MINISTERE
DES TRAVAUX PUBLICS
ET DES TRANSPORTS

Service
des Affaires Economiques
et Internationales

ETUDE
SUR LES TRANSPORTS RAPIDES DE VOYAGEURS

Octobre 1964

JB.

INTRODUCTION

L'étude confiée au Service des Affaires Economiques et Internationales par le Ministre des Travaux Publics et des Transports sur les transports rapides de voyageurs avait pour but de réunir une information sur la situation actuelle de cette catégorie de transport et d'en tirer des enseignements concernant son développement et notamment celui du transport aérien intérieur. Elle n'avait bien entendu pas l'ambition, dans un premier stade du moins, de traiter la question dans tous ses détails et elle est ainsi restée à un niveau assez global ; seuls les transports sur les grands axes et sur quelques axes secondaires ont été individualisés.

Une définition exacte de la clientèle concernée n'étant pas facile à donner, il a tout d'abord fallu délimiter, de manière plus précise, les secteurs sur lesquels porterait l'étude. Le champ d'application de celle-ci comprend exclusivement le transport aérien strictement intérieur et le domaine moins précis du transport ferroviaire susceptible de présenter une alternative avec le voyage par avion, c'est-à-dire l'ensemble des trains rapides à longue ou moyenne distance, des rames Trans Europe Express et Grands Parcours et de certains trains de nuit.

Pour essayer de définir l'état de concurrence entre deux modes de transport et d'apporter des éléments sur son développement ultérieur, il convient d'étudier d'abord la demande globale pour le trafic considéré puis ensuite la répartition entre les deux moyens envisagés. Dans la phase actuelle de l'étude, l'analyse de l'évolution probable du transport aérien intérieur a été menée à son terme. Cette première approche qui constitue la première partie de cette note et qui a été effectuée à partir de l'évolution passée sera complétée par l'établissement de prévisions sur la ré-

...

partition de la demande globale entre le rail et l'air. Le choix entre ces deux modes de transport se fait en fonction de plusieurs critères les uns objectifs et donc accessibles, ce sont les tarifs et les temps de parcours ; les autres plus subjectifs sont basés sur le confort, la commodité, la ponctualité sans oublier la sécurité. L'analyse plus détaillée de la répartition du trafic, en tenant compte de ces derniers critères, fait l'objet d'une étude qui viendra compléter les résultats du présent rapport.

Dans une deuxième partie sont analysés les prix de revient des deux modes de transport tels qu'ils se présentent à l'heure actuelle en tenant compte non seulement des dépenses d'exploitation mais également des charges d'infrastructure qui leur sont imputables. Si la part d'exploitation ne pose pas de problèmes particuliers, les dépenses occasionnées par l'utilisation d'une infrastructure sont traitées de manière à pouvoir établir une comparaison valable entre le train et l'avion ; pour le premier, un calcul, très schématique, d'ailleurs, a été exécuté et pour le second il a été tenu compte de ces dépenses forfaitairement par la prise en considération des taxes et redevances aéroportuaires. Par ailleurs, une modulation de ces prix de revient a été abordée en essayant de distinguer une période de pointe et une période de creux notamment en ce qui concerne le transport aérien.

Enfin une synthèse de ces résultats a été présentée dans la conclusion en comparant d'abord les facteurs objectifs issus de la deuxième partie puis en indiquant les options qui se dégagent de l'ensemble de l'étude.

Ière PARTIE

PREVISION DE TRAFIC PASSAGERS EN FRANCE SUR LES LIAISONS AERIENNES INTERIEURES

L'étude des voyages aériens sur les lignes intérieures peut être abordée par deux voies différentes.

La première, la plus simple, mais peut-être la moins satisfaisante consiste à chercher par la seule analyse des voyages aériens passés et actuels, les éléments qui permettent d'apprécier l'évolution future probable.

La seconde, plus ambitieuse, consiste à analyser l'ensemble des voyages susceptibles d'être faits par la voie aérienne, donc à analyser l'ensemble des voyages rapides de personnes, que ces voyages soient faits par avion, train ou automobile, pour en dégager les éléments qui déterminent la décision de voyager et le choix du moyen de transport.

La présente étude relève de la première approche. Elle a été conçue comme une première étape qui doit être complétée et vérifiée par l'analyse des éléments de concurrence qui seront dégagés des enquêtes faites récemment auprès des voyageurs par air et par fer.

1. METHODE

1.1. La méthode utilisée a consisté à rechercher par une analyse a priori, les éléments qui pouvaient avoir une influence sur l'intensité des voyages aériens entre deux régions. Plusieurs modèles ont déjà été essayés, notamment aux Etats-Unis, pour expliciter cette dépendance. Tous font intervenir des éléments ponctuels qui précisent l'importance des agglomérations (population, nombre d'emplois, etc...), ainsi que l'effet de la distance qui sépare les agglomérations (distance,

coût du transport, durée du voyage, etc...) ; certains modèles prennent en compte la qualité de la liaison en introduisant, par exemple, un facteur qui dépend de la fréquence des vols ; d'autres prennent en compte les facilités offertes par les moyens de transport concurrents, par exemple, en introduisant un coefficient qui dépend du rapport des temps de parcours sur la liaison par terre et par air.

Le modèle retenu ici est l'un des plus simples parmi ceux qui ont été utilisés. Il est apparu que les améliorations apportées par la prise en compte des fréquences des vols ou de la nature des moyens concurrents, n'étaient pas très significatives. Il consiste à faire dépendre le trafic Tij entre les régions i et j, des populations Pi et Pj de ces 2 régions et de la distance d qui les sépare, par la formule :

$$T_{ij} = \frac{K \sqrt{P_i \; P_j}}{d}$$

T_{ij} est le trafic entre les 2 agglomérations pendant une année

P_i et P_j sont les nombres d'habitants des agglomérations telles qu'elles sont définies par l'I.N.S.E.E.

Habituellement dans les formules de ce type, le trafic n'est pas proportionnel à l'inverse de la puissance 1 de la distance, mais à l'inverse d'une puissance plus élevée (1,5 ou 2). Des calculs complémentaires seront entrepris pour voir s'il est possible d'améliorer l'interprétation des voyages aériens en prenant un autre exposant pour la distance : il est cependant probable que là aussi l'amélioration ne soit pas très significative, car en fait, les lignes aériennes auxquelles on s'intéresse, en FRANCE, correspondent à des étapes qui se situent dans une tranche de distances assez homogènes, à l'intérieur de laquelle une fonction puissance de la distance ne variera pas notablement.

1.2 - Il est vite apparu, en cours d'étude, que ces modèles pouvaient, dans une certaine mesure, refléter un régime où le transport aérien avait atteint une certaine maturité encore que la croissance du trafic, même sur les lignes anciennes soit plus que proportionnelle à celle de la population ; il est certain cependant que ce n'était pas du tout le cas du transport aérien intérieur en FRANCE où les lignes, dans leur majorité, ont été crées il y a quelques années seulement.

...

Il a fallu s'intéresser tout particulièrement au rythme de développement d'une ligne dans sa phase de jeunesse. En effet, les taux de croissance sont tels qu'il n'est pas possible, en extrapolant même pour les 4 ou 5 années à venir, d'obtenir une estimation du trafic sans l'assortir d'une fourchette dont l'ouverture enlève toute valeur opérationnelle à la prévision. On a pensé que le taux de développement du trafic sur une ligne devait décroître à mesure que la ligne se rapprochait d'un état de maturité, c'est-à-dire à mesure que le coefficient K se rapprochait de la valeur limite qu'il doit avoir sur les liaisons où le trafic aérien a atteint un niveau de développement "normal".

On reviendra, dans les conclusions, sur la signification qu'il convient d'attacher à "ce niveau normal de développement" du transport aérien sur une ligne.

Une bonne corrélation a été trouvée entre le taux de croissance du trafic et le coefficient K correspondant pour l'ensemble des lignes aériennes intérieures. Cette constatation nous a permis, par intégration, d'estimer l'évolution normale d'une ligne en fonction du temps. La loi d'évolution ainsi trouvée a été utilisée pour prévoir le trafic de chacune des lignes intérieures qui existent actuellement. Elle a été prolongée jusqu'à ce que le taux de croissance du trafic atteigne une valeur de 12 %. On a estimé qu'au-delà de ce taux de croissance, l'évolution des années précédentes ne devait pas se poursuivre au même rythme, puisque des lignes très anciennes aux ETATS-UNIS, par exemple, présentent encore aujourd'hui des taux de croissance de l'ordre de 12 %. Pour estimer le trafic en 1970, on a simplement supposé que le taux de croissance resterait limité inférieurement à 12 %. D'ailleurs le choix de cette valeur du taux de croissance délimitant le premier stade de développement n'entraîne pas de conséquences très importantes pour le trafic de 1970. En effet, pour la plupart des lignes, à l'exception de quelques-unes qui ont été étudiées indépendamment, l'année où l'évolution caractérisant la phase de jeunesse s'arrête, n'est pas très éloignée de 1970.

1.3 - Le modèle construit, comme il est dit au paragraphe précédent, permet ensuite d'estimer quel pourrait être le rythme de développement du trafic aérien sur des lignes nouvelles qui seraient ouvertes en FRANCE. La connaissance des populations des agglomérations à desservir permet d'estimer la valeur du trafic à partir de laquelle l'évolution se ferait suivant le "trend" général. L'analyse des rythmes de croissance des lignes intérieures déjà ouvertes permet ensuite d'estimer la durée de la phase de jeunesse des lignes nouvelles qui pourraient être crées.

2 - APPLICATION

2.1 - Lignes au départ de PARIS

L'étude de la relation entre K et τ (taux de croissance) a été faite à partir des statistiques des lignes au départ de PARIS.

Les nombres de passagers, (total des 2 sens) sont donnés au tableau I ci-après :

TABLEAU I

Statistiques du nombre de passagers ayant emprunté quelques lignes intérieures françaises au départ et à l'arrivée à Paris

Liaison de Paris à ..	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
BORDEAUX	4 854	6 184	5 243	5 535	8 117	10 642	19 341	36 686
LYON	14 925	15 824	9 852	1 152	1 646	22 963	42 840	72 678
TOULOUSE	13 327	19 016	17 892	9 783	16 393	28 973	40 912	52 619
NIMES	-	-	-	-	-	2 240	12 345	15 251
NANTES	20	-	68	-	88	250	1 144	3 214
CLERMONT	6	7	44	-	6	1 435	7 440	9 372
BREST	-	-	10	-	4	5 112	7 429	9 375
MULHOUSE	2 224	5 990	6 447	6 270	7 759	7 369	12 593	19 882
STRASBOURG	-	8	4 375	3 786	7 164	8 149	9 811	16 881
MARSEILLE	48 725	58 636	61 203	56 575	67 142	88 121	105 581	156 626
NICE	63 788	76 524	87 687	102 037	124 307	155 969	195 546	238 215
AJACCIO	3 697	5 093	6 908	9 428	13 570	17 089	24 542	31 438
BASTIA	3 005	4 291	7 447	10 275	15 662	17 805	24 179	28 394
TOTAL ...	154 571	191 573	207 176	204 841	261 858	366 117	503 703	690 631

Source : Statistiques Aéroport de Paris

...

Il est précisé que ces statistiques de trafic recouvrent le trafic total au départ et à l'arrivée à PARIS, c'est-à-dire le trafic acheminé par AIR INTER et également par les autres compagnies aériennes.

2.2 - RELATION TROUVEE ENTRE K et τ

Pour certaines lignes, nous avons pu considérer deux périodes distinctes ce qui a permis d'obtenir deux couples de valeurs (K, τ) pour chacune d'elles. Les valeurs de K sont obtenues à partir de la formule :

$$T_{ij} = \frac{K \sqrt[\tau]{Pi\ Pj}}{d}$$

en prenant pour Tij le trafic du milieu de la période considérée. (Le trafic est exprimé en milliers de passagers, la distance en Km., les populations en milliers d'habitants).

TABLEAU II

Valeurs de K et τ retenues

Lignes	Période considérée	K	en %
PARIS-BORDEAUX	1959 - 1963	3,37	67,3
" LYON n° 1	1959 - 1961	0,49	532,5
" LYON n° 2	1961 - 1963	5,94	80,2
" TOULOUSE n° 1	1959 - 1961	6,38	72,3
" TOULOUSE n° 2	1961 - 1963	15,18	34,8
" NIMES	1961 - 1963	5,49	74,9
" NANTES	1962 - 1963	0,42	184,9
" CLERMONT	1961 - 1963	1,58	118,9
" BREST	1961 - 1963	3,49	33,3
" MULHOUSE	1961 - 1963	2,42	61,4
" STRASBOURG	1959 - 1963	2,10	34,0
" MARSEILLE	1959 - 1963	22,80	27,5
" NICE	1956 - 1963	53,26	20,4
" AJACCIO	1956 - 1963	17,85	35,2
" BASTIA n° 1	1956 - 1960	9,88	50,3
" BASTIA n° 2	1960 - 1963	29,78	21,3

NOTA - Ces données sont représentées sur le graphique n° 1 sur lequel on a porté les valeurs de log K en fonction de τ .

...

L'ajustement trouvé entre log K et τ ne porte que sur les points entourés d'un petit cercle. Il permet de tirer une loi d'évolution du trafic qui est de la forme :

$$\text{Log } T = \frac{-b}{e^{a(x-xo)}} + c$$

$x-x_o$ mesurant l'intervalle de temps.

Voir en annexe les calculs d'ajustement et la valeur des constantes a, b, c.

Cette relation montre que, pour chaque ligne, le niveau de saturation correspondrait à la valeur de la constante c.

Cependant, comme cela a été précisé plus haut, cette loi d'évolution n'a été retenue comme valable que jusqu'à une limite inférieure de τ (valeur retenue 12 %).

3 - APPLICATION DE LA FORMULE POUR LA PREVISION

Les lignes étudiées ont été regroupées en 3 catégories :

1ère catégorie	PARIS-BORDEAUX " LYON " TOULOUSE " NIMES " NANTES " CLERMONT
2ème catégorie	PARIS-BREST " MULHOUSE " STRASBOURG
3ème catégorie	PARIS-MARSEILLE " NICE " AJACCIO " BASTIA

Ce regroupement résulte des observations suivantes :

Pour la première catégorie, les couples de valeurs (log K, τ) ont servi à l'ajustement effectué et la loi d'évolution du trafic s'applique facilement.

La deuxième catégorie correspond aux lignes pour lesquelles les points (log K, τ) n'ont pas été retenus pour l'ajustement. Pour ces lignes, on a admis que les points représentatifs de (log K, τ) devaient se déplacer parallèlement à la droite d'ajustement trouvée. On a donc conservé la pente de la droite, mais non la valeur de l'ordonnée à l'origine.

...

Pour les lignes de la troisième catégorie, qui sont déjà plus anciennes, l'utilisation de la loi log T s'est révélée difficile. En pratique, les courbes d'évolution du trafic de ces lignes ont été prolongées jusqu'en 1970 en retenant 2 hypothèses de taux de croissance constant qui sont les suivantes :

	Hypothèses	
	faible	forte
PARIS-MARSEILLE	20 %	25 %
" NICE	10 %	15 %
" BASTIA	10 %	15 %
" AJACCIO	15 %	20 %

Ces taux retenus tiennent compte de l'évolution du trafic sur ces liaisons au cours des dernières années.

Une courbe type représentant l'évolution de log T en fonction du temps est donnée sur le graphique 2 ci-après. L'emploi du papier semi-logarithmique permet de coter directement les ordonnées en nombres de trafic.

Pour chacune des lignes de la 1ère et 2ème catégorie une telle courbe a été tracée. A partir de la date à laquelle le taux de croissance devient égal à 12 %, cette courbe est prolongée par une droite (taux de croissance constant jusqu'en 1970).

Pour la troisième catégorie, la prévision a été établie comme il est indiqué ci-dessus.

Les dates auxquelles le taux de 12 % est atteint sont les suivantes :

Liaisons	Date où le taux de 12 % est atteint	
PARIS-CLERMONT	1968	1ère catégorie
" NANTES	1970/1971	
" NIMES	1967/1968	
" TOULOUSE	1965/1966	
" LYON	1967/1968	
" BORDEAUX	1966/1967	
PARIS-STRASBOURG	1967	2ème catégorie
" BREST	1964/1965	
" MULHOUSE	1966/1967	

...

L'ensemble des résultats prévus est donné au Tableau III ci-après et représenté sur le graphique n° 3.

TABLEAU III

PREVISION DU TRAFIC AERIEN DE PASSAGERS SUR CERTAINES LIGNES INTERIEURES AU DEPART DE PARIS

(Nombre de passagers en milliers, 2 sens réunis)

Liaisons	Obs.	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
PARIS-BORDEAUX		51	64	74	84	94	105	120
LYON		112	155	192	221	252	284	320
TOULOUSE		74	87	99	111	125	140	156
NIMES		27	36	45	52	59	66	74
NANTES		10	26	49	77	105	131	152
CLERMONT		36	57	76	97	113	127	143
TOTAL I		310	425	535	642	748	853	665
PARIS-BREST		11	13	14	16	18	20	22
MULHOUSE		27	34	40	45	51	57	64
STRASBOURG		23	29	34	38	43	48	54
TOTAL II		61	76	88	99	112	125	140
PARIS-MARSEILLE	(fort	195	245	310	370	470	590	739
	(faible	190	220	270	320	380	460	555
PARIS-NICE	(fort	270	310	355	410	470	540	625
	(faible	260	280	310	340	375	415	458
PARIS-AJACCIO	(fort	37	44	53	64	76	92	113
	(faible	35	41	47	54	64	73	84
PARIS-BASTIA	(fort	32	37	43	49	56	65	74
	(faible	31	34	38	42	46	50	55
TOTAL III	(fort	534	636	761	893	1.072	1.287	1.551
	(faible	516	575	665	756	865	998	1.152
TOTAL GENERAL	(fort	905	1.137	1.384	1.634	1.932	2.265	2.656
	(faible	887	1.076	1.288	1.497	1.725	1.976	2.257

...

4 - PREVISION DE TRAFIC POUR L'ENSEMBLE DES LIGNES TOUCHANT PARIS ET POUR LES LIGNES RELIANT DEUX VILLES DE PROVINCE

Estimation, dans ces trafics prévus, de la part acheminée par AIR INTER.

4.1 - Lignes touchant PARIS

Les lignes sur lesquelles la méthode de prévision a été appliquée représentent depuis 1955, environ 95 % du trafic total (voir tableau IV ci-après).

TABLEAU IV

...

TABLEAU IV

		1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Ier Cat.	Trafic	9.986	33.132	41.031	33.099	16.470	26.250	66.503	124.022	189.820
	% par rap. à l'ensemble	9,1	20,7	20,9	14,7	7,7	9,4	17,1	23,5	26,2
IIème Cat.	Trafic	1.758	2.224	5.998	10.832	10.056	14.927	20.630	29.833	46.138
	%	1,6	1,4	3,1	4,8	4,7	5,4	5,3	5,6	6,4
IIIème Cat.	Trafic	94.136	119.215	144.544	163.245	178.315	220.681	278.984	349.848	454.673
	%	85,5	74,4	73,7	72,8	82,9	79,1	71,8	66,2	62,7
I + II + III	Trafic	105.880	154.571	191.573	207.176	204.841	261.858	366.117	503.703	690.631
	%	96,2	96,5	97,7	92,3	95,3	93,9	94,2	95,3	95,3
Ensemble des lignes au départ de Paris		110.000	160.129	196.168	224.379	214.990	278.882	388.781	728.906	724.667

... ...

Sur ces liaisons étudiées nous avons calculé la part du trafic acheminé par AIR INTER en 1963. Puis, nous avons estimé ces pourcentages en 1970. Le problème de la variation de ce pourcentage se pose essentiellement pour les lignes du Sud-Est (3ème catégorie). Nous avons estimé que cette part devait très nettement augmenter sur la ligne PARIS-MARSEILLE et rester pratiquement nulle sur les trois autres relations (NICE + CORSE). L'évolution récente du nombre de vols pour chaque compagnie semble l'indiquer.

TABLEAU V

POURCENTAGE DU TRAFIC AIR INTER SUR LES LIGNES ETUDIEES

	1963	1970
PARIS - BORDEAUX	70,86 %	80 %
" BREST	92,01	100
" CLERMONT	90,11	100
" LYON	97,15	100
" MULHOUSE	32,49	40
" NANTES	84,10	100
" NIMES	90,70	100
" STRASBOURG	89,53	95
" TOULOUSE	86,01	95
" MARSEILLE	15,51	80
" NICE	0	0
" AJACCIO	0	0
" BASTIA	0	0

D'après les prévisions faites pour chaque ligne, ces pourcentages estimés pour 1970, permettent de calculer le trafic AIR INTER et celui des autres compagnies. Ces résultats apparaissent au tableau VI.

...

TABLEAU VI

PREVISION DE TRAFIC PASSAGERS EN 1970

TRAFIC INTERIEUR ACHEMINE PAR AIR INTER ET LES AUTRES COMPAGNIES SUR LES LIAISONS ETUDIEES

(Nombre de trafic en milliers de passagers, 2 sens réunis)

LIAISONS	% AIR INTER 1970	HYPOTHESE FORTE			HYPOTHESE FAIBLE		
		Trafic AIR INTER	Trafic Autres Cies	Total	Trafic AIR INTER	Trafic Autres Cies	Total
PARIS-BORDEAUX	80	96	24	120	96	24	120
" BREST	100	22	0	22	22	0	22
" CLERMONT	100	143	0	143	143	0	143
" LYON	100	320	0	320	320	0	320
" MULHOUSE	40	26	38	64	26	38	64
" NANTES	100	152	0	152	152	0	152
" NIMES	100	74	0	74	74	0	74
" STRASBOURG	95	51	3	54	51	3	54
" TOULOUSE	95	148	8	156	148	8	156
" MARSEILLE	80	591	148	739	444	111	555
" NICE	0	0	625	625	0	458	458
" AJACCIO	0	0	113	113	0	84	84
" BASTIA	0	0	74	74	0	55	55
		1 623	1 033	2 656	1 476	781	2 257

Pour les liaisons étudiées, le trafic en 1970 devrait donc se répartir ainsi :

TABLEAU VII
(en milliers de passagers)

Liaisons étudiées au départ de PARIS	AIR INTER	Autres Cies	TOTAL
Hypothèse faible	1 476	781	2 257
Hypothèse forte	1 623	1 033	2 656

...

Comme nous l'avons montré plus haut, les lignes étudiées ne correspondent en 1963 qu'à 95 % du trafic total des lignes intérieures au départ de PARIS.

Nous faisons l'hypothèse que ces lignes représenteront en 1970 le même pourcentage (95 %) du total général et que, par ailleurs, les 5 % restants seront acheminés entièrement par AIR INTER. (Les 5 % sont constitués essentiellement de lignes secondaires ou de lignes saisonnières).

Pour 1970, on aurait donc :

TABLEAU VIII

(en milliers de passagers)

Lignes non étudiées, au départ de PARIS	AIR INTER	Autres Cies	TOTAL
Hypothèse faible	119	0	119
Hypothèse forte	140	0	140

Par conséquent, pour toutes les lignes au départ de Paris, le trafic de passagers en 1970 doit être :

TABLEAU IX

(en milliers de passagers)

Toutes lignes au départ de PARIS	AIR INTER	Autres Cies	TOTAL
Hypothèse faible	1 595	781	2 376
Hypothèse forte	1 763	1 033	2 796

Pour 1965, une estimation globale du trafic passagers a été faite. Elle porte sur le total, sans distinguer la part d'AIR INTER et des autres compagnies.

La méthode de prévision a consisté à comparer la courbe d'évolution du trafic au départ de Paris obtenue jusqu'en 1970, à celle du trafic intérieur du Port de NEW-YORK.

Il s'agit d'assimiler les rythmes d'évolution, et l'emploi du papier semi-logarithmique permet d'utiliser une méthode graphique.

Les résultats sont les suivants :

TRAFIC TOTAL PASSAGERS DES LIGNES AU DEPART DE PARIS

(en milliers de passagers, 2 sens réunis)

	1975
Hypothèse faible	3 950
Hypothèse forte	4 800

En résumé, les trafics prévus de passagers sur les lignes au départ de PARIS, de 1964 à 1975 sont les suivants :

(en milliers de passagers, 2 sens réunis)

TABLEAU X

...

TABLEAU X -

Années	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Hypothèse faible	934	1133	1356	1576	1816	2080	2376	2680	3000	3300	3600	3900
% annuel d'augmentation	28,8	21,3	19,6	16,2	15,2	14,5	14,2	12,7	11,9	10,0	9,0	8,3
Hypothèse forte	953	1197	1457	1730	2034	2384	2796	3180	3600	4000	4400	4800
% annuel d'augmentation	31,4	25,6	21,7	18,7	17,5	17,2	17,2	13,7	13,2	11,1	10,0	9,0

Voir graphique N° 4

4.2. - Lignes entre villes de Province

Le trafic total sur les lignes reliant 2 villes de province a atteint en 1963, environ 70 000 passagers.

Parmi ces liaisons, la majorité a un caractère saisonnier et le trafic total qui leur correspond est faible (environ 12 % du total).

Par contre, quelques lignes ouvertes toute l'année représentent 88 % du trafic en 1963. Ce sont :

LILLE-LYON
LILLE-NICE
LYON-MARSEILLE
LYON-MULHOUSE
LYON-NANTES
LYON-NICE
LYON-NIMES

Le modèle exploité pour les liaisons au départ de Paris, a été appliqué à ces lignes. Ceci permet d'avoir une estimation pour 1970 du trafic correspondant.

Les valeurs obtenues sont les suivantes :

(en milliers de passagers)

Relations	1970
LILLE-LYON	58
LILLE-NICE	25
LYON-MARSEILLE	138
" MULHOUSE	53
" NANTES	46
" NICE	86
" NIMES	45
TOTAL ...	451

En tenant compte des lignes saisonnières, on peut estimer le trafic total entre villes de province à environ 500 000 passagers en 1970.

...

Ce trafic étant acheminé en totalité par AIR INTER.

Cette prévision a été faite pour les lignes qui sont actuellement exploitées. Il est évident qu'elle doit être corrigée, pour tenir compte éventuellement, de l'ouverture ou de la fermeture de lignes.

A titre d'exemple, nous avons tenté d'estimer le potentiel de trafic sur deux liaisons possibles :

LYON-TOULOUSE
LYON-BORDEAUX

Le modèle a été appliqué ainsi. Le niveau de saturation théorique est déterminé par c de la formule :

$$\log T = \frac{-b}{e^{a(x-xo)}} + c$$

A partir de ce niveau, la courbe type (graphique 2) a été ajustée.

En raisonnant comme pour les lignes au départ de Paris, nous l'avons considérée comme valable jusqu'à la limite de = 12 %. Ceci permet de mesurer la durée de la croissance rapide de la ligne (jeunesse) entre le moment où le trafic "existe" (au moins 1 000 passagers) jusqu'à ce que le taux de 12 % soit atteint.

Pour les deux lignes considérées, cette durée de jeunesse est de l'ordre de 7 à 8 ans. Les trafics atteints alors sont :

LYON-TOULOUSE : 53 000
LYON-BORDEAUX : 47 000

4.3. - <u>Trafic total intérieur français</u>

Sans tenir compte des lignes qui pourraient être ouvertes avant 1970 (entre villes de province en particulier) le trafic total intérieur prévu est le suivant en 1970 :

(en milliers de passagers, 2 sens réunis)

Trafic total intérieur	AIR INTER	Autres Cies	TOTAL
Hypothèse faible	2 095	781	2 876
Hypothèse forte	2 263	1 033	3 296

...

Ce trafic correspond à toutes les lignes au départ de Paris (CORSE y compris) et aux lignes entre villes de Province.

Il ne comprend pas le trafic des lignes entre villes de Province et CORSE.

o

o o

La présente étude conclut à un développement probablement très rapide du trafic aérien intérieur en FRANCE, d'ici 1970. L'analyse faite repose uniquement sur l'étude des caractères du trafic aérien. Il est important de se poser la question de savoir si le niveau de trafic auquel on arrive à l'horizon 1970, est compatible avec le nombre total des voyages qui seront faits à cette époque, en FRANCE. Ceci est l'objet des études actuellement en cours. Les indications, d'ores et déjà disponibles, font penser que les chiffres estimés pour le trafic aérien sont tout à fait compatibles avec l'activité des autres moyens de transport, car ils représenteront encore en 1970, un pourcentage faible des voyages rapides à longue distance, en FRANCE.

Il est certain cependant, que la prévision de trafic faite ci-dessus, reflète une évolution moyenne qui implique que les conditions de concurrence entre moyens de transport existant actuellement se maintiennent pendant les prochaines années. Ceci suppose que les compagnies aériennes présentent assez de mordant pour assurer tout le trafic qui demandera à utiliser l'avion, et que, par contre, les pouvoirs publics veillent à ce que les chemins de fer ne développent pas une activité excessive pour conserver tout le trafic qu'ils assurent actuellement.

IIème PARTIE

PRIX DE REVIENT DES DEUX MODES DE TRANSPORTS

CHAPITRE I - PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT PAR TRAIN RAPIDE.

L'étude du prix de revient du transport par chemin de fer se décompose en deux parties. En dehors du Coût d'exploitation des différentes catégories de trains intéressés, il convient en effet de tenir compte des sujètions entraînées par le passage de ces rames sur l'infrastructure. C'est ce qui sera fait tout d'abord.

Section I - COUT D'UTILISATION DE L'INFRASTRUCTURE PAR LES TRAINS RAPIDES.

L'infrastructure d'une voie ferrée est en partie conditionnée par la vitesse maximum des trains qui l'empruntent. Toutefois, dans la plupart des cas qui intéressent cette étude sur le coût d'utilisation de l'infrastructure des trains rapides de voyageurs, ce facteur n'intervient pas : il ne doit être pris en compte que si l'on envisage un accroissement de la vitesse sur le parcours considéré. Quelques éléments seront donnés à ce sujet dans cette note.

Si l'on se place alors dans une situation donnée de l'infrastructure, le passage d'un train rapide provoque deux effets distincts : d'une part il entraîne des dépenses d'entretien et de surveillance, d'autre part il crée une perturbation dans la circulation des trains lents, obligeant ces derniers à se garer ou à passer par un autre itinéraire.

Il y a également lieu, pour compléter l'étude, de considérer le problème du coût de développement des gares parisiennes. La saturation de leurs installations apparaît en effet déjà aux périodes de pointe.

I - Dépenses provoquées par un accroissement de la vitesse maximum admise sur le parcours considéré :

Le problème se pose de façons différentes lorsqu'il s'agit de relever la vitesse maximum des trains rapides qui circulent sur la section, (on appelle train rapide un train qui circule à la vitesse de 120 km/h au moins), et lorsqu'il s'agit de créer sur le parcours un service de voyageurs à grande vitesse.

./...

1°- Relèvement de la vitesse sur une ligne du type PARIS-LYON.

Il est certain que la vitesse peut être relevée de façon sensible sur certains tronçons sans dépenses exagérées, mais cet accroissement ne se traduirait pas par des gains sensibles sur le temps de parcours.

Pour passer à une vitesse commerciale de l'ordre de 200 km/h il faudrait envisager la construction d'une nouvelle ligne PARIS-DIJON. L'étude n'a été faite que sur la section DIJON-LYON et uniquement en rase campagne (les sections DIJON-GEVREY et SAINT-GERMAIN-au-MONT d'OR - LYON sont exclues du montant total, la dernière section en particulier entraînerait des dépenses bien supérieures en raison du prix des terrains et de la morphologie accidentée de la région). Le coût des travaux serait de 700 à 800 millions de F. pour 160 kilomètres, soit presque 5 millions de F. par kilomètre.

La construction d'une ligne semblable au Japon (TOKAIDO) a été réalisée pour la somme de 5,4 millions de F. au kilomètre. Pour l'instant une telle construction semble exclue en France.

2°- Création de liaisons à grande vitesse (plus de 120 kilomètres/heure) sur des itinéraires où la vitesse est limitée actuellement.

Lorsque la ligne ne peut supporter que des vitesses de l'ordre de 100 kilomètres/heure, le relèvement de ce maximum nécessite des travaux pouvant se rattacher aux quatre catégories suivantes :

- aménagement de certaines courbes pour en augmenter le rayon;

- révision du surhaussement de chaque courbe (le surhaussement de chaque courbe est directement lié à la vitesse maximum afin d'assurer un confort minimum pour les voyageurs);

- déplacement des dispositifs d'annonce à certains passages à niveau afin de garantir le délai minimum d'annonce réglementaire qui provient évidemment du train le plus rapide;

- retouche à l'installation des signaux (nécessité de signaux plus rapprochés, signaux d'avertissement et éventuellement signaux à préavertissement).

./...

Le coût de ces remaniements est, bien entendu, essentiellement fonction de la ligne; il peut devenir considérable pour les lignes sinueuses dans certains tronçons et par là même n'être plus justifié. Nous donnons ci-après un exemple récent sur les relations RENNES-BREST et RENNES-QUIMPER :

Le tableau des relèvements prévus est le suivant :

Sections	Longueur de la section (km)	Vitesse limite initiale (km/h)	Vitesse limite finale (km/h).
RENNES - ST-BRIEUC	101	120	130
ST-BRIEUC-PLOUVARA	11	120	120
PLOUVARA-GUIMILIAU	96	110/120	120
GUIMILIAU-BREST	40	100	110
RENNES-PLECHATEL	31	100/120	130
PLECHATEL - REDON	41	100	120
REDON - LORIENT	108	100/120	130
LORIENT - QUIMPER	67	100/120	120

Le coût total des travaux s'élève à 3,5 millions de F., soit à 7.250 F. par kilomètre. Ce chiffre est très faible mais il aurait été beaucoup plus élevé si on avait voulu relever la vitesse uniformément à 130 kilomètres/heure par exemple.

II - Les dépenses d'entretien et de surveillance.

Un train rapide peut circuler sur des lignes diversement équipées; le tableau ci-après indique dans quelques cas particuliers les dépenses annuelles d'entretien et de surveillance au kilomètre de ligne et les dépenses ramenées au train-kilomètre de capacité.

./...

Equipement des lignes	Dépense annuelle en F par km	Capacité annuelle en trains	Dépenses au train kilomètre
Régulée commande centralisée. 1 voie Diesel	28.225	30.000	0,94 F
Régulée commande centralisée. 1 voie électrique (25 KV)	31.020	30.000	1,05 F
Régulée block automatique lumineux diesel (2 voies)	48.775	100.000	0,49 F
Régulée block automatique lumineux électrique (25 KV) 2 voies.	54.990	100.000	0,55 F

Les capacités annuelles pratiques, en nombre de trains, sont évaluées à partir des capacités théoriques journalières en nombre de marches pour ces diverses catégories de lignes, soit, respectivement, 240 pour les deux premières catégories et 480 pour les deux dernières.

III - Coût résultant de l'occupation de l'infrastructure en pleine voie.

Le fait, pour un train rapide, de se déplacer à une vitesse supérieure à celle des autres circulations, entraîne des pertes provenant soit du garage des trains de marchandises, soit du détournement de ces mêmes trains ou, éventuellement, l'obligation de construire une seconde ou une troisième voie. Cette dernière possibilité sera exclue pour l'instant (cela revient à dire qu'il est considéré comme plus rationnel de procéder au détournement par un autre itinéraire).

L'étude de ces pertes est assez délicate; elle dépend essentiellement des cas envisagés. Pour essayer de clarifier les choses, nous adopterons initialement un point de vue assez théorique en considérant une ligne saturée parcourue par des trains lents, à une vitesse V1, et par des rapides à une vitesse V2 ; la distance entre les garages est d i et la longueur des garages est e .

./...

Un calcul préalable montre que la perte résultant du garage d'un train de marchandises est assez faible; en effet il se décompose en excluant les coûts provenant de l'infrastructure :

- en mise à la disposition d'une locomotive électrique ..... 25 F. à l'heure
- en mise à la disposition du matériel remorqué ..... 28 F. à l'heure
- en dépense du personnel de conduite ..... 40 F. à l'heure

Soit au total, environ ..... 100 F. à l'heure.

Les garages sont espacés de 10 km environ en général, le train doit se garer pendant 6 minutes pour le passage d'un train rapide; cela correspond donc à une perte de 10 F. par garage.

L'espacement des garages joue un rôle fondamental dans l'étude; trois cas sont à envisager :

1°- la distance d_i est telle que la batterie d'omnibus n'est pas perturbée par l'arrêt au garage i ; c'est-à-dire que le train rapide franchit la distance $l + d_i$ pendant que le train de marchandises franchit la distance $l + d_i - 6$ (2 trains omnibus se suivent à une distance de 6 km) :

$$\frac{l + d_i}{V_2} = \frac{l + d_i - 6}{V_1}$$

soit :

$$d_i = \frac{6\ V_2}{V_2 - V_1} - l = d_o$$

dans ce cas la perte est égale à la somme du coût du retard de 6 minutes et du coût du détournement de 0,5 train omnibus.

2°- La distance d_i est trop petite $d_i < d_o$: l'étude par le calcul est alors assez compliquée et montre que le terme principal est alors le même que dans le cas précédent

3°- La distance d_i est trop grande $d_i > d_o$: dans cette éventualité, en plus de la perte provoquée par le retard, comme dans le premier cas, s'ajoute le détournement d'une fraction de train de marchandises égale à :

$$\frac{d_i - d_o}{6} \times \frac{V_2 - V_1}{V_2}$$

./...

On peut, à partir de là, pour une ligne donnée, calculer, dans le cas d'un trafic saturant, les dommages provoqués par le passage d'un ou de plusieurs trains rapides. Nous donnerons un exemple chiffré pour la ligne PARIS-LYON.

IV - Coût de développement d'une grande gare.

Le problème de la saturation d'une gare de voyageurs ne peut se poser que dans quelques cas particuliers. L'exemple le plus caractéristique est celui de la gare de PARIS-LYON. Aux périodes de pointe la capacité de la gare est dépassée et le départ d'un certain nombre de trains est reporté à PARIS-AUSTERLITZ. Il convient donc d'évaluer le coût d'extension d'une gare parisienne. Une étude approfondie va être engagée à ce sujet dans le cadre du problème du trafic de pointe sur les grandes lignes de voyageurs au départ de PARIS. Il ne s'agit ici que de l'évaluation d'un ordre de grandeur. On peut considérer que la création d'un quai supplémentaire comprenant deux voies et assurant ainsi le mouvement de 14 trains supplémentaires par jour, coûterait environ 20 millions de F. Cela correspondrait à un coût de développement de 320 F. par train.

L'évaluation grossière de 20 millions de F. se décompose en :

	milliers de francs
Terrains (12.000 m2)	18.000
Quai (5.000 m2)	340
Voie	300
Abri de quai	430
Hall	1.000
TOTAL :	20.100

V - Application à la ligne PARIS-LYON.

On cherche ici à évaluer le coût d'utilisation de l'infrastructure dans le cas d'un diagramme de circulation saturé par des trains de marchandises, dans lequel on fait passer une batterie de un, deux, trois ou quatre trains rapides.

Seuls les tronçons à deux voies non banalisées provoquent des pertes en première approximation, c'est-à-dire : St-FLORENTIN - Les LAUMES et GEVREY- SAINT-GERMAIN au MONT d'OR.

./...

1°- Passage d'un train rapide seul.

Les volumes des paramètres V_1 , V_2 et l sont :

V_1 = 50 kilomètres/heure

V_2 = 120 kilomètres/heure

l = 750 mètres

On a alors :

d_o = 9,55 kilomètres.

Nombre de garages : 26

Nombre de garages tels que $d_i > d_o$: 9 $\sum (d_i - d_o) = 29,9$ km

Nombre de circulations supprimées du fait de ces garages 2,9

Retard total apporté aux omnibus ... 3 heures.

Perte :

- due au détournement ..... 3,4 x 1.400 F = 4.750 F.
- due au retard ..... 3 x 100 F = 300 F.

Dépenses d'entretien et de surveillance ..... 0,55 x 500 F = 275 F.

Coût de développement de la gare PARIS-LYON ..... 320 F.

Total : 5.645 F.

Soit au train-kilomètre ..... 11 F.
au voyageur/km (430 voyag.) 2,55 cent.

2°- Passage d'une batterie de trains rapides.

Il suffit alors d'ajouter :

- les dépenses d'entretien et de surveillance presque à chaque train,
- le détournement de 0,5 train omnibus par train,
- le coût de développement de la gare parisienne.

./...

Les résultats sont les suivants :

Nombre de trains	Perte totale en francs	Perte par train en francs	Perte par voyageur/kilomètre. en centimes
1	5.645	5.645	2,6
2	7.240	3.620	1,68
3	8.835	2.945	1,36
4	10.430	2.608	1,25
Coût du train supplémentaire		1.600	0,75

(Ces chiffres n'étant valables que sur la ligne PARIS - LYON.)

Section II - COUTS D'EXPLOITATION DES TRANSPORTS RAPIDES DE VOYAGEURS PAR CHEMIN DE FER.

Le but de l'étude est une comparaison du coût du transport par fer et du coût du transport par air. Il convient donc de n'envisager pour le fer que les moyens de transport comparables au confort et à la rapidité de l'air, c'est-à-dire les trains rapides, et dans cette catégorie :

- le transport en première classe,
- le transport en couchettes de première classe,
- l'utilisation des wagons-lits.

./...

Les prix seront indiqués en francs de 1963.

Pour les dépenses de personnel, le taux des charges patronales actuel de 68 % est réduit à 56 % pour tenir compte des charges anormales (prise en compte des services militaires pour la carrière des agents, antériorité du régime des retraites S.N.C.F., etc...).

Les coûts d'exploitation peuvent se décomposer en :

A. Dépenses de circulation,

B. Dépenses terminales des gares,

C. Coût du matériel à voyageurs : entretien et charges d'intérêt et d'amortissement,

D. Taxes, impôts sur les recettes, indemnités pour accidents et incidents.

I - Les coûts élémentaires en traction électrique.

La décomposition précédente est reprise point par point dans le cas de la traction électrique qui est le cas le plus répandu en ce qui concerne les trains rapides.

I.1. Dépenses de circulation.

I.1.1. Mouvement : Les dépenses moyennes de mouvement au kilomètre de ligne après majoration pour dépenses générales de gares, frais généraux et dépenses d'infrastructure des bâtiments sont de 17.700 Francs.

I.1.2. Accompagnement : Le personnel d'accompagnement comprend 2 contrôleurs. La durée moyenne du travail est de 2.047 heures par an. La dépense pour ce personnel est de 41.750 Francs, soit 20,4 Francs par heure y compris une majoration de 15,5 % pour les frais généraux.

Dans le cas d'une vitesse commerciale de 100 kilomètres à l'heure, le parcours moyen horaire des agents d'accompagnement est de 50 kilomètres, soit une dépense de 0,408 franc par train-kilomètre.

I.1.3. Conduite et service des dépôts : Les éléments de base (parcours horaire moyen, nombre d'heures de travail) sont identiques. Avec les frais généraux de 39 %, la dépense est de 0,594 franc au train-kilomètre.

./...

Les dépenses d'infrastructure des dépôts sont difficiles à répartir. Elles comprennent l'entretien et les charges d'amortissement. Il est possible de les évaluer à 0,089 Franc au train-kilomètre pour une locomotive électrique de vitesse.

I.1.4. Energie de traction : La consommation d'un train rapide de 800 tonnes en énergie électrique de traction est en moyenne, sur Paris-Nice, de 21,6 kilowatt-heure par kilomètre (consommation comptée à l'entrée haute-tension des sous stations).

Le prix d'achat à l'Electricité de France est de 6,45 centimes par kilowatt/heure; la dépense au train kilomètre s'élève donc, après majoration pour frais généraux de 12,2 %, à 1,565 Franc au kilomètre.

I.1.5. Entretien et graissage : Pour les deux types de locomotives électriques intéressant l'étude, c'est-à-dire les B.B. 9.200 et B.B. 25.200 , en tenant compte des majorations pour frais de transport en service des matériaux, charges d'approvisionnement, charges d'infrastructure des ateliers de réparations et frais généraux.

Les dépenses au véhicule-kilomètre sont de :

0,382 Franc pour les B.B. 9.200
0,479 Franc pour les B.B. 25.200

I.1.6. Charges d'intérêt et d'amortissement

	B.B. 9.200	B.B. 25.200
Prix d'achat au 1er Mai 1963	1,734 M.F.	1,960 M.F.
Durée de vie	20 ans	20 ans
Charge annuelle d'intérêts et d'amortissement au taux de 7%	163.000 F.	185.000 F.

Pour les locomotives électriques circulant à grande vitesse, la durée de vie économique a été estimée à 20 ans. Ce chiffre traduit un phénomène d'obsolescence : la durée de vie physique de ce matériel est largement supérieure à 20 ans.

./...

Le parcours moyen annuel peut être évalué en tenant compte de certains renforcements saisonniers à 300.000 kilomètres sur la ligne PARIS-LYON (B.B. 9.200) et à 200.000 kilomètres sur la liaison NICE-MARSEILLE (B.B. 25.200).

Finalement, les coûts à la locomotive-kilomètre sont :

B.B. 9.200 0,545 Franc
B.B. 25.200 0,925 Franc

I.1.7. Récapitulation : Finalement la somme de ces éléments relatifs à la traction s'élève, par kilomètre, à :

Dépenses en Francs	B.B. 9.200	B.B. 25.200
Mouvement	0,328	0,328
Accompagnement	0,408	0,408
Conduite	0,683	0,683
Energie	1,565	1,565
Entretien	0,382	0,579
Amortissement	0,545	0,925
TOTAL	3,813	4,388

I.2. Dépenses terminales des gares.

I.2.1. Manoeuvres de formation des trains : Les dépenses relatives à la formation des trains sont connues par gare à partir de l'étude générale des prix de revient de l'exercice 1959.

Elles sont décomposées en dépenses de personnel et en dépenses de manoeuvre par locomotive. Pour les gares intéressant l'itinéraire PARIS-LYON, on a les chiffres suivants :

./...

	Paris - Lyon	Lyon-Perrache	Marseille Saint-Charles	Nice - Ville
Personnel	116,3	45,1	22,0	28,1
Manoeuvres	133,9	28,8	17,3	47,4
TOTAL	250,2	73,9	39,3	75,5

I.2.2. Délivrance et contrôle des billets - location des places.

I.2.2.1. Délivrance des billets dans les gares : les dépenses de délivrance et de contrôle des billets dans les gares, compte tenu de la majoration pour les dépenses générales de gare, frais généraux et charges d'infrastructure des gares, sont évaluées à 3,7 francs par voyageur.

I.2.2.2. Délivrance des billets par des agences de voyages : dans ce cas, les dépenses restant à la charge des gares peuvent être évaluées à 1,85 francs.

La commission des agences de voyages s'élève à 6 % du montant du prix du billet. Il n'en sera tenu compte qu'ultérieurement.

I.2.2.3. Oreillers, couvertures : La dépense, y compris les 15,5 % de frais généraux, s'élève à 2,1 francs par voyageur.

I.2.2.4. Garnissage des couchettes : Y compris les majorations pour dépenses générales de gare, frais généraux et charges d'infrastructure, la dépense est de 13 Francs par voiture.

I.2.3. Matériel roulant.

I.2.3.1. Entretien et graissage : D'après les prix de revient kilométriques du matériel à voyageurs de la région Sud-Est en 1962, les dépenses d'entretien et de graissage des voitures modernes type D.E.V., à revêtement en acier ordinaire, étaient de :

./...

- 0,254 franc par kilomètre pour les voitures couchettes de 1ère classe dont le parcours moyen annuel était de 178.000 kilomètres;

- 0,318 Franc par kilomètre pour les voitures de 1ère classe ordinaire pour un parcours moyen annuel de 170.000 kilomètres.

En tenant compte des majorations pour transport en service, charges d'approvisionnement, charges d'infrastructure des ateliers et frais généraux, ces chiffres deviennent 0,330 Franc pour les voitures couchettes et 0,450 Franc pour les voitures de 1ère classe.

Pour les wagons-restaurants, la dépense est de 0,347 Franc par voiture au kilomètre.

I.2.3.2. Charges d'intérêt et d'amortissement : Les éléments du calcul sont donnés dans le tableau qui suit; il contient également la récapitulation des dépenses de matériel roulant.

Type de voiture	Voiture couchette A8 - C8	Type Mistral prix 1964	1ère classe A. 9	Fourgon	Wagons-restaurant
Prix d'achat au 1er Mai 1963 en Milliers de francs	500	700	468	221	700
Durée d'amortissement prise en compte	20 ans	20 ans	20 ans	20ans	20 ans
Charges annuelles d'intérêt et d'amortissement au taux de 7 %	46.000	65.500	43.500	20.600	65.500
Soit à la voiture-kilomètre, en F.	0,26	0,33	0,26	0,14	0,44
Entretien à la voiture/km, en F. ...	0,33	0,45	0,45	0,20	0,35
Total à la voiture-kilomètre, en F.	0,59	0,78	0,71	0,34	0,79

./...

Le kilométrage moyen de parcours a été pris égal à 178.000 kilomètres pour les voitures A.9 , 170.000 pour les voitures A.8 , 200.000 pour les voitures type Mistral et 150.000 pour les wagons-restaurants.

I.2.4. Taxes - Impôts et indemnités pour accidents

I.2.4.1. Taxes et impôts sur les recettes :

I.2.4.1.1. Taxe sur les prestations de service : Elle est de 8,5 % des recettes du trafic, majorées des versements de l'Etat au titre de l'article 20 bis et des indemnités compensatrices (article 18).

I.2.4.1.2. Droit de timbre : 0,50 F. pour une recette de 50 à 100 Francs; 0,25 F. en sus par tranche de 100 Francs.

I.2.4.2. Indemnités pour accidents et incidents : En 1963, les indemnités prévues à ce titre étaient de 2,15 millions de francs pour 38,2 milliards de voyageurs/kilomètres soit de 0,065 F. pour 1.000 voyageurs/kilomètres, y compris les frais généraux.

II - Les rames Diesel.

Les éléments différents concernant les rames T.E.E. ou R.G.P. ont trait à la traction et au matériel roulant :

II.1. Amortissement et intérêt : Le tableau suivant donne les éléments du calcul.

Type de matériel	Rame TEE	Remorque TEE	Rame RGP	Remorque RGP
Prix neuf en millions/F..	1,44	0,72	1,28	0,63
Durée d'amortissement prise en compte	15 ans	20 ans	15 ans	20 ans
Annuité en millions/F. ..	0,148	0,067	0,132	0,059
Parcours moyen annuel en kilomètres.....	202.000	226.000	127.000	155.000
Charges kilométriques en Francs.....	0,73	0,30	1,04	0,38

./...

II.2. Entretien, graissage, énergie, conduite :
Les prix de revient correspondants par kilomètre sont donnés en francs :

	Entretien	conduite	Energie graissage	Total	Total + récapitulation
Rame T.E.E.	1,365	0,51	0,15	2,1	2,83
Remorque T.E.E. .	0,645	-	0,03	0,675	0,975
Rame R.G.P.	1,180	0,415	0,244	1,85	2,89
Remorque R.G.P. .	0,630	-	0,027	0,66	1,04

III - Coûts élémentaires des wagons-lits "Spécial" sur les relations Paris-Marseille et Paris-Nice.

Les voitures étudiées sont des wagons-lits type "Spécial" de 47 tonnes en charge, offrant 20 places couchées. Le coefficient de remplissage est de l'ordre de 0,70 . Les dépenses peuvent se décomposer en deux parties.

III.1. Dépenses au voyageur transporté, indépendantes du degré d'occupation de la voiture (en F.)

	Paris-Marseille	Paris-Nice
Délivrance et contrôle des billets. Location des places	11,8	14,2
Taxes et impôts sur les recettes	15,8	19,0
Indemnités pour accidents et incidents	0,1	0,1
Frais fixes supportés par la C.T.W.L.	3,4	3,4
TOTAL	31,1	36,7

./...

III.2. Dépenses en fonction de l'occupation des places.

III.2.1. Circulation et manoeuvres terminales : Comme au I.

III.2.2. Matériel à voyager : Les dépenses par voiture sont données ci-dessous pour un voyage (en F.).

	Paris-Marseille	Paris-Nice
Visite et graissage entretien	19	24
Dépenses à la charge de la C.I.W.L.	687	713
TOTAL ..	706	737

Section III - APPLICATIONS AU CALCUL DE PRIX DE REVIENT SUR DES RELATIONS PARTICULIERES.

Ces applications appellent plusieurs remarques :

1°- Elles ont été prises comme exemple et ne correspondent pas toujours à des relations effectives; certaines données manquaient en effet pour raisonner sur des relations réelles.

2°- Le calcul de l'assiette sur laquelle doivent s'appliquer les taxes, impôts, redevances proportionnelles à la recette pose un problème délicat; deux optiques peuvent être envisagées : soit le prix de revient calculé est considéré comme la base d'une tarification et, dans ce cas, les pourcentages sont appliqués sur ce tarif; soit les tarifs actuels sont pris en compte pour ce calcul. Les deux résultats seront donnés ici.

3°- On ajoutera au prix de revient d'exploitation obtenu le coût provenant de l'utilisation, par les trains rapides, de l'infrastructure, coût qui provient d'une étude annexe dont les résultats seront rappelés au fur et à mesure.

Les relations considérées seront : Paris-Lyon-Marseille-Nice, Paris-Strasbourg, Nantes-Lyon.

./...

III.1 - Paris-Lyon.

III.1.1. Rame type Mistral : La distance est 512 kilomètres. Les divers éléments à ajouter sont :

Frais de gare	324 F.
Traction	1.950 F.
Matériel à voyageurs (16 wagons)	6.400 F.
Wagon-restaurant	405 F.
Fourgon	174 F.
Total ...	9.353 F.
Coût d'utilisation de l'infrastructure.	4.500 F.
Total général	13.854 F.

Pour le coût d'utilisation de l'infrastructure, le chiffre pris est intermédiaire entre celui correspondant au passage d'un train rapide seul et celui correspondant au passage d'une batterie de deux trains. En effet, le Mistral est, sur Paris-Lyon, accompagné par le T.E.E. "Cisalpin" de Paris à Dijon.

Ce chiffre correspond, suivant le coefficient de remplissage du train, à un pris de revient suivant le critère adopté pour l'assiette des pourcentages sur les recettes.

k =	0,50	0,60	0,70	0,80
Prix de revient technique	31,8 F	26,5 F	22,9 F	19,9 F
Assiette "prix de revient" prix total ...	37,3 F	32,3 F	28,3 F	25,5 F
Assiette "tarif actuel"	43,- F	37,8 F	34,2 F	30,4 F

III.1.2. Train rapide ordinaire : La seule modification concernant l'exploitation à apporter provient des voitures. Elle correspond à une réduction de 574 Francs sur le parcours, soit à un total de 8.455 Francs. Pour le coût provenant de l'utilisation de l'infrastructure, il semble raisonnable de considérer le chiffre correspondant à une batterie de deux trains, soit 3.620 F.

./...

Les résultats sont alors, pour un voyageur :

k =	0,50	0,60	0,70	0,80
Prix de revient technique	28,3 F	23,7 F	20,3 F	17,8 F
Prix total assiette "prix de revient" ...	34,7 F	29,7 F	26,0 F	23,3 F
Prix total assiette "tarif actuel"	39,8 F	35,2 F	31,8 F	29,3 F

III.2. Paris-Marseille-Nice*

III.2.1. Train rapide type Mistral : Il convient d'ajouter aux résultats du III.1.1., le prix de revient des trajets Lyon-Marseille et Marseille-Nice dont les distances sont 351 kilomètres et 225 kilomètres.

	Lyon-Marseille	Marseille-Nice
Traction	1.330 F.	995 F.
Frais de gares	40 F.	76 F.
Matériel à voyageurs ...	4.380 F.	2.810 F.
Wagon-restaurant	280 F.	177 F.
Fourgon	120 F.	76 F.
Total	6.150 F.	4.134 F.
Coût d'utilisation de l'infrastructure	1.800 F.	550 F.
Total général	6.950 F.	4.684 F.

Le coût d'utilisation de l'infrastructure a été évalué dans ce cas en prenant le coût sur Paris-Lyon pour un train supplémentaire, en omettant la part "coût de développement d'une grande gare parisienne". Cela n'est donc qu'un ordre de grandeur. Une étude plus approfondoe serait nécessaire pour confirmer ce chiffre.

./...

* en supposant la ligne électrifiée jusqu'à Nice.

Les résultats sont alors, en Francs, en supposant le billet pris sur Paris-Lyon.

k =	0,50		0,60		0,70		0,80	
	Lyon-Marseille	Marseille Nice	Lyon-Marseille	Marseille Nice	Lyon-Marseille	Marseille Nice	Lyon-Marseille	Marseille Nice
Prix de revient technique	16,2 F	10,6 F	13,5 F	8,8 F	11,6 F	7,5 F	10,2 F	6,6 F
Prix de revient total "assiette prix de revient" (1)	17,5 F	11,5 F	14,6 F	9,55	12,6 F	8,1 F	11,1 F	7,15
Prix de revient total "assiette tarif actuel" (2)	20,4 F	13,1 F	17,7 F	10,9 F	15,8 F	9,6 F	14,4 F	8,7 F

Les prix de revient total sur Paris-Marseille et Paris-Nice sont aussi, en Francs :

k =	0,50		0,60		0,70		0,80	
	Paris-Marseille	Paris-Nice	Paris-Marseille	Paris-Nice	Paris-Marseille	Paris-Nice	Paris-Marseille	Paris-Nice
Assiette (1)	54,8 F	66,3 F	46,9 F	56,5 F	41 F	49,1 F	36,6 F	43,75
Assiette (2)	63,4 F	76,5 F	55,5 F	66,4 F	50 F	59,6 F	34,8 F	43,5 F

./...

III.2.2. Train-couchettes, wagons-lits type phocéen: Pour un train composé de 16 voitures dont 5 voitures-couchettes 1ère classe et 5 voitures-lits type "Spécial", les éléments sont, en francs :

	Couchettes		Wagons-lits	
	Paris-Marseille	Paris-Nice	Paris-Marseille	Paris-Nice
Dépenses de gare	116	140	116	140
Traction	730	1.180	730	1.180
Matériel à voyageurs	2.595	3.265	3.520	3.660
Fourgon	94	118	94	118
Total	3.535	4.703	4.460	5.098

Ce qui conduit à un prix de revient par voyageur et en francs, en prenant comme assiette les tarifs actuels :

k =	0,5	0,6	0,7	0,8
Couchettes 1ère classe				
Paris-Marseille	65,7 F	58,9 F	53,7 F	47,7 F
Paris-Nice	84,2 F	75,1 F	67,3 F	62,0 F
Wagons-lits				
Paris-Marseille	120 F	105 F	95 F	87 F
Paris-Nice	138,7 F	122 F	110 F	101 F

./...

III.3. Paris-Strasbourg par rame T.E.E. : La distance est de 504 kilomètres.

Les éléments sont les suivants :

Dépenses de gares	200 F
Traction	1.425 F
Contrôle	210 F
Total	1.835 F
Coût d'utilisation de l'infrastructure (évaluation)	600 F
Total général	2.435 F

Finalement, on obtient, en prenant l'assiette tarifaire actuelle, au voyageur et en francs :

k	0,5	0,6	0,7	0,8
Prix de revient technique	61,0 F	50,5 F	43,5 F	38,0 F
Prix de revient total	72,5 F	62,0 F	55,0 F	49,5 F

III.4. Nantes-Lyon par rame RGP : La distance est de 1.060 kilomètres. Les différents éléments sont :

Dépenses de gares	130 F
Traction	3.060 F
Contrôle	420 F
Total	3.580 F.
Coût d'utilisation de l'infrastructure (pour mémoire).	-
Total général	3.580 F.

Finalement, il vient :

k	0,5	0,6	0,7	0,8
Prix de revient kilométrique	89,5 F	74,5 F	64 F	56 F
Prix de revient total	101,5 F	88,5 F	86 F	78 F

CHAPITRE II

PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT AERIEN INTERIEUR

D ans ce chapitre on analysera le prix de revient d'un transport aérien court courrier par divers types d'appareils : Viscount 708, biréacteur léger et Caravelle III. Il faut noter qu'en ce qui concerne le biréacteur léger qu'il ne s'agit que d'éléments prévisionnels ; il convient donc d'attribuer aux résultats correspondant à cet appareil une certaine marge d'incertitude.

Deux catégories de coût seront examinées :

- le coût moyen obtenu par des procédés classiques comprenant les dépenses fixes et les dépenses dépendant du nombre d'heures de vol et du nombre de vols assurés,

- le coût partiel d'exploitation correspondant au coût réel de vol supplémentaire. Le premier pourrait servir de base à la tarification ordinaire et le second à une tarification réduite pour les heures creuses.

Les éléments qui ont servi à l'établissement de cette note ont été fournis par la Compagnie Air Inter et par la compagnie Air France. Ils ont pour base la situation en juin 1964.

Le coût d'un transport aérien peut être décomposé en quatre parties :

- les dépenses de personnel navigant de la compagnie,

- le traitement du passager entre la ville et l'aéroport

- le prix de revient proprement dit de l'utilisation de l'appareil qui comprend les dépenses d'exploitation et éventuellement (pour le coût moyen) l'amortissement,

- les dépenses d'utilisation par l'appareil des différents services entraînés par sa présence sur l'aéroport et dans l'espace aérien.

Le second poste qui est identique pour chaque appareil ne sera pas étudié ici.

...

Chapitre I - Prix de revient de transport par VISCOUNT 708 -

Les éléments des calculs seront d'abord donnés. Ils serviront ensuite à former les prix de revient dont il est question ci-dessus - pour quelques relations caractéristiques.

I - I - Les éléments de base :

I - I - I - Les dépenses de personnel

Pour cet appareil, il y a en général quatre personnes à bord : le commandant de bord, le second pilote, le chef de cabine et une hôtesse. Parfois, également, des stagiaires pilotes ou hôtesses font partie du personnel de bord.

Le salaire de chacun se décompose en :

1°) un salaire fixe mensuel,
2°) une prime de fonction,
3°) une prime proportionnelle au nombre d'heures de vol de bloc à bloc. (on entend par ce terme, la durée qui sépare le moment où l'avion roule par ses propres moyens et celui où il s'immobilise au parking),

4°) une prime mensuelle d'habillement qui s'élève à 58 F pour le personnel navigant technique et à 20 F pour le personnel navigant commercial,

5°) une indemnité de déplacement qui comprend exclusivement le repas (19 F) car le logement à l'hôtel est réglé directement par la compagnie,

6°) une prime de transport (12 F par courrier) qui recouvre les dépenses qu'occasionnent pour le personnel l'éloignement l'Orly du centre de Paris - Cette prime n'est versée qu'une fois par jour,

7°) une prime de fin d'année égale à un mois de salaire en entendant par ce terme la somme du premier et du troisième postes.

Il convient d'ajouter à ces éléments que touche effectivement le personnel les divers avantages dont il jouit et les autres dépenses de personnel de la compagnie. :

1°) les charges sociales : elles sont calculées sur la somme des trois premiers postes et du dernier et sont variables avec le salaire :

26 % pour les commandants de bord,
28 % pour les seconds pilotes,
42 % pour les hôtesses.

2°) les frais d'hôtel s'élèvent à 4.000 F environ par night stop et par mois soit 160 F par vol.

3°) Les frais de location de voiture pour le transport du personnel dans les villes de provinces (20 F par jour)

4°) les frais d'habillement du personnel :

- personnel navigant commercial 1.300 F par an
- personnel navigant technique 1.200 F pour la première mise d'équipement.

...

5°) formation du personnel : elle peut être estimée à 50 F par heure de vol

Le tableau suivant donne le chiffre moyen pour chaque élément et pour chaque catégorie de personnel.

	Fixe mensuel	Prime par heure de vol	Prime de fonction	Salaire moyen par mois	Charges sociales moyennes par mois
Commandants de bord	1.675	44	220	5.313	1.180
Co-pilote	945	32,6	-	3.479	845
Chef de cabine	705	7,45	80	1.670	7
Hôtesse	573	5,85			702

Le coût par personnel en fonction du nombre p de vol et du nombre n d'heures de vol s'élève donc par mois à :

2.614 + 25 p + 60 n pour les commandants de bord
1.378 + 25 p + 45,5 n pour les co pilotes
1.326 + 25 p + 11,5 n pour les chefs de cabines
1.005 + 25 p + 9,2 n pour les hôtesses

Au total pour un équipage, on obtient :

6.323 + 120 p + 176,2 n

Il faut noter pour finir que les heures supplémentaires sont dues à partir de 85 heures, le taux étant de 25 %.

Pour un vol, il vient deux chiffres :

1/ <u>coût partiel</u> 120 + 126,5 n pour un vol normal,
270 + 126,5 n pour un vol night stop.

2/ <u>coût moyen</u> (en prenant une durée totale de vol de 60 heures par mois pour chaque personnel).

120 + 282 n pour un vol normal,
270 + 282 n pour un night stop.

<u>NOTE</u> :

Un vol night stop est un vol pour lequel l'avion reste la nuit dans une ville de province.

I - 1 - 2 - Coût d'exploitation de l'avion

I - 1-2-1 - Charges d'amortissement

Le prix moyen d'achat d'un Viscount 708 (moyenne sur les 10 appareils acquis par Air Inter entre 1962 et 1964) 1,4 Millions de francs. Il convient d'y ajouter le stock de pièces de rechange soit 0,520 Millions de francs. La durée de vie prévisible est de 5 ans avec une valeur résiduelle nulle. De plus des équipements complémentaires ont été nécessaires. Si on évalue la durée d'utilisation à 1.600 heures, ce qui correspond à ce qui se passe actuellement, on obtient alors une charge d'amortissement par heure de vol avec le taux d'intérêt de 7 %.

Charge annuelle : 0,535 Millions de francs
Charge horaire : 334 Francs

I - 1-2-2 - Entretien

Il y a deux catégories d'entretien, le petit qui comprend les visites T1, T2 (visite bloc) et le grand dit "grande visite". Les premiers étaient facturés par Air France à la compagnie Air-Inter forfaitairement 455 Francs l'heure de vol. Depuis le premier septembre 1964, Air Inter eut 480 F à la charge complète et leur coût est de 480 F.

La grande visite qui a lieu toutes les 3.400 Heures coûte 340.000 Francs soit 105 Francs à l'heure de vol.

I - 1-2-3 - Carburant

Le prix moyen du carburant à l'heure de vol a été en 1963 de 240,46 F. Ce prix s'entend compte tenu d'un remboursement partiel des taxes (processus décrit au chapitre III).

La longueur des étapes semble avoir peu d'influence sur ce prix pour un avion à turbines. La consommation supplémentaire nécessaire au décollage était à peu près compensée par la descente.

I - 1-2-4 - Assurances

Les primes d'assurances sont calculées à l'années ; elles sont de trois types :

a) polices d'assurances des appareils basées sur la valeur déclarée de ceux-ci,

b) polices de responsabilité civile passagers basées sur le nombre de sièges de l'avion,

c) polices de responsabilité civile non passagers faisant l'objet d'une prime fixe par appareil.

...

Pour un appareil et à l'heure de vol (dans l'hypothèse d'une durée annuelle de vol de 1.600 heures), le montant moyen s'élève à 67 F.

Dans le même ordre d'idées, le coût du contrôle Veritas est forfaitairement égal à 8 Francs par heure de vol.

I - 1-2-5 - Récapitulation

Au total, le prix de revient moyen technique d'une heure de vol est :

- amortissement	334 F
- entretien	580 F
- combustible	250 F
- assurances + Véritas	75 F
	1.239 F

Le prix de revient partiel peut-être considéré comme étant égal au prix de revient moyen diminué des charges d'intérêt comprises dans l'amortissement des avions et additionné d'une partie des charges d'amortissement c'est-à-dire à 1.100 Francs.

I - 1 - 3 - Coût d'utilisation de l'appareil :

Par ce terme, il convient de rappeler qu'il faut entendre toutes les dépenses engendrées par le vol en dehors de celles mentionnées dans les paragraphes précédents et des dépenses provenant de la vente des passages : ce sont :

1°) Les taxes d'aérodromes : elles comprennent :

- les taxes d'atterrissage,
- les taxes de balisage,
- les taxes de stationnement (le stationnement est en moyenne de 5 heures).

Les deux dernières ont une signification claire ; la première correspond aux opérations d'aide à l'approche, à l'atterrissage et au décollage de l'appareil.

Pour les différents aéroports français elles sont données par le tableau suivant :

...

ESCALES	ATTERRISSSAGE		BALISAGE	STATIONNEMENT
BIARRITZ	26 T 28 T	79,00 97,80	15,00	0,20 par tonne/heure
BORDEAUX	26 T 28 T	79,00 97,80	45,00	0,15 "
CLERMONT-FERRAND	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,15 "
LILLE	26 T 28 T	79,00 97,80	45,00	,05 "
LOURDES	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,15 "
LYON	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,10 "
MARSEILLE	26 T 28 T	79,00 97,80	45,00	0,20 "
MULHOUSE	26 T 28 T	121,50	35,00	0,20 "
NICE	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,20 "
NIMES	26 T 28 T	79,00 97,80	45,00	0,20 "
PAU	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,20 "
PERPIGNAN	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,20 "
STRASBOURG	26 T 28 T	79,00 97,80	45,00	0,20 "
TOULOUSE	26 T 28 T	79,00 97,80	30,00	0,15 "
PARIS	26 T 28 T	79,00 97,80	45,00	0,20 "

.../...

2°) Prix des touchées :

On entend par touchée l'ensemble des services suivants :

1°) Service de piste : - opérations techniques d'escale
- nettoyage de l'avion,
- chargement et déchargement

2°) Opérations commerciales et administratives :

- services généraux (préparation du vol),
- opérations de trafic concernant :
  - les passagers,
  - les bagages,
  - le fret,
  - la piste.

Ils sont donnés pour chaque aérodrome du territoire métropolitain par le tableau suivant :

ESCALE	Tarif V. 708 de touchée (au 1er juin 1963)
BIARRITZ	220 F
BORDEAUX	275 F
CLERMONT-FERRAND	250 F
DINARD	241,50 F
LILLE	300 F
LOURDES/TARBES	242 F
LYON	275 F
MARSEILLE	275 F
MULHOUSE	275 F
NICE	275 F
NIMES	350 F
PAU	200 F
PERPIGNAN	250 F
STRASBOURG	275 F
TOULOUSE	275 F
VICHY	250 F
PARIS	331 F

Ces tarifs sont ceux pratiqués à l'heure actuelle ; toutefois il semble d'après la consistance même du trafic intérieur qui présente à l'aéroport de Paris au moins une pointe très accusée qu'une modulation devrait intervenir, présentant une diminution et une augmentation sur le tarif actuel de 20 % environ soit pour l'aéroport de Paris, 275 Francs et 400 Francs.

...

I - 1 - 4 - Divers : à ces dépenses, il convient d'ajouter

1°) les frais des services à bord :

- petit déjeuner	2,15 F
- rafraîchissement	1,50 F
- collation	7,50 F

2°) la taxe sur les prestations de service :

elle est de 9,5 % sur le prix du billet

3°) la commission des agences :

elle est de 10 % sur le prix du billet

4°) les frais de vente des billets :

ils sont de 10 % du prix du billet sur lequel est ristourné 7 % aux agences lorsque la vente se fait par leur intermédiaire

5°) Frais généraux

Ils sont estimés à 15 %

I - 2 - Récapitulation :

Il est possible de donner maintenant une formule donnant le prix de revient d'un vol non compris les éléments I - 1-3 et I - 1-4 en fonction du nombre n d'heures de vol :

Le prix moyen P est :

$P = 120 \text{ (ou } 270) + 1.740\ n$

Le coût d'un vol supplémentaire P' est :

$P' = 120 \text{ (ou } 270) + 1.430\ n$

I - 3 - Prix de revient d'un vol sur certaines relations :

Il est donné plusieurs prix de revient par relation.

Le prix de revient technique du vol normal et celui du vol supplémentaire et les mêmes y compris la partie non spécifiquement technique.

...

les éléments I - 4 2 et 3 (T.P.S. et commission des agences)

	Durée du vol aller retour	Vol normal		Vol supplémentaire	
		Prix de revient technique	Prix de revient complet	Prix de revient technique	Prix de revient complet
Paris-Bordeaux	2,83	5.795	6.930	5.000	6.000
Paris-Clermont-Ferrand	2,23	4.915	5.880	4.090	4.900
Paris-Lyon	2,33	5.110	6.150	4.265	5.150
Paris-Mulhouse	2,42	5.275	6.350	4.400	5.300
Paris Strasbourg	2,33	5.135	6.200	4.290	5.160
Paris Toulouse	3,33	6.860	8.300	5.695	6.850
Lyon-Lille	3,00	6.190	7.450	5.270	6.360
Lyon-Nice	2,00	4.370	5.270	3.740	4.500

Pour quelques unes de ces relations, le tableau suivant donne le prix au voyageur aller simple en vol normal suivant certaines hypothèses de remplissage de l'avion. A titre indicatif il est donné le coefficient de remplissage actuel et le prix du billet correspondant :

...

K1	0,5		0,75		1	
Relations	Pointe	Creux	Pointe	Creux	Pointe	Creux
Paris-Bordeaux	109	94,5	72,5	63	54,5	47,1
Paris-Clermont-Ferrand	93	77,4	62	51,6	46,5	38,7
Paris-Lyon	97	81,4	64,6	54,4	48,5	40,7
Paris-Mulhouse	100	83,5	66,6	55,5	30	41,7
Paris-Strasbourg	98	81,5	65,4	54,5	49	40,7
Paris-Toulouse	131	108	103	72	75,5	54
Lyon-Lille	98	84	65,5	56	49	42
Lyon-Nice	69	59,4	46	40	34,5	30

Les coefficients de remplissage étaient en 1963 de 0,7 sur Paris-Lyon et de 0,8 sur Paris-Toulouse.

Pour terminer, le tableau comparatif suivant donne les prix de revient obtenus dans cette étude et ceux provenant des compagnies américaines :

Relations	Etude	U.S.A.
Paris-Bordeaux	4.720	3.774
Paris-Toulouse	5.800	4.584
Paris-Lyon	4.050	2.941
Paris-Mulhouse	4.210	3.071
Paris-Strasbourg	4.060	2.941
Lyon-Lille	5.220	4.233
Lyon-Nice	3.480	2.339

Il convient de rappeler que le coût du personnel navigant est supérieur en France de 30 % environ à celui en vigueur aux Etats-Unis ce qui explique sans doute une grande partie de la différence.

...

II - Coût d'exploitation d'un biréacteur léger

Ce biréacteur léger est pour l'instant à l'état de projet. Les différents éléments des dépenses relatives à l'exploitation qui vont être passés en revue après une définition sommaire de l'appareil projeté sont encore incertains. La base de ces prévisions est une étude de la Compagnie Air-Inter datant de novembre 1963.

II - 1 - Description de l'appareil

Ses caractéristiques pourraient être les suivantes :

2 réacteurs S.P.E.Y.R.B. 16.31
Nombre de passagers 60
Equipages : 2 pilotes, 2 hôtesses
Poids maximum au décollage 27 tonnes
Vitesse de croisière : 847 km/h
Prix prévisible (y compris le stock de pièces de rechange) 15 MF.

II - 2 - Les éléments du coût

- les dépenses de personnel sont supérieures à celles du Viscount 708 l'avion étant à réaction, le coût adopté à l'heure de vol est de 400 Francs.

- Amortissement : durée de vie prévisible 12 ans, taux d'intérêt 7 % (y compris le stock de pièces de rechange) nombre d'heures de vol annuel : 1.600 1.180 F

- Assurance $\frac{300.000}{1.600} = 188$ F

- Entretien : pour la Caravelle III, le coût (petit entretien + grandes visites) est de 752 F et pour le Viscount de 555 F. Un chiffre intermédiaire sera pris soit 650 F

- Combustible : la consommation pourrait être de 2.500 litres en moyenne par heure de vol soit en excluant la détaxe soit 530 F par heure de vol (voir 3ème partie Caravelle III).

- Assurance et contrôle véritas : 200 F par heure de vol

- Commissariat : 50 F (avec des simplifications importantes)

- Taxes d'aérodromes et touchées : ce poste est identique à celui de Viscount. Frais généraux 15 % 630 F

Exemple : Le calcul du prix de revient d'un vol aller et retour peut être fait sur la liaison Paris-Lyon (400 kilomètres environ = 1,66 heure de vol aller et retour).

Frais horaires	2.536 x 1,66 =	5.175 F
Frais d'étape		874 F
Total		6.049 F

A cette somme il convient d'adjoindre :

...

1°) la commission des agences de voyages (7 % du prix du billet) et les frais de vente des billets (10 % au total).

2°) la taxe sur les prestations de service (9,5 %) sur les transports strictement intérieurs.

Le prix de revient par passager pour un voyage aller est alors en fonction du coefficient de remplissage.

k	0,50	0,75	1
Prix de revient initial	100	67	50
Partie variable avec la recette	20	13	10
Total	120	90	60

Le chiffre obtenu est largement supérieur au prix de transport par Viscount 708 mais la part de l'amortissement est beaucoup plus importante (1.180 F vis à vis 292 F). Toutefois, il faut se souvenir que si le prix de revient du voyageur (k = 1,60 F au lieu de 48,5 F) est supérieur, la durée du parcours est réduite de 1,166 heures à 0,83 heure.

III - Coût d'exploitation de la Caravelle III

Les éléments du prix de revient de l'exploitation de cet appareil sont ceux qui proviennent de la ligne régulière Paris-Nice. Contrairement au Viscount 708, ce prix de revient dépend beaucoup de la longueur de la liaison, ceci pour plusieurs raisons :

1°) Consommation en kérosène

Cette consommation est très importante à basse altitude, à titre indicatif et grossièrement si une Caravelle III consomme 6.000 litres par heure au sol, elle en consomme 4.000 en montée, 3.000 en palier.

2°) Frais d'escale

Ces frais sont évidemment liés à la durée du vol.

3°) L'utilisation de l'appareil et du personnel est d'autant meilleure que l'étape est plus longue.

Dans le cadre de cette étude, des transports rapides, Paris-Toulouse à l'intérieur du pays les liaisons Paris-Nice, Paris-Marseille, sont celles qui présentent le plus d'intérêt pour cet appareil (distance supérieure à 600 km) ; c'est pourquoi les éléments sont fournis dans le cas particulier de Paris-Nice. Les prix suivants sont ramenés à l'heure de vol :

...

- Personnel naviguant : (un commandant de bord, un co-pilote et un mécanicien) 606 Francs.

- Carburant : 612 Francs, ce prix est donné compte tenu du remboursement partiel de la taxe sur le carburant, taxe qui s'élève à 9,83 F aux 100 litres ; le remboursement par l'Etat est de 7,91 F, il reste donc à la charge du transporteur 1,90 F qui s'ajoute aux 14 F de coût en carburant. La consommation sur Paris-Nice est de 3.850 litres à l'heure.

- Personnel naviguant commercial : il comprend actuellement dans un appareil pourvu de 16 places de 1ère classe et de 70 places en seconde classe 4 personnes (1 chef de cabine et 3 hôtesses). Il est possible d'envisager une réduction d'une personne dans le cas d'un appareil sans 1ère classe (91 ou 93 passagers). 347 F.

- Amortissement :	Coût caravelle III neuf	16 MF
	Coût moyen des caravelles III	12 MF
	Coût du stock de rechange	14 % du précédent chiffre

A 7 % les annuités correspondantes à la durée de vie pour obsolescence technique étant estimé à 9 ans et le nombre d'heures de vol annuel de 2.200 heures

	1.120 F appareil neuf
	830 F moyenne
	116 F
- Assurances de l'appareil : l'assurance-corps est de 2,5 % de sa valeur comptable (7 MF)	61 F
- Contrôle Véritas	3 F
- Entretien : (petit entretien toutes les 150 h grandes visites toutes les 3.400 h Directeurs toutes les 4.000 h et 2.000 h)	787 F
Frais généraux d'approvisionnement (pour mettre en place les matériels nécessaires à l'entretien)	65 F
Frais d'escale (Paris-Nice)	1.087 F
(la moyenne pour toutes les lignes d'Air France est :	1.010 F
- Taxes d'aéroport :	272 F
- Frais d'entraînement et de qualification Ce nombre est forfaitaire et sujet à discussion étant donné qu'il s'agit de la participation de la Compagnie à la formation de ses pilotes)	176 F
- Frais généraux	162 F
Total	5.420 F

A cette somme il convient d'ajouter :

...

1°) les frais de commissariat (2 % environ)

2°) la taxe sur les prestations de service (9,5 %) de la recette sur les parcours strictement intérieurs c'est-à-dire sur les voyages dont le départ et l'arrivée sont lieu en France.

3°) la commission des agences de voyages (7 %)

4°) les frais de vente des billets.

Le total s'élève à 54 % de la recette de base. Ces éléments s'ajoutent uniquement sur la recette.

Le prix du billet hormis ces dépenses serait sur Paris-Nice suivant le coefficient de remplissage (qui est à l'heure actuelle de 70 %) en moyenne. La durée du vol est 1,35 heures.

k	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1
Prix initial par passager 91 passagers	160	134	114	100	89	80
T.P.S. 9,5 %	15,2	12,85	10,6	9,5	8,5	7,6
Agence 7 %	11,2	9,4	8	7	6,3	5,6
Total 1, 2, 3, 4 (54 %)	88,6	72,5	61,5	54	48	43,2
Total général	248,6	208,5	175,5	154	137	123,4

A titre indicatif, le prix du billet aller Paris-Nice est à l'heure actuelle 206 Francs.