraintes de service public pesant sur la S.N.C.F. pouvant l'astreindre à transférer certaines activités à des secteurs en difficulté.

- Les modifications de réglementation : l'extension, par exemple, de la notion de "gare" à certains tronçons de "ligne" oblige à adjoindre un agent supplémentaire sur les engins de traction ; ceci a bien entendu pour effet de faire baisser la productivité mais ne reflète en réalité qu'un ajustement réglementaire visant à améliorer la sécurité. Il est certain également que les contraintes de service public peuvent dans certains cas affecter la productivité sans que pour autant la variation soit significative (maintien de lignes à faible trafic par exemple).

Ces remarques préalables étant faites, nous avons tenté de "mesurer" l'évolution de la productivité à la S.N.C.F. à partir d'indicateurs agrégés concernant le travail, le matériel et l'énergie.

II.1.1.1. Productivité du travail (Tableau 1)

Devant l'impossibilité de distinguer les coûts salariaux qui reviennent au transport de marchandises d'une part, de voyageurs d'autre part, nous nous intéresserons à l'évolution du coût salarial à l'unité-kilomètre.

La productivité du travail exprimée en Unités km/heure (ou en UK/personne employée) a progressé rapidement jusqu'en 1970 puis plus lentement depuis : 5,5 % de 1950 à 1960, 5 % de 1960 à 1970 et 4,5 % de 1970 à 1976. Cette progression est due, d'une part au trafic puisque de 1950 à 1976 le taux de croissance annuel moyen a été de 2,4 %/an, d'autre part à l'effet de la diminution de la durée annuelle du travail qui est passée de 2 232 h en 1950 à 1 842 h en 1976. La progression moins rapide de la productivité horaire depuis 1970 s'explique pour l'essentiel par la faible croissance du trafic (1,2 % en moyenne) voire par sa diminution (1975).

On doit noter que cet indicateur regroupe des trafics très divers : il n'est en particulier pas tenu compte de la répartition entre voyageurs-km et tonnes-km. Par ailleurs, comme il a déjà été noté, des transferts à l'industrie privée ont pu avoir lieu en particulier au cours des dernières années.

Enfin, les progrès passés de productivité sont dus en partie à la disparition progressive de la traction par vapeur, qui s'est achevée récemment (1974). Le fait de ne pas prendre explicitement cette cause en compte dans la régression a sans doute pour effet de légèrement surévaluer l'évolution future de la productivité du travail.

On a tenté d'expliquer l'évolution de la productivité à l'aide des trois modèles simplifiés suivants :

1) Le premier modèle est de la forme :

$$\pi = a T + b t + c$$

avec : π = productivité horaire (UK/heure)

T = trafic (UK)

t = temps (année 0 = 1959)

a, b, c = paramètres.

La forme choisie reflète, d'une part l'existence de rendements croissants, d'autre part l'évolution régulière de la productivité, indépendamment de toute croissance du trafic, par l'effet des investissements de productivité et du progrès technique.

Un ajustement effectué sur la période 1959 -1976 a permis de calibrer la fonction suivante :

$$\pi = 1.97 T + 4.82 t - 80,22$$

$$(R^2 = 0.981)$$

On trouvera en annexe 2 un détail sur les principaux tests statistiques effectués qui font apparaître la bonne qualité de l'ajustement.

Compte tenu des prévisions de trafic retenues précédemment, l'évolution de la productivité serait de 3,4 %/an dans le scénario 1 et de 2,4 %/an dans le scénario 2.

TABLEAU 2 - S.N.C.F. - Effectifs et évolution
de la productivité du travail

Année	Effectifs (1000)	Durée annuelle de travail (heure)	Heures travaillées (10 ⁶)	Trafic Unités-km (10 ⁹)	Productivité du travail 10 ³ Unités-km /pers. employ.	Productivité horaire Unités-km/h
1913	355.6	3 250	1 155.7	44.5	125.1	38.5
1930	509.0	2 384	1 213.4	70.1	137.7	57.8
1950	450.6	2 232	1 005.7	65.4	145.1	65.0
1960	354.2	2 256	799.1	89.0	251.3	111.4
1965	359.3	2 124	763.1	102.9	286.4	134.8
1970	303.0	2 016	610.8	111.5	368.0	182.5
1971	296.4	1 966	582.7	108.3	365.4	185.9
1972	289.3	1 925	556.9	112.0	387.1	201.1
1973	285.4	1 886	538.3	118.8	416.2	220.7
1974	284.6	1 863	530.2	124.6	437.8	235.0
1975	281.7	1 821	513.0	114.9	407.9	224.0
1976	274.1	1 842	504.9	120.0	437.8	237.7

Source : Statistiques rétrospectives - Direction des Etudes Générales
S.N.C.F. - 1976

2) Le second modèle ne s'intéresse qu'aux variations relatives de productivité année par année :

$$\frac{d\pi}{\pi} = a' \frac{dT}{T} + b' \frac{dH}{H} + c'$$

avec : $\frac{d\pi}{\pi}$ = variation relative de productivité en pourcentage

$\frac{dT}{T}$ = variation relative de trafic en pourcentage

$\frac{dH}{H}$ = variation relative de durée de travail en pourcentage

a' , b' , c' = paramètres

La régression obtenue (voir annexe 2) est assez bonne. Le terme constant c' révèle un trend de 2 %/an. L'élasticité à la durée du travail est de l'ordre de - 0.9 mais n'est pas très significative (le t test a une valeur inférieure à 2). L'élasticité au trafic est de l'ordre de 1 (avec un student supérieur à 7).

Le modèle calibré se présente donc comme suit :

$$\frac{d\pi}{\pi} = 0.96 \frac{dT}{T} - 0.87 \frac{dH}{H} + 2.01$$

$$(R^2 = 0.911)$$

Si on suppose une décroissance de la durée de travail de l'ordre de 1 % par an, la productivité évoluerait au rythme de 5,2% par an dans le scénario 1 et 3,7 % par an dans le scénario 2.

2bis) En fait, les études menées en France sur la productivité du travail dans l'ensemble des secteurs économiques conduisent généralement à une élasticité de la productivité par rapport au temps de travail proche de - 0,5 (chiffre retenu dans le cadre de la préparation au 7e plan).

Ceci nous a conduit à chercher un troisième modèle dérivé du précédent : nous avons supposé que la vraie valeur de ce coefficient était - 0,5 et nous avons tenté d'expliquer la variance résiduelle de $\frac{d\pi}{\pi}$ grâce à la variable "trafic".

La régression proposée est donc du type :

$$\frac{d\pi}{\pi} + 0.5 \frac{dH}{H} = a \frac{dT}{T} + b$$

Sur la période 1960-1976, le résultat en est le suivant, les variables étant exprimées en pourcentages :

$$\frac{d\pi}{\pi} + 0,5 \frac{dH}{H} = 0,97 \frac{dT}{T} + 2,33 \quad (2 \text{ bis})$$

(t = 8,8) (t = 4,8)

$$r^2 = 82 \%$$

Le taux de croissance annuel de la productivité du travail serait alors de 5,2 % dans l'hypothèse A et de 3,7 % dans l'hypothèse B.

En raison du caractère particulier des données des années 1975 et 1976 (chute de la production en raison de l'augmentation du coût de l'énergie), cette même régression a été effectuée sur la période 1960-74.

Les résultats sont les suivants :

$$\frac{d\pi}{\pi} + 0,5 \frac{dH}{H} = 0,89 \frac{dT}{T} + 2,47$$

(t = 5,7) (t = 3,9)

$$r^2 = 0,69$$

Le taux de croissance annuel de la productivité du travail serait alors de 5,1 % dans l'hypothèse A et 3,8 % dans l'hypothèse B.

Le caractère particulièrement excentré des données relatives à l'année 1975 (l'écart de la variante $\frac{dT}{T}$ par rapport à sa moyenne y est 3,2 fois plus élevé que l'écart-type relatif aux autres années) donne une importance prépondérante à cette année dans la détermination des coefficients de la régression.

Nous retiendrons donc les derniers coefficients calculés, sans tenir compte des années 1975 et 1976.

3) Le troisième modèle utilisé est de la forme :

$$\pi = KT \alpha e^{t\beta}$$

avec : π = productivité horaire

T = trafic

t = temps

La régression est bonne ; on note toutefois une très forte corrélation entre T et t (voir annexe 2). Le modèle calibré sur la période 1970-1976 est le suivant :

$$\ln \pi = 0,308 + 0,97 \ln T + 0,032 t$$

$$(R^2 = 0,988)$$

Compte tenu des prévisions de trafic retenues précédemment, l'évolution de la productivité serait de 5 % par an dans le scénario 1 et 4,1 % par an dans le scénario 2.

Compte tenu des coefficients de corrélation importants entre T et t dans les modèles 1 et 3, il apparaît souhaitable de retenir le modèle n° 2bis.

L'augmentation annuelle moyenne de productivité du travail entre les années 1976 et 1990 sera donc de 5,1% dans le scénario 1 et 3,8 % dans le scénario 2.

II.1.1.2. Productivité du matériel

L'évolution de la productivité du matériel roulant dépend du type de matériel : wagons de marchandises, wagons de voyageurs et engins de traction.

- Pour le matériel de traction, les UK par engin en service ont progressé rapidement de 1950 à 1960 (6,9 %/an) puis plus lentement depuis : 4,3 % de 1960 à 1970 et 1,3 % de 1970 à 1976. La stagnation relative des dernières années est due pour l'essentiel à la faible croissance du trafic, voire à sa baisse (1975).

Il faut toutefois noter que la puissance moyenne des engins de traction a sensiblement évolué : 1 185 KW en 1950, 1 275 KW en 1960, 1 388 KW en 1970 et 1 469 KW en 1975, soit une progression moyenne de 0.9 %/an due en majeure partie à l'influence de l'électrification. Si l'on incorpore ce glissement technique, la productivité du matériel traction par unité de puissance aurait progressé de 6,2 % de 1950 à 1960 et de 3,4 % de 1960 à 1970 pour baisser ensuite légèrement de 1970 à 1976.

Le passage de la vapeur à la traction électrique a d'autre part pour effet d'augmenter sensiblement la disponibilité théorique du matériel (de 8 h à 16 h par jour) du fait des temps d'entretien et de préparation moins élevés.

- En ce qui concerne les wagons de voyageurs, la productivité a progressé régulièrement en terme de voyageurs-km/véhicule en service (3,9 %/an sur la période 1950-1976). Il faut toutefois noter que différents changements de structure sont intervenus :

. On observe, d'une part un accroissement du nombre de places par voiture dû à l'introduction de voitures à étage ou plus récemment des voitures Corail (88 places au lieu de 80). La capacité moyenne est ainsi passée de 66,8 places en 1950 à 70,7 places en 1975. En tenant compte de cet effet technique, la productivité aurait progressé de 2,9 % de 1950 à 1975 (3,6 % de 1970 à 1975). On notera que le trafic voyageurs a continué à progresser sensiblement de 1970 à 1976 (3,9 % par an).

. L'augmentation des vitesses moyennes a eu pour effet de permettre une meilleure rotation du matériel. On notera qu'en 1975 7 610 km de voie autorisaient des vitesses maximales supérieures à 150 km/heure contre 3 976 en 1968.

. Enfin, l'effort commercial important fait par la S.N.C.F. au cours des dernières années a eu pour effet une augmentation des fréquences et corrélativement une baisse de la productivité.

- En ce qui concerne le matériel marchandises, on note une stagnation de 1970 à 1975 après une augmentation rapide de 1950 à 1960 (5,7 %/an) et de 1960 à 1970 (4,1 %/an). On doit toutefois observer que l'introduction des wagons à bogies a sensiblement augmenté la capacité moyenne du matériel (56 à 60 tonnes de charge utile contre 28 tonnes pour un wagon à essieux). La capacité offerte est ainsi passée de 8,4 millions de tonnes en 1950 à 10,5 millions de tonnes en 1975, tandis que le nombre de wagons diminuait de 37 %. L'évolution du cycle de chargement appelle également quelques commentaires :

. Le cycle dépend pour une part du temps "légal" d'immobilisation chez le client (22 h en général). Il est clair que si, pour des raisons de politique commerciale propre à l'entreprise, un client préfère user de son droit au maximum, ceci a pour effet de péjorer la rotation du matériel alors que la productivité n'est pas en cause.

. L'effet des balances "étranger" est mal connu et en tous cas difficilement appréciable à ce niveau. Dans le cadre des accords "Pool" avec les pays voisins, la S.N.C.F. fait circuler des wagons étrangers sur son réseau et à l'inverse expédie des wagons qui circulent librement sur des réseaux étrangers.

. Le cycle moyen recouvre en fait des matériels à rotation très différente (de quelques jours à quelques mois).

. L'allongement des distances moyennes de transport (257 km en 1960, 281 km en 1970, 293 km en 1975) a pour effet d'augmenter la durée du cycle, mais a par ailleurs un effet favorable sur la productivité.

. Enfin, l'organisation technique peut dans certains cas péjorer le cycle de chargement. La neutralisation des gares de triage en fin de semaine en raison de la fermeture de certaines usines, péjore par exemple la rotation du matériel alors que de toute évidence ceci ne peut être imputé à la S.N.C.F.

Le tableau 3 suivant illustre les évolutions de productivité décrites précédemment.

TABLEAU 3 - Productivité du matériel

(Sources : Statistiques rétrospectives de la SNCF 1976)

Année	Unités-km (10 ⁹)	Engins- moteur en service	Puissance offerte moyenne (KW) (10 ³)	U.K./KW offerte (10 ³)	V.K. (10 ⁹)	Véhicules (10 ³)	Places offertes (10 ³)	V.K./ Places offertes (10 ³)	T.K. (10 ⁹)	Wagons* (10 ³)	Capacité offerte (10 ⁶ T)	TK/Cap. offerte (10 ³)
1913	44.5	14 150			19.3	315			25.2	366.0		
1930	70.1	20 668			29.2	351			40.9	528.6		
1950	65.4	10 718	5.15	12 700	26.4	1 789	1 196	22.1	38.9	436.8	8.37	4.64
1960	89.0	7 454	9.36	9 503	32.0	1 572	1 037	30.9	56.9	367.9	8.60	6.62
1965	102.9	7 123	10.82	9 509	38.3	1 549	1 062	36.1	64.6	374.1	9.07	7.12
1970	111.5	6 162	13.04	8 552	41.0	1 525	1 051	39.0	70.4	304.9	9.85	7.15
1971	108.3	6 038	12.85	8 429	41.1	1 518	1 056	38.9	67.0	307.1	10.17	6.59
1972	112.0	5 956	13.25	8.452	43.2	1 524	1 050	41.1	68.6	303.7	10.39	6.60
1973	118.8	6 020	13.88	8 554	44.7	1 514	1 055	42.4	73.9	299.7	10.61	6.97
1974	124.6	6 115	14.19	8 781	47.3	1 502	1 063	44.5	77.1	294.7	10.60	7.27
1975	114.9	6 118	12.78	8 987	50.7	1 500	1 061	47.8	63.5	284.5	10.50	
1976	120.0	6 132			51.5	1 510			68.5	274.1		

* Wagons de particulier inclus.

Les différences notables d'évolution entre les productivités des différentes catégories de matériel conduit à essayer de distinguer, dans les coûts d'amortissement de matériel roulant, la part qui revient au transport de marchandises. La difficulté d'opérer cette distinction réside dans la nécessité de répartir le coût d'amortissement des engins de traction entre les deux types de transport.

a - Coût d'amortissement du matériel de traction

La répartition de ce coût par type de transport devrait théoriquement être effectuée au prorata des temps de traction cumulés.

L'hypothèse, justifiée dans la pratique, que la vitesse des trains est, en moyenne, inversement proportionnelle à leur tonnage brut moyen - la vitesse commerciale moyenne des trains de marchandises serait, selon cette hypothèse, inférieure de 42 % à celle des trains de voyageurs en 1975 - permet de réaliser cette répartition : les temps de traction relatifs aux trafics de voyageurs et de marchandises sont alors supposés proportionnels aux tonnes kilométriques brutes remorquées.

L'amortissement de l'ensemble du matériel de traction s'étant élevé à 252 040 000 F en 1975, et le nombre de tonnes kilométriques brutes remorquées à $251,92 \cdot 10^9$ TKBR se répartissant de la façon suivante :

. voyageurs	:	$92,94 \cdot 10^9$ TKBR	soit 37 % du total
. marchandises	:	$158,98 \cdot 10^9$ TKBR	soit 63 % du total

l'amortissement du matériel de traction imputable au transport de marchandises était donc de 158 785 200 F en 1975, pour un trafic total de $63,47 \cdot 10^9$ TK, soit $2,50 \cdot 10^{-3}$ F/TK.

La productivité des engins de traction a légèrement diminuée de 1960 à 1975, si l'on tient compte de l'augmentation de leur puissance moyenne (cf. tableau 3).

Le rapport des Unités kilométriques à la puissance totale de ces engins a en effet diminuée de 2 % par an entre 1965 et 1970, puis augmenté de moins de 1 % par an de 1970 à 1976.

Nous supposons donc la stabilité de cette productivité, en terme d'UK/KW, entre 1975 et 1990.

b - Coût d'amortissement du matériel remorqué

Le coût était de 362 000 000 F en 1975 pour les wagons de marchandises appartenant à la S.N.C.F., et de l'ordre de 516 000 000 F si l'on tient compte des wagons de particuliers, pour $63,47 \cdot 10^9$ TK, soit un coût d'amortissement à la tonne kilomètre de 0,00813 F/TK

L'évolution future de la productivité des wagons de marchandises résultera principalement du remplacement progressif des wagons à essieu par des wagons à bogies.

Les estimations de la S.N.C.F. quant au parc total de wagons de marchandises à l'horizon de 1990, ainsi que sa répartition par catégorie de matériel permettent d'estimer l'évolution de la productivité des véhicules traités en 1990.

Sachant que la S.N.C.F. disposait, en 1977, de

126 400 wagons à essieux, et
70 300 wagons à bogies

et qu'elle disposera, dans l'hypothèse B de trafic en 1990 de

60 400 wagons à essieux, et
94 100 wagons à bogies,

sachant d'autre part que le coût d'amortissement d'un wagon à essieux est en moyenne, deux fois plus faible que celui d'un wagon à bogies, et que le trafic commercial de marchandises passera, entre 1977 et 1990, de 70 milliards d'UK à 74,3 milliards d'UK (dans le cadre de l'hypothèse B), l'augmentation de productivité d'1 franc d'amortissement annuel de wagon de marchandises sera, entre 1977 et 1990, multiplié par le coefficient suivant (à prix de matériel constant).

$$(1 + \pi)^{13} = 1,22 \text{ soit } \pi = 1,55 \% \text{ par an}$$

Dans l'hypothèse A, nous supposons que la croissance plus forte de trafic exprimé en UK (91,5 milliards d'UK à l'horizon au lieu de 74,3 dans l'hypothèse B) conduira la S.N.C.F. à mettre en service un plus grand nombre de wagons à bogies, de façon à ce que le rapport des tonnes kilomètres à la capacité offerte soit identique dans les deux hypothèses.

Celle-ci étant en 1990 de 248 600 équivalents-wagons à essieux, la capacité moyenne d'un wagon à bogies est environ double de celle d'un wagon à essieux, en 1990 dans l'hypothèse A serait de 306 150 équivalents-wagons à essieux, le parc étant réparti de la façon suivante :

. wagons à essieux : 60 400
. wagons à bogies : 122 875

Dans ces conditions, l'augmentation de productivité d'1 Franc d'amortissement annuel de wagon de marchandises sera, entre 1977 et 1990, multiplié par le coefficient suivant (à prix de matériel constant) :

$$(1 + \pi)^{13} = \frac{\text{Hypothèse A}}{\left(\frac{91,5 \cdot 10^9}{60\,400 + 1,5 \cdot 122\,875} \right)} : \left(\frac{70 \cdot 10^9}{126\,400 + 1,5 \cdot 70\,300} \right)$$

$$(1 + \pi)^{13} = 1,24$$

soit $\pi = 1,66 \% \text{ par an}$

c - Evolution de la productivité globale de matériel roulant (wagons et engins tracteurs confondus)

Etant donné le poids des engins tracteurs dans l'amortissement du matériel roulant en 1977, et l'évolution de productivité prévue pour chaque catégorie de matériel, on peut calculer l'évolution de productivité du matériel roulant entre 1977 et 1990.

Les éléments du calcul et les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

TABLEAU 4
Evolution de la productivité à prix de matériel constant
(transport de marchandises)

Catégorie de matériel	1975	1990			
		Hypothèse A		Hypothèse B	
	Coût d'amortissement en F/TK	Coût d'amortissement en F/TK	π^1 %	Coût d'amortissement en F/TK	π^1 %
engins tracteurs	0,00250	0,00250	0	0,00250	0
wagons	0,00813	0,00635	1,66	0,00645	1,55
Ensemble	0,01063	0,00885	1,2	0,00895	1,1

II.1.1.3. Productivité de l'énergie

La productivité globale de l'énergie, exprimée en TEC/UK, a progressé sensiblement avec l'électrification du réseau : 7,4 % de 1950 à 1960, 9,2 % de 1960 à 1970 et 2,9 % depuis 1970 (cf. tableau 4). La vapeur a disparu en 1974, en tant que source d'énergie de traction.

L'évolution de la productivité a été sensiblement plus rapide, si on l'exprime en Franc de coût énergétique/UK (la structure de prix des produits énergétiques étant relatifs à une année donnée).

En effet, l'évolution du rapport global TEC/UK a été principalement causé, comme on le verra plus loin, par la substitution du charbon par l'électricité et le gasole, dont le coût à la TEC est plus faible.

TABLEAU 5 - S.N.C.F. - Evolution de la consommation d'énergie

Année	Parcours total (10 ⁶ km)	Trafic Unités-km (10 ⁹)	Consommation d'énergie				TEC * (1 000)	Productivité	
			Charbon (1 000 t)	Energie électrique (1 000 000 KWh)	Fuel-oil	Carburant essence		(TEC/km)	(TEC/UK) (10 ⁶)
1913	409	44.5	7 580	-	-	-	7 580	18.53	170.3
1930	468	70.1	11 260	270	-	-	11 350	24.25	161.9
1950	369	85.4	6 160	1 039	950	622	8 025	21.75	122.7
1960	401	89.0	2 921	2 657	838	184	5 362	13.37	60.3
1965	450	102.9	1 493	3 782	700	308	4 296	9.55	41.8
1970	464	111.5	246	4 658	168	466	2 782	6.00	25.0
1971	454	108.3	56	4 662	79	484	2 486	5.48	23.0
1972	464	112.0	8	4 833	15	510	2 439	5.26	21.8
1973	471	118.8	5	5 046	2	542	2 535	5.38	21.3
1974	489	124.6	-	5 087	-	582	2 597	5.31	20.8
1975	476	114.9	-	4 822	-	552	2 462	5.17	21.4
1976	485	120.0	-	5 054	-	577	2 550	5.25	21.3

* TEC : Tonnes équivalent-charbon

Source : Statistiques rétrospectives - Direction des Etudes générales - S.N.C.F. - 1976

Nous examinerons successivement dans la suite l'évolution de la productivité des deux principaux type de traction désormais en vigueur à la SNCF : les tractions électrique et diesel, puis l'évolution de productivité globale résultant de la modification de structure de la consommation d'énergie, prévue à l'horizon de 1990.

Ces calculs occasionneront celui du coefficient γ (coût énergétique à la TK pour l'année de référence).

L'ensemble des résultats sera présenté en fin de chapitre

a - Productivité énergétique par source d'énergie

Parmi les statistiques de production, seules les tonnes kilométriques brutes remorquées (TKBR) distinguent la mode de traction des trains de marchandises.

L'évolution du nombre de TEC/TKBR pour chaque type de traction permet donc d'évaluer l'évolution de productivité correspondante, moyennant l'hypothèse que le rapport des U.K./TKBR est non seulement stable pour l'ensemble des deux modes de traction (cf. tableau 6), mais aussi pour chacun d'eux.

Le tableau 6 présente les chroniques des productivités des deux modes de traction (TKBR/TEC), du coefficient liant les deux indicateurs de production (UK et TKBR), ainsi que la répartition au cours du temps de la part de chaque mode de traction dans la production de TKBR.

Ce tableau , appelle les commentaires suivants :

1. Les productivités des deux modes de traction exprimées en TKBR/TEC, ont évolué en sens opposé depuis une douzaine d'années :

+ 2,1 % par an en moyenne pour la traction diesel, (4,6 % pour les 6 premières années et 1,3 % pour les 6 suivantes) et - 0,5 % par an en moyenne pour la traction électrique entre 1962 et 1975. Cette dernière productivité a néanmoins progressé de 1,2 % par an en moyenne au cours des 12 années précédentes (1950-1962).

Il faut noter, par ailleurs que la baisse générale de productivité enregistrée en 1975 est vraisemblablement due à la baisse de tonnage brut moyen des trains de marchandises (- 7%).

2. Le rapport des UK aux TKBR a progressé entre 1950 et 1961 (+ 1,1 % par an en moyenne), stagné entre 1961 et 1972 puis progresse à nouveau entre 1972 puis progresse à nouveau entre 1972 et 1975 (+ 1,2 % par an en moyenne).

TABLEAU 6 : Eléments d'appréciation de
l'évolution de la productivité énergétique à
la SNCF

Année	PRODUCTIVITE (10^3 TKBR/TEC)			
	1. Traction électrique	2. Traction Diesel	3. UK/TKBR (%)	4. <u>TKBR électrique (%)</u> TKBR électr.+TKBR Diesel
1950	104	-	39	91,8
1951	106	-	41	92,6
1952	109	-	41	92,5
1953	109	-	40	91,9
1954	109	-	40	91,2
1955	112	-	41	90,9
1956	112	-	42	90,7
1957	114	-	43	90,1
1958	114	-	43	89,2
1959	117	-	43	89,0
1960	118	-	43	88,8
1961	122	-	44	88,2
1962	120	58	44	88,2
1963	119	59	43	88,2
1964	122	63	44	86,8
1965	123	68	43,7	85,1
1966	124	73	43,7	83,3
1967	123	75	43,5	81,8
1968	122	76	43,2	81,5
1969	120	79	43,7	80,0
1970	118	79	44	79,2
1971	116	78	43,9	78,7
1972	115	82	44	77,3
1973	116	82	44,4	77,3
1974	117	82	45,0	76,2
1975	112	76	45,6	76,7

Source : Statistiques rétrospectives de la SNCF - 1976

3. La part relative de la traction électrique dans la production de TKBR a évolué moins vite que celle de la traction diesel, qui a davantage profité de la disparition progressive de la traction à vapeur.

Ces remarques, ainsi que d'autres informations énoncées dans la suite, nous conduisent à faire les hypothèses suivantes concernant l'évolution de la productivité énergétique de la SNCF.

- La productivité de la traction électrique se stabilisera entre 1975 et 1990, excepté la baisse conjoncturelle de 1975, due à une forte baisse de trafic (-17 %), qui a conduit à faire circuler des trains dont la charge n'était pas en rapport avec la puissance motrice. La baisse tendancielle enregistrée entre 1962 et 1974 n'a été que de 0,2 % par an.

Cette baisse, principalement due à l'augmentation de puissance des engins tracteurs, ne devrait pas se prolonger, étant donné le niveau atteint en 1975.

- On suppose que la productivité de la traction diesel poursuivra son évolution au taux moyen annuel de 1 %, ce qui constitue un prolongement de la tendance passée (4,6 % de 1962 à 1968, puis 1,3 % de 1968 à 1974).

- Le rapport des UK aux TKBR continuera d'augmenter en raison de la modernisation du matériel remorqué, au taux annuel de 0,5 %

- La répartition des TKBR entre les deux modes de traction n'évoluera pas au profit de la traction diesel, comme le laisserait croire la tendance passée.

En effet, le programme d'électrification de lignes à forte demande conduira la SNCF à assurer, en 1990, 10 % supplémentaires de la production de TKBR au moyen de la traction électrique.

La part de ce mode de traction étant en 1975 de 76,7 %, elle sera donc d'environ 86,7 % en 1977.

Cette répartition future permet le calcul du progrès de productivité énergétique globale, que nous présentons ci-après.

b. - Productivité énergétique globale

La productivité d'un facteur de production doit incorporer l'effet du transfert d'une technique de production vers une autre.

La variation du coût unitaire de production qui en résulte ne peut en effet être imputée au coefficient "e" relatif au niveau des prix, puisqu'elle peut avoir lieu malgré la stagnation des prix de produits énergétiques.

Le coefficient π_2 doit donc être calculé sur la base de l'évolution prévue du coût énergétique de la T.K., à prix de produits énergétiques constants.

Le tableau suivant résume les étapes de ce calcul et présente le résultat. Le prix de base des produits énergétiques est relatif à l'année 1975.

TABLEAU 7
Evolution de la productivité énergétique

Mode de traction	1 9 7 5		1 9 9 0		$(1+\pi_2)^{15} = \pi_2$ (1)/(2)	%
	Répartition des TKBR (%)	Coûts énergétiques 10^{-3} F/UK(1)	Répartition des TKBR (%)	Coûts énergétiques 10^{-3} F/UK (2)		
Traction électrique	76,7	5,54	86,7	5,14	1,078	0,50
Traction Diesel	23,3	10,00	13,3	7,99	1,252	1,51
Ensemble	100	6,58	100	5,52	1,192	1,18

Le taux global annuel d'accroissement de productivité énergétique est donc de 1,2 % sur la période 1975-1990.

(1) Chiffres calculés à partir des dépenses énergétiques en 1975, soit 264,4 Millions de F. pour le gasole et 484,55 Millions de F. pour l'électricité.

II.1.2. Evolution des prix

On s'intéressera ici essentiellement à l'évolution du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF, des prix du matériel roulant et des prix de l'énergie.

II.1.2.1. Evolution du pouvoir d'achat des salaires à la SNCF

L'évolution du pouvoir d'achat à la S.N.C.F. a été mesurée en comparant la progression du salaire moyen avec un indice de prix (prix de la PIB et indice INSEE des prix de la consommation des ménages). Les résultats présentés dans le Tableau 7 appellent les commentaires suivants :

- Sur la base des prix de la PIB, le salaire moyen a progressé de 4,6 %/an sur la période 1960-1976, tandis que le salaire moyen net pour l'ensemble des secteurs public et privé a évolué au rythme moyen de 3,7 %/an. Le salaire horaire moyen a évolué un peu plus rapidement du fait de la diminution du temps de travail (6 %/an).

- L'écart avec les autres secteurs a eu tendance à augmenter au cours des dernières années : sur la base de prix de la PIB, le pouvoir d'achat des salariés de la SNCF aurait progressé au rythme moyen annuel de 4,6 %/an sur la période de 1970-1976, contre 3,4 % pour l'ensemble des autres salariés (4,5 % et 3,4 % respectivement sur la base de l'indice INSEE des prix de la consommation des ménages).

- L'évolution du salaire horaire moyen est à comparer à la productivité horaire du travail estimée au point II.1.1. On constate dans l'ensemble une progression plus rapide du salaire (6 % contre 4,9 %) alors qu'au niveau national la relation est inverse. Sur la base des travaux de Monsieur MALINVAUD (1), la productivité horaire apparente du travail s'est élevée de 5,1 %/an en moyenne sur la période 1962-1974 pour l'ensemble des branches non agricoles tandis que le salaire moyen ne progressait qu'au rythme de 3,7 % par an et le salaire horaire moyen de 4,1 % par an (2). La productivité du travail aurait donc tendance à évoluer à la S.N.C.F. à un rythme voisin de celui des branches non agricoles, mais le pouvoir d'achat des salariés de l'entreprise a progressé à un rythme supérieur.

Pour la période 1976-1990, on a supposé que le salaire horaire moyen réel des salariés de la S.N.C.F. retrouverait le rythme de progression de l'ensemble des salariés tous secteurs confondus.

(1) Voir en particulier "Une explication de l'évolution de la productivité horaire du travail". Economie et Statistique n° 48 - Septembre 1973

(2) Durée hebdomadaire du travail: 1962 = 100
1974 = 95,4

TABLEAU 8 - S.N.C.F. - Evolution du pouvoir d'achat

Année	Salaires (10 ⁶ F)	Effectifs (10 ³)	Heures travaillées (10 ⁶)	Salaire horaire moyen (F)	Indice salaire horaire	Indice salaire moyen	Indice salaire moyen net (secteurs privé public)	Indice prix PIB	Indice INSEE (consomma- tion)
1960	2 736	354.2	799.1	3.42	100	100	100	100	67.1
1965	4 278	359.3	763.1	5.60	163.7	154.1	149.0	119.7	80.5
1970	5 423	303.0	610.8	8.88	259.6	231.7	216.8	147.3	100
1971	5 821	296.4	582.7	9.99	292.1	254.2	240.0	155.6	105.5
1972	6 356	289.3	556.9	11.41	333.6	184.4	265.0	165.2	112.0
1973	7 037	285.4	538.3	13.07	382.2	319.2	296.3	177.6	120.2
1974	8 258	284.6	530.2	15.57	455.3	375.6	344.9	197.2	136.7
1975	9 538	281.7	513.0	18.59	543.6	438.3	392.1	223.6	152.8
1976	10 691	274.1	504.9	21.17	619.0	504.9	440.7	244.8	167.6

Sources : - Statistiques rétrospectives SNCF

- Annuaire statistique de la France - 1976

Ce rythme dépendra des trois différents facteurs suivants :

- 1 - Le rythme de croissance de la PIB
- 2 - Le rythme de croissance du nombre des emplois
- 3 - L'évolution comparée de la PIB par emploi et du salaire moyen par emploi salarié.

Le premier facteur est une prévision déjà effectuée par le SAEI : le taux de croissance annuel de la PIB entre 1974 et 1990 serait de 3,8 % dans l'hypothèse A de croissance économique, et de 2,4 % dans l'hypothèse B.

Les deux autres facteurs doivent être estimés au vu de l'évolution passée, présentée au tableau suivant :

TABLEAU 9

Eléments d'évolution de la population active et du rapport salaires/productivité en France

(Source : Annuaire statistique 1976)

Année	Population totale (Milliers)	Emplois (Milliers)	% Salariés	PIB		Salaire moyen (2)	(1) (2)
				Emplois (1)	F		
1968	49 723	20 087	77	27 929		11 330	2,47
1969	50 105	20 557	78	31 303		12 691	2,47
1970	50 524	20 664	78	34 688		14 058	2,47
1971	51 012	20 833	79	38 257		15 439	2,48
1972	51 485	21 033	80	42 547		16 973	2,51
1973	51 921	21 316	81	47 593		19 170	2,48
1974	52 340	-	-	-		22 565	-

Ce tableau suscite les commentaires suivants :

- Le nombre des emplois a crû assez régulièrement de 1,2 % par an entre 1968 et 1974, tandis que la population française augmentait annuellement de 0,9 % en moyenne (1,0 % entre 1954 et 1974).

Une hypothèse prudente consiste à fonder une projection d'emplois plutôt sur la croissance tendancielle de la population que sur celle des emplois, étant donné la difficulté de prévoir l'évolution du taux d'emploi féminin, et compte tenu du fait que la population active arrivant sur le marché du travail entre 1974 et 1990 est née, grossièrement, entre 1954 et 1974.

Nous retiendrons donc le taux de croissance annuel moyen de 1 % pour le nombre des emplois entre 1974 et 1990.

- Le rapport de la PIB par tête au salaire moyen a été remarquablement stable entre 1968 et 1974 (moyenne : 2,48). On supposera la stabilité de ce ratio dans l'avenir, c'est-à-dire la constance de la part relative du salarié moyen dans la répartition des fruits de la production.

L'ensemble des trois hypothèses précédentes permet d'estimer l'évolution du pouvoir d'achat du salaire moyen d'un salarié à l'horizon de 1990.

En effet, la relation suivante :

$$\frac{\text{PIB}}{\text{emplois}} = 2,48 \text{ salaire moyen d'un salarié}$$

permet d'estimer l'évolution du salaire moyen en Francs constants, soit :

- 2,8 % dans l'hypothèse A
- 1,4 % dans l'hypothèse B

La diminution prévue de la durée du travail de 1 % par an à la SNCF conduit donc à retenir un taux supérieur de 1 % pour l'augmentation annuelle du pouvoir d'achat du salaire horaire à la SNCF, soit :

- 3,8 % dans l'hypothèse A
- 2,4 % dans l'hypothèse B

II.1.2.2. Evolution du prix du matériel

On supposera une croissance supérieure de 0,3 % à celle des prix de la PIB.

Cette hypothèse reflète assez bien la tendance passée d'après les études réalisées par le CERC (1), le prix des amortissements déflaté par l'indice de prix de la PIB aurait cru au rythme moyen annuel de 0,2 % sur la période 1952-1970.

Pour l'ensemble de la période 1960-1976, on constate une croissance du poste amortissement d'environ 6,5 % par an soit 0,8 % par an en Francs constants. Cette croissance est le produit d'une croissance en volume et d'une croissance des prix. La croissance du parc a été retenue comme indice de la croissance en volume.

(1) Productivité globale et comptes de surplus de la SNCF n° 3/4 - 1970

Elle peut être décomposée de la façon suivante :

- engins de traction - 0,4 %
- matériel voyageurs (places offertes) + 15 %
- matériel marchandises (tonnes offertes) + 1,3 %

Compte tenu de la part respective dans les amortissements des différents types de matériel (respectivement 27,9 %, 33,5 % et 38,6 % en 1976), la croissance en volume explique 0,44 % dans la croissance en valeur, le reste (0,36 %) étant imputable à des augmentations de prix.

Une valeur de p de 0,3 % est donc conforme à la tendance passée.

II.1.2.3. Evolution du prix de l'énergie

Sur la base de travaux effectués par la Commission "Energie" dans le cadre de la préparation du VIIe Plan (1976), on peut s'attendre à une hausse du prix des produits pétroliers raffinés plus modérée au cours de la période 1975-1980 qu'au cours des 5 ans précédents (12,8 % par an entre 1970 et 1975).

Une synthèse récente (1) évalue à 30 % l'augmentation du prix des produits pétroliers entre 1975 et 1980, soit 5,4 % par an en moyenne.

Cette évolution des prix des produits pétroliers raffinés s'entend en francs courants.

Afin de connaître leur évolution en Francs constants, il convient donc d'estimer l'évolution moyenne des autres prix de la PIB.

L'évolution projetée est fondée sur l'hypothèse que les prix des produits industriels évolueraient, entre 1975 et 1980, au rythme annuel de 7,6 %.

Nous pouvons par ailleurs mesurer l'élasticité des prix de la PIB par rapport à l'indice des prix des produits industriels entre 1967 et 1974. Durant cette période, les prix de la PIB ont en effet augmenté de 41,66 %, et ceux des produits industriels de 85,17 %, l'élasticité mesurée sur la variation annuelle moyenne est donc de 1,8.

Le taux d'accroissement prévu pour les prix industriels étant de 7,6 % par an entre 1975 et 1980, celui du prix de la PIB peut donc être estimé à 4,2 % par an.

Le taux de croissance annuel moyen du prix réel des produits pétroliers serait donc, conformément aux hypothèses qui sous tendent l'article de M. JURA cité plus haut, de l'ordre de 1,2 % par an.

(1) Economie et Statistiques - Avril 1977 "l'énergie en 1980 - le pari nucléaire" M. JURA

Pour la décennie 1980-1990, nous supposerons que la plus grande rareté du pétrole dans le monde aura pour effet de prolonger la progression de son coût réel, malgré la moindre progression de la demande, dûe aux efforts de substitution du fuel lourd par l'énergie nucléaire dans les pays développés.

En ce qui concerne le prix de l'électricité, les études de la Commission de l'Energie prévoient dans un premier temps, jusqu'en 1980, une hausse parallèle à celle du prix des énergies fossiles (fuel ou charbon), puis une décroissance régulière du fait de l'introduction du nucléaire, pour retrouver vers 1985 un niveau proche de celui d'avant la crise pétrolière.

Une analyse de l'évolution du coût comparé de l'énergie électrique et des combustibles liquides à la SNCF fait apparaître une élasticité du prix de l'énergie électrique au prix des produits pétroliers d'environ 0,4 (1). Compte tenu des incertitudes de la politique nucléaire, il a paru prudent de retenir ici un taux constant pour l'ensemble de la période 1976-1990, soit donc 0,5 % par an en Francs constants.

Le taux d'augmentation du coût énergétique de l'unité kilométrique dû à l'évolution des prix du gasole et du KWH (le coefficient e), entre 1975 et 1990, est donc calculé de la façon suivante.

Le coût énergétique d'une TK produite en 1990 et au prix de 1975, est de : 0,00552 F/TK.

Ce coût sera en réalité, en Francs constants, de

$0,867 \times 0,00514 \times (1,005 \text{ exp. } 15) + 0,133 \times 0,00799 (1,012 \text{ exp. } 15)$

soit : 0,00607 F/TK

soit un taux d'augmentation annuel de :

$e = 0,64 \%$

(1) Taux de croissance 1973-1975 : Electricité : 23,4 %
Produits pétroliers 54,5 %

II.1.3. Synthèse

L'ensemble des prévisions retenues pour chaque hypothèse de croissance du trafic est résumé ci-dessous :

	(%)	Hypothèse A	Hypothèse B
<u>Salaires</u>	S	3,8	2,4
	π_0	5,1	3,8
<u>Matériel</u>	p	0,3	0,3
	π_1	1,2	1,1
<u>Energie</u>	e	0,6	0,6
	π_2	1,2	1,2

L'affectation des coûts de personnel entre marchandises et voyageurs n'étant pas possible on a retenu un coût de personnel à l'unité-kilomètre (0,1199 F. en 1975).

Le reste du coût (0,0739 F/UK) est constitué par l'entretien (34 %), les amortissements (9 %), les charges financières (20 %) et le divers (37 %).

L'indice du prix de la réparation automobile est resté stable en Francs constants entre 1970 et 1974. On supposera donc que le prix de l'entretien suivra dans l'avenir une évolution parallèle à l'indice des prix de la PIB. L'évolution du prix réel des autres postes de charges sera également supposée nulle dans l'avenir.

On a par ailleurs supposé que 30 % de ce poste pouvait être considéré comme fixe et 70 % variable (directement lié au trafic).

Le calcul des coefficients α , β , γ , δ pour les années 1975 et 1990 fait par ailleurs apparaître la répartition suivante du coût de la T x K pour la SNCF :

TABLEAU 10

Evolution des coûts de transport
de marchandises - 1975 - 1990 (en F. 1975)

Eléments de coûts	1975	%	1990			
			Hypothèse A	%	Hypothèse B	%
Salaires	0,1199	56,8	0,0995	53,9	0,0978	52,4
Amortissement matériel roulant	0,0106	5,0	0,0093	5,0	0,0094	5,0
Energie	0,0066	3,1	0,0060	3,3	0,0060	3,2
Divers	0,0739	35,0	0,0697	37,8	0,0736	39,4
Total	0,2110	100	0,1845	100	0,1868	100

Le coût moyen par T.K, en Francs constants (par référence aux prix de la PIB) évoluerait donc de la façon suivante, sur la période 1975-1990 :

Hypothèse A = - 0,9 % par an

Hypothèse B = - 0,8 % par an

En résumé, à l'horizon 1990, l'indice du coût moyen de la TK serait de l'ordre de 87,4 dans l'hypothèse A et de 88,5 dans l'hypothèse B (base 100 en 1976).

II.2. LE TRANSPORT FLUVIAL

Nous distinguerons, dans ce chapitre, les automoteurs des autres catégories de bateaux (bateaux tractés ou poussés).

Nous retiendrons par ailleurs, pour chacune de ces deux catégories, un bateau-type, statistiquement représentatif, à savoir :

- l'automoteur de 38,50 m
- le convoi poussé

L'assimilation proposée est justifiée par le fait que les bateaux-types sont largement majoritaires dans leur catégorie, au niveau de la cale offerte :

- 83 % de la CU totale d'automoteurs sont relatifs aux 38,50 m
- 81 % de la CU totale restante sont relatifs aux convois poussés (barges)

On remarque par ailleurs que la charge utile moyenne d'un automoteur de 38,50 m est très proche de la moyenne des automoteurs : 361 t contre 382 tonnes.

II.2.1. Evolution de la productivité

Pour chaque poste (travail, matériel, énergie), nous examinerons systématiquement l'évolution future de la productivité relative à chacun des deux types de transport.

Il est néanmoins vraisemblable qu'une grande part de l'évolution de productivité globale, soit, dans l'avenir comme par le passé, imputable au transfert de production, en terme de TK, entre ces deux moyens de transport d'inégale productivité.

L'estimation de l'évolution de productivité globale du transport fluvial nécessite donc au préalable la projection du "partage modal" entre les deux types de bateaux et de leurs conditions d'exploitation respectives, à l'horizon de 1990.

Nous examinerons donc en premier lieu le transfert de production, puis l'évolution de productivité globale qui en résulte pour chacun des 3 principaux éléments de coût.

II.2.1.1. Le transfert de production des automoteurs vers les bateaux tractés ou poussés

a) Analyse de l'évolution passée

Ce transfert constitue une tendance dont l'origine date d'une dizaine d'années. Il semble que ce mouvement ait pour cause une moindre compétitivité du transport par automoteur par rapport aux convois poussés, tant au niveau du coût (dans le cadre d'un contrat de tonnage, le transport par convoi permet des réductions de l'ordre de 15 % par rapport au barème général), que du service rendu.

Le tableau 11, fait apparaître les principaux points suivants :

- La part des automoteurs dans la production de T.K. est passée de 82 % en 1963 à 71,7 % en 1975, alors que la production totale a cru de 3,8 % par an en moyenne entre 1960 et 1969, puis décré de 3,3 % par an en 1969 à 1975.
 - La part des automoteurs dans la charge utile totale a cru entre 1965 (61 %) et 1969 (71 %) puis décré légèrement jusqu'en 1975 (67 %). La lenteur de cette évolution, comparée à la baisse plus rapide de la part des automoteurs dans les TK produites, explique l'évolution relativement défavorable de la productivité des automoteurs. Cette évolution, ainsi que celles des productivités des autres types de bateaux, est présentée au tableau 2, qui appelle les commentaires suivants*.
 - Entre 1965 et 1975, la productivité en terme de TK/tonne de C.U. a plus que doublé pour les bateaux poussés ou tractés, alors qu'elle a diminué de 5,6 % en ce qui concerne les automoteurs, malgré une diminution de leur charge utile totale de 11,4 %.
- Il semble donc que le déclassement annuel d'une centaine d'automoteurs soit insuffisant au maintien de conditions d'exploitation satisfaisantes pour ce type de bateau.
- Le doublement de la productivité des autres bateaux est en fait principalement dû au remplacement progressif des bateaux tractés par les bateaux poussés (barges), beaucoup plus productifs.
 - La productivité des automoteurs évolue donc moins favorablement que celle des autres bateaux pris dans leur ensemble (dernière colonne), mais parallèlement à celle des bateaux poussés (avant dernière colonne).

Le rapport de ces deux productivités a en effet été remarquablement stable entre 1965 et 1975 (rapport compris entre 1,08 et 1,19), sans qu'il soit d'ailleurs possible de lier ses variations au niveau du trafic total.

* L'analyse qui suit est fondée sur l'hypothèse que les tonnes-kilomètres produites par les bateaux français sont liées de façon proportionnelle aux tonnes-kilomètres produites en France, qui sont les seules statistiques de production disponibles.

Cette hypothèse est corroborée par la relative stabilité de la part des tonnages transportés en France par les bateaux étrangers : 67 % en 1970 et 63 % en 1975.

TABLEAU 11

Evolution de la répartition de la charge utile totale et des
TK totales entre les 2 types de bateaux

(Source : ONN)

Année	Charge utile moyenne		Charge Utile Totale							10 ⁶ TK totales	% TK automoteurs
	Automoteurs (tonnes)	Autres	Tous bateaux 10 ³ t	Automoteurs 10 ³ t	Autres						
					%	Poussés 10 ³ t	Tractés 10 ³ t	Total autres 10 ³ t	%		
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 773	78,9
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 262	80,9
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 234	81,8
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 358	82,0
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 469	81,7
1965	371	376	3 612	2 211	61	402	999	1 401	39	12 510	81,7
1966	373	398	3 432	2 230	65	433	769	1 202	35	12 651	82,1
1967	379	491	3 169	2 190	69	489	490	979	31	12 965	80,6
1968	380	507	3 099	2 159	70	526	414	940	30	13 235	80,6
1969	381	532	2 995	2 123	71	550	322	872	29	14 601	79,9
1970	381	547	2 994	2 124	71	586	284	870	29	14 183	78,1
1971	381	586	3 019	2 110	70	674	235	909	30	13 773	77,0
1972	382	614	3 000	2 066	69	727	207	934	31	14 156	75,6
1973	381	637	2 991	2 041	68	767	183	950	32	13 792	73,6
1974	382	662	2 929	1 979	68	812	138	950	32	13 738	73,8
1975	383	682	2 940	1 960	67	866	114	980	33	11 905	71,7

TABLEAU 12

Evolution comparée de la productivité des 2 types de bateaux
(Source : ONN)

Année	Automoteurs		Autres						TK/CU (1) TK/CU (2)	TK/CU (1) TK/CU (3)
			Bateaux poussés		Bateaux tractés		Total autres			
	Nombre	10 ³ TK/t de CU (1)	Nombre	10 ³ TK/t de CU (2)	Nombre	10 ³ TK/t de CU	Nombre	10 ³ TK/t de CU (3)		
1965	5 962	4,62	-	-	-	-	3 727	1,63	-	2,83
1966	5 981	4,66	-	-	-	-	3 018	1,88	-	2,47
1967	5 784	4,77	-	-	-	-	1 992	2,57	-	1,86
1968	5 677	4,94	-	-	-	-	1 855	2,77	-	1,81
1969	5 570	5,49	767	4,62	872	1,18	1 639	3,37	1,19	1,63
1970	5 583	5,22	814	4,82	777	0,93	1 591	3,57	1,08	1,46
1971	5 536	5,03	914	4,42	638	0,75	1 552	3,49	1,14	1,44
1972	5 413	5,18	960	4,54	561	0,68	1 521	3,70	1,14	1,40
1973	5 356	4,97	993	4,59	499	0,57	1 492	3,83	1,08	1,30
1974	5 178	5,12	1 075	4,32	361	0,59	1 436	3,79	1,19	1,35
1975	5 125	4,36	1 133	3,81	305	0,48	1 438	3,43	1,14	1,27

Cette analyse rétrospective nous conduit à retenir les hypothèses suivantes concernant l'évolution future de la répartition des TK entre les automoteurs et les autres types de bateaux.

b) Evolution future

L'évolution future de la répartition "modale" peut être définie par celle des deux facteurs suivants :

- la répartition de la charge utile totale par type de bateaux
- le rapport des productivités des deux types de bateaux, exprimées en TK/t de C.U.

En ce qui concerne le premier point, on considère généralement comme irréversible le mouvement amorcé, il y a une douzaine d'années, de déclassement progressif des automoteurs de 38,50 m.

Le faible niveau des hypothèses de croissance de la demande globale (+ 0,4 % par an dans l'hypothèse A entre 1974 et 1990, et - 0,8 % dans l'hypothèse B) n'est pas de nature à remettre en cause cette tendance, qui s'est révélée assez stable dans le passé : décroissance annuelle moyenne de la C.U. totale d'automoteurs de 1,4 % entre 1966 et 1975, dont :

- . 1,2 % entre 1966 et 1970
- . 1,6 % entre 1970 et 1975

On peut en outre supposer la stagnation du nombre d'automoteurs Rhénans, ce qui constitue une prolongation de la tendance récente.

La conjugaison de ces deux évolutions conduit à supposer une diminution de la charge utile totale des automoteurs de 1,4 % par an jusqu'en 1990.

Cette charge utile totale en 1990 serait alors de :

1 591 000 tonnes

La figure 1 illustre la cohérence entre l'évolution supposée 1975-1990 et l'évolution réelle jusqu'en 1975 de la charge utile totale d'automoteurs.

Nous supposons par ailleurs la stabilité future de la productivité des barges et des automoteurs.

Cette productivité, exprimée en terme de TK/t de C.U. est en effet restée très stable jusqu'en 1975.

Le rapport de la moyenne à l'écart type est de 15,4 en ce qui concerne la productivité des automoteurs (période 1965-1975), et de 7,5 en ce qui concerne celle des barges (de 1969 à 1975).

10⁶.t

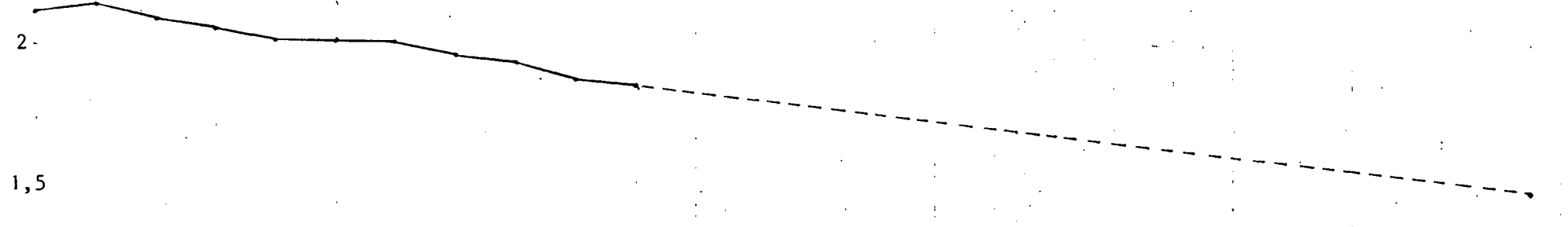


FIGURE 1 : Evolution de la charge utile totale d'automoteurs

0,5

65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 80 85 1990 années

Les écarts à la moyenne ne semblent par ailleurs pas progresser avec le temps.

En l'absence d'évolution significative de ces productivités, nous retiendrons leurs valeurs moyennes observées entre 1971 et 1973, les années 1974 et 1975 ayant occasionné une baisse conjoncturelle de productivité, soit : $5,06 - 10^3$ TK/t de C.U. pour les automoteurs
 $4,52 - 10^3$ TK/t de C.U. pour les barges

La capacité et la production de chacun de ces deux types de bateaux peuvent être déduites des hypothèses précédentes, connaissant par ailleurs la demande globale exprimée en 1990.

La cale totale des barges sera alors de :

1 458 772 tonnes de C.U. dans l'hypothèse A
 et 891 758 tonnes de C.U. dans l'hypothèse B

Les $14,6 - 10^9$ TK produites en 1990 dans l'hypothèse A se répartiront de la façon suivante :

. automoteurs : 55,0 % des TK
 . barges : 45,0 % des TK

En ce qui concerne l'hypothèse B, les $12,1 - 10^9$ TK produites à l'horizon se répartiront de la façon suivante :

. automoteurs : 66,6 % des TK
 . barges : 33,4 % des TK

Le taux de déclassement annuel d'automoteurs étant considéré comme indépendant de la demande globale, il est normal que la part du trafic assurée par les autres types de bateaux croisse avec le trafic total, de même que la charge utile totale des barges.

Celle-ci croîtra donc au rythme annuel moyen de 3,7 % dans l'hypothèse A et de 0,6 % dans l'hypothèse B.

Ces rythmes, plus faibles qu'au cours des 10 dernières années (8 % sur les deux périodes consécutives 1965-1970 et 1970-1975), tiennent à la diminution progressive de la part du trafic total qui sera transférée annuellement aux barges. En effet, la disparition du tractage qui a surtout profité au poussage, était quasiment achevée en 1976.

En résumé, le tableau 13 présente l'évolution prévue de la capacité et des conditions d'exploitation des différents types de bateaux.

TABLEAU 13

Capacité et conditions d'exploitation
des différents types de bateaux

(Source 1974 : ONN)

Types de bateaux	1 9 9 0								
				Hypothèse A			Hypothèse B		
	C.U. tonnes	10 ³ TK/ t de C.U	Part des TK %	10 ³ TK/ t de C.U.	C.U. tonnes	Part des TK %	10 ³ TK/ t de C.U	C.U. tonnes	Part des TK %
Automoteurs	1 979 207	5,12	73,8	5,06	1 591 000	55,0	5,05	1 591 000	66,6
Poussés	811 832	4,32	25,5	4,52	1 458 772	45,0	4,52	891 758	33,4
Tractionnés	137 836	0,59	0,7	-	0	0	-	0	0
Ensemble	2 928 875	4,65	100	4,80	3 049 772	100	4,87	2 482 758	100

La productivité moyenne d'une tonne de charge utile augmenterait légèrement donc dans les deux hypothèses de croissance économique, malgré le transfert de production prévisible des automoteurs vers les barges, moins productives. En effet, ce déficit sera plus que comblé par l'avantage résultant de la disparition complète des bateaux tractés.

Cette croissance serait, en moyenne annuelle, de 0,2 % dans l'hypothèse A et de 0,3 % dans l'hypothèse B.

II.2.1.2. Productivité du travail

Nous examinerons successivement l'évolution de productivité de chaque type de bateau, puis l'évolution globale de productivité qui en résulte, compte tenu du transfert de production des automoteurs vers les convois poussés.

Le calcul du coût salarial moyen de la TK pour l'année de référence sera enfin effectué.

a - Pour chaque type de bateau

a1 - en ce qui concerne les automoteurs, le nombre de travailleurs (indépendants ou salariés) par bateau restera de 2 personnes, puisque les automoteurs en service à l'horizon sont déjà en exploitation et que leur technologie est une donnée.

a2 - En ce qui concerne les autres bateaux (tractés et poussés), le personnel d'exploitation est lié au nombre de pousseurs et de remorqueurs.

Le nombre actuel d'employés par pousseur est estimé globalement en 1974 par l'enquête du CERLIC concernant le poussage industriel. Ce nombre est en moyenne de 12 personnes par pousseur (2 équipes de 6 personnes travaillant un jour sur 2).

Ce nombre variera probablement pas au cours des 5 prochaines années, compte tenu des progrès technologiques attendus dans ce type de transport.

Afin d'évaluer le nombre de pousseurs à l'horizon, il convient d'étudier l'évolution passée de la charge utile de barges par pousseur, qui est présentée au tableau ¹⁴ suivant.

La charge utile par pousseur a diminué entre 1965 et 1972 (2,6 % par an) puis augmenté jusqu'en 1975 (2,2 % par an).

Ce ratio est mal corrélé avec la demande totale exprimée en TK (coefficient de corrélation de - 0,126).

TABLEAU 14

Eléments d'appréciation de la
productivité des pousseurs et remorqueurs

(Source : ONN)

Année	Tonnes de charge utile		Puissance moyenne (CV)	
	Nombre de bateaux automobiles		Pousseurs	Remorqueurs
	Convois poussés	Convois tractionnés		
1965	5 095	2 468	621	226
1966	4 560	1 806	680	228
1967	5 088	4 754	774	285
1968	4 780	5 173	738	282
1969	4 436	4 408	733	283
1970	4 246	4 113	730	278
1971	6 673 ⁽¹⁾	4 053 ⁽¹⁾	905 ⁽¹⁾	490 ⁽¹⁾
1972	4 227	3 455	779	250
1973	4 261	3 106	770	249
1974	4 318	3 205	800	248
1975	4 510	2 928	783	234

(1) Les chiffres relatifs à l'année 1971 ne sont pas fiables.

On remarque par contre que les productivités de barges et de pousseurs sont concurrentielles.

En effet, à un niveau de demande donné, la diminution du temps de rotation des pousseurs passe évidemment par l'accroissement du nombre de barges qui permet de réduire les temps d'attente au cours des opérations de manutention.

Le niveau futur que nous avons retenu pour la productivité des barges est assez élevé : 4520 Tk/t de C.U. Il est quasiment égal à celui observé en 1972 (4540). C'est pourquoi nous retiendrons comme valeur future de la charge utile par pousseur la valeur faible qui a été observée en 1972, soit :

4 227 t de C.U/pousseur

dans l'hypothèse A comme dans l'hypothèse B, le nombre de pousseurs et le personnel navigant qui lui sera associé en 1990 est indiqué au tableau 15 compte tenu des prévisions de capacité des barges présentées au tableau 13.

TABLEAU 15

1 9 9 0			
Hypothèse A		Hypothèse B	
Nombre pousseurs	Personnel navigant	Nombre pousseurs	Personnel navigant
345	4 140	211	2 532

a3 - Le nombre de personnes par remorqueur ne peut être estimé directement.

La précision de son estimation est néanmoins relativement peu importante, compte tenu du faible nombre de remorqueurs en 1974 (43) et de leur disparition en 1990.

Il ressort de conversations tenues avec des responsables de l'ONN que le chiffre de 6 personnes par remorqueur peut être retenu.

b - Pour l'ensemble du transport fluvial

L'évolution de la productivité du travail résultera donc principalement du transfert de production des automoteurs vers les convois poussés, et de l'évolution des conditions d'exploitation des bateaux présentée au tableau 13.

Le résultat, ainsi que quelques calculs intermédiaires, est présenté au tableau 16 suivant.

La productivité globale du travail augmenterait donc, entre 1974 et 1990, de 0,6 % par an dans l'hypothèse A de croissance du trafic (+ 0,4 % par an) et seulement de 0,3 % par an dans l'hypothèse B (- 0,8 % par an).

Cette faible progression de la productivité du travail ne s'inscrit pas dans la tendance passée : elle a en effet crû de 3,3 % en moyenne annuelle de 1965 à 1974. En effet, cette croissance était pour l'essentiel due à la disparition progressive du transport par traction, particulièrement peu productif, disparition qui était quasiment achevée en 1974.

c - Coût salarial de la T.K. en 1974

L'enquête annuelle sur le prix de revient du transport fluvial, fournit une estimation du coût salarial à la T.K. pour le transport par automoteur.

L'enquête du CERLIC sur le poussage industriel fournit, quant à elle, un coût salarial moyen, par pousseur de Seine (1200 CV) et pousseur de canal (500 CV).

La répartition actuelle des trafics de convois poussés (en TK) entre les 4 voies d'eau à grand gabarit:

- basse Seine
- Rhin
- Rhône
- canal Dunkerque-Valenciennes

nous permet de calculer la moyenne des charges salariales ramenées à la tonne kilométrique, pour l'ensemble du transport par convoi poussé.

Ce calcul est rendu possible par la bonne corrélation existant entre le type de voie à grand gabarit et le type de pousseur.

TABLEAU 16

Evolution de la productivité du travail

(source 1974 : CERLIC et ONN)

	1 9 7 4		1 9 9 0							
	Part des TK %	TK/personnel navigant (1)	Part des TK %		TK/personnel navigant (2)		$(1 + \pi_0)^{16} =$ (2)/(1)		π_0 (%)	
			Hyp. A	Hyp. B	Hyp. A	Hyp. B	Hyp. A	Hyp. B	Hyp. A	Hyp. B
Automoteurs	73,8	978 467	55,0	66,6	965 090	965 090	0,986	0,986	- 0,1	- 0,1
Bateaux poussés	25,5	1 555 408	45,0	33,4	1 592 700	1 592 700	1,024	1,024	0,1	0,1
Bateaux tractés	0,7	372 093	0	0	-	-	-	-	-	-
Ensemble	100	1 067 238	100	100	1 173 111	1 111 360	1,099	1,041	0,6	0,3

En effet, les pousseurs de 1200 CV et plus assurent la quasi-totalité du poussage de convois sur la Basse-Seine, le Rhin et le Rhône, tandis que le poussage sur le canal Dunkerque-Valenciennes est presque exclusivement effectué par des unités d'une puissance de l'ordre de 500 CV.

Le tableau 17 suivant récapitule les éléments de calcul du coût salarial du poussage industriel.

TABLEAU 17

Calcul du coût salarial du
poussage industriel en 1974

(Sources : enquête CERLIC 1974 et enquête sur le prix de revient du transport fluvial par automoteurs 1974)

Type de bateau	Part des TK produites %	Coût salarial/TK 10^{-3} F/TK
Pousseurs de 1200 CV	93,8	8,63
Pousseurs de 500 CV	6,2	13,07
Ensemble	100,0	8,9

Le coût salarial en 1974 est donc de 0,0089 F/TK, pour ce qui concerne les bateaux poussés et tractionnés.

Il est par ailleurs estimé à 0,032 F/TK en ce qui concerne les automoteurs.

Les parts de ces deux types de bateaux dans la production totale de TK en 1974 (respectivement 73,8 % et 26,2 %) conduisent au calcul du coût salarial moyen en 1974, qui est de : 0,0259 F/TK.

II.2.1.3. Productivité du matériel

a - Coût d'amortissement en 1974

Le chapitre précédent fournit une estimation du "volume" du matériel flottant à l'horizon de 1990 : nombre d'automoteurs, de barges et de pousseurs, de bateaux tractionnés et de remorqueurs.

Les deux sources précédemment citées (enquête annuelle sur le prix de revient du transport fluvial et enquête du CERLIC sur le prix de revient du poussage industriel) fournissent des éléments concernant le coût d'amortissement en 1974, d'un automoteur et d'un pousseur (1200 et 500 CV).

Ces éléments ne sont pas directement comparables. Il s'agit en effet :

- pour les automoteurs, d'un coût d'amortissement économique linéaire calculé sur la base d'une durée de vie économique de 25 ans pour la coque et de 10 ans pour le moteur, le taux d'actualisation étant de 7 %.
- pour les pousseurs, d'un coût de leasing calculé sur une période relativement courte, et au taux du marché, donc largement supérieur à 7 %.

En fait, seul le coût d'amortissement économique nous intéresse ici, c'est-à-dire le coût d'amortissement calculé sur la durée de vie économique du matériel (inférieure à la durée de vie effective de façon à permettre la modernisation de la flotte), avec un taux d'actualisation voisin de 10 %.

Le coût d'amortissement linéaire de chaque catégorie de bateaux sera donc recalculé, en prenant une durée de vie économique moyenne de 25 ans (chiffre admis par les deux sources citées), et le taux d'actualisation généralement admis en France de 10 %.

Une distinction a néanmoins été effectuée au niveau du prix du matériel. Nous avons en effet retenu le prix du matériel neuf, en ce qui concerne les pousseurs et les barges, et une moyenne entre les prix de matériel neuf et d'occasion en ce qui concerne les automoteurs, afin de tenir compte de la différence d'âge moyen entre ces deux catégories de matériel (cette méthode a été retenue dans le rapport annuel d'enquête sur le prix de revient du transport fluvial).

Les résultats sont les suivants :

- amortissement annuel d'automoteurs : 38 737 F
- amortissement annuel d'un pousseur de 1200 CV : 414 847 F
- amortissement annuel d'un pousseur de 500 CV : 229 260 F

Soit, pour un pousseur moyen, compte tenu des productivités et des productions relatives à chacun de ces deux types de poussage : 311 865 F

amortissement annuel d'une barge (sur la base du prix moyen de la tonne de port en lourd, de barges de canal ou de rivière, pour transport d'hydrocarbures ou de marchandises générales, pondéré par les trafics correspondants) : 74 F/T

Le tableau 18 suivant résume les principaux éléments du calcul du coût d'amortissement économique moyen à la tonne-kilomètre, compte tenu du trafic et de la productivité de chaque catégorie d'engins.

TABLEAU 18

Coût d'amortissement du transport fluvial
à la tonne-kilomètre en 1974

(Sources : enquête du CERLIC et de l'ONN - 1974)

Type de bateaux	Part des TK %	Coût d'amortissement à la TK 10^{-3} F/TK
Automoteurs	73,8	31,00
Poussage	26,2	14,07
dont : pousseurs	-	6,67
: barges	-	7,40
Ensemble	100	26,56

N.B. : On a assimilé le transport par traction au poussage, étant donné sa faible part dans les trafics (0,7 % des TK en 1974).

Le coût d'amortissement moyen du transport fluvial était donc en 1974 de : 0,0266 F/TK.

b - Productivité des amortissements

L'estimation de l'évolution de productivité du matériel et du déclassement des automoteurs a servi de base au calcul de la répartition "modale" (chapitre 2.1.1.) et de la productivité du travail (chapitre 2.1.2.) à l'horizon.

Les tableaux 13 et 15 permettent de dimensionner le parc de bateaux en 1990 et, connaissant le coût d'amortissement actuel de chaque type de matériel, de calculer l'évolution du coût d'amortissement à la TK à prix de matériel constant, c'est-à-dire l'évolution globale de la productivité du matériel.

Le tableau 19 suivant résume les principales étapes de ce calcul.

Les résultats soulignés sont les valeurs estimées de :

$$(1 + \pi_1)^{16}, \text{ soit : } \begin{array}{l} 1,136 \text{ dans l'hypothèse A} \\ 1,045 \text{ dans l'hypothèse B} \end{array}$$

qui correspondent au rapport des coûts d'amortissement à la TK en 1974 par rapport à 1990.

On en déduit les valeurs du taux d'évolution annuel de la productivité globale du matériel de transport fluvial :

$$\pi_1 = 0,8 \% \text{ par an dans l'hypothèse A}$$

$$\pi_1 = 0,3 \% \text{ par an dans l'hypothèse B}$$

Ces progrès de productivité sont d'autant plus importants que la croissance économique prévue est forte. Ils restent néanmoins assez faibles.

TABLEAU 19

Evolution de la productivité des amortissements.

(Sources 1974 : enquêtes CERLIC et ONN)

Type de matériel	1974		1990					
	Coût d'amort./TK 10^{-3} F/TK	Part des TK %	Hypothèse A			Hypothèse B		
			Part des TK %	<u>Productivité 90</u> Productivité 74	Coût d'amort./TK 10^{-3} F/TK	Part des TK %	<u>Productivité 90</u> Productivité 74	Coût d'amort./TK 10^{-3} F/TK
Automoteurs	31,00	73,8	55,0	0,986	31,44	66,6	0,986	31,44
Poussage	14,07	26,2	45,0	-	13,61	33,4	-	13,61
dont : barges	6,67	-	-	1,046	6,38	-	1,046	6,38
pousseurs	7,40	-	-	1,024	7,23	-	1,024	7,23
Ensemble	26,6	100	100	<u>1,136</u>	23,42	100	<u>1,045</u>	25,45

II.2.1.4. Productivité de l'énergie

Nous supposons ici la proportionnalité des coûts énergétiques aux tonnes kilométriques produites, pour chaque mode.

a - Coût énergétique en 1974

Cette consommation unitaire était, en 1974, la suivante :

- automoteurs : 0,0138 litres/TK
- pousseurs de rivière : 0,0112 litres/TK
- pousseurs de canal : 0,0130 litres/TK

Le prix d'un litre de fuel domestique dépend du type de bateau consommateur, en raison des possibilités de s'approvisionner directement en raffinerie, ou d'obtenir des ristournes liées à la quantité consommée.

Le tableau 20 ci-après indique les éléments de calcul du coût énergétique du transport fluvial en 1974, ainsi que le coût moyen.

TABLEAU 20

Coût énergétique du transport fluvial en 1974

(Sources : enquêtes du CERLIC et de l'ONN)

Type de bateaux	Part des TK (%)	Consommation l/TK	Prix moyen du litre de fuel F/l	Coût énergétique F/TK
Automoteurs	73,8	0,0138	0,5573	0,0077
tous pousseurs	26,2	0,0113	0,4786	0,0054
dont : 1200 CV	24,6	0,0112	0,479	0,0054
500 CV	1,6	0,0130	0,467	0,0061
Ensemble	100	0,0131	0,540	0,0071

Le coût énergétique moyen du transport fluvial était donc de 0,0071 F/TK en 1974.

b - Evolution de la productivité de l'énergie

b1 - Le tableau 21 suivant indique l'évolution de la consommation à la TK des automoteurs d'artisans (38,50 m), en regard de la production totale de TK par tonne de charge utile d'automoteurs, de 1966 à 1974 (sauf les années 1967 et 1971).

TABLEAU 21

Productivité énergétique des 38,50 m d'artisans
(source : enquête sur le prix de revient
du transport fluvial)

Année	Indice de consommation à la TK (base 100 = 1966)	10 ³ TK/tonne de charge utile d'automoteurs
1966	100	4 657
1967	-	4 771
1968	119,7	4 941
1969	109,0	5 495
1970	111,6	5 214
1971	-	5 026
1972	96,8	5 178
1973	109,0	4 975
1974	103,9	5 120

Bien qu'il semblerait logique que la consommation par TK augmente avec la proportion de retours à vide, donc en sens opposé à celui du rapport de la demande à l'offre, aucune corrélation significative n'apparaît entre ces deux variables.

Nous considérerons donc cette consommation comme une donnée, égale à la moyenne des 3 dernières années, donc très peu différente de la consommation unitaire en 1974 (0,0138 l/TK).

b2 - L'enquête du CERLIC sur le poussage industriel permet de comparer la consommation à la T.K. des pousseurs pour les années 1972 et 1974 :

Type de bateau	1972 1/TK	1974 1/TK
pousseurs de rivière	0,0118	0,0112
pousseurs de canal	0,0141	0,0130

La légère baisse de consommation unitaire est principalement due, selon le CERLIC, à l'augmentation du tonnage moyen par convoi, tant sur canal que sur rivière.

On peut penser que ces progrès de productivité sont encore possibles, et, d'autre part, que les barges intégrées ou semi-intégrées, offrant une moindre résistance à l'avancement, seront dans l'avenir, construites et utilisées en plus grande proportion.

Dans ces conditions, il semble possible d'envisager une réduction de l'ordre de 15 % de la consommation par TK entre 1974 et 1990.

b3 - L'évolution de la productivité énergétique de l'ensemble du transport fluvial résulte de celle de chaque catégorie de bateau et du transfert de production d'une catégorie vers l'autre.

Le tableau 22 suivant présente les éléments de calcul du coefficient π_2 .

La productivité énergétique du transport fluvial augmenterait donc au rythme annuel moyen de 0,6 % dans l'hypothèse A de croissance économique, et de 0,3 % dans l'hypothèse B.

TABLEAU 22

Evolution de la productivité énergétique du transport fluvial

(Sources 1974 : enquêtes du CERLIC et de l'ONN)

Types de bateaux	1974		1990							
	Part des TK %	Consommation 1/TK (1)	Part des TK %		Consommation 1/TK (2)		$(1 + \pi_2)^{16} = (1)/(2)$		π_2 (%)	
			Hyp. A	Hyp. B	Hyp. A	Hyp. B	Hyp. A	Hyp. B	Hyp. A	Hyp. B
Automoteurs	73,8	0,0138	55,0	66,6	0,0138		0		0	
Convois poussés	26,2	0,0113	45,0	33,4	0,0098		1,15		0,9	
Ensemble	100	0,0131	100	100	0,012	0,0125	1,092	1,051	0,6	0,3

II.2.2. Evolution des prix

Nous examinerons successivement l'évolution des salaires, des prix du matériel et de l'énergie (fuel domestique), corrigée par l'évolution moyenne des prix de la PIB.

II.2.2.1. Evolution du pouvoir d'achat des salaires

Il n'existe pas de statistique rétrospective des salaires dans le transport fluvial.

L'enquête annuelle sur le prix de revient des automoteurs de 38,50 fixe assez arbitrairement le coût de la main d'oeuvre au niveau du SMIC.

En fait, les marinières de 38,50 m sont en grande majorité travailleurs indépendants. La rétribution de leur travail n'est donc pas une variable exogène de compte d'exploitation des automoteurs, mais simplement le résultat des conditions d'exploitation (coûts d'exploitation et tarification).

On peut néanmoins penser que l'O.N.N. assure, par le biais de la tarification, une croissance du revenu des marinières parallèle à celle de l'ensemble des salariés.

La main d'oeuvre du poussage industriel est, quant à elle, surtout constituée de salariés. Le pouvoir d'achat des salariés a, entre 1960 et 1976, augmenté de 1,15 % par an en moyenne (source : Etude du CERLIC sur le poussage industriel).

Le pouvoir d'achat du salaire moyen tous secteurs confondus augmentait, entre 1968 et 1972, de 4,6 % par an en moyenne.

On supposera que l'écart entre ces deux évolutions disparaîtra dès 1975, et que le coût unitaire de main d'oeuvre suivra, quelque soit le type de transport fluvial, la même évolution que l'ensemble des autres secteurs de l'économie française.

Cette évolution, qui dépend de l'évolution de la PIB en volume et du taux de croissance de la population active, a été calculée au paragraphe 1.2.1. du chapitre consacré à la SNCF.

Le taux d'accroissement annuel moyen du pouvoir d'achat d'un salarié serait, conformément à ce calcul, de :

- + 2,8 % par an dans l'hypothèse A
- + 1,4 % par an dans l'hypothèse B

chiffres que nous retiendrons ici.

II.2.2.2. Evolution des prix réels du matériel

L'étude du CERIC sur le poussage industriel présente les résultats d'études rétrospectives effectuées dans le but de relier l'indice du coût unitaire des opérations de réparation fluviale (indice NAVITEC) et l'indice des prix de la PIB, entre 1967 et 1976.

La relation linéaire qui illustre statistiquement le mieux cette relation est la suivante :

$$\frac{\Delta N}{N} = 1,3 \frac{\Delta I}{I} + 3,02$$

où N = indice Navitec
I = indice des prix de la PIB

La valeur de cette formulation semble être plus d'ordre descriptif qu'explicatif, et il ne nous paraît pas souhaitable de l'utiliser à des fins prospectives.

L'élasticité de l'indice Navitec par rapport à l'indice des prix ne peut en effet différer sensiblement de 1 sur une longue période, si l'on retient l'hypothèse, généralement admise, que les comportements des différents agents économiques en matière d'anticipation de hausses des prix sont sensiblement les mêmes.

L'évolution réelle - en France 1970 - de l'indice Navitec depuis 1967 est présentée au tableau 23 ci-après.

L'évolution réelle en Francs constants de cet indice est effectivement positive : celui-ci a cru de 5,0 % par an en moyenne sur la période considérée (4,7 % par an de 1967 à 1971 et 5,2 % jusqu'en 1975).

Nous supposons que la structure en volume des coûts de construction de bateaux variera peu au cours des 15 prochaines années, étant donné la relative lenteur des progrès technologiques en ce domaine.

On supposera une évolution de prix plus faible que par le passé, de 2 % par an.

TABLEAU 23

Evolution de l'indice Navitec déflaté par
l'indice des prix de la PIB

(base 100 = 1970)

Année	Indice Navitec en Francs courants	Indice des prix de la PIB	Indice Navitec en Francs Constants
1967	38,14	84,6	45,08
1968	41,46	88,6	46,79
1969	45,85	94,8	48,36
1970	51,82	100,0	51,82
1971	57,26	105,6	54,22
1972	59,95	112,1	53,48
1973	70,90	120,4	58,89
1974	85,45	133,8	63,86
1975	100,0	150,7	66,36

II.2.2.3. Evolution du prix réel des produits énergétiques

Cette évolution a été décrite dans le chapitre concernant la SNCF, et nous nous bornerons ici à rappeler le résultat de cette estimation.

$$e = 1,2 \% \text{ par an}$$

II.2.3. Synthèse

Sur la base des données d'exploitation issues des sources citées plus haut, le coût total du transport fluvial ramené à la tonne kilométrique pouvait être évalué en 1974 à 0,0861 F/TK.

Ce coût se décomposait de la façon suivante par catégorie de bateau et par nature de coût. (Le transport par bateaux non automoteurs a été assimilé au poussage, comme précédemment, étant donné son caractère prédominant : 97 % des TK produites par bateaux non automoteurs).

TABLEAU 24

Coût du transport fluvial en 1974

Type de bateaux	Part des TK %	Coût salarial F/TK	Coût d'amortissement F/TK	Coût énergétique F/TK	Autres coûts F/TK	Coût total F/TK
Automoteurs	73,8	0,032	0,0310	0,0077	0,0346	0,1053
Autres	26,2	0,0089	0,0141	0,0054	0,0136	0,0420
Ensemble	100,0	0,0259	0,0266	0,0071	0,0291	0,0887
Pourcentage	-	29,2	30,0	8,0	32,8	100,0

Le coût total par TK se répartit donc de la façon suivante en 1974 :

- Coût salarial :	$\alpha = 29,2 \%$
- Coût d'amortissement :	$\beta = 30,0 \%$
- Coût énergétique :	$\gamma = 8,0 \%$
- Autres :	$\delta = 32,8 \%$

Le coût total et sa répartition par postes en 1990 se déduit de l'ensemble des taux de l'évolution annuels des productivités et des prix estimés au cours de cette étude, que nous présentons ci-après.

(%)		Hypothèse A	Hypothèse B
<u>Salaires</u>	s	2,8	1,4
	π_0	0,6	0,3
<u>Matériel</u>	p	2,0	2,0
	π_1	0,8	0,3
<u>Energie</u>	e	1,2	1,2
	π_2	0,6	0,3

En ce qui concerne les coûts résiduels, nous avons analysé les différents postes qui les composent (enquêtes CERLIC et ONN) et après une estimation sommaire de leurs parties fixes et de leurs parties variables nous sommes arrivés à l'affectation suivante :

Coûts fixes	: 26 %
Coûts variables	: 74 %.

On supposera que les prix relatifs à ce poste évolueront parallèlement à ceux de la PIB. L'évolution de la valeur de ce poste dépendra donc seulement de celle des trafics.

Dans ces conditions, le coût du transport fluvial en 1990, sera sensiblement indépendant de l'hypothèse de croissance économique :

Hypothèse A	= 0,1051 F/TK
Hypothèse B	= 0,1039 F/TK.

TABLEAU 25

Coût du transport fluvial en 1974 et 1990 (en F. 1974)
unité = F/TK

Poste	1974		1990			
		%	Hypothèse A	%	Hypothèse B	%
Rétribution du travail	0,0259	29,2	0,0366	34,8	0,0308	29,6
Amortissement	0,0266	30,0	0,0321	30,5	0,0348	33,5
Energie	0,0071	8,0	0,0078	7,4	0,0082	7,9
Autres	0,0291	32,8	0,0286	27,3	0,0301	29,0
Total	0,0887	100	0,1051	100	0,1039	100

Le coût total du transport fluvial par tonne kilométrique augmenterait donc entre 1974 et 1990, de 1,1 % par an dans l'hypothèse A, et de 1,0 % dans l'hypothèse B.

Cette similitude est due aux corrélations de signe opposé existant entre :

- d'une part, la croissance économique et le pouvoir d'achat des salaires
- d'autre part, la croissance économique et la productivité du transport fluvial, relativement à chaque poste : travail, matériel, énergie et autres.

L'indice du coût du transport fluvial par TK serait donc de 118,5 en 1990 dans l'hypothèse A, et de 117,1 dans l'hypothèse B (base 100 en 1974).

Cette évolution est principalement due à l'écart entre l'évolution moyenne des salaires, déduite des hypothèses de croissance économique et démographique de la France, et les progrès de productivité du travail à attendre de ce mode de transport.

II.3. LES TRANSPORTS ROUTIERS POUR COMPTE D'AUTRUI

Les données disponibles, élaborées par voie d'enquête ou d'exploitation exhaustive de fichiers, proviennent principalement des sources suivantes :

1. Les enquêtes effectuées par la Direction des Transports terrestres et dépouillées chaque année par le BCEOM depuis 1969. Ces enquêtes portent sur les éléments du prix de revient du Transport Routier public et privé pour deux types de véhicules : le camion de 19t de PTC et les ensembles de 35 à 38 t de PTC. Le coût moyen d'exploitation est calculé sur la base des conditions moyennes d'exploitation. Ces conditions ne sont estimées par voie d'enquête que depuis 1972.
2. Les enquêtes de structure du transport routier effectuées en moyenne tous les deux ans (1962, 1965, 1967, 1969, 1972) conjointement par l'INSEE et le SAEI, qui fournissent des données de production et de compte d'exploitation.
3. Les enquêtes annuelles d'entreprise du SAEI, qui constituent la suite des enquêtes du point précédent (1973-1975).
4. Les enquêtes TRM (Transport Routier de Marchandises), effectuées annuellement par le SAEI sur la base du fichier central des véhicules utilitaires, et portant sur l'utilisation hebdomadaire des véhicules enquêtés. Ces documents présentent également des données de production annuelle (TK produites) et de taille du parc, par catégorie de charge utile.
5. Les statistiques d'emploi salarié par secteur, au 31 Décembre de chaque année, élaborées par l'Union Nationale pour l'Emploi dans l'Industrie et le Commerce (UNDEDIC). Ces statistiques sont disponibles en nomenclature NAE (Nomenclature des Activités Economiques) à 3 chiffres.

Les coûts d'exploitation de véhicules ne sont donc disponibles que pour deux types de véhicules (source n° 1), représentatifs des classes de charge utile suivante : 9,0 à 12,9 t et plus de 17,0 t. (Leurs charges utiles moyennes sont respectivement 11,5 t et 22,5 t).

Ces deux classes de charge utile étant à l'origine de 81 % de la production de TK en 1975, et constituant ensemble 81 % de la charge utile totale des véhicules d'au moins 3 t de C.U. en 1974, il semble justifié de fonder la présente étude sur les données de coût relatives à ces deux catégories de matériel.

Ces deux types de véhicules seront considérés dans la suite comme représentatifs des deux classes de charge utile suivantes :

- . de 3,0 à 16,9 tonnes de C.U.
- . plus de 17,0 tonnes de C.U.

II.3.1. Evolution de la productivité

Cette évolution peut être causée par celle de chaque catégorie de véhicules, et, éventuellement, par un transfert de production d'une catégorie vers l'autre.

Nous examinerons donc d'abord l'évolution passée de la structure du parc de véhicules, puis, pour chaque poste (travail, matériel, énergie), l'évolution de la productivité de chaque catégorie de matériel.

II.3.1.1. Structure de la production et du parc. Analyse de la productivité.

a - Structure de la production et du parc

Le tableau n° 26 présente l'évolution passée de ces structures.

Le rapport d'enquête de l'année 1974 permet en outre le calcul de la charge utile moyenne pour les deux classes de charge utile considérées :

- C.U. moyenne = 8,4 tonnes dans la classe 3,0 à 16,9 t de C.U.
- C.U. moyenne = 22,6 tonnes dans la classe des plus de 17 t de C.U.

Ces moyennes sont vraisemblablement restés assez stables dans le passé. Cette hypothèse permet en effet de recalculer la charge utile d'un camion moyen à partir de la répartition du parc selon les deux catégories de charge utile.

La progression de la charge utile moyenne a été de 35,8 % en 10 ans, soit 3,1 % par an en moyenne. Elle a été légèrement plus forte au cours des 5 dernières années (3,4 % par an) qu'au cours des 5 années précédentes (2,8 %).

b - Analyse rétrospective de la productivité

Les productivités moyennes de chacune des catégories de véhicules, en terme de TK/T de C.U., peuvent être estimées dans le passé en supposant constante la charge utile moyenne de chacune de ces 2 catégories. Les résultats sont présentés au tableau 27, ainsi que les coefficients de parcours à vide et de chargement relatifs aux véhicules de 19 t et 35/38 t de PTC (enquêtes DTT 1972-73-74-75).

TABLEAU 26

Structure du parc et de la production selon la classe de charge utile, compte d'autrui

(Source : enquêtes TRM du SAEI)

Année	Nombre de véhicules 10 ³ t (1)	C.U. totale 10 ³ t (1)	C.U. moyenne tonnes (1)	Proportion de véhicules par classe de C.U.		10 ⁹ TK totales (1)	dont	
				3,0 à 16,9 t %	plus de 17 t %		3,0 à 16,9 t %	+ de 17 t %
1966	81	883	10,9	84,0	16,0	26,0	-	-
1967	88	995	11,3	81,8	18,2	27,7	-	-
1968	92	1 082	11,8	79,3	20,7	30,9	-	-
1969	104	1 251	12,0	76,9	23,1	36,8	46,5	53,5
1970	113	1 403	12,4	73,5	26,5	38,0	-	-
1971	114	1 429	12,5	72,8	27,2	41,6	41,1	58,9
1972	118	1 523	12,9	70,3	29,7	45,4	37,7	62,3
1973	119	1 653	13,9	65,5	34,5	49,7	34,3	65,7
1974	129	1 851	14,3	62,0	38,0	51,4	32,3	67,7
1975	127	1 859	14,6	60,6	39,4	47,0	30,1	69,9
1976	126	1 863	14,8	58,7	41,3	48,8	27,3	72,7

(1) Ces données concernent uniquement les véhicules d'au moins 3 tonnes de charge utile.

TABLEAU 27

Evolution de la productivité du matériel roulant (compte d'autrui)

(Source : Enquêtes TRM du SAEI et enquêtes DTT)

Année	Productivité globale TK/t de C.U.	Productivité par catégorie TK/t de C.U.		Coefficient de parcours à vide		Coefficient de chargement		Kilométrage moyen annuel	
		de 3,0 à 16,9 t de C.U.	plus de 17 t de C.U.	11,5 t de C.U.	23,5 t de C.U.	11,5 t de C.U.	23,5 t de C.U.	11,5 t de C.U.	23,5 t de C.U.
1966	29 445	22 684	35 449	-	-	-	-	-	-
1967	27 839	21 664	34 400	-	-	-	-	-	-
1968	28 558	22 042	33 135	-	-	-	-	-	-
1969	29 416	21 522	34 968	-	-	-	-	-	-
1970	27 085	20 417	29 770	-	-	-	-	-	-
1971	29 111	20 563	32 851	-	-	-	-	-	-
1972	29 810	20 430	32 569	0,11	0,10	0,91	0,89	105 400	111 720
1973	30 067	21 800	32 838	0,18	0,14	0,86	0,83	98 440	107 760
1974	27 769	20 283	29 918	0,21	0,20	0,79	0,89	106 037	107 109
1975	25 282	21 721	29 181	0,10	0,18	0,91	0,88	82 666	103 370
1976	26 194	21 496	30 189	-	-	-	-	-	-

Ce tableau fait apparaître une remarquable stabilité de la productivité globale entre 1966 et 1973, suivie d'une décroissance jusqu'en 1976 (- 12,9 %).

La période de stabilité est le résultat de deux évolutions opposées :

- la baisse de productivité des véhicules de plus de 17 t de C.U. (- 1,1 % par an entre 1966 et 1973)
- le transfert de production des moins de 17 t de C.U. vers les plus de 17 t, qui restent en 1973 1,5 fois plus productifs malgré un certain tassement de cet écart.

A partir de 1973, la baisse de productivité des véhicules de plus de 17 t de C.U. s'accélère, et le transfert de production n'est pas suffisant pour maintenir le niveau de la productivité globale.

Par ailleurs, l'examen des coefficients de parcours à vide et de chargement ne permet pas d'expliquer l'évolution de productivité de chaque catégorie de charge utile.

On observe par exemple une baisse de la productivité des plus de 17 t entre 1974 et 1975 alors que le coefficient de parcours à vide diminue et que le coefficient de chargement reste stable. Le kilométrage moyen annuel constitue donc le principal élément explicatif de la productivité. Celui-ci a, en effet, baissé de 3,5 % pour les ensembles de 35-38 t de PTC entre 1974 et 1975.

c - Projection de parc et de productivité

La capacité des véhicules de plus de 17 t de charge utile représentait 65,4 % de la capacité totale des véhicules de plus de 3 t de C.U. en 1976, au lieu de 33,9 % en 1966.

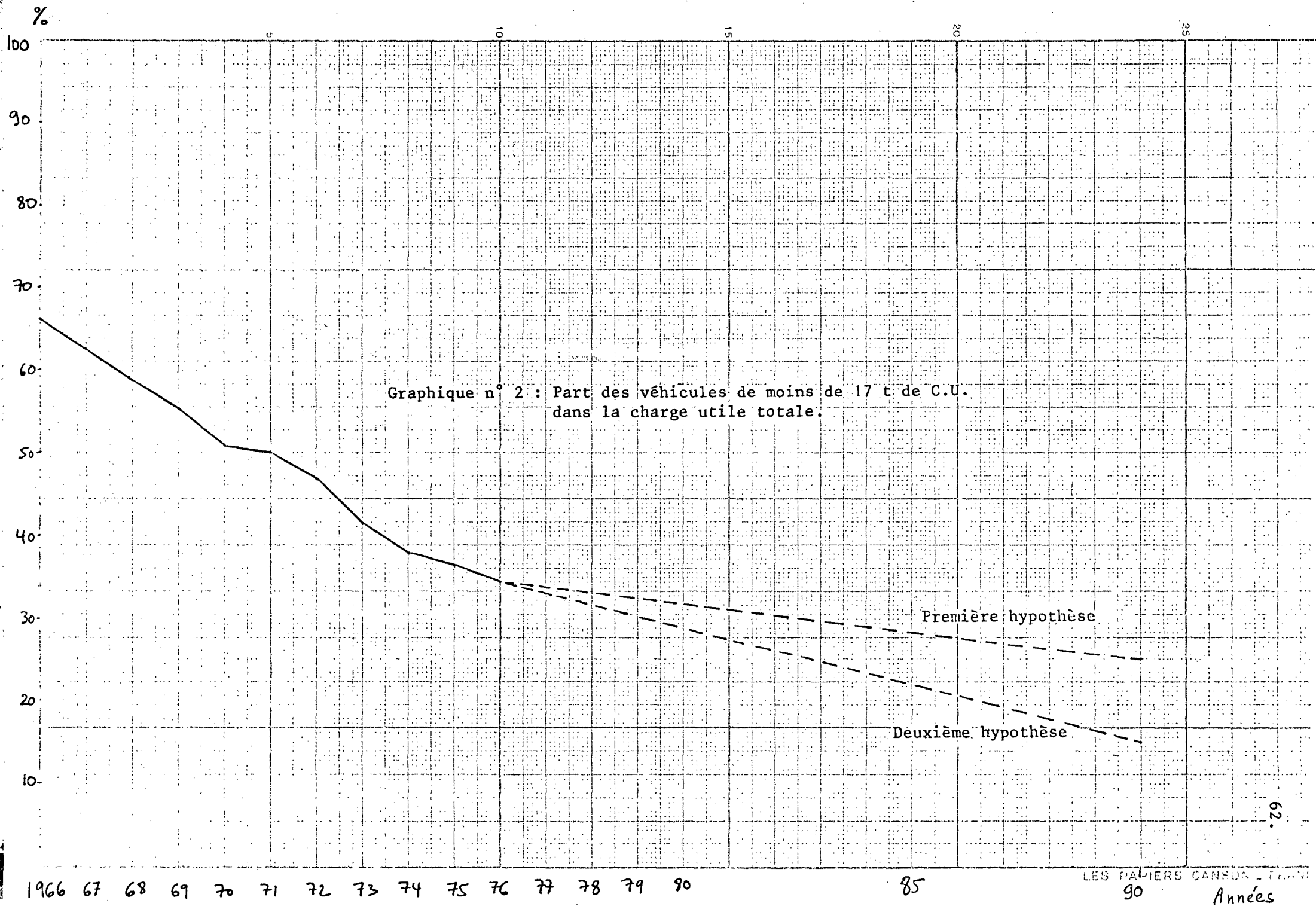
L'augmentation totale a donc été de 31,5 points, assez également répartis au cours de la période.

Il est clair que cette progression ne se poursuivra pas au même rythme au cours des 15 prochaines années. Devant l'incapacité généralement admise à réaliser une précision fiable de l'évolution future de la structure du parc, nous examinerons deux variantes.

La première qui est la plus prudente, suppose 75 % de la charge utile totale due aux plus de 17 t de C.U. en 1990. Cette hypothèse sera retenue dans ce chapitre.

La seconde hypothèse, prise en compte au chapitre III, supposera 85 % de la charge utile totale constituée par les camions de plus de 17 t de C.U.

L'évolution passée et future de ce pourcentage est présentée au graphique n° 2.



En ce qui concerne la productivité future de chaque catégorie de charge utile, il ne semble pas justifié de remettre en cause la stabilité passée de la productivité des 3 à 16,9 t de C.U., observée jusqu'en 1976.

Nous retiendrons donc la moyenne des 3 dernières années soit : 21 167 TK/t de C.U. en 1990.

Jusqu'en 1973, la productivité des véhicules de plus de 17 t de C.U. a baissé de 1,1 % par an en moyenne.

Cette baisse de productivité, qui semble dûe en partie à la diminution du coefficient de chargement (amélioration des conditions d'emballage) sera supposée se prolonger au rythme de 1 % par an, sur la base de la dernière année précédant la chute du trafic, soit 1973.

Cette évolution nous conduit à une productivité des plus de 17 t de C.U. de 27 728 TK/t de C.U. en 1990.

Le tableau 28 synthétise les hypothèses d'exploitation retenues.

TABLEAU 28

Evolution future de la productivité et de la structure du parc

(Source 1976 : enquête TRM du SAEI)

Catégorie de C.U.	1976			1990		
	Productivité TK/t de C.U	Part du parc %	Part des TK %	Productivité TK/t de C.U	Part du parc %	Part des TK %
3 à 16,9 t	21 496	58,7	27,3	21 167	47,3	20,3
+ de 17 t	30 189	41,3	72,7	27 728	52,7	79,7
Ensemble	27 187	100	100	26 087	100	100

L'analyse de ce tableau appelle les remarques suivantes :

- la faiblesse conjoncturelle de la productivité des deux catégories de charge utile en 1976, alliée au transfert de production au profit des gros porteurs, explique la quasi stabilité de la productivité globale entre 1976 et 1990. Ce phénomène n'est pas incompatible avec la tendance à la baisse de la productivité des plus de 17 t de C.U. et la stabilité sur longue période de celle des petits porteurs.
- Compte tenu des hypothèses de répartition de la charge utile totale (75 % pour les plus de 17 t de C.U. contre 65,4 % en 1976) et de productivité, les gros porteurs réaliseraient en 1990 79,7% de la production de TK, contre 72,7 % en 1976;

Cette progression serait donc sensiblement ralentie par rapport au 5 années précédentes (+ 13,8 points entre 1971 et 1976), et la répartition du trafic serait vraisemblablement stabilisée avant 1990.

II.3.1.2. Productivité du travail

Les effectifs à prendre en compte pour l'évaluation de la productivité du travail sont, comme pour la SNCF, non seulement les conducteurs de véhicules, mais l'ensemble des emplois se rapportant à l'activité "transports routiers de marchandises pour compte d'autrui".

Les effectifs salariés du secteur des transports routiers de marchandises ont été estimés à partir des statistiques de l'Union Nationale pour l'Emploi dans l'Industrie et le Commerce (UNEDIC), disponibles en NAE (Nomenclature des Activités Economiques) à 3 chiffres jusqu'en 1974, puis en nomenclature APE à 4 chiffres.

Les codes retenus jusqu'en 1974 sont :

- NAE 623 : transports routiers de marchandises
- NAE 627 : location de véhicules divers
- NAE 675 : déménagements

et à partir de 1975 :

- APE 6 911 : transports routiers de marchandises zone longue
- APE 6 912 : camionnage et transport routier de marchandises zone courte
- APE 6 924 : déménagements
- APE 6 925 : location de véhicules industriels

Les effectifs non salariés du secteur des transports routiers de marchandises sont issus de l'étude intitulée "Evolution de l'emploi dans le secteur des transports au cours des 10 dernières années et prévisions dans le cadre du VIIe Plan" réalisée par M. DIAZ pour le SAEI (Avril 1977).

Ces effectifs ont été intrapolés, pour la période 1962-1968, sur la base des résultats de recensements de la population (1962-1968). La période 1972-1976 a été, quant à elle, construite sur la base des Etats de Salaires.

Il faut noter que les données d'effectif et de coût salarial moyen utilisées ici sont relatives à l'ensemble du secteur des transports routiers de marchandises, et englobe donc des emplois qui relèvent d'autres activités. Les sources utilisées n'ont en effet pas permis d'éliminer ceux-ci.

Il semble cependant que cette légère surestimation (très faible car la part du chiffre d'affaires de ce secteur réalisée dans d'autres activités est inférieure à 10 %) soit contrebalancée, à peu de choses près, par les effectifs ayant une activité de transport public mais appartenant à un autre secteur (BTP, commerce, industries etc..).

a - Coût salarial en 1976

C'est l'enquête annuelle d'entreprise de 1975 qui nous a permis de faire une estimation : elle fournit en effet les résultats suivants :

	Coût salarial	Rémunération
Entreprises de transport de marchandises (+ 5 salariés - Zone courte + Zone longue + Déménagement = 114 761 salariés).	4 910,4 MF	3 472,9 MF

Entreprises de moins de 5 salariés : 22 238 salariés : 555,3 MF.

Nombre de non salariés dans les entreprises de + 5 employés : 2 934.

Nombre de non salariés dans les entreprises de - 5 employés : 19 979.

On obtient ainsi un taux de salaires (y compris charges sociales) de 42 790 F/salarié pour les + de 5 employés et de 35 209 F/salarié pour les - de 5 employés (le taux de charges est d'environ 41 % : coût salarial/rémunération).

Le coût total de transport routier peut donc être estimé à :

$4\,910,4 + 555,3 \times 1,41 + 2\,934 \times 0,042790 + 19\,979 \times 0,035209 = 6\,522,36$ MF en 1975.

Le montant des recettes correspondant à l'activité de transport représente 91 % des recettes totales. Mais dans ce calcul on a seulement fait intervenir les entreprises du secteur des transports. Nous avons donc conservé ce chiffre qui donne un coût de 13,98 F/TK en 1975, soit 15,94 F/TK en 1976.

b - Evolution de la productivité du travail

L'analyse de cette évolution porte sur les données du tableau 29.

En l'absence de données fiables concernant la durée hebdomadaire du travail dans le secteur, il n'est pas possible d'étudier l'évolution passée de la productivité horaire du travail, mais seulement la productivité par personne.

La productivité du travail a augmenté de 6,0 % par an en moyenne entre 1961 et 1974, alors que la production augmentait de 11 % par an en moyenne.

Cette hausse a été d'intensité variable, mais toujours positive. Cette productivité a ensuite diminué de 12,4 % entre 1974 et 1976, par suite de la diminution de la production.

Le taux moyen annuel d'augmentation de la productivité a été de plus en plus faible :

- + 9,1 % entre 1961 et 1965
- + 6,2 % entre 1965 et 1969
- + 3,5 % entre 1969 et 1973
- 3,3 % entre 1973 et 1976

TABLEAU 29

Productivité du travail,
transport routier pour compte d'autrui

(Sources : UNDEDIC et enquêtes TRM)

Année	Effectifs (milliers) en fin d'année			10 ⁹ TK compte d'autrui véhicules de + d'1 t de C.U	Productivité 10 ³ TK/pers,
	Salariés	Autres	Total		
1961	77,8	23,2	101,0	14,4	142,6
1962	82,9	24,1	107,0	15,4	143,9
1963	85,5	25,1	110,6	18,4	166,4
1964	88,2	26,2	114,4	21,2	185,3
1965	90,9	27,3	118,2	23,9	202,2
1966	96,0	28,4	124,4	26,8	215,4
1967	100,5	29,6	130,1	28,5	219,1
1968	106,6	28,7	135,3	31,8	235,0
1969	118,5	28,3	146,8	37,8	257,5
1970	121,1	28,7	149,8	39,1	261,0
1971	127,6	28,7	156,3	42,1	269,4
1972	133,5	29,6	163,1	44,5	272,8
1973	144,0	28,7	172,7	51,0	295,3
1974	144,4	28,7	173,1	52,8	305,0
1975	153,5	28,7	182,2	47,7	261,8
1976	156,2	29,0	185,2	49,5	267,3

NOTA : Les effectifs non salariés résultent, pour les années 1962 et 1968, des résultats des recensements de population. Ils ont été intrapolés entre 1962 et 1968. La période 1969-1974 a été, quant à elle, construite sur la base des Etats de Salaires de 1972.

L'évolution de cette productivité a eu plusieurs causes, qui sont essentiellement :

- la croissance de la vitesse commerciale moyenne des véhicules, elle-même liée à la longueur totale d'autoroute en France, et à certaines caractéristiques techniques des véhicules
- la croissance du trafic, qui permet toutes choses d'ailleurs égales, des économies d'échelle
- l'évolution de la structure du parc par catégorie de charge utile, la productivité d'un conducteur de véhicule de plus de 17 t de C.U. étant supérieure à la productivité moyenne des conducteurs.

La vitesse commerciale des véhicules joue sans doute un certain rôle dans l'évolution de la productivité du travail.

Bien qu'on ne dispose pas de données statistiques moyennes concernant cette variable, les spécialistes du transport routier à la DTT s'accordent à penser que cette vitesse moyenne est passée d'environ 50 km/h. en 1960 à environ 60 km/h en 1970, soit une progression moyenne annuelle de l'ordre de 1,8 %. Si l'on admet qu'à trafic constant, le nombre de conducteurs d'une entreprise est inversement proportionnel à la vitesse commerciale moyenne, une proportion de conducteurs de 70 % de l'effectif total conduirait à une hausse de productivité du travail de 1,2 %, soit 18 % de la hausse réellement enregistrée entre 1961 et 1971.

En l'absence de cette donnée, nous avons tenté d'expliquer les variations de productivité du travail au moyen des deux autres variables : la croissance du trafic et de l'évolution de la structure du parc.

L'utilisation simultanée de ces deux variables explicatives dans une régression linéaire n'a pas donné de résultat probant, que les variables soient exprimées en taux de croissance ou en logarithmes.

Par contre, de bons résultats ont été obtenus en tentant d'expliquer les variations relatives de productivité par celles du trafic total.

Les résultats de cette régression linéaire sont les suivants :

$$\frac{d\pi}{\pi} (\%) = 0,777 \frac{dT}{T} - 2,154 \quad r^2 = 0,85$$

$$(0,098) \quad (1,163) \quad DW = 1,94$$

$$T = 7,92 \quad T = 1,85$$

(période : 1962 à 1976)

Ces résultats sont bons, malgré une certaine imprécision affectant le terme constant. Ils peuvent être améliorés si on ne tient compte que des années précédant 1974, qui constitue un point aberrant en raison du début de l'infléchissement brutal de la demande.

Entre 1962 et 1973, la même régression linéaire donne les résultats suivants :

$$\frac{d\pi}{\pi} \quad (\%) = 0,845 \quad \frac{dT}{T} - 3,147 \quad R^2 = 0,888$$

$$(0,097) \quad (1,195) \quad DW = 2,26$$

$$T = 8,70 \quad T = 2,63$$

Le coefficient de corrélation est tout à fait satisfaisant, et le terme constant est mieux déterminé.

Nous utiliserons donc cette formule comme modèle de prévision de la productivité du travail.

Sa croissance annuelle moyenne entre 1976 et 1990 serait ainsi de :

1,2 % (hypothèse A) ou 0,0 % (hypothèse B)

II.3.1.3. Productivité du matériel

La productivité du matériel en 1990 doit être exprimée en terme de TK/Francs d'amortissement de matériel roulant, de façon à tenir compte non seulement de l'évolution du ratio (TK/tonne de charge utile), mais aussi de celle du prix moyen de la tonne de C.U. et de sa durée de vie résultant d'un changement de structure du parc par catégorie de charge utile.

a - Coût d'amortissement en 1976

Le coût moyen d'amortissement annuel d'un véhicule constitue un des résultats de l'enquête sur le prix de revient du transport routier effectué annuellement par la DTT.

Ces coûts calculés sur la base de véhicules neufs, étaient les suivants en 1975 :

- camion de 19 t de PTC (11,5 t de C.U.) = 36 755 F/an
- camion de 35 à 38 t de PTC (23,5 t de C.U.) = 50 196 F/an

Le prix du matériel neuf à d'autre part évolué comme suit entre 1973 et 1976 : (base 100 en 1976)

TABLEAU 30

Evolution du prix des véhicules

(Source : enquêtes DTT et tarifs Berliet 1976)

Type de véhicules	1972	1973	1974	1975	1976	Moyenne 72-76
Camion 19 t PTC	53,5	65,5	89,1	92,3	100	80,1
Ensemble 38 t PTC	50,6	61,0	85,2	92,0	100	77,8

Sachant : - d'une part que la durée d'amortissement de ces véhicules est de l'ordre de 5 ans

- d'autre part que les véhicules déjà amortis (de plus de 5 ans d'âge) constituent environ 50 % du parc de 3 à 16,9 t de C.U. et 31 % du parc de plus de 17 t de C.U. (chiffres relatifs à l'année 1975 cités dans le dossier du SAEI de Septembre 1977 intitulé "Productivité des véhicules de transport routier de marchandises".)

On peut calculer le coût total d'amortissement des véhicules en 1976 si l'on suppose, ce qui a été admis plus haut, que les camions de 19 t de PTC et les ensembles de 38 t de PTC sont respectivement représentatifs des classes de charge utile de 3 à 16,9 t et de plus de 17 t.

Ce coût était donc de :

27 980 F/an pour un camion de 19 t en cours d'amortissement

37 219 F/an pour un ensemble de 38 t en cours d'amortissement

Ces coûts étant calculés sur la base du prix moyen de ces véhicules sur la période 1972-1976, le taux d'intérêt étant de 12 % (source : enquêtes DTT)

Le coût total d'amortissement relatif au parc de chaque catégorie de charge utile était donc, compte tenu de sa structure par âges, de :

$1,0347 \cdot 10^9$ F/an pour la catégorie 3 à 16,9 t de C.U.

$1,3364 \cdot 10^9$ F/an pour les plus de 17 t de C.U.

soit au total :

$2,3711 \cdot 10^9$ F/an pour l'ensemble du parc,

et : 0,0486 F/TK en moyenne, décomposés comme suit :

0,0777 F/TK pour les 3 à 16,9 t de C.U.

0,0377 F/TK pour les plus de 17 t de C.U.

b - Evolution de la productivité

A prix de matériel constant, le coût moyen d'amortissement évoluera du fait du changement de la structure du parc par catégorie de charge utile, et de l'évolution de la productivité de chaque catégorie, en termes de TK/t de C.U.

Le tableau 31 présente le calcul de cette évolution.

Le coût d'amortissement du transport routier de marchandises était donc de 0,0486F/TK en 1976 et restera inchangé en 1990 :

$$\pi_1 = 0,0 \text{ \% par an}$$

Le transfert de production annule donc l'effet de la diminution de productivité des gros porteurs.

II.3.1.4. Productivité de l'énergie

Les enquêtes de la DTT sur le prix de revient du transport routier fournissent une estimation de la consommation kilométrique de deux types de véhicules.

Nous présentons au tableau 32 les consommations pour les trois années 1972, 1973 et 1974, ainsi que les coefficients d'utilisation (rapport des TK produites aux TK offertes).

Il faut noter que ces consommations sont relatives aux parcours effectués sur route. Nous retiendrons néanmoins ces chiffres, en l'absence de données relatives à la part du trafic effectué en ville.

TABLEAU 31

Evolution de la productivité du matériel de transport routier

Catégorie de Charge utile	1976			1990			
	TK/t de C.U.	Part des TK %	Coût d'amortissement par TK F/TK (1)	TK/t de C.U.	Part des TK %	Coût d'amortissement par TK F/TK (2)	$(1+\pi_1)^{14} = (1)/(2)$
3,0 à 16,9 t	21 496	27,3	0,0777	21 167	20,3	0,0789	0,9848
plus de 17 t	30 189	72,7	0,0377	27 728	79,7	0,0410	0,9185
Ensemble	27 187	100,0	0,0486	26 087	100,0	0,0487	0,9981

TABLEAU 32

Consommation de carburant

(source : enquête sur le prix de revient du transport routier de marchandises DTT)

Année	Camions 19 t de PTC		Ensembles 35-38 t de PTC	
	Consommation 1/100 km	Coefficient d'utilisation	Consommation 1/100 km	Coefficient d'utilisation
1972	39	0,82	45	0,81
1973	37	0,73	45	0,73
1974	39	0,72	46	0,74

Nous retiendrons en conséquence, les consommations moyennes respectives de 38 l/100 km pour un coefficient d'utilisation de 0,73 et de 45 l/100 km pour un coefficient d'utilisation de 0,73.

Les consommations à la TK sont donc, pour chacun de ces types de véhicules, respectivement :

0,046 l/TK et 0,026 l/TK,

sachant que leurs charges utiles respectives sont de 11,5 t et 23,5 t. Ces consommations unitaires sont compatibles avec les estimations de P.MERLIN ("Comment économiser l'énergie dans les transports". Documentation Française Nov. 1977).

Le prix moyen d'un litre de carburant étant de 1,35 F/l en 1976, compte tenu des diverses ristournes obtenues à la pompe et à la citerne, le calcul du coût énergétique moyen à la TK et de l'évolution de la productivité de l'énergie peut être effectué, si on suppose la constance des consommations par TK retenues plus haut.

Le tableau 33 présente les données de ces calculs ainsi que les résultats.

TABLEAU 33

Productivité énergétique du transport routier

(Source : Enquêtes DTT)

Catégorie de charge utile	1976		1990		$(1 + \pi_2)^{14} =$ (1)/(2)
	Part des TK %	Consommation F/TK (1)	Part des TK %	Consommation F/TK (2)	
de 3,0 à 16,9 t	27,3	0,062	20,3	0,062	1
plus de 17 t	72,7	0,035	79,7	0,035	1
Ensemble	100,0	0,0424	100,0	0,0405	1,047

Le coût énergétique de la tonne kilométrique était donc de 0,0424 F/TK en 1976.

La productivité énergétique de ce mode de transport augmentera, du fait de la part croissante du trafic assurée par les gros porteurs, plus économes de gasoil, au rythme annuel moyen de :

$$\pi_2 = 0,3 \text{ \% par an, entre 1976 et 1990}$$

II.3.2. Evolution des prix

Nous examinerons successivement l'évolution des salaires, des prix du matériel roulant et de l'énergie (gasoil), corrigée par l'évolution moyenne des prix de la PIB.

II.3.2.1. Evolution du pouvoir d'achat des salaires

Au cours des dernières années (1970-1974), les salaires du secteur des transports (sauf SNCF et RATP) ont augmenté légèrement plus vite que les prix de la PIB, et moins vite que la PIB en francs courants : 12,5 % par an, compte tenu de la diminution de la durée du travail dans le transport routier durant cette période, contre 13,0 % par an pour la PIB aux prix courants (source : Annuaire Statistique de la France 1976).

La différence s'explique en partie par l'accroissement du nombre d'emplois totaux au cours de cette période = 1 % par an en moyenne.

La progression annuelle du pouvoir d'achat des salaires du secteur des transports a donc été supérieure d'un demi-point à celle de l'ensemble des salariés entre 1970 et 1974. Cette remarque s'appuie sur la démonstration, présentée au point 1.2.1. du chapitre consacré à la SNCF, de la stabilité passée de la part des salaires dans l'emploi de la Production Intérieure Brute.

Le faible décalage de progression des salaires entre le secteur des transports et les autres secteurs ne permet pas de présager d'une hausse du pouvoir d'achat du salaire moyen particulière au transport routier dans l'avenir.

La progression de ce pouvoir d'achat sera donc supposée ici égale à celle de l'ensemble des salaires, calculée au point 1.2.1. relatif à la SNCF, c'est-à-dire :

- s = 2,8 % par an dans l'hypothèse A
- s = 1,4 % par an dans l'hypothèse B

D'autres hypothèses d'évolution seront prises en compte au Chapitre III.

II.3.2.2. Evolution du prix du matériel roulant

Les enquêtes de la DTT, complétées par une enquête personnelle auprès des Etablissement BERLIET (en ce qui concerne l'évolution 75-76), nous ont permis de connaître l'évolution du prix du matériel neuf entre 1969 et 1976 (voir tableau 34).

TABLEAU 34

Evolution du prix moyen des véhicules neufs
en Francs courants et constants

(Source : enquêtes de la DTT, annuaire
statistique de la France 1976 et
Etablissements Berliet pour l'année 1976)

Indices 1969 = 100	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Camion 19 t (F. courants)	100	102,7	112,9	119,2	146,0	198,6	205,7	222,9
Ensemble 38 t (F. constants)	100	104,6	115,0	119,3	143,8	201,0	217,0	235,9
Prix de la PIB	100	105,2	111,1	118,0	126,9	140,9	159,7	174,9
Camion 19 t (F. constants)	100	97,6	101,6	101,0	115,1	141,0	128,8	127,4
Camion 38 t (F. constants)	100	99,4	103,5	101,1	113,3	142,7	135,9	134,9

L'examen des deux dernières lignes de ce tableau montre qu'en dehors des années 1973 et surtout 1974, le prix du matériel neuf à évolué parallèlement à celui de la PIB.

Il est donc vraisemblable que la hausse brutale du prix des produits pétroliers ait causé, en modifiant rapidement la structure des coûts de production des véhicules routiers, une hausse de leur prix, et que l'évolution plus lente du prix du pétrole jusqu'en 1990 permettra le retour à la stabilité du prix réel des véhicules de transport routier, déjà amorcée en 1975-76.

Le niveau des prix en 1990 (en Francs 1976) sera donc pris égal à celui de 1976, et donc

$$\underline{p = 0 \%}$$

II.3.2.3. Evolution du prix de l'énergie

Cette évolution a été décrite dans le chapitre concernant la SNCF, et nous nous bornons ici à rappeler le résultat de cette estimation.

$$\underline{e = 1,2 \% \text{ par an}}$$

Une hypothèse de croissance plus forte sera examinée au chapitre III.

II.3.3. Synthèse

L'analyse qui précède nous a conduit à retenir les éléments de coût que nous rassemblons ici.

- a - Le coût du transport routier de marchandises, ramené à la tonne kilométrique, peut être évalué en 1976 à 0,3296 F/TK.

Le coût résiduel en 1976 a en effet été estimé sur la base des coûts d'exploitation résiduels relatifs aux deux catégories de véhicules (source : enquête sur le prix de revient du transport routier - DTT).

Ce coût à la TK était de 0,0743 F/TK pour un 19 t de PTC et 0,0447 F/TK pour un ensemble de 35/38 t. Il était donc, compte tenu de la structure de la production de TK, de 0,0528 F/TK en moyenne en 1976 : ce coût de divers ne représente que des charges portant sur les véhicules. Il ne tient pas compte d'une partie de frais généraux (amortissement de bureaux, frais divers) et nous l'avons majoré de 50 % soit 0,0792 F/TK. L'enquête entreprise, qui donnerait des coûts d'environ 14-15 C/TK n'a pas pu être utilisée car la décomposition du divers n'est pas indiquée et pourrait correspondre à d'autres activités des entreprises du secteur.

TABLEAU 35

Coût du transport routier de marchandises en 1976
(Compte d'autrui)

Catégorie de charge utile	Part des TK %	Coût salarial F/TK	Coût d'amortissement F/TK	Coût énergétique F/TK	Coût résiduel F/TK	Coût total F/TK
3,0 à 16,9 t	27,3	-	0,0777	0,062	0,1114	-
Plus de 17 t	72,7	-	0,0377	0,035	0,0671	-
Ensemble	100,0	0,1594	0,0486	0,0424	0,0792	0,3296
Pourcentage	-	48,4	14,7	12,9	24,0	100,0

Le coût total par TK se répartit donc de la façon suivante en 1976 :

- . Coût salarial : $\alpha = 48,4 \%$
- . Coût d'amortissement : $\beta = 14,7 \%$
- . Coût énergétique : $\gamma = 12,9 \%$
- . Autres : $\delta = 24,0 \%$

Total 100,0 %

Ces résultats peuvent surprendre et appellent deux remarques :

- le but de cette étude n'est pas, rappelons le, de calculer des coûts de transport, mais d'estimer leur évolution future. C'est donc la décomposition du coût dans ces grands composants qui nous intéresse et non leurs valeurs absolues ;

- la part du personnel peut paraître largement surestimée en particulier par rapport aux enquêtes DTT qui donnent des résultats de l'ordre de 28 % pour le 19 t et de 22 % pour le 35 t au lieu de 48 %. Mais les enquêtes DTT ne prennent en compte que le salaire du chauffeur (le personnel roulant, qui ne comprend pas que les chauffeurs, représente 64 % des salariés). Les frais généraux, généralement estimés, de façon un peu arbitraire, à 20 % expliquent une bonne part de la différence.

D'autre part, dans notre analyse des coûts, nous n'avons pas distingué zone longue et zone courte. Un calcul sommaire montre que si l'on ne considère que la zone longue, le coût de personnel à la TK tournerait autour de 10-11 F/TK ce qui ramènerait la part du personnel à environ 38 %.

b - Le coût total et sa structure en 1990 se déduit de l'ensemble des taux d'évolution annuels de productivité et de prix estimés au cours de cette étude, que nous présentons ci-après :

(%)		Hypothèse A	Hypothèse B
<u>Salaires</u>	s	2,8	1,4
	π_0	1,2	0,0
<u>Matériel</u>	p	0,0	0,0
	π_1	0,0	0,0
<u>Energie</u>	e	1,2	1,2
	π_2	0,3	0,3

La décomposition du coût résiduel est la suivante : (source : enquête DTT).

	19 t PTC	38 t PTC	Ensemble
Assurances	16,3	16,9	16,5
Taxes	14,0	7,1	10,7
Frais de route	17,6	15,6	16,6
Pneumatiques	9,9	17,8	13,8
Entretien	42,2	42,6	42,4
Total	100,0	100,0	100,0

Le relevé des séries d'indice de prix des pneumatiques, de la réparation des véhicules, de la main d'oeuvre et des produits pétroliers raffinés entre 1970 et 1974 (Annuaire Statistiques de la France 1976) permet d'observer une stabilité du prix réel (en Francs Constants) de la réparation des véhicules, et une élasticité annuelle du prix des pneumatiques par rapport aux produits pétroliers de 0,45, en Francs constants.*

Le prix de l'ensemble des postes sera donc supposé varier parallèlement aux prix de la PIB, sauf le prix des pneumatiques, supposés varier au rythme annuel de $0,45 \times 1,2$ soit 0,5 % par an. Le pourcentage de ce poste dans le coût résiduel conduit donc à supposer une hausse du prix réel du poste résiduel de 0,1 % par an, donc négligeable.

Au vu de la décomposition de ce résidu nous avons supposé qu'il était constitué pour 73 % de coûts variables et pour 27 % de coûts fixes.

* hausses respectives de 13,5 % et 31,9 % en 4 ans.

TABLEAU 36

Coût du transport routier de marchandises en (en F. 1976)
1976 et 1990 (F/TK)

Poste	1976	%	1990			
			Hypothèse A %		Hypothèse B	%
Rétribution du travail	0,1594	48,4	0,1985	54,6	0,1937	53,7
Amortissement	0,0486	14,7	0,0486	13,4	0,0486	13,5
Energie	0,0424	12,9	0,0480	13,2	0,0480	13,3
Autres	0,0792	24,0	0,0683	18,8	0,0707	19,6
Total	0,3296	100	0,3634	100	0,3610	100

Le coût total, en francs constants, du transport routier par tonne kilométrique augmenterait donc, entre 1976 et 1990 de 0,7 % par an dans l'hypothèse A de croissance économique, et de 0,7 % par an dans l'hypothèse B.

L'indice de ce coût serait donc de 110,3 (hypothèse A) ou de 109,5 (hypothèse B) en 1990 (base 100 en 1976).

Cette évolution est principalement due à la moindre évolution de la productivité du travail dans le transport routier que dans l'ensemble de la France, toutes activités confondues.

En effet, le niveau de rémunération dans ce secteur suivra vraisemblablement celui du marché du travail, donc la progression sera plus rapide que les progrès de productivité du travail propres à l'activité transports routiers de marchandises.

II.4: SYNTHESE DES RESULTATS

Après ces analyses par mode il est nécessaire de présenter les résultats dans un tableau synthétique en utilisant la même année de référence 1976 et la même unité de compte, le Franc 1976. Pour ce faire nous avons d'abord calculé le coût de transport en 1976 en Francs 1974 (pour le transport fluvial) ou en Francs 1975 (pour la SNCF). Nous les avons ensuite transformés en Francs 1976 grâce à l'indice des prix de la PIB ($1975/74 = 113,2$ - $1976/75 = 110,0$).

TABLEAU 37

Coût du Transport en 1976 et 1990 (F/TK) en F.1976.

Poste	1976	1990 Hypothèse A	1990 Hypothèse B
Transport Ferroviaire	0,2300	0,2030	0,2055
Transport Fluvial	0,1128	0,1309	0,1294
Transport Routier	0,3296	0,3634	0,3610

III - ETUDES DE SENSIBILITE ET SYNTHESE

Les études de sensibilité porteront sur les variables suivantes :

- productivité du matériel
- durée du travail
- pouvoir d'achat des salaires
- prix des produits pétroliers

L'effet de ces hypothèses sera examiné d'abord pour chaque mode de transport, puis une comparaison d'ensemble des résultats sera effectuée, en insistant sur les deux concurrents privilégiés que sont le rail et la route.

III.1. LE TRANSPORT FERROVIAIRE

Les hypothèses examinées ici concernent seulement les trois dernières variables indiquées plus haut : la durée du travail, le pouvoir d'achat des salaires et le prix des produits pétroliers.

- Durée du travail et pouvoir d'achat des salaires horaires

Nous testerons d'abord deux hypothèses de hausse du pouvoir d'achat des employés de la SNCF de 1 % puis de 2 %. Ces hypothèses sont sous-tendues par la tendance passée (action syndicale - sous rémunération de certaines catégories d'employés par rapport au marché du travail).

Une autre hypothèse pourrait consister à supposer une amélioration des conditions de travail du personnel posté en adjoignant une équipe supplémentaire aux trois équipes travaillant à un poste du type 3 x 8, afin de passer au système 4 x 6.

La réduction de la durée du travail posté conduirait, compte tenu de la part de l'effectif posté, à un accroissement de l'effectif total, à production constante de 2,1 %, et donc à une diminution supplémentaire de la durée moyenne du travail du même taux.

Cette diminution conduira, suivant la formule :

$$\frac{d\pi}{\pi} (\%) + 0,5 \frac{dH}{H} = 0,89 \frac{dT}{T} + 2,47 \quad (\text{cf page 9})$$

à une augmentation supplémentaire de la productivité du travail de 1,1 %.

En admettant que le salaire mensuel ne soit pas modifié le coût salarial augmenterait de 1 % (2,1-1,1).

L'effet d'une telle mesure sur le coût salarial d'une TK est donc négligeable par rapport à ceux d'une hausse des salaires de 1 ou 2 % par an pendant 15 ans.

Nous ne retiendrons donc que les deux hypothèses relatives à la progression du pouvoir d'achat des salaires horaires (1 ou 2 % de plus que l'ensemble des secteurs), sans modifier les hypothèses du chapitre II concernant la productivité du travail.

- Le prix des produits pétroliers

Nous retiendrons une hypothèse de croissance du prix réel des produits pétroliers raffinés plus forte que celle qui a été prise en compte au chapitre II (+ 1,2 % par an).

En effet, un certain nombre d'études, émanant de différents organismes (Universités, Sociétés Pétrolières, Organisations Internationales, Conférence d'Istanbul), publiées en 1977 et citées par le Commissariat Général du Plan, concordent dans la prévision d'une évolution du prix du pétrole plus brutale que dans l'article de M. JURA (Economie et Statistique Avril 1977).

Cette variante supposera en conséquence une hausse du prix réel des produits pétroliers raffinés de 50 % entre 1976 et 1990, soit une croissance moyenne de 2,9 % par an.

L'effet de ces différentes hypothèses sur le coût total de transport est présenté ci-après.

TABLEAU 38

Coût de transport ferroviaire en
1990 selon les hypothèses retenues
(en F. 1976)

Durée du travail et salaires \ Coût de l'énergie	Hypothèse principale	Hypothèse H
Hypothèse principale	0,2030 (0,2055)	0,2055 (0,2080)
Hypothèse 1	0,2198 (0,2224)	0,2223 (0,2250)
Hypothèse 2	0,2391 (0,2417)	0,2417 (0,2442)

(pour mémoire coût en 1976 : 0,2300 F/TK.).

NB : Les chiffres entre parenthèses sont relatifs à l'hypothèse B de croissance économique, les autres étant relatifs à l'hypothèse A.

Définition des hypothèses

- Hypothèse 1 : augmentation supplémentaire du pouvoir d'achat des salaires horaires de 1 % par an ($s = 4,8 \%$ ou $3,4 \%$ par an, suivant l'hypothèse de croissance économique).
- Hypothèse 2 : augmentation supplémentaire du pouvoir d'achat des salaires horaires de 2 % par an ($s = 5,8 \%$ ou $4,4 \%$ par an).
- Hypothèse H : croissance annuelle du prix des produits pétroliers raffinés de $2,9 \%$ par an, et de l'électricité de $1,2 \%$ par an ($e = 1,5 \%$ par an).

Le coût du transport ferroviaire est bien sûr plus sensible à une augmentation des salaires qu'à une augmentation du coût de l'énergie, étant donné leurs parts respectives dans le coût total : $56,8 \%$ et $3,1 \%$.

III.2. LE TRANSPORT FLUVIAL

La seule hypothèse examinée ici concerne l'évolution du prix des produits pétroliers raffinés (hypothèse H). Son effet sur l'évolution du coût total est le suivant :

TABLEAU 39

Coût total de transport en 1990 (en FF 1976)

Hypothèse principale	0,1309 (0,1294)
<hr/>	
Hypothèse H	0,1339 (0,1326)

(pour mémoire, coût en 1976 = $0,1128 \text{ F/TK}$).

L'effet est faible, du fait de la faible part du coût énergétique dans le coût total $8,0 \%$.

III.3. LE TRANSPORT ROUTIER

Les hypothèses alternatives prises en compte pour ce mode de transport concernent la productivité du travail à travers la durée du travail, le prix de l'énergie et la structure du parc par catégorie de charge utile.

- La productivité du travail, exprimée en T.K/personne, sera supposée subir une modification d'ordre mécanique, du fait d'une réduction importante de la durée moyenne du travail, supposée passer de 48 à 40 h par semaine (- 17 %). Cette hypothèse est censée représenter l'éventualité d'une réglementation plus stricte et mieux contrôlée des temps journaliers de conduite des conducteurs.

On supposera de plus que cette réduction de la durée du travail sera assortie du maintien du pouvoir d'achat des salaires mensuels. Le seul effet de cette mesure sera donc de diminuer la productivité du travail de 17 % environ, sans changer le coefficient s.

L'effet de cette hypothèse sur le coût total est identique à celui d'une hausse supplémentaire du pouvoir d'achat des salaires de 1,3 % par an sans changer la productivité du travail en 1990.

- Le prix de l'énergie sera soumis à l'hypothèse précédemment énoncée : hausse en Francs constants de 50 % entre 1976 et 1990.
- La structure du parc : les gros porteurs seront supposés représentés 85 % de la charge utile totale en 1990 contre 75 % dans l'hypothèse principale.

Le croisement de ces trois hypothèses, avec les hypothèses principales retenues au chapitre II, conduit à des coûts de transport routier présentés aux deux tableaux suivants, qui diffèrent par l'hypothèse retenue quant à la structure du parc.

TABLEAU 40

Coût total du transport routier en 1990 (F/TK) (en F.1976)
75 % de la charge utile totale relative aux plus
 de 17 t de charge utile

Coût de l'énergie Durée du travail	Hypothèse principale	Hypothèse H
Hypothèse principale	0,3634 (0,3610)	0,3761 (0,3737)
Hypothèse 1	0,4028 (0,3993)	0,4155 (0,4120)

(pour mémoire, coût en 1976 : 0,3296 F/TK)

TABLEAU 41

Coût total du transport routier en 1990 (F/TK) (en F.1976)
85 % de la charge utile totale relative
 aux plus de 17 t de C.U.

Coût de l'énergie Durée du travail	Hypothèse principale	Hypothèse H
Hypothèse principale	0,3576 (0,3643)	0,3667 (0,3643)
Hypothèse 1	0,3970 (0,3935)	0,4061 (0,4026)

Définition des hypothèses :

Hypothèse H : $e = 2,9 \%$ par an
 Hypothèse 1 : $\pi_0 = -1,3 \%$ (-17 % en 14 ans)

Il apparaît donc que l'hypothèse concernant la structure du parc n'a qu'une faible influence sur le coût total du transport en 1990: la différence est de l'ordre de 2 %.

Cette hypothèse ne sera donc pas retenue dans la suite : la charge utile relative aux gros porteurs sera supposée être de 75 % de la C.U. totale en 1990.

III.4. SYNTHESE

a - Hypothèses principales

Le tableau suivant illustre l'évolution comparée des coûts de transport des trois modes dans le cadre des hypothèses principales, prises en compte au Chapitre II.

TABLEAU 42

Evolution des coûts de transport des 3 modes

Mode de transport	1976	1990	
		Hypothèse A	Hypothèse B
Transport routier	100	110	110
Transport ferroviaire	100	88	89
Transport fluvial	100	116	115

Ces hypothèses conduisent donc à une croissance du coût réel (en Francs constants) pour tous les modes de transport sauf pour la SNCF. Cette croissance est néanmoins plus forte pour le transport fluvial que pour le transport routier.

L'écart relatif entre la route et le fer s'accroîtra entre 1976 et 1990, alors qu'il diminuera entre la route et l'eau, comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU 43

Evolution comparative des coûts de transport des 3 modes

Rapport des coûts de transport	1976	1990	
		Hypothèse A	Hypothèse B
route/fer	100	125	123
route/eau	100	95	95
fer/eau	100	76	78

b) Les hypothèses alternatives, étudiées au début du présent Chapitre III conduisent à des évolutions plus fortes du coût de chaque mode.

Nous nous intéresserons d'abord aux évolutions comparées du fer et de la route, puis du fer et de l'eau.

- Le fer et la route :

Les couples d'hypothèses retenues dans cette comparaison sont les suivantes :

Hyp. h_0 = hypothèse de base.

Hyp. h_1 = accroissement plus rapide du coût de l'énergie pour les 2 modes.

Hyp. h_2 = accroissement plus rapide du coût de l'énergie pour les 2 modes + accroissement du pouvoir d'achat de 1 % des salariés de la SNCF.

Hyp. h_3 = diminution de la durée du travail des salariés du transport routier + accroissement de 1 % du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF.

Hyp. h_4 = diminution de la durée du travail des salariés du transport routier + accroissement de 2 % du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF.

Hyp. h_5 = diminution de la durée du travail des salariés du transport routier + accroissement plus rapide du coût de l'énergie pour les deux modes.

Hyp. h_6 = diminution de la durée du travail des salariés du transport routier + accroissement de 1 % du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF + accroissement plus rapide des prix de l'énergie pour les 2 modes.

Hyp. h_7 = diminution de la durée du travail des salariés du transport routier + accroissement de 2 % du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF + accroissement plus rapide du coût de l'énergie pour les 2 modes.

Les hypothèses sous-jacentes sont celles qui viennent d'être testées pour chaque mode :

- Energie : $e = + 2,9$ % (gas oil) et 1,5 % (pour SNCF)
- Diminution durée du travail pour les salariés du transport routier : - 1,3 %.

Les résultats sont les suivants :

TABLEAU 44

Rapport coût de transport routier/
coût de transport ferroviaire en 1990 selon
les hypothèses retenues (en indice/1976)

	Hypothèse A	Hypothèse B
h_0	125	123
h_1	128	125
h_2	118	116
h_3	128	125
h_4	118	115
h_5	141	138
h_6	130	128
h_7	120	118

On remarque les phénomènes suivants :

- quelque soit l'hypothèse de croissance économique retenue (A ou B), aucun des ensembles d'hypothèses examinés ne conduit à une diminution de l'écart relatif existant entre ces deux modes de transport.

Au contraire, il semble qu'on observera d'ici à 1990, un élargissement de la différence de coût entre transport routier et transport ferroviaire.

- une hausse supplémentaire du prix de l'énergie défavorise le transport routier plus que le transport ferroviaire (hypothèse h_1) mais la différence reste faible,
- si, de plus, la productivité de la main d'oeuvre diminue de 1,3 % par an dans le seul transport routier, l'écart se creuse très nettement entre les coûts des deux modes (h_5),
- étant donné la différence de structure de coût de ces deux modes en 1990, une hausse supplémentaire de 1,3 % par an du coût salarial dans le transport routier a le même effet relatif sur le coût total qu'une hausse de 1 % du coût salarial du transport ferroviaire. (proximité des hypothèses h_0 et h_3).
- on remarque d'autre part que l'effet d'une hausse marginale du coût de l'énergie (+ 1,7 % par an pour le fuel) sur le rapport des coûts ne peut être annulé que par une hausse générale du coût de la main d'oeuvre de l'ordre de 1,5 % (proximité de l'hypothèse h_0 et de l'hypothèse intermédiaire à h_6 et h_7).

- le fer et l'eau.

Les hypothèses testées concernent d'une part, l'accroissement plus rapide du coût de l'énergie et d'autre part, celle du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF.

Le Tableau 45 présente l'évolution du rapport des coûts de ces deux modes en fonction des hypothèses retenues :

- h'₀ = hypothèse de base
- h'_{1.2.} = accroissement du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF de 1 puis 2 %.
- h'_{3.4.5.} = accroissement plus rapide du coût de l'énergie pour les deux modes + accroissement du pouvoir d'achat des salariés de la SNCF de 0 %, puis 1 %, puis 2 %.

TABLEAU 45

Hypothèse relative au fer	Coût du transport par fer/coût du transport par eau en 1990 indice/1976	
	Hypothèse A	Hypothèse B
h' ₀	76	78
h' ₁	82	84
h' ₂	90	92
h' ₃	75	77
h' ₄	81	83
h' ₅	89	90

On observe ici que l'influence du coût de l'énergie reste faible et que son accroissement ne défavoriserait que très peu de transport fluvial (comparaison des hypothèses h'₀ et h'₃).

On remarque d'autre part qu'il faudrait une hausse supplémentaire du pouvoir d'achat des salaires de la SNCF de l'ordre de 3 % par an pour empêcher une diminution relative de l'écart séparant les coûts de ces deux modes.

ANNEXES

ANNEXE 1

SOURCES UTILISEES

1. TRANSPORT FERROVIAIRE

- Statistiques rétrospectives - Direction des Etudes Générales SNCF - 1976
- Bulletin du C.E.R.C. n° 3/4 - 1970 : "Productivité globale et comptes du surplus à la SNCF"
- Rapports des exercices 1975 et 1976 - SNCF

2. TRANSPORT FLUVIAL

- Statistiques annuelles de l'Office National de la Navigation
- Enquêtes annuelles sur le prix de revient des automoteurs de 38,50 effectuant le transport public de marchandises générales (O.N.N.)
- Enquêtes sur le prix de revient du poussage industriel (1970-1974) - C.E.R.L.I.C. pour la Direction des Transports Terrestres.

3. TRANSPORT ROUTIER

- Enquêtes annuelles sur le prix de revient du transport routier de marchandises - BCEOM pour la Direction des Transports Terrestres
- Dossier SAEI intitulé "Productivité des véhicules de transport routier de marchandises" Septembre 1977
- Enquêtes annuelles d'Entreprises - SAEI
- Bulletins de liaison de l'Union Nationale pour l'Emploi dans l'Industrie et le Commerce (U.N.E.D.I.C.) - Numéros de Septembre depuis 1974
- "Evolution de l'emploi dans le secteur des transports au cours des dix dernières années et prévisions dans le cadre du VIIe Plan". par M. L. DIAZ - A.C.T. pour le S.A.E.I.
- Enquêtes annuelles sur l'utilisation des véhicules de transport routier de marchandises S.A.E.I.

- Enquêtes de structure sur les transports routiers en France - 1967 et 1969 - Les collections de l'INSEE série E.
- "Les Transports en France 1971-1972-1973-1974 - Les collections de l'INSEE Série C.

4. TOUS MODES

- Annuaire statistique de la France - 1976
- Annales statistiques des transports
- Economie et statistiques - Avril 1977
"L'énergie en 1980 - Le pari nucléaire" M. JURA

ANNEXE 2AJUSTEMENTS PRODUCTIVITE DU TRAVAIL -
TRAFIC (SNCF)1. MODELE 1

Ce modèle a été ajusté au niveau sur la période 1960-1976. Les programmes résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	Coefficient	Ecart- type	t	Beta	F	R ²	D.W.
Terme constant	- 80.2242				181.58	0.981	0.27
Trafic	1.9666	0.6266	3.1384	0.4421			
Temps	4.8199	1.2205	3.9491	0.5563			

Au seuil de 5 % pour 17 observations et 3 variables explicatives (terme constant compris) le DW calcul fait apparaître une autocorrélation positive. La relation mise en évidence est donc peu significative. De fait les variables T et t sont fortement corrélées (VAR = 0.931).

2. MODELE 2

Ce modèle a été ajusté sur la variation relative de la productivité en fonction du trafic et de la durée du travail. Les résultats sont présentés ci-dessous.

	Coefficient	Ecart-type	t	Beta	F	R ²	D.W.
Terme constant	2.014				29.2786	0.911	0.84
Trafic	0.9593	0.1307	7.3398	0.8765			
Durée du travail	- 0.8685	0.5498	- 1.5795	-0.1886			

Compte tenu du seuil d'acceptation du DW (0.79 à 5 % avec 17 observations et 3 variables explicatives), l'ajustement apparaît significatif.

3. MODELE 3

Ce modèle est de la forme $T = KT^{\alpha} c^{\alpha t}$

	Coefficient	Ecart-type	t	Beta	F	R ²	DW
Terme constant	0.308				294.1083	0.988	0.34
Trafic	0.97	0.3074	3.155	0.3584			
Temps	0.032	0.056	5.681	0.6454			

Comme dans le modèle 1, la faible valeur du DW laisse penser que la relation n'est pas significative. De fait T et t sont fortement corrélés (VAR = 0.933).