

**DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DES FACTEURS CLES DE L'OFFRE  
AYANT UN IMPACT SUR LA DEMANDE**

# ETUDE DE LA DEMANDE ACTUELLE DE TRANSPORT LIEE AU PROJET LYON-TURIN

## 2 ANALYSE DES FACTEURS CLES DE L'OFFRE AYANT UN IMPACT SUR LA DEMANDE

### 2.1 OBJECTIF DE LA DEUXIEME PARTIE

L'étude confiée à SETEC-Economie par le GIP Transalpes a comme second objectif de préciser les facteurs déterminants de l'offre susceptibles de faire varier le volume de la demande de transport.

Pour chaque segment de trafic passagers, la démarche retenue a été la suivante :

- Rappel des trafics,
- Codification de l'offre de transport par mode,
- Modélisation des relations clés offre-demande si la base de données établie en première phase le permet,
- Prise en compte de facteurs plus qualitatifs et extension de la réflexion,
- Conclusions

Pour les marchandises, les analyses sont plus qualitatives que quantitatives compte tenu des données récoltées.

### 2.2 TRAFICS DE PASSAGERS

#### 2.2.1 Flux régionaux de passagers

##### 2.2.1.1 Rappel des trafics

On trouvera page suivante un tableau présentant les flux régionaux ferroviaires (bus pour les relations sur Satolas) et routiers pour 1997

**TRAFIC ROUTIER ET FERROVIAIRE INTRA-REGIONAL 1997**  
(Unité : millier de voyageurs, Sources SNCF DDAR Rhône-Alpes, Estimations SETEC)

		Fer (ou TC) 1997		Trafic véhicule particulier 1997			
		Trafic	Part modale	Total	DT	Affaire	Autre
<b>1. O/D sur Lyon</b>							
Lyon	Chablais	69.8	17.8%	322.1	32.3	59.8	230.0
Lyon	Annecy	107.2	12.0%	785.5	92.2	412.4	280.9
Lyon	Annemasse	23.1	21.5%	84.4	10.8	53.8	19.7
Lyon	Chambéry	113.5	10.9%	926.9	153.0	396.9	376.9
Lyon	Aix	38.3	19.9%	154.7	2.6	45.1	107.0
Lyon	Grenoble	334.0	13.4%	2 153.0	255.0	923.1	974.8
Lyon	Arve	49.7	12.1%	362.1	23.5	43.1	295.4
Lyon	Tarentaise	48.6	7.1%	633.2	56.2	69.9	507.1
Lyon	Maurienne	29.2	5.0%	554.6	20.8	68.7	465.0
Lyon	Genève	94.9	23.4%	310.1	31.9	89.5	188.7
	<b>Sous-total</b>	<b>908.4</b>	<b>12.6%</b>	<b>6 286.4</b>	<b>678.4</b>	<b>2 162.4</b>	<b>3 445.6</b>
	<b>Répartition</b>			<b>100%</b>	<b>11%</b>	<b>34%</b>	<b>55%</b>
<b>2. Sillon Alpin</b>							
Chambéry	Annecy	103.8	3.7%	2 693.7	473.5	1 275.7	944.4
Grenoble	Annecy	57.1	3.7%	1 498.4	188.2	814.4	495.8
Grenoble	Chambéry	156.9	5.4%	2 775.1	674.6	1 154.1	946.3
Valence	Grenoble	130.7	10.6%	1 100.6	283.6	423.7	393.3
Valence	Annecy	8.0	19.8%	32.4	9.5	13.8	9.1
Valence	Chambéry	12.1	11.0%	97.8	10.0	29.9	57.9
Chambéry/Aix	Genève	14.9	10.0%	134.5	22.7	26.0	85.8
Grenoble	Genève	28.8	30.4%	66.0	8.7	12.2	45.2
Annecy	Genève	7.0	0.5%	1 501.1	547.6	313.9	639.6
	<b>sous-total</b>	<b>519.4</b>	<b>5.0%</b>	<b>9 899.5</b>	<b>2 218.3</b>	<b>4 063.7</b>	<b>3 617.4</b>
	<b>Répartition</b>			<b>100%</b>	<b>22%</b>	<b>41%</b>	<b>37%</b>
<b>3. O/D sur St-Etienne</b>							
St-Etienne	Grenoble	16.0	9.5%	152.5	22.4	54.9	75.2
St-Etienne	Vénissieux	3.6	3.6%	98.4	14.6	40.6	43.3
Vénissieux	Grenoble	3.3	7.9%	38.5	3.5	22.4	12.5
St-Etienne	Chambéry	4.7	6.3%	69.5	8.9	25.7	34.9
Vénissieux	Chambéry	1.6	6.9%	21.7	3.0	10.0	8.7
St-Etienne	Annecy	5.3	7.1%	69.8	0.0	43.3	26.6
Vénissieux	Annecy	0.3	1.0%	31.9	2.7	19.7	9.5
	<b>sous-total</b>	<b>34.9</b>	<b>6.7%</b>	<b>482.4</b>	<b>55.2</b>	<b>216.6</b>	<b>210.7</b>
	<b>Répartition</b>			<b>100%</b>	<b>11%</b>	<b>45%</b>	<b>44%</b>
<b>4. O/D sur Satolas *</b>							
Satolas	St-Etienne	13.4	5.3%	241.0	0.0	144.6	96.4
Satolas	Annecy	2.8	1.4%	192.8	0.0	115.7	77.1
Satolas	Chambéry	5.7	3.8%	144.6	0.0	86.7	57.8
Satolas	Grenoble	71.1	6.6%	1 012.0	0.0	607.2	404.8
Satolas	Genève	28.3	28.1%	72.3	0.0	43.4	28.9
	<b>sous-total</b>	<b>121.3</b>	<b>6.8%</b>	<b>1 662.6</b>	<b>0.0</b>	<b>997.5</b>	<b>665.0</b>
	<b>Répartition</b>			<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>
<b>5. Trafic total</b>							
	<b>Répartition</b>	<b>1 583.9</b>	<b>8.0%</b>	<b>18 330.9</b>	<b>2 951.9</b>	<b>7 440.2</b>	<b>7 938.7</b>
				<b>100%</b>	<b>16%</b>	<b>41%</b>	<b>43%</b>

\* Il s'agit du trafic VP du département correspondant

## 2.2.1.2 Codification de l'offre de transport par mode

### 2.2.1.2.1 Offre ferroviaire

La codification de l'offre ferroviaire a été réalisée en utilisant les services de réservations/informations de la SNCF disponibles via Internet. L'offre a été codifiée pour un Jour Ouvrable de Base correspondant au service actuel (automne 1998) pour lequel on a identifié toutes les dessertes possibles. Ce travail permet donc de déterminer pour chaque relation :

- Le meilleur temps,
- Le temps moyen intégrant les trains omnibus et les temps de changement éventuels,
- Le coefficient de variation du temps ferroviaire,
- La part des dessertes directes,
- Le prix (aller simple) sur la base du plein tarif deuxième classe.

L'analyse de documents traités lors des études du Schéma Régional de Rhône-Alpes montre que sur des liaisons du type Lyon-Grenoble le temps [origine-gare de départ + gare de d'arrivée-destination] peut être estimé à environ 35 mn.

### 2.2.1.2.2 Offre routière

La codification de l'offre routière a été réalisée en utilisant le service de calcul d'itinéraires routiers ITI disponibles via Internet. On a relevé pour chaque relation :

- Le temps de trajet,
- La distance totale et la part du trajet effectuée sur autoroute,
- Le coût du péage et le coût du carburant (par véhicule),

On trouvera en annexe des tableaux et graphiques décrivant l'offre de transport régional.

## 2.2.1.3 Modélisation des relations clé offre-demande

### 2.2.1.3.1 Régressions linéaires classiques

On cherche à expliquer la part modale du fer sur l'ensemble des liaisons à l'aide d'un modèle de régression linéaire et d'un ensemble restreint de variables explicatives. Pour cela, on utilise des variables calculées comparant l'offre routière et l'offre ferroviaire.

Les résultats obtenus en conservant les variables d'offre qui « entrent » dans la régression avec le bon signe figurent ci-dessous ; le  $R^2$  du modèle est de 0.47. On a utilisé le trafic total pour pondérer chaque observation.

### Explication de la part modale du fer - Trafic régional (hors relations sur Genève)

	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	T de Student	Signification
	Valeur	Erreur standard			
(constante)	33.47	5.23		6.34	0.00
Nombre d'AR directs	0.09	0.12	0.137	0.73	0.47
Coût Fer / Coût VP	-0.03	0.03	-0.242	-1.22	0.24
Temps Fer / Temps VP	-0.10	0.03	-0.640	-3.62	0.00

La colonne des coefficients standardisés permet de comparer l'impact des différentes variables entre elles (les coefficients standardisés sont en effet mesurés sur une même échelle). Plus la valeur figurant dans la colonne "Signification" est élevée et moins la variable est bien définie. Le T de Student donne également une mesure du degré de qualité de la détermination du coefficient de la variable.

Les résultats donnent déjà des indications pour les modélisations plus élaborées qui seront effectuées par la suite.

On voit en effet que la variable la plus explicative est le ratio Temps Fer / Temps VP; le ratio des coûts entre difficilement dans la formulation et est assez mal déterminé; il en est de même pour l'indicateur des liaisons directes. Comme on va le voir, ces résultats seront confirmés par les formulations Logit qui modélisent conjointement les parts modales de chacun des modes en présence.

#### 2.2.1.3.2 Modèles de répartition modale

##### 2.2.1.3.2.1 Preamble

Pour le trafic régional de passagers, on dispose d'une base de donnée d'offre et de demande suffisamment riche pour tenter d'ajuster un modèle de répartition modale à part entière. Nous choisissons de tester ici des formulations de type Logit/Dogit qui permettent de modéliser la part modale au niveau de chaque relation. Ce sont d'ailleurs des formulations de ce type qui ont été utilisées dans le cadre des études du SRT Rhône-Alpes à la fois pour les trafics intra-régionaux que pour les trafics en rabattement sur les gares et aéroports de la région.

#### 2.2.1.3.2.2 Principe de base de l'analyse Logit

Le but de l'analyse est d'évaluer pour chaque mode  $i$  en concurrence une fonction d'utilité  $U_i$  qui fait intervenir différents attributs qui peuvent être les caractéristiques classiques du mode (Coût, temps, risque d'attente, niveau de confort...) et éventuellement des variables socio-économiques caractérisant les voyageurs (motif, classes de revenu,...).

La fonction d'utilité  $U_i$  du mode  $i$  est généralement traduite par une fonction linéaire des différents attributs :

$$U_i = a_0 + a_1 \times X_1 + \dots + X_n + e$$

où  $X_1, \dots, X_n$  sont les attributs (Coûts, temps,...) du mode,

$a_0, a_1, \dots, a_n$  les paramètres du modèle et

$e$  une perturbation aléatoire.

Plus la fonction d'utilité d'un mode est grande, et plus l'individu sera enclin à choisir ce mode ou cet itinéraire.

Lorsque l'on utilise une formulation Logit, la probabilité  $P(i)$  de choisir le mode  $i$  est alors proportionnelle à  $EXP(U_i)$  où  $EXP$  représente la fonction exponentielle. Supposons que l'on ait  $I$  modes, on a alors :

$$P(i) = \frac{EXP(U_i)}{\sum_{k=1 \text{ à } I} EXP(U_k)}$$

La formulation Dogit est analogue dans son principe à la formulation Logit mais permet d'intégrer des termes mesurant la captivité à un mode. Avec une formulation Dogit, la part modale du mode  $i$  est alors proportionnelle la formule suivante :

$$EXP(U_i) + \theta_i \times \sum_{k \neq i} EXP(U_k)$$

C'est le paramètre  $\theta_i$  qui mesure la captivité au mode; plus  $\theta_i$  est grand et plus le mode est captif.

#### 2.2.1.3.2.3 Résultats obtenus pour le trafic régional

Les encadrés ci-après présentent les résultats de modélisation obtenus pour le trafic régional.

Le premier encadré présente pour chaque variable le coefficient de la fonction d'utilité (paramètres BETA), l'élasticité de la part modale du mode considéré par rapport à la variable

au point moyen de l'échantillon et entre parenthèses le test de Student concernant la variable. Le second encadré présente les paramètres généraux d'ajustement du modèle.

Dans le cas du trafic régional, de nombreuses formulations ont été testées; celles qui présentaient le plus d'intérêt sont présentées ici. Il s'agit d'une formulation Logit (regio version 8) et d'une formulation Dogit (regio version 6) ajustées sur le trafic par mode, tous motifs confondus. Les relations sur Genève n'ont pas été prises en compte, la part modale observée restant à confirmer.

TRIO module: 4.25 GIP - Trafic Passager Regional			
=====			
I. BETA		TYPE =	LOGIT
ELASTICITIES AT MEAN		VARIANT =	regio
(COND. T-STATISTIC)		VERSION =	12
		DEP.VAR. =	TRAF
			S-DOGIT
			regio
			13
			TRAF
=====			
ALTERNATIVE 1 : VP ( Mode VP )			
=====			
% Affaire du Trafic Total	P_AFF	.145375E+01	.924568E+02
		.041	.786
	(1)	(5.06)	(2.34)
		(SP)	(SP)
Temps (par route) (mn)	TPS_R	-.380961E-01	-.305903E+00
		-.183	-.438
	(1)	(-9.71)	(-2.03)
		(SP)	(SP)
REGRESSION CONSTANT	CONSTANT	.230056E+01	-.381545E+02
		-	-
	(1)	(7.30)	(-1.63)
=====			
ALTERNATIVE 2 : Fer ( Mode Fer )			
=====			
Nb AR directs	FRK_D	.104015E-01	.634474E-01
		.111	.146
	(2)	(1.64)	(.37)
		(SP)	(SP)
% DT du Trafic Total	P_DT	.178546E+01	.606269E+02
		.238	1.742
	(2)	(4.78)	(2.70)
		(SP)	(SP)
Meilleur temps (mn) (+35) (Fer)	TMIN_F	-.178467E-01	-.500198E-01
		-1.919	-1.161
	(2)	(-7.59)	(-.56)
		(SP)	(SP)
Variabilité du temps Fer	VART_F	-.407869E+01	-.192266E+03
		-.489	-4.975
	(2)	(-9.93)	(-2.51)
		(GE)	(GE)

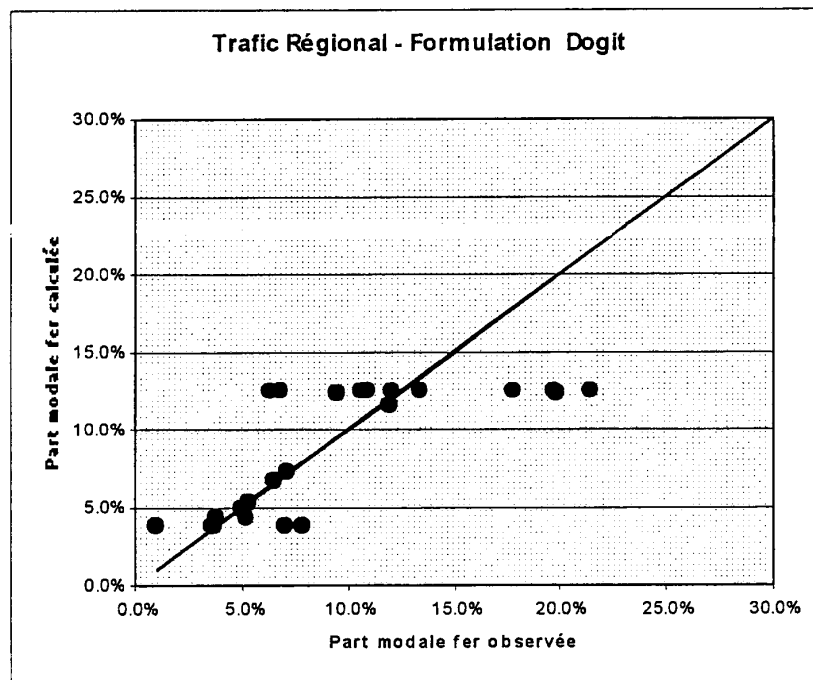
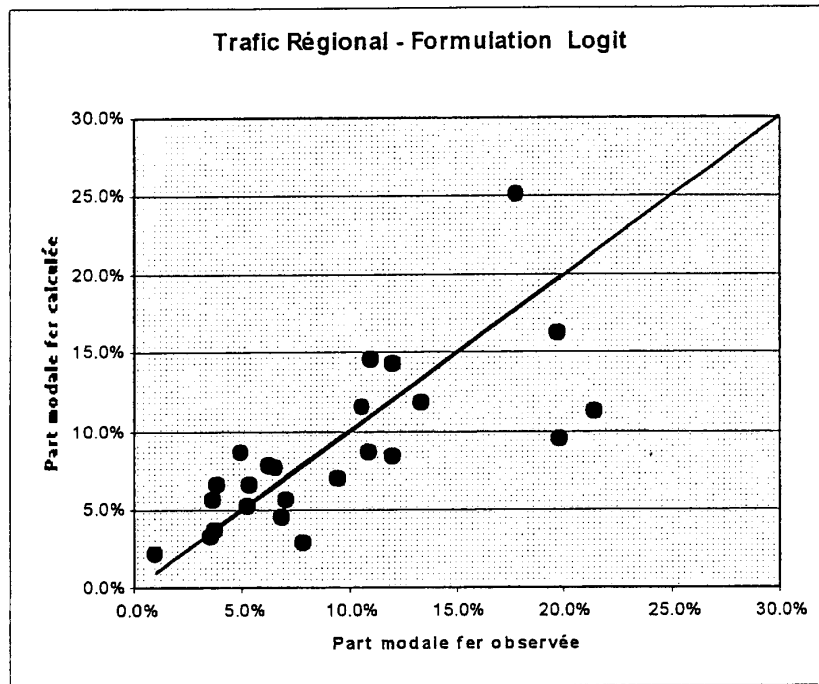
TRIO module: 4.25 GIP - Trafic Passager Regional			
=====			
II. PARAMETERS	TYPE =	LOGIT	S-DOGIT
UNCOND. [T-STATISTIC=0]	VARIANT =	regio	regio
UNCOND. [T-STATISTIC=1]	VERSION =	12	13
	DEP.VAR. =	TRAF	TRAF
=====			
EXTRA PARAMETERS			
-----			
THETA 1 VP			.994075E+01 [24.18]
THETA 2 Fer			.428529E+00 [17.10]
=====			
III. GENERAL STATISTICS	TYPE =	LOGIT	S-DOGIT
	VARIANT =	regio	regio
	VERSION =	12	13
	DEP.VAR. =	TRAF	TRAF
=====			
LOG-LIKELIHOOD -FINAL VALUE		-79.654	-12.600
RHO-SQUARED	OVERALL	.567	.757
	1 VP	.567	.757
	2 Fer	.567	.757
MEAN SHARES	OBSERVED / ESTIMATED		
	1 VP	.917/.920	.917/.919
	2 Fer	.083/.080	.083/.081

On peut faire les remarques suivantes :

- **Prix du Trajet** : quelque soit le type de formulation le coût du trajet n'entre pas dans les formulations ; ceci peut s'expliquer par le fait que la variable considérée (plein tarif deuxième classe pour le fer) n'est pas suffisamment représentative du prix effectivement payé par l'usager compte tenu des nombreuses réductions et formules d'abonnement mais aussi que sur la base des tarifs actuels, le coût n'est pas le facteur discriminant pour le trafic régional. C'est une constatation que l'on avait déjà pu faire lors des études du SRT sur un nombre plus important de relations.
- **Formulation Logit** : Pour la formulation Logit, les variables déterminantes de la part de marché ferroviaire sont par ordre d'importance le **temps de trajet (meilleur temps)** par fer y compris rabatement, la **variabilité du temps de trajet**, une variable décrivant la relation qui correspond à la part du trafic Domicile-Travail et **enfin le nombre de dessertes directes**. Comme le montrent les tests de Student, l'ensemble de ces variables sont assez bien déterminées.
- **Formulation Dogit** : La formulation Dogit introduit une forte captivité sur le mode routier (le coefficient THETA du mode VP est nettement supérieur à celui du mode Fer) qui modifie fortement les élasticités du modèle.



Les tests de Student des variables diminuent de manière importante : les variables perdent leur pouvoir explicatif. En fait, une représentation graphique des deux ajustements montre ce qui se produit.



Le modèle Dogit reproduit mieux la part modale du fer pour les relations intermédiaires (part modale comprise entre 4% et 12%). En dessous et au-dessus, il introduit deux limites et borne la réponse du modèle. L'ajustement global est légèrement meilleur du fait des volumes de trafic mais le comportement du modèle est tel qu'il ne peut être retenu.

### 2.2.1.3.3 Conclusions