

Le 15 juin 2000

## Coûts d'exploitation de réseaux de tramways et d'autobus en France

---

3300

### I Coût d'exploitation des réseaux de tramway (hors amortissement)

À partir des données de l'annuaire statistique « transports collectifs urbains » établi par le Certu à la demande de la DTT pour les années 1993-1998 paru en novembre 1999, il est possible d'obtenir les coûts d'exploitation d'un réseau tous modes confondus d'une ville mais pas possible d'y trouver le détail par mode : autobus, tramway, trolleybus, métro. Les villes qui exploitent un tramway actuellement sont : Grenoble, Lille, Nantes, Marseille, Rouen, St Etienne, Strasbourg. et Paris (T1 et T2). Nous avons interrogé les 8 réseaux, six réseaux nous ont répondu à ce jour : Grenoble, St Etienne, Lille, Marseille, Nantes et Rouen.

Les premières données en kF pour l'année 1998 sont rassemblées dans le tableau 1 suivant :

	<b>Grenoble</b> 19 km 106 véh.	<b>St Etienne</b> 9 km 35 véh.	<b>Lille*</b> 22 km 24 véh.	<b>Marseille</b> 3 km 19 véh.	<b>Nantes</b> 27 km 46 véh.	<b>Rouen</b> 18 km 28 véh.
<b>Energie</b>	3 684	2 572	3 626	692	6 000	3 503,5
<b>Frais de pers.</b>	44 545	19 886	32 368	21 439	44 500	30 977**
<b>Matière</b>	11 482	3 218	8 551	4 769	13 000	3 123,4
<b>Autres</b>	19 079	11 872	14 013	3 849	22 600	
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>78 790</b>	<b>37 548</b>	<b>58 558</b>	<b>30 749</b>	<b>86 100</b>	<b>37 604</b>

Tableau 1

**Nota :** \* Le réseau de Lille a fourni les coûts pour l'année 99

\*\* Le coût du personnel de conduite a été estimé.

Source : annuaire statistique 99 « transports collectifs urbains » édité par le Certu et réponses au questionnaire envoyées par les réseaux concernés (le réseau de Strasbourg n'a pas fourni de réponses).

Une étude des coûts d'exploitation des tramways français pour l'année 1990 a été effectuée par le Cete du Nord, les principes retenus lors de cette étude ont été :

- d'isoler les coûts directement liés à l'exploitation proprement dite des tramways,
- classer les coûts par nature et fonction mais aussi par destination (voies, stations, matériel roulant, PCC) de manière à faciliter les comparaisons entre réseaux.

Les impôts et taxes, les amortissements de toute nature ont été exclus du champ de l'étude.

Les frais généraux et charges de structure plus liés aux caractéristiques des entreprises exploitant les réseaux qu'aux tramways ont été isolés.

Nous avons pris la même méthodologie que celle utilisée dans l'étude du Cete pour calculer le coût au véhicule x km et à la place x km offerte PKO, ainsi les coûts qui apparaissent dans le tableau 2 sont hors frais de structure, impôts, frais financiers, amortissements, etc: ces coûts représentent les dépenses d'énergie, de personnel d'atelier, maintenance et conduite, et les fournitures consommées pour la maintenance.

À partir du tableau 1 nous ne retenons plus que 3 postes de dépenses, les données sont en kF pour l'année 1998 et rassemblées dans le tableau 2 suivant :

	<b>Grenoble</b> <b>19 km</b> <b>106 véh.</b>	<b>St Etienne</b> <b>9 km</b> <b>35 véh.</b>	<b>Lille</b> <b>22 km</b> <b>24 véh.</b>	<b>Marseille</b> <b>3 km</b> <b>19 véh.</b>	<b>Nantes</b> <b>27 km</b> <b>46 véh.</b>	<b>Rouen</b> <b>18 km</b> <b>28 véh.</b>
<b>Energie</b>	3 684	2 572	3 626	692	6 000	3 503,5
<b>Frais de pers.</b>	44 545	19 886	32 368	21 339	44 500	30 977
<b>Matière</b>	11 482	3 218	8 551	4 792	13 000	3 123,4
<b>Charges d'exploitation</b>	59 711	25 676	44 544	26 823	63 500	37 604
<b>Véh x km. 10<sup>3</sup></b>	2 114	1 371	1 418	517*	2 626	1 430
<b>Places.km. 10<sup>3</sup> offertes PKO</b>	367 714	185 085	238 224	41 538	619 815	248 000**
<b>Charges/véh.km</b>	<b>28,24 F</b>	<b>18,73 F</b>	<b>31,41 F</b>	<b>51,88 F</b>	<b>24,18 F</b>	<b>26,29 F</b>
<b>Charges/PKO</b>	<b>0,162 F</b>	<b>0,139 F</b>	<b>0,186 F</b>	<b>0,645 F</b>	<b>0,102 F</b>	<b>0,152 F</b>

Source : annuaire statistique 99 « transports collectifs urbains » édité par le Certu et réponses au questionnaire envoyées par les réseaux concernés (le réseau de Strasbourg n'a pas fourni de réponses).

**Tableau 2**

Nota : \* à Marseille Ligne 68 on accouple 2 véhicules en rame.

\*\* PKO de l'annuaire erronée pour Rouen (173 places/véh.à charge normale) un véhicule TFS est compté pour 173 places en CN comme à Grenoble. Pour Lille on prend 168 places/véh. en CN au lieu de 245 places/véh. pour St Etienne on prend 135 places/véh en CN au lieu de 183 places

L'étude comparative effectuée par le Cete Nord Picardie sur les coûts d'exploitation des tramways en 1990 faisait apparaître les coûts selon le tableau 3 ci-après :

	<b>Grenoble</b> <b>15,6 km</b> <b>24 véh.</b>	<b>Lille</b> <b>19 km</b> <b>34 véh.</b>	<b>Marseille</b> <b>3 km</b> <b>19 véh.</b>	<b>Nantes</b> <b>12,6 km</b> <b>28 véh.</b>
<b>Charges/ véh.km</b>	24,60 F	21,0 F	46,80 F	19,50 F
<b>Charges/PKO</b>	0,141 F	0,138 F	0,292 F	0,126 F

Source : Quetelard CETE Nord Picardie, réunion TCSP du 22/10/93

**Tableau 3**

On note que les coûts par véh x km et à la PKO ont augmenté sur les 4 réseaux, pour Grenoble de 14,8 %, pour Lille 49,6 %, pour Marseille 10,9 %, pour Nantes 24 %. Par contre les coûts à la PKO ont baissé à Nantes en raison des modifications des véhicules pour une augmentation de la capacité unitaire ainsi, on constate une hausse du coût à la PKO sur Grenoble de 14,8 %, sur Lille de 34,8 %, sur Marseille de 120 % et une baisse de 19 % pour Nantes en raison de l'adoption de la troisième caisse sur chaque véhicule.

Si on examine le coût du véhicule x km donné par le Gart - Systra dans le rapport sur les systèmes intermédiaires au chapitre « quand le tramway sort de la ville » il est de 35 F (val. 97) qui se décompose en :

énergie de traction	3 F
conduite (y comp. formation, encadrement)	10 F
régulation, contrôle..	3 F
entretien du matériel roulant	9 F
entretien des installations fixes	6 F
frais de structure et divers	4 F
<b>Total</b>	<b>35 F</b>

En reprenant le tableau 1 avec les charges d'exploitation globales fournies par les exploitants, les véhicules x km et les PKO fournies en 1998 par ces réseaux nous calculons le coût au véh.km et à la PKO pour chacun des réseaux.

	<b>Grenoble</b> 19 km 106 véh.	<b>St Etienne</b> 9 km 35 véh.	<b>Lille*</b> 22 km 24 véh.	<b>Marseille</b> 3 km 19 véh.	<b>Nantes</b> 27 km 46 véh.	<b>Rouen</b> 18 km 28 véh.
<b>Charges d'exploitation</b>	78 790	37 548	58 558	30 749	86 100	37 604
<b>Véh x km. 10<sup>3</sup></b>	2 114	1 371	1 418	517*	2 626	1 430
<b>Places.km. 10<sup>3</sup> offertes PKO</b>	367 714	185 085	238 224	41 538	619 815	248 000
<b>Charges/ véh.km</b>	<b>37,27 F</b>	<b>27,39 F</b>	<b>41,30 F</b>	<b>59,47 F</b>	<b>32,79 F</b>	<b>26,29 F</b>
<b>Charges/ PKO</b>	<b>0,214 F</b>	<b>0,203 F</b>	<b>0,246 F</b>	<b>0,740 F</b>	<b>0,139 F</b>	<b>0,151 F**</b>

Nota : \* année 1999 ; \*\* ce coût est hors frais de structure, impôts, non fourni

**Tableau 4**

Les réseaux représentatifs d'un tramway moderne de surface sont les réseaux de Nantes, de Grenoble et de Lille ; pour celui de Rouen en partie souterrain, nous n'avons pas eu les charges relatives aux frais de structures, impôts et avons estimé le coût du personnel de conduite, nous écartons donc le coût d'exploitation de Rouen;

**En conclusion :**

*Nous avons ainsi 3 coûts au véhicule x km qui sont respectivement pour Grenoble, Lille et Nantes 37,27 F, 41,30 F et 32,79 F (Moy, 37,12 F) en 1998 pour 35 F en 1997 annoncé dans l'étude Gart-Systra.*

*Les coûts à la PKO de ces même réseaux sont 0,214 F, 0,246 F et 0,139 F (Moy, 0,199 F) en 1998 pour 0,20 en 1997 donné dans l'étude Gart-Systra.*

## 2 Coût d'exploitation des réseaux d'autobus de Nantes, et de Rouen.

Un calcul sommaire des coûts d'exploitation sur les réseaux d'autobus de Nantes et de Rouen peut être obtenu à partir de l'annuaire statistique sachant qu'il n'y a que 2 modes utilisés à Rouen et à Nantes. Ces coûts sont en kF.

	Nantes	Rouen
Charges d'exploitation. $10^3$	382 575	313 745
Charges du tramway. $10^3$	86 100	37 604
Charges de l'autobus. $10^3$	296 475	276 141
PKO totales . $10^3$	2 001 133	1 416 535
PKO tramway. $10^3$	619 815	248 000
PKO autobus. $10^3$	1 381 318	1 168 535
Véhicules.km totaux	18 940	12 668
Véhicules.km tramway. $10^3$	2 626	1 430
Véhicules.km autobus. $10^3$	16 314	11 238
<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>18,17 F</b>	<b>24,57 F</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,215 F</b>	<b>0,236 F</b>

**Tableau 5**

Nota : dans l'annuaire statistique un autobus correspond à 104 places à Rouen pour un parc de 150 standard et 50 articulés ; 85 places à Nantes pour un parc de 300 autobus standard et 100 autobus articulés.

Un autobus articulé en charge normale représente 46 places assises et 51 places debout soit 97 places.

Un autobus standard 3 portes en charge normale représente 28 places assises et 30 places debout soit 58 places.

En moyenne sur le réseau de bus de Nantes on devrait avoir  $300 \times 58 + 100 \times 97 = 17400 + 9700 = 27100 : 400 = 68$  places par autobus ; en moyenne à Rouen on devrait avoir :  $150 \times 58 + 50 \times 97 = 8700 + 4850 = 13550 : 200 = 68$  places par autobus.

En rectifiant le nombre de PKO produites en 1998 sur Nantes et Rouen on obtient les coûts à la PKO suivants :

	Nantes	Rouen
Charges de l'autobus. $10^3$	296 475	276 141
PKO autobus. $10^3$	1 109 352	764 184
Véhicules.km autobus. $10^3$	16 314	11 238
<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>18,17 F</b>	<b>24,57 F</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,267 F</b>	<b>0,361 F</b>

**Tableau 6**

Lorsqu'on a donné les charges d'exploitation du tramway de Rouen nous n'avions pas les frais de structure et les impôts correspondants, néanmoins on peut les introduire en les estimant selon un % en prenant le taux de celui de Nantes par exemple ce qui va réduire d'autant le coût d'exploitation du réseau d'autobus.

À Nantes sur le réseau de tramway, ce taux de charges supplémentaires représente  $22\,600 / 86\,100$  soit 26,24 % ou 73,75 % des charges représentent les charges directes d'exploitation.

Le coût global d'exploitation du réseau de tram de Rouen peut être estimé à  $37\,604 \times 100 / 73,75 = 50\,988$  kF à déduire des charges totales du réseau de Rouen.

**Le coût d'exploitation des autobus du réseau de Rouen devient :**

$$313\,745 - 50\,988 = 262\,757 \text{ kF,}$$

ce qui diminue sensiblement le coût au véh.km et à la PKO comme suit dans le tableau 7 ci-après :

	Nantes	Rouen
Charges de l'autobus. $10^3$	296 475	262 757
PKO autobus. $10^3$	1 109 352	764 184
Véhicules.km autobus. $10^3$	16 314	11 238
<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>18,17 F</b>	<b>23,38 F</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,267 F</b>	<b>0,343 F</b>

**Tableau 7**

Si on examine le coût du véhicule x km pour l'autobus donné par le Gart - Systra dans le rapport sur les systèmes intermédiaires au chapitre « quand le tramway sort de la ville » il est de 17 F (val. 97) qui se décompose en :

énergie de traction	1 F
conduite (y comp. formation, encadrement)	10 F
régulation, contrôle..	P.M.
entretien du matériel roulant	2 F
entretien des installations fixes	1,5 F
frais de structure et divers	2,5 F
<b>Total</b>	<b>17 F</b>

### 3. Estimation du coût d'exploitation du tramway du Réseau de Strasbourg

Le réseau de Strasbourg ne nous ayant pas fourni les données sur les coûts d'exploitation du tramway, nous allons les estimer en prenant pour hypothèse le coût du véhicule x km d du réseau d'autobus. Nous fixons ce coût à **20 F le véh. km** intermédiaire entre celui du réseau de Nantes et de Rouen.

	<b>Strasbourg</b>
Charges d'exploitation. $10^3$	414 305
Charges du tramway. $10^3$	168 805***
Charges de l'autobus. $10^3$	245 500***
PKO totales . $10^3$	1 729 700
PKO tramway. $10^3$	399 869 ; 319 880**
PKO autobus. $10^3$	859 250**
Véhicules.km totaux	13 729
Véhicules.km tramway. $10^3$	1 454
Véhicules.km autobus. $10^3$	12 275
<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>20,0 F*</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,29 F</b>
<b>Coût au véh.km tramway</b>	<b>116,09</b>
<b>Coût à la PKO tramway</b>	<b>0,52 F</b>

**Tableau 8**

Nota : \* Ce coût est pris comme hypothèse de calcul

\*\* Les PKO sont corrigées en fonction d'une charge normale

\*\*\* Charges calculées

La capacité unitaire d'un véhicule d'après le tableau 8 ci-dessus est de 275 places par véhicule ce qui correspond à la capacité unitaire du véhicule de 33 mètres à 6 pas. debout /m<sup>2</sup>. Le réseau de Strasbourg comprend en 1998, 46 véhicules dont 36 véhicules de 33 m de long et 10 véhicules de 43 m de long . En charge normale le véhicule de 33 m a une capacité unitaire de 200 places (4 pas. debout / m<sup>2</sup>. Le véhicule de 43 m 290 places. La capacité unitaire moyenne est donc en 1998 :  $36 \times 200 + 10 \times 290 = 10100 / 46 = 220$  places. Nous corrigeons les PKO 1998, sachant qu'il y a eu 1 454 000 véh. km soit 319 880  $10^3$  PKO tramway.

Le parc d'autobus est constitué de 252 bus standards et de 100 autobus articulés et 2 autobus électriques. Si on prend les valeurs pour les capacités unitaires du bus standard et du bus articulé identiques à celles de Nantes et de Rouen en CN c'est à dire 58 places pour le bus standard et 97 places pour l'autobus articulé, la capacité unitaire moyenne sur le réseau de bus de Strasbourg devient (nous écartons les 2 bus électriques dont nous n'avons pas les caractéristiques) :  $252 \times 58 + 100 \times 97 = 24316 / 352 = 70$  places/ autobus. Les véh x km autobus produits en 1998 =  $13\,729 \times 10^3 - 1\,454 \times 10^3 = 12\,275 \times 10^3$  véh.xkm.

**PKO autobus 1998** :  $12\,275 \times 10^3$  véh.x km. x 70 = 859 250 x  $10^3$  PKO.

**Charges d'exploitation du réseau d'autobus :** à partir de l'hypothèse de 20,0 F / véh x km, le montant des charges devient  $20,0 \times 12\,275 \times 10^3 = 245\,500 \times 10^3$  F.

**Charges d'exploitation du réseau de tramway :**

$$414\,305 \times 10^3 - 245\,500 \times 10^3 = 168\,805 \times 10^3 \text{ F.}$$

**Coûts au véh.km et à la PKO du tramway**

<b>Coût au véh.km tramway</b>	<b>116,09</b>
<b>Coût à la PKO tramway</b>	<b>0,52 F</b>

**Tableau 9**

**Si nous reprenons l'hypothèse du coût au véh x km d'autobus en le portant à 26 F/ véh.km le montant des charges d'exploitation d'autobus devient :**

$$26 \times 13\,729 = 356\,954 \times 10^3 \text{ F.}$$

Les charges d'exploitation du tramway de Strasbourg sont données par différence :

$$414\,305 \times 10^3 - 356\,954 \times 10^3 = 57\,351 \times 10^3 \text{ F.}$$

	Strasbourg
Charges d'exploitation. $10^3$	414 305
Charges du tramway. $10^3$	57 351***
Charges de l'autobus. $10^3$	356 954***
PKO totales . $10^3$	1 729 700
PKO tramway. $10^3$	399 869 ; 319 880**
PKO autobus. $10^3$	859 250**
Véhicules.km totaux	13 729
Véhicules.km tramway. $10^3$	1 454
Véhicules.km autobus. $10^3$	12 275
<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>26,0 F*</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,41 F</b>
<b>Coût au véh.km tramway</b>	<b>39,44 F</b>
<b>Coût à la PKO tramway</b>	<b>0,18 F</b>

**Tableau 10**



En résumé, pour le réseau de Strasbourg pour lequel nous n'avons que les charges totales d'exploitation et le nombre de véhicules x km par modes en prenant pour hypothèse un coût bas du véh.km autobus de 20 F / véh.km nous obtenons les résultats du tableau 11 suivant :

<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>20,0 F*</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,29 F</b>
<b>Coût au véh.km tramway</b>	<b>116,09</b>
<b>Coût à la PKO tramway</b>	<b>0,52 F</b>

**Tableau 11**

En prenant un coût du véh.km autobus 30 % plus élevé (26 F) nous obtenons les résultats du tableau 12 suivant :

<b>Coût au véh.km autobus</b>	<b>26,0 F*</b>
<b>Coût à la PKO autobus</b>	<b>0,41 F</b>
<b>Coût au véh.km tramway</b>	<b>39,44 F</b>
<b>Coût à la PKO tramway</b>	<b>0,18 F</b>

**Tableau 12**

#### 4 . Le coût d'exploitation du métro léger de Tunis

En 1998, 1 608 millions de PKO ont été offertes à raison de 572 places par rame de deux véhicules soit 2 811 189 rames km ou 5 622 378 véh.km.

	Tunis en k FF 32,6 km 121 véh.	Tunis en k DT
<b>Energie</b>	7 558	1 449
<b>Frais de pers.</b>	53 863	10 327
<b>Matière</b>	8 335	1 598
<b>Autres</b>	9 805	1 880
<b>Charges d'exploitation</b>	79 560	15 254
<b>km.véh.10<sup>3</sup></b>	5 622,4	
<b>PKO. 10<sup>3</sup></b>	1 388 700	
<b>Charges/voit.km</b>	<b>14,15F/ voit.km</b>	<b>2,71 DT/voit.km</b>
<b>Charges/PKO</b>	<b>0,057 F</b>	<b>0,011 DT</b>

1 DT 98 = 5,2157 FF

Tableau 13

En charge normale chaque véhicule offre 195 places debout à 4 pas./m<sup>2</sup> et 52 places assises soit 247 places par véhicule.

Le montant des PKO pour l'année 1998 devient en CN :

$$5\,622,4 \times 10^3 \times 247 = 1\,388,7 \times 10^6$$

Les coûts d'exploitation du réseau de Tunis sont comparés à ceux des 6 réseaux français, en reprenant le tableau 4 récapitulatif des coûts d'exploitation, nous obtenons le tableau 14 ci-après :

	Grenoble 19 km 106 véh.	St Etienne 9 km 35 véh.	Lille* 22 km 24 véh.	Marseille 3 km 19 véh.	Nantes 27 km 46 véh.	Rouen 18 km 28 véh.	Tunis 32,6 km 121 véh.
<b>Charges/ véh.km</b>	37,27 F	27,39 F	41,30 F	59,47 F	32,79 F	26,29 F	14,15 F
<b>Charges/ PKO</b>	0,214 F	0,203 F	0,246 F	0,740 F	0,139 F	0,151 F**	0,057

Tableau 14