

* Les vols charters internationaux

compagnie	type d'avion	utilisation	nombre de sièges	consommation horaire l/heure	vitesse commerciale km/h	taux de remplissage passagers %	gep/s.k.o.	gep/p.k.t.
Europe Aéro Service	Caravelle III (SE 210 VIN)	court-moyen courrier	99	3878	582	61,2	51,6	84,3
	Vanguard (G.B.) V.C.9 952	court-moyen courrier	139	2692	507	66,2	28,1	42,9
Air Charter International (filiale d'Air France)	Boeing 727	moyen courrier	166	5127	549	n.d.	44,4	n.d.

Commentaires

- Les renseignements fournis par la société Europe Aéro Service couvrent la période du 1er Juillet 1978 au 30 Juin 1979. L'exploitation est composée en majorité d'affrètements.

Il n'y a pas de transport de fret. Les taux de remplissage sont analogues à ceux observés sur les lignes régulières du fait que les avions, presque toujours pleins, ont toutefois à effectuer quelques retours à vide.

- Tous ces avions consomment du carburéacteur.

* L'aviation de deuxième niveau

compagnie	type d'avion	utili- sation	nombre de sièges	consomma- tion ho- raire l/heure	vitesse commer- ciale km/h	taux de remplis- sage pas- sagers %	fret moyen transporté (tonnes)	gep/s.k.o. bruté	gep/TK marginale	gep/s.k.o. nette	gep/p.k.t. nette
AIR INTER	Fokker 27 500	court courrier	49	914	301	67,2	0,03	48,9	52,5	48,8	72,7
	Caravelle III	court courrier	99	4013	432	69,7	0,12	74,2	54,9	74,1	106,2
	Caravelle XII	court courrier	128	3811	457	66,7	0,18	51,4	34,6	51,4	77,0
	Mercuré	court courrier	150	4389	515	73,4	0,47	44,9	84,4	44,7	60,9
	Airbus B2	court courrier	280	7303	519	68,7	1,28	39,7	60,9	39,4	57,4

Commentaires

- Les chiffres du tableau, fournis par Air Inter, se rapportent à l'année 1978. Seuls sont pris en compte les vols commerciaux réguliers.

- On n'a pas indiqué de capacité de fret, car celle-ci est nulle quand les avions sont pleins en passagers : le fret transportable dépend directement du taux de remplissage passagers.

On a indiqué seulement un fret moyen transporté, qui inclut les sacs postaux et le fret proprement dit. La méthode employée pour corriger l'influence du fret sur la consommation est la même que pour l'aviation de premier niveau (cette influence est d'ailleurs beaucoup plus limitée, du fait de la faiblesse des frets).

- Les définitions relatives aux consommations horaires et aux vitesses commerciales sont les mêmes que pour l'aviation de premier niveau.

- Tous les avions indiqués consomment du carburéacteur.

* L'aviation de troisième niveau

type d'avion (et pays constructeur)	compagnie exploitante	type de service (sur lignes régulières)	nombre de sièges	consommation de litres/heure	vitesse commerciale km/h	taux de remplissage passagers %	gép/s.k.o.	gép/p.k.o.
Fokker 28 (Hollande)	AIR ALPES	Chambéry-Paris (1 h.)	65	2625	475	61,0	67,2	110,1
		Paris-Berlin (1 h.45)	65	2540	615	61,0	50,2	82,3
	AIR ALSACE	Strasbourg-Milan(55mn)	65	2449	394	33,6	75,6	224,9
	TOURAINÉ AIR TRANSPORT	durée de vol 50 mn.	65	2500	520	51,0	58,4	114,6
Fokker 27 600 et 400 (Hollande)	AIR ALPES	durée moyenne de vol 1h.30	48	920	355	57,0	42,7	74,8
VFW 614 (R.F.A.)	AIR ALSACE	Le Bourget-Colmar (55 mn)	46	1625	408	75,5	68,4	90,6
		Colmar-Le Bourget (1h.)	46	1590	376	64,8	72,6	112,1
Fokker 27 200 (Hollande)	TOURAINÉ AIR TRANSPORT	durée de vol 55 mn.	44	870	370	56,0	42,2	75,4
Nord 262 (SNIAS-France)	TOURAINÉ AIR TRANSPORT	durée de vol 1 h.	29	440	300	53,0	40,0	75,4
Twinotter DHC 6 300 (Canada)	AIR ALPES	durée de vol 1h.30	20	340	270	57,0	49,7	87,3
Twinotter DHC 6 200 (Canada)	AIR ALPES	durée de vol 1h.30	19	280	220	57,0	52,9	92,0
Embraer EMB 110 (F2) ou "Bandeirante" (Brésil)	AIR LITTORAL	durée de vol 25mn/1h.30	18	360	330		47,9	
		-Pau-Lyon (1h.30) -Montpellier-Nice(55mn) -Montpellier-Lyon(50mn)				75,6 39,0 17,2		63,4 122,9 278,9
	BRIT'AIR	durée de vol 50mn/1h.15	18 ou (19)	380	360	33,0	46,3	140,4
Métro 2 (Swearingen- U.S.)	COMPAGNIE AERIENNE DU LANGUEDOC	Paris-Le Puy (1h.25)	15	303	365	39,7	43,7	110,1
Beechcraft B 99 A (U.S.)	AIR ALPES	durée de vol 1h.15	15	340	365	57,0	49,1	86,1
		AIR ANJOU	durée de vol 1h-1h.20	15	360	333		56,9
			-Clermont-Lyon (45 mn) -Bordeaux-Clermont(1h.10) -Clermont-Genève(1h.10)			67,0 46,3 32,1		84,9 122,8 177,4
	TOURAINÉ AIR TRANSPORT	durée de vol 55 mn	15	350	370	55,0	49,8	90,6
Corvette SN 601 (Aérospatia- le-France)	AIR ALSACE	Strasbourg-Rome(1h.45)	12	1140	480	44,0	156,3	355,3
	TOURAINÉ AIR TRANSPORT	durée de vol 55 mn	14	800	490	66,0	92,1	139,6
Britten Norman BN2A 21 ou "Islander" (G.B.)	AIR LITTORAL	durée de vol 15-50 mn	8	120	210		56,4	
		-Mende-Clermont(50mn) -Propriano-Figari (15mn) -Montpellier-Mende(45mn)				37,1 29,9 28,1		152,1 188,9 201,2

Commentaires

- Tous ces avions consomment du carburéacteur. Ils ne transportent généralement pas de fret.
- Les divers renseignements, fournis par les compagnies, concernent l'année 1978 (1979 pour Brit'air).
- Les consommations unitaires sont assez sensibles aux durées de vol, du fait de la brièveté des trajets. Les taux de remplissage varient dans de larges fourchettes.

* La petite aviation- Petits charters

type d'avion (et pays constructeur)	durée moyenne de vol	nombre de sièges	consommation horaire litres/h.	vitesse commer- ciale km/h.	taux de rem- plissage en charge %	sur les parcours en charge seuls	
						gép/s.k.o.	gép/p.k.t.
Embraer EMB 110 ou "Ban- deirante" (BRESIL)	1h.15- 1h.30	18	353	326	83,3 (moyenne sur les 2 avions)	47,5	57,0
Métro 2 (Swearingen- U.S.)	1h.-1h15	18	303	365		36,4	43,7

Source : Compagnie Aérienne du Languedoc (1979).

- Les parcours à vide pour la mise en place représentent environ 1/3 des distances de vol. Les consommations unitaires par p.k.t. sur tous parcours sont donc supérieures de près de 50% à celles calculées sur les parcours en charge.

- Ces avions consomment du carburéacteur.

- Avions-taxis

type d'avion (et pays constructeur)	type de carburant (et den- sité)	nombre de sièges	consommation horaire litres/h.	vitesse commer- ciale km/h.	taux de remplissage %	gép/s.k.o.	gép/p.k.t.
Piper Chief- tain PA 31 350 (U.S.)	essence aviation (0,74)	9	150	300,0	77,8	41,1	52,9
Piper Aztec Cheyenne PA 31 T (U.S.)	carburé- acteur (0,79)	7	300	400,0	71,4	84,6	118,5
Piper Aztec PA 23 BAR 250 (U.S.)	essence aviation (0,74)	5	95	250,0	60,0	56,2	93,7

Source : Brit'air (1979).

- Ces avions-taxis font généralement des traversées de la Manche aller et retour. La durée de vol totale est de 3 heures.

- Avions de tourisme

type d'avion (et constructeur)	nombre de sièges	puissance moteur utilisée	consommation horaire (1) litres/heure	vitesse moyenne km/h	gcp/s.k.o.
		puissance maxi %			
BE 50 Beechcraft (US)	6	70	I40	277,8	62,2
		65	I25	240,8	64,0
CESSNA 310 Cessna (US)	6	75	110	333,4	40,7
		65	97	259,3	46,1
		55	85	222,2	47,2
ST.10 Socata (France)	4	75	45	222,2	37,5
		65	34	166,7	37,7
CESSNA I50 Cessna (US)	2	-	23	185,2	46,0

(1) essence aviation (densité 0,74).

Source : CIPRA (formation instruction et qualification aéronautique)(1979).

Remarques

- Il existe une grande variété de modèles d'avions de tourisme. On ne donne ici que quelques exemples. Les deux premiers appareils sont des bimoteurs, les deux derniers des monomoteurs.
- Les renseignements ont été recueillis auprès du CIPRA, dont l'activité n'est pas le transport, mais la formation de pilotes. La consommation spécifique à minimiser dans ce cas est la consommation horaire, et non la consommation kilométrique.
- Les consommations unitaires calculées restent valables en ordre de grandeur pour l'aviation de tourisme proprement dite. Il n'est pas possible d'indiquer des remplissages moyens, étant donné la grande diversité des situations.

e) Le transport maritime* Ferries, aéroglisseurs, hydroptères- Les ferry-boats* Les gros ferries* Les lignes de Corse

ferry	capacité passagers		capacité en véhicules (autos)	consommation kg/km	coefficient de remplissage passagers %	coefficient de remplissage autos %	fret moyen transporté camions (tonnes)	gep/p.k.o. brute	gep/p.k.o. nette		gep/p.k.o. nette	
	maximale	commerciale							avec accompagnement		sans accompagnement	
Napoléon	1844	1768	500	115,3	61,4	61,2	75,4	65,2	62,9	102,5	53,6	87,3
Corse	1408	1357	238	63,1	48,8	70,9	16,1	46,5	45,9	94,0	39,2	80,3
Comté de Nice	1408	1331	238	64,0	49,4	68,4	23,2	48,1	47,1	95,4	40,5	32,0
Provence	1288	1177	220	95,0	55,1	72,2	23,5	30,7	79,7	144,6	72,4	131,4
Fred Scamaroni	1154	1062	142	61,5	47,2	79,2	19,8	57,9	56,9	120,6	51,2	108,5
moienne sur l'ensemble des traversées	-	(1324)	(258)	80,4	52,5	68,3	30,1	60,7	59,5	113,3	52,3	99,7

Source : S.N.C.M. (1978).

Commentaires

- La capacité maximale en passagers n'est offerte qu'en été. En hiver, la capacité commerciale est plus faible, du fait de la nécessité d'offrir des cabines chauffées. On a indiqué dans le tableau les capacités commerciales moyennes sur l'ensemble de l'année. Les consommations par p.k.o. et les remplissages ont tous été rapportés à ces capacités commerciales.
- Les ferry-boats transportent à la fois des passagers, des voitures et des camions de fret. On a d'abord calculé une consommation unitaire brute en gep/p.k.o. sans tenir compte des voitures et des camions. Ensuite, on a défini des consommations unitaires nettes, en éliminant l'influence sur la consommation, d'abord des camions (consommations par passager accompagné de sa voiture), puis des camions et des voitures (consommations par passager non accompagné de son véhicule). La méthode employée consiste à retrancher de la consommation kilométrique le produit du tonnage transporté par la consommation unitaire par tonne-kilomètre observée sur les cargos de la S.N.C.M. (soit 53,9 gep/T.K.T.-cf. le paragraphe 3.2.5. sur le transport maritime de marchandises). Le tonnage transporté a été pris successivement égal au tonnage des camions seuls, puis des camions et des voitures, en adoptant un poids conventionnel d'une tonne pour celles-ci.

Pourquoi a-t-on choisi cette méthode ? Parce que l'absence de ferry-boats "cargo" qui transporterait uniquement des marchandises ne permettait pas de définir une consommation unitaire pour les marchandises spécifique à ce type de navires. D'autre part, la méthode appliquée pour les avions, qui consistait à retenir une consommation unitaire marginale pour les marchandises, n'est pas applicable ici : en effet, le transport de fret par ferry-boats n'est pas marginal par rapport au transport de passagers; de plus, la consommation d'un ferry-boat est en gros proportionnelle à la puissance $2/3$ du poids du bateau, or le poids du chargement en passagers et en véhicules est faible par rapport à celui du bateau à vide (moins de 20%). En conséquence, cette consommation unitaire marginale serait infime, et il est normal d'attribuer aux marchandises une part de la consommation fixe (à vide) du bateau.

Il faut noter que la consommation fixe d'un cargo est inférieure à celle d'un ferry; mais on doit plutôt considérer que toute tonne marginale chargée sur un ferry est susceptible d'être enlevée à un cargo. De plus le ferry est d'abord conçu pour transporter des passagers et des voitures; c'est pourquoi la majeure partie de la consommation fixe du bâtiment doit leur être attribuée. Le problème n'en demeure pas moins difficile, et la méthode proposée n'est qu'une première approche.

- Concernant les voitures, deux approches sont possibles :

* La première consiste à considérer les véhicules comme étant liés aux passagers. Les véhicules sont en quelque sorte des "bagages", chaque passager moyen emportant avec lui 0,25 voiture.

Les consommations unitaires "avec accompagnement" sont alors rapportées à des passagers-kilomètres "accompagnés" de leurs véhicules.

* La seconde consiste à considérer les véhicules comme des marchandises. Elle permet de définir des consommations unitaires "sans accompagnement", rapportées à des passagers-kilomètres non "accompagnés" de leurs véhicules. Cette méthode se justifie pour les véhicules sans passagers, transportés notamment dans le cadre d'échanges commerciaux. En revanche, la première paraît plus adaptée pour les véhicules des vacanciers, qui doivent bien être considérés comme une forme particulière de "bagages".

- Les car-ferries de la S.N.C.M. consomment, soit du diésel-oil (LMDF), soit du fuel-oil (FO I80 centistocks) - densité moyenne : 0,83.

* La Sea-Link (liaisons Transmanche)

ferry	capacité passagers	capacité autos	consommation kg/km	coefficient de remplissage passagers %	coefficient de remplissage autos %	fret moyen transporté camions (tonnes)	gep/p.k.o. brute	gep/p.k.o. nette		gep/p.k.t. nette	
								avec accompagnement	sans accompagnement	avec accompagnement	sans accompagnement
transbordeur "Chartres"	1400	250	40,1	13,4	10,8	186,8	28,7	16,8	125,0	15,1	112,2

Source : SNCF Armement Naval (1978).

Commentaires

- La SEA-LINK est un pool de navires exploités par les administrations ferroviaires française, anglaise, belge et hollandaise, sur différentes liaisons Transmanche, dont la ligne Calais-Douvres, étudiée ici, qui fait 41 km.
 - Tous les navires en service sur cette ligne présentent des caractéristiques à peu près semblables à celles du transbordeur "Chartres" qui est pris comme exemple.
 - Le port en lourd du "Chartres" est de 900 tonnes, le port en lourd utile de 710 t : 600 t de véhicules routiers (voitures et camions) et 110 t de passagers et bagages.
 - La vitesse commerciale est de 18 noeuds (33,3 km/h).
 - Seule la consommation des moteurs principaux (propulsion du navire) a été prise en compte. Les consommations domestiques (groupes électrogènes, chaudières) représentent un surcroît de consommation de 23% environ.
 - La méthode de calcul employée est identique à celle qui a été exposée à propos des lignes de Corse. On utilise la consommation unitaire observée sur le cargo "Capitaine Le Goff" : 29,1 gep/T.K.T. La méthode est toutefois moins satisfaisante ici, car il n'existe pas de véritable substitution au transport de marchandises par ferry. En effet, un seul cargo est en service sur la ligne; il est de petite taille, et de plus, il n'est pas exploité toute l'année.
- Par ailleurs, les ferries de la Manche transportent beaucoup plus de fret, et au contraire, beaucoup moins de passagers et de voitures que ceux des lignes de Corse. Les corrections calculées sur la consommation unitaire brute passagers sont donc très importantes, et elles demeurent encore très sensibles si l'on retient la consommation unitaire moyenne marchandises des cargos de Corse, soit 52,9 gep/T.K.T. comme base de calcul (on arrive alors respectivement à 21,5 gep/p.k.o. et 159,9 gep/p.k.t. avec accompagnement, et 20,4 gep/p.k.o. et 152,2 gep/p.k.t. sans accompagnement).
- Les voitures neuves, qui représentent 0,4% seulement du trafic de voitures, sont dissociées des voitures accompagnées et classées avec le fret.
 - Chaque passager moyen "emporte" avec lui 0,14 voiture.

* Les petits ferries

ligne (et dis- tance)	nombre de places des uni- tés en service	période d'activité	coefficient de remplis- sage passa- gers %	nombre moyen de véhicules par passa- ger	gep/p.k.o.	gep/p.k.t
Lorient- Groix (14,8km)	500	toute l'année	9,0	0,063	8,6	95,1
	432	toute l'année			7,8	86,5
	300	2 mois et demi d'été			8,7	96,2
Quiberon- Belle Ile (15,7km)	600	toute l'année	24,8	0,091	17,5	70,5
	600	une partie de l'année			19,2	77,5
	300	2 mois et demi d'été			13,9	56,2

Source : Compagnie Morbihanaise de Navigation (1978).

Commentaires

- La Compagnie Morbihanaise de Navigation est exploitante d'un service public départemental de "courriers" réguliers sur les lignes Lorient-Groix et Quiberon-Belle Ile. Ses six ferries peuvent transporter des passagers, des véhicules (voitures et camions chargés) et des marchandises (à nu ou en containers). Cette dernière activité est très marginale.

En ce qui concerne les véhicules, ce sont surtout des voitures, d'ailleurs peu nombreuses : on n'a pas effectué de corrections au niveau des consommations unitaires, considérant ces voitures comme des "bagages accompagnés". Chaque passager moyen emporte avec lui 0,06 ou 0,09 voiture ; les consommations unitaires sont rapportées à des passagers-kilomètres "accompagnés".

- Les taux de remplissage sont disponibles seulement par ligne, et pas par unité.
- Tous ces ferries consomment du gasole.

- Les aéroglisseurs

modèle	nombre de places	capacité en véhicules	consommation horaire moyenne litres/heure		temps bloc	vitesse bloc km/h	coefficient de remplissage passagers %	coefficient de remplissage véhicules légers %	gep/p.k.o.		gap/p.k.t.	
			vol commercial	globale					vol commercial	globale		
N 500 (français)	400	45	4000	4700	45 mn.	64,2	54	70	123,0	144,6	227,9	257,8

Source : S.N.C.F./Armement Naval.

Commentaires :

- Les aéroglisseurs consomment du kérosène, comme les avions. En plus du kérosène consommé en vol commercial, on tient compte dans la consommation globale du kérosène consommé pour les essais, l'entraînement du personnel, etc... supplément qui a d'ailleurs tendance à diminuer considérablement au fur et à mesure des mises au point de ces matériels nouveaux.
- Les appareils britanniques similaires (SRN4-MK3), de capacité légèrement supérieure (412 sièges et 54 véhicules légers) et avec une vitesse bloc légèrement plus forte, ont une consommation horaire commerciale plus forte d'environ 15 à 20%.
- Les chiffres relatifs au N 500 sont des moyennes relevées sur les trajets Boulogne-Douvres (27 milles) et Calais-Douvres (24 milles), et les coefficients de remplissage sont ceux relevés du I.I.79 au I.IO.79 pour l'ensemble du service F. aspeed (2 SRN-4 et 1 N 500).
- La vitesse bloc est déterminée par rapport à la route directe qui peut ou ne peut pas être suivie pour des raisons de houle et de vent, l'essentiel étant de rechercher le temps bloc minimum.
- Les aéroglisseurs en service sur la Manche transportent des passagers, des véhicules légers, des autocars, mais pas de camions.
- Comme pour les ferries, les consommations unitaires sont rapportées à des passagers-kilomètres "accompagnés", chaque passager moyen étant accompagné de 0,15 voiture. Aucune correction n'a été effectuée pour imputer la part des véhicules sur la consommation (ceux-ci étant toujours liés aux passagers).

- Les hydroptères

nombre de places <u>moyen</u>	consommation kg/km	coefficient de remplissage %	gep/s.k.o.	gep/p.k.t.
252	23,8	41,7	94,3	226,2

Source : SEA-JET.

Commentaires

- La société SEA-JET exploite un hydroptère (en anglais "Jetfoil") sur la ligne Dieppe-Brighton depuis le 27 avril 1979. Les chiffres indiqués couvrent la période allant de cette date au 31 août.
- L'hydroptère de la société est le "Normandy Princess" (261 sièges) ; il est fait appel occasionnellement à un autre hydroptère de la société Boeing, le "Flying Princess" , qui n'a que 207 sièges ; la moyenne pondérée des sièges offerts sur la période considérée est environ 252 (estimation).
- L'hydroptère consomme du gasole. Il ne transporte ni véhicules ni marchandises.

* Paquebots

paquebot	capacité		vitesse moyenne (noeuds)	coefficient de remplissage		gep/p.k.o.		gep/p.k.t.
	théorique maximale	commerciale croisière		théorique %	commercial %	théorique	commerciale	
paquebots avec ga- rage	820	454	19	52,9	95,6	73	133	139
11000 ton- neaux	817	496	18	55,1	90,7	63	104	114
paquebot classique 13800 tonneaux	750	553	16	56,4	76,5	49	67	87
Moyenne	796	501	-	54,8	87,0	62	99	113

Source : Nouvelle Compagnie de Paquebots (1978).

Commentaires

- Les paquebots offrent des croisières, qui ne sont pas à proprement parler des services de transport.
- Seul le combustible nécessaire à la propulsion a été pris en compte. Les consommations accessoires peuvent être importantes.
- La capacité théorique maximale est le nombre total de couchettes à passagers installées dans les cabines. La capacité commerciale est le nombre de places-passagers réellement offertes dans les croisières : elle diffère de la première pour des raisons de confort (seules les couchettes basses étant prises en compte).

* Navigation côtière de tourisme (vedettes)

spécifications	nombre de places	consommation horaire litres/heure	gep/p.k.o.	gep/p.k.t.
- <u>quelques exemples</u>				
1 moteur	65	30	34	40
2 moteurs	99	40	29	35
2 moteurs	200	40	15	17
idem(haute mer)	200	70	25	30
2 moteurs	300	40	10	12
- <u>moyenne sur 1695 places-passagers</u>	(170)	(45)	19,4	23,2

Source : Unitatour.

Commentaires

- La société Unitatour fait de la petite navigation côtière de tourisme dans le golfe du Morbihan. Elle exploite un parc de vedettes qui ont à parcourir un circuit de 40 km en 3 h $\frac{1}{2}$. La vitesse est donc spécifiée à 11,4 km/h.
- Les statistiques observées couvrent la période d'avril à septembre 1979. Le taux de remplissage moyen a été de 83,6%.
- Toutes ces vedettes consomment du gasole, et ne prennent que des passagers.

2.3.1. Les hélicoptères* Eléments théoriques

type d'appareil	caractéristiques	nombre de sièges passagers	consommation litres/heure	vitesse km/h.	gcp/s.k.o.o.
SA 315 Lama	monomoteur (travail aérien)	4	218	190	227
SA 319 Alouette III	monomoteur	6	175	205	112
SA 321 Super Frelon	trimoteur	27	1050	233	132
SA 330 Puma	bimoteur	18	670	250	118
SA 332 Super Puma	bimoteur	18	569	260	96
SA 350 Ecureuil	monomoteur	5	164	230	113
SA 355 Twinstar	Ecureuil bimoteur	5	204	224	144
SA 365 N Dauphin	bimoteur	9	320	251	112

Source : S.N.I.A.S. (1979).

Ces consommations sont calculées en vol stabilisé à 500 m d'altitude, l'appareil étant supposé décoller avec le plein de carburant.

Tous les appareils indiqués consomment du carburéacteur (densité : 0,790).

* Consommations observées

type d'appareil	nombre de sièges passagers	consommation litres/heure	vitesse moyenne km/h	gcp/ s.k.o.o.
SA 316 B Alouette III	5	220	180	193
SA 330 Puma	15	660	230	151
SA 365 C1 Dauphin	8	330	230	142

Source : Héli-Union (1979).

La Société Héli-Union effectue principalement des transports de personnel en provenance ou à destination de plates-formes de forage pétrolier en mer. Il est difficile de définir des remplissages moyens, ceux-ci pouvant être très variables entre les rapatriements de personnel et les navettes d'ingénieurs venant régler des problèmes techniques.

2.3.2. Les téléphériques

A titre indicatif, on donne ci-dessous les consommations unitaires du téléphérique du Fornet, à Val d'Isère :

longueur (mètres)	dénivelée %	capacité des benne	coefficient de remplissage %	gep/p.k.o. (1)	gep/p.k.t. (1)
1080	35	80	46,0	100	220

(1) estimations.

Source : S.T.V.I. (1978).

Les consommations unitaires sont rapportées à une longueur simple
(les benne descendantes étant peu empruntées).

CHAPITRE 3

LES TRANSPORTS DE MARCHANDISES

3. LES TRANSPORTS DE MARCHANDISES3.1. Les transports urbains3.1.1. Le transport routier* Distribution urbaine de messagerie ("camionnage")

transporteur	véhicule	carburant (et densité)	P.T.A.C. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation litres/100km	coefficient de remplissage % (1)		gép/T.K.O.	gép/T.K.T. (1)				
Transports DROUIN	camionnette	gasole	3,5	1,1	14,95	91	(82)	112,8	124 (138)				
	camion	(0,83)	6,0	2,5	19,30	72	(56)	64,1	89 (114)				
Transports PROST	camionnette	gasole (0,83)	6,4	3,0	17	70		47,0	67				
Générale de Transports Industriels (G.T.I.)	estafette Renault	essence (0,722)	2,2	1,0	15	n.d.		108,3	n.d.				
	J7 Peugeot	gasole (0,83)	3,5	1,8	15	n.d.		69,2	n.d.				
	SG2 Saviem		3,5	1,2	19			131,4					
	camionnettes		6,0	2,6	21			67,0					
	et petits		7,5	3,9	23			48,9					
camions	9,0		4,7	25			44,1						
		11,0	5,9	27			38,0						
	ensembles semi-remorques	gasole (0,83)	13,5 21,0	6,0 11,0	26 31	n.d.		36,0 23,4	n.d.				
S.C.E.T.A.	SG2 Saviem J7 Peugeot C35 Citroën FB2 MB 44 Saviem 709 Mercedes ou JK 60 Saviem 809 Mercedes ou JK 75 Saviem Unic JP 11	gasole (0,83)	3,5	1,2	16	Paris	banlieue	110,7	Paris	banlieue			
			3,5	1,8	14	80	90		133	123			
			3,5	1,6	13	80	90		81	72			
			4,4	2,2	18	80	90		84	75			
			6,0	2,45	20	64	68		106	100			
						76	87		89	78			
			7,5	4,2	21	80	94		52	44			
			10,990	5,5	27	80	94		51	43			
SERNAM	camionnettes	essence (0,722)	1,9	0,8	20,6	n.d.	grande ville	ville moyenne	185,9	ville moyenne	n.d.		
			2,5	1,0	20,0							16,9	152,5
			3,5	1,560	21,5							17,6	144,4
			4,25	2,100	22,0							18,6	127,1
												19,4	86,1
													66,7
	camionnettes et camions	gasole (0,83)	3,5	1,390	21,5	n.d.	grande ville	ville moyenne	128,4	ville moyenne	n.d.		
			6,0	2,9	22,9							18,6	60,7
			6,5	1,4	23,2							21,2	65,5
			7,5	4,3	23,8							21,7	56,6
			9	5,2	24,7							22,7	53,0
			10,9	6,9	24,7							24,4	45,9
			13	8,8	21,6							21,6	39,4
18,5	11,5	28,9	28,9	26,0									
		35,0	35,0	27,3									
				27,3									
				25,3									
				25,3									

(1) Les remplissages et les consommations unitaires par T.K.T. sont définis en fonction des tonnages taxés, et non des tonnages physiques moyens en cours de tournée.

Commentaires

- Les charges utiles (C.U.) indiquées sont approximatives (moyennes). Elles dépendent en effet, pour un poids total autorisé en charge (P.T.A.C.) donné, de l'aménagement du véhicule.
- Les remplissages indiqués correspondent aux tonnages taxés, c'est-à-dire en début de tournée. Comme les véhicules se déchargent progressivement pendant la tournée, les tonnages moyens transportés sont grossièrement égaux à la moitié des tonnages taxés.
- Pour la définition des consommations unitaires par T.K.T., le choix s'est porté sur les tonnages taxés plutôt que sur les tonnages moyens. En effet, d'une part, les premiers sont accessibles par les statistiques alors que les seconds ne sauraient l'être; d'autre part, l'option choisie correspond à une consommation unitaire économique, alors que l'autre solution correspond à une consommation unitaire purement physique. Pour des comparaisons éventuelles, seule la première a un sens : chaque tonne transportée se voit imputer une part de la consommation de toute la tournée. La notion de trafic en tonnes-kilomètres se révélant mal adaptée à la distribution, on utilise en fait ici le produit des tonnes par la distance parcourue au cours de la tournée tout entière.
- Compagnie Française des Transports Drouin (1978)

Les consommations sont des moyennes calculées sur un parc de 54 véhicules pour la camionnette et 48 pour le camion. Le premier chiffre indiqué pour les remplissages et les consommations par T.K.T. correspond au tonnage moyen au départ de la tournée, le second chiffre -entre parenthèses- au tonnage moyen en fin de tournée; les véhicules sont en effet rechargés au fur et à mesure par du fret de retour. Le tonnage physique moyen est approximativement égal à la moyenne des deux tonnages indiqués. Il n'y a pas de parcours à vide.

- Prost Transports (1978)

Le coefficient de remplissage est estimé.

Les consommations spécifiques fournies par l'entreprise sont arrondies au nombre entier de litres aux 100 km le plus proche, l'expérience lui prouvant que l'erreur maximale susceptible de résulter de cette approximation, soit 0,5 l/100 km, est de l'ordre de grandeur de la dispersion enregistrée sur des familles homogènes de véhicules entre années consécutives, ceci essentiellement du fait des variations de conditions météorologiques et d'activité.

- Générale de Transports Industriels (1978)

L'activité de distribution est concentrée sur la région parisienne. Elle se décompose en deux sous-activités : livraison d'alimentation (affrètements à Monoprix notamment) et messagerie. La dispersion autour des consommations moyennes est de + ou - 10%. Les remplissages ne sont pas disponibles. Toutefois, on peut estimer que les véhicules sont pratiquement pleins en début de tournée et reviennent au dépôt pratiquement vides. Les distances parcourues à vide sont très faibles. Le remplissage "économique" est donc proche de 100%, le remplissage "physique" moyen de 50%. On en déduit immédiatement les consommations par T.K.T.

- S.C.E.T.A. (1979)

Les consommations sont fournies par France Location, qui loue les véhicules à la S.C.E.T.A., et les remplissages par la S.C.E.T.A. elle-même. Les chargements moyens sont plus élevés en banlieue qu'à Paris intra-muros. Ce sont les chargements au départ. Il n'y a pratiquement pas de parcours à vide. La S.C.E.T.A. effectue du transport de messagerie à partir des dépôts; elle distribue notamment en région parisienne les paquets des grandes entreprises de vente par correspondance.

- SERNAM

La grille de consommations indiquée (qui est en cours d'actualisation) a été établie en mars 1977. Elle distingue la distribution en grande ville et en ville moyenne. Le SERNAM assure le transport terminal de messagerie des gares S.N.C.F. jusqu'aux particuliers (livraison et enlèvement). Seule l'activité de camionnage (villes et périphéries urbaines) est examinée ici. Les taux de remplissage ne sont pas disponibles, mais on peut faire les mêmes remarques que pour la G.T.I.

*Transport à courte distance en zone urbanisée ("zone courte")

transporteur	véhicule (1)	P.T.A.C. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation litres/100 km	coefficient de remplissage %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
divers (France Location)	camions	13,0	7,5	30	n.d.	33,2	n.d.
	toutes marques	15,990	9,5	35		30,6	
		19,0	10,0	37		30,7	
S.C.E.T.A.	semi- remorques	19,0	10,0	32	42	26,6	63
	tracteur I60 CV		(8,0) (4,2)		39 53	(33,2) (63,2)	(85) (119)
	tracteur 200 CV	21,0	10,0	34	n.d.	28,2	n.d.
	tracteur 300 CV	35/38	21,0	47		18,6	

(1) Tous ces véhicules consomment du gasole.

Commentaires

- Il s'agit de transport de zone courte effectué en région parisienne par des véhicules appartenant à la Société France Location et affrétés à divers transporteurs, notamment la S.C.E.T.A. pour le semi-remorque avec tracteur de I60 CV.

Les consommations sont données par France Location, et les remplissages par la S.C.E.T.A. (**données 1979**).

- Il ne s'agit plus de distribution, mais, en ce qui concerne la S.C.E.T.A., de transport de gare SNCF à dépôt auxiliaire (en amont du camionnage déjà étudié), effectué avec des petites remorques particulières à la S.C.E.T.A.
- On se reportera au paragraphe 3.2.1. pour les réflexions d'ensemble sur le transport routier.

3.1.2. Les autres transports

Le transport routier est pratiquement le seul moyen d'acheminer des marchandises en zone urbaine. Il faut toutefois signaler, pour mémoire, que la SNCF banlieue et la R.A.T.P. (sur les lignes du R.E.R.) font, de manière très marginale, un peu de transport de marchandises. Il existe notamment des branchements particuliers. On se reportera au paragraphe 3.2.2. sur le transport ferroviaire (wagons isolés), pour avoir un ordre de grandeur sur les consommations unitaires.

3.2. Les transports interurbains et internationaux

3.2.1. Le transport routier

* Distribution rurale de messagerie ("zone courte")

Transporteur	véhicule	carburant (et densité)	P.T.A.C. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation litres/100 km		coefficient de remplissage %	gep/T.K.O.		gep/T.K.T.
Transports DROUIN	camions	gasole (0,83)	10,900 10,900	5,500 5,000	23,98		68 (41) 70 (40)	36,2		53 (83) 56 (98)
					23,59			39,2		
Transports PROST	camion	gasole (0,83)	12,5	6,0	21		70	29,1		42
SERMAN	camionnettes	essence (0,722)	1,9 2,5 3,5 4,25	0,8 1,0 1,560 2,100	secteur montagne	secteur plaine	n.d.	secteur montagne	secteur plaine	n.d.
					16,5	13,2		148,9	119,1	
					17,1	14,0		123,5	101,1	
					18,2	15,3		84,2	70,8	
					19,1	16,2		65,7	55,7	
SERMAN	camionnettes et camions	gasole (0,83)	3,5	1,390	18,2	15,3	n.d.	108,7	91,4	n.d.
			4,4	2,0	19,2	16,4		79,7	68,1	
			6,0	2,9	21,0	18,6		60,1	53,2	
			6,5	3,4	21,6	19,2		52,7	46,9	
			7,5	4,3	22,7	20,6		43,8	39,8	
			9,0	5,2	24,4	22,5		38,9	35,9	
			10,9	6,9	26,6	25,2		32,0	30,3	
			13,0	8,8	28,9	27,8		27,3	26,2	
			18,5	11,5	35,0	35,0		25,3	25,3	

Commentaires

- Les remarques concernant les charges utiles et les remplissages sont analogues à celles qui ont été formulées concernant la distribution urbaine.

Compagnie Française des Transports Drouin (1978) : mêmes remarques également concernant les tonnages moyens en début et en fin de tournée. Les consommations sont des moyennes calculées sur un parc de 79 véhicules pour le premier camion, et 18 pour le second (y compris les véhicules effectuant du déménagement, qui sont classés dans le transport à grande distance).

Prost Transports (1978) : mêmes remarques concernant le coefficient de remplissage et les consommations spécifiques. Le transport est effectué essentiellement sur voirie départementale et communale.

SERMAN : la grille de consommations indiquée (qui est en cours d'actualisation) a été établie en mars 1977. Elle distingue la distribution rurale en secteur de montagne et en secteur de plaine. Le SERMAN assure le transport terminal de messagerie des gares SNCF jusqu'aux particuliers (livraison et enlèvement). Seule l'activité de "desserte en surface" (hors agglomérations) est examinée ici. Les taux de remplissage ne sont pas disponibles, mais on peut faire les mêmes remarques que pour la distribution urbaine.

* Transport à grande distance ("zone longue")

transporteur	véhicule	type d'activité	P.T.A.C. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation litres/100km (1)	coefficient de remplissage %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
Transports DROUIN	camions	déménagement	10,990	5,500	23,98	64	36,2	57
			10,990	5,000	23,59	70	39,2	56
	tracteurs + semi-remorques	messagerie (lignes régulières)	35,0	21,0	40,26	57 à 76	15,9	21 à 28
transport à la demande		38,0	24,0	40,41	83 à 100	14,0	14 à 17	
Transports PROST	camion + remorque	messagerie (lignes régulières)	31,5	16,5	33	75	16,6	22
	tracteur + semi-remorque	transport à la demande	38,0	24,0	38	75	13,1	18

(1) Tous ces véhicules consomment du gasole.

Commentaires

- Les charges utiles (CU) indiquées sont approximatives (moyennes). Elles dépendent en effet, pour un poids total autorisé en charge (P.T.A.C.) donné, de l'aménagement du véhicule.
- Il n'y a plus de problèmes de définition du remplissage analogues à ceux rencontrés pour la distribution. Le coefficient indiqué correspond au remplissage physique moyen sur tous parcours.

Compagnie Française des Transports Drouin (1978) : les consommations sont des moyennes calculées sur un parc de 44 véhicules pour le semi-remorque de 35 tonnes, et 62 pour celui de 38 tonnes. Il n'y a pratiquement pas de transport à vide, les véhicules ayant presque toujours du fret de retour.

Prost Transports (1978) : mêmes remarques que pour la distribution concernant les coefficients de remplissage et les consommations spécifiques.

Le transport à la demande s'applique surtout à du fret pondéreux.

Les deux types d'activités sont essentiellement effectuées sur route nationale (et non sur autoroute).

° Réflexions sur la connaissance des consommations du transport routier

Il existe a priori trois moyens d'approcher les consommations d'énergie du transport routier de marchandises :

- l'étude macroéconomique
- les enquêtes
- les essais.

- L'étude macroéconomique est délicate car on ne sait pas ventiler avec précision la consommation de gasole entre les voitures particulières diesel, les autocars, les poids lourds de différentes tailles, et les véhicules divers.

Toute étude fine des consommations unitaires par cette voie est donc vouée à l'échec. On verra plus loin toutefois ce qu'il est possible de tirer de l'approche macroéconomique.

- Les enquêtes et sondages sont un autre moyen d'approche, qui tend à se développer.

En l'absence d'une enquête sur les consommations couvrant l'ensemble du transport routier, on peut utiliser les résultats de l'enquête de la D.T.T. sur le prix de revient des transports routiers de marchandises, qui s'adresse uniquement à des entreprises de transport public à grande distance.

Ces résultats sont les suivants pour 1978 :

véhicule	P.T.C.A. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation moyenne litres de gasole/100km	coefficient de			gep/TKO	gep/TKT
				charge- ment%	parcours en charge %	utilisa- tion %		
camion	19	11,5	33,3	95	87	82,6	24,0	29,1
ensemble articulé	21	12	33,7	93	88	81,8	23,3	28,5
ensemble articulé	38	25	44,8	90	86	77,4	14,9	19,2

Source : D.T.T. (1978).

L'enquête porte sur 33 camions de 19 t, 131 ensembles de 21 t et 721 ensembles de 38 t (dont 45 en attelage camion + remorque); 126 entreprises ont répondu en 1978.

Le coefficient de chargement est défini comme le rapport des tonnes taxées à la charge utile, et est donc légèrement supérieur au taux de chargement physique.

- On peut enfin faire des essais, comme en font les constructeurs ou la revue "Le Poids Lourd". Cette méthode a l'avantage de permettre d'étudier finement l'ensemble du transport routier, mais présente deux inconvénients :
 - du fait de la multiplicité des modèles, des puissances, et des paramètres liés à l'exploitation, l'analyse est très complexe (beaucoup plus que pour la voiture particulière) et aboutit inévitablement à des fourchettes assez larges, desquelles il est difficile de tirer des moyennes
 - on ne reproduit jamais exactement les conditions d'exploitation réelle, notamment dans le style de conduite (conduite "sage").

L'Institut de Recherche des Transports a compilé les différents essais, et aboutit aux résultats suivants :

P.T.C.A. (tonnes)	C.U.(1) (tonnes)	autoroute			route facile			route de moyenne difficulté			zone périurbaine		
		1/100 km fourchette	1/100 km moyenne	gcp/T.K.O.	1/100 km fourchette	1/100 km moyenne	gcp/T.K.O.	1/100 km fourchette	1/100 km moyenne	gcp/T.K.O.	1/100 km fourchette	1/100 km moyenne	gcp/T.K.O.
1)ensembles articulés													
38	24												
véhicules proposés sur le marché		33-42	36,6	12,7	37-52	52,5	14,7	44-55	49	16,9	36-70	50	17,3
véhicules les plus performants		33-38	35,1	12,1	37-43	40,5	14,0	44-53	48,7	16,8	36-57	47,2	16,1
25	15,5	30-31	31	17	35-38	35	19	34-35	33	19	35-42	40-42	21-22
21	11,5	21-28	28	20	29-30	33	24	32-35	33	24	39-50	40-45	22-32
2)Camions													
19	11,5	-	26	19	-	27	19	-	30	22	-	36	26
15	8,5	25-31	25	24	24-26	26	25	-	28	27	-	31	30
11	5,5	-	22	33	19-25	22	23	-	24	36	20-23	23	25

P.T.C.A. (tonnes)	C.U.(1) (tonnes)	autoroute		route		zone périurbaine		zone urbaine -- véhicule livraison			
		1/100 km	gcp/T.K.O.	1/100 km	gcp/T.K.O.	1/100 km	gcp/T.K.O.	1,5 arrêt par km		4,5 arrêts par km	
								1/100 km	gcp/T.K.O.	1/100 km	gcp/T.K.O.
9	5,0	18	30	20	33	-	-	19	22	25	42
8	4,2	17	34	19	38	25	49	-	-	-	-
6	2,6	17	54	14-15	48	17	54	15	40	18	57
3,5	1,6	14	73	14	73	13-16	67-83	10	52	13	67
2,4-2,8(2)	1,0	15	108	12-14	87-101	12-13	87-94	-	-	-	-

(1) moyenne estimée

(2) carburant : essence (gasole pour les autres P.T.C.A.).

- Les essais en rase campagne et en zone périurbaine ont été réalisés par la revue "Le Poids Lourd", sur un itinéraire constant (Le Bourget-Bapaume-Amiens-Rouen-Herblay-Le Bourget), avec des véhicules pratiquement neufs, chargés au maximum de leur P.T.C.A., et présentés par les constructeurs avec les conducteurs de la marque. Les essais en zone urbaine (livraison) ont été effectués par Berliet en liaison avec l'I.R.T., et ont révélé des fourchettes de dispersion très larges.
- Parmi les véhicules de 25-26 tonnes, il faut distinguer les camions de chantier à 4 roues motrices qui peuvent consommer jusqu'à 50 l/100 km, soit 27 gep/TKO ou 54 gep/TKT, ces camions étant toujours pleins à ras bord dans un sens, et vides au retour.
- La D.T.T. a calculé la formule de corrélation suivante, à partir des résultats de son enquête :

$$\text{consommation en l/100 km} \approx (0,653 \times \text{poids total roulant}) + 20$$

formule applicable seulement dans la zone de 16 à 38 t de P.T.C.A. Cette formule donne des résultats supérieurs, mais parallèles, à ceux de la revue "Le Poids Lourd".

Les différences observables entre les consommations réelles et celles des essais, qui peuvent atteindre jusqu'à 10 à 15%, tiennent à trois types de raisons :

- choix du véhicule, qui doit être bien adapté à l'utilisation prévue
 - entretien
 - style de conduite.
- Grâce aux résultats qui précèdent, on peut à présent aborder l'analyse macro-économique, en utilisant l'enquête annuelle sur l'utilisation des transports routiers de marchandises (enquête "T.R.M.") du S.A.E. Cette enquête ne fournit pas d'éléments sur les consommations spécifiques (en l/100 km) des véhicules. Mais elle permet, à partir d'une grille donnée de consommations spécifiques, de calculer les consommations, et de mettre en évidence l'influence des paramètres d'exploitation sur les consommations unitaires (en gep/T.K.T.).

On a donc construit une grille approchée de consommations spécifiques; puis on a calculé les coefficients de chargement et de parcours en charge à partir de l'enquête T.R.M., et on a obtenu une grille de consommations unitaires, proportionnelle à la grille de départ.

La précision absolue des résultats dépend directement de la validité de cette dernière grille, mais les écarts relatifs entre le transport pour compte d'autrui et le transport pour compte propre, liés aux valeurs respectives des coefficients d'exploitation, demeurent en toute hypothèse.

tranche de charge utile de l'enquête T.R.M. (tonnes)	grille estimée de consommations spécifiques (litres/100km)	coefficient de chargement %			coefficient de parcours en charge %			coefficient d'utilisation %			gep/TKO	gep/TKT		
		C.A.	C.P.	T.P.	C.A.	C.P.	T.P.	C.A.	C.P.	T.P.		C.A.	C.P.	T.P.
3,0 à 4,5	20	97,4	66,7	74,9	78,5	69,0	71,2	76,5	46,0	53,3	47,4	62	103	89
4,5 à 6,5	24	71,6	62,7	66,4	78,5	67,8	71,8	56,2	42,5	47,7	36,2	64	85	76
6,5 à 8,9	30	74,7	66,0	67,7	74,4	64,9	67,0	55,6	42,8	45,4	32,8	59	77	72
8,9 à 12,9	34	78,8	78,5	78,6	77,3	61,6	67,3	60,9	48,4	52,9	26,9	44	56	51
13,0 à 16,9	38	79,4	85,1	82,9	69,2	57,0	61,1	54,9	48,5	50,7	21,3	39	44	42
plus de 17,0	45	85,1	82,3	84,2	72,9	61,3	68,7	62,0	50,4	57,8	15,8	26	31	27

Source : enquête T.R.M. (1978).

C.A. = compte d'autrui
C.P. = compte propre
T.P. = toutes professions.

- Concernant enfin les véhicules de livraison, non couverts par l'enquête T.R.M., une enquête réalisée par l'I.R.T. en 1976-77 sur 1245 véhicules a permis d'obtenir des informations sur les taux de chargement moyens. Ceux-ci sont moins élevés que ceux des véhicules routiers, car la densité des produits livrés est plus faible, rendant les contraintes de volume prédominantes.

véhicules	P.T.U.A. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation ⁽¹⁾ litres/100 km. (essence)	coefficient ⁽²⁾ de chargement %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T. ⁽³⁾
fourgonnettes légères	moins de 1,5	0,5	13	50	188	361
estafettes	1,5 à 2,6	0,7 à 1,0	15	59	108 à 155	134 à 262
camionnettes	2,6 à 3,5	1,0 à 1,6	18	67	81 à 130	121 à 194

(1) moyenne estimée

(2) en début de tournée

(3) les parcours entièrement à vide sont négligés.

Ces chiffres ne sont que des ordres de grandeur, le secteur d'activité étant très hétérogène.

L'enquête de l'I.R.T. ne couvre pas les grosses camionnettes de distribution. On peut alors utiliser l'enquête "T.R.M." 1974 (dernière enquête couvrant la classe des véhicules de 1,0 à 3,0 t de charge utile) pour calculer les coefficients d'exploitation.

tranche de charge utile de l'enquête T.R.M. (tonnes)	P.T.U.A. (tonnes)	C.U. (tonnes)	consommation (1) litres/100 km. (gasole)	coefficient de chargement %			coefficient de parcours en charge %			coefficient d'utilisation %			gep/TKO	gep/T.K.T.		
				C.A.	C.P.	T.P.	C.A.	C.P.	T.P.	C.A.	C.P.	T.P.		C.A.	C.P.	T.P.
1,0 à 1,7	3,5	1,6	14,6	94,1	79,9	80,7	75,3	70,0	70,3	70,8	55,9	56,7	76	107	135	134
1,8 à 2,9	6,0	2,6	20,2	72,5	83,3	80,5	76,5	69,5	71,2	55,4	57,9	57,5	64	116	111	113

(1) moyenne estimée.

Ces chiffres ne sont là encore que des ordres de grandeur.

3.2.2. Le transport ferroviaire- Consommations suivant les catégories de trafic

type de trafic	part dans le trafic total %	traction seule énergie totale %	électricité énergie totale %	coefficient de			gcp/T.K.O. énergie totale	gcp/T.K.T.
				chargement %	parcours en charge %	utilisation %		
• régime ordinaire (RO)	78,4	86,2	70,7	71	61	43	4,0	9,3
-trains complets et assimilés	35,9	84,8	76,7	96	50	48	3,5	7,3
-lotissements	42,5	87,4	65,6	63	68	43	4,7	11,0
*rames de 480 tonnes et plus	2,6	84,8	76,7	96	57	55	4,3	7,9
*wagons isolés et rames de moins de 480 tonnes	39,9	87,6	64,9	61	69	42	4,7	11,2
• régime accéléré (RA)	20,1	93,1	80,4	48	74	36	7,9	21,8
WAGONS COMPLETS	98,5	87,6	72,7	65	65	42	5,0	11,9
DETAIL ET COLIS (autres trafics)	1,5	77,6	65,4	-	-	-	-	(136)
total marchandises	100,0	86,3	72,6	65	65	42	(5,7)	(13,7)

Remarques

Source : S.N.C.F. 1978

- La consommation de traction seule est celle des trains assurant les trafics considérés. Pour obtenir l'énergie totale dépensée pour réaliser ces trafics, il faut ajouter :
 - la consommation des trains de service, et des wagons vides
 - la consommation due aux manoeuvres de triage.
- Les tractions électrique et diesel sont confondues (la S.N.C.F. ne détermine pas la répartition du trafic entre les deux types de traction).
- Les trafics autres qu'en wagons complets sont très hétérogènes (messagerie SERJAN, bagages accompagnés, poste, etc...), et leur connaissance statistique est très imprécise. Les chiffres indiqués ne sont que des ordres de grandeur. Ces trafics sont acheminés à la fois par des trains de marchandises et de voyageurs.
- Les coefficients de parcours e. charge sont calculés à partir des coefficients de chargement et d'utilisation. Ces éléments sont bien connus pour les trains complets; ils sont estimés pour les lotissements; ils sont seulement grossièrement évalués pour le régime accéléré (forte dispersion).

- Consommations du trafic marchandises suivant les catégories de trains

Les remarques faites dans le paragraphe 2.2.2.b) pour les voyageurs s'appliquent, de façon analogue, au trafic marchandises : il suffit de remplacer la notion de trafic voyageurs associée à une catégorie de trains donnée, par celle de trafic commercial de marchandises par wagon.

Catégorie de trains	Part de la consommation affectée au trafic commercial de marchandises par wagon en %
Trains de messageries	90,3
Trains complets	100,0
Régime ordinaire (hors trains complets)	92,4
. Trains directs	90,8
. Trains omnibus	99,5
Total trains de marchandises	93,0

Les consommations non reprises au niveau des trafics commerciaux de marchandises par wagon, auxquels s'attache la suite de l'analyse, correspondent aux catégories de trafic suivantes :

- voitures de voyageurs vides
- trafic de marchandises en service
- trafic de colis et détail
- trafic postal
- trafic de presse.

Pour les deux dernières de ces catégories, il n'existe d'ailleurs pas d'indicateur synthétique satisfaisant, mesurant les quantités physiques de trafic correspondant et permettant de calculer une consommation unitaire dans des conditions satisfaisantes.

D'autre part, les consommations unitaires calculées ci-après n'incluent pas les consommations des trains de service et de matériel vide et des triages.

Les trains de messageries transportent essentiellement du trafic "régime accéléré", et un peu de trafic divers. Les trains complets transportent uniquement du trafic "trains complets et grandes rames" (généralement des pondéreux). Les trains directs et les trains omnibus du régime ordinaire transportent surtout du trafic "wagons isolés et petites rames", mais également un peu de trafic trains complets, régime accéléré, et divers.

catégories de trains	gep/T.K.O.	coefficient d'utilisation %	gep/T.K.T.
trains de messageries	7,3	36	20,3
trains complets	3,0	48	6,2
régime ordinaire (hors trains complets)	4,0	42	9,6
-trains directs	4,0	42	9,6
-trains omnibus	4,0	42	9,6
total trains de marchan- dises	4,4	42	10,5

Source : d'après données S.N.C.F. (1978).

- Consommations spécifiques suivant le type de traction

(en grammes-équivalent-pétrole par tonne-kilomètre brute remorquée)

catégories de trains	traction électrique		traction diesel		toutes tractions confondues
	locomotives	locomotives locomoteurs	locomotives	locotracteurs	
messageries	6,5	6,6	-	-	6,5
trains complets	3,0	3,0	-	-	3,0
régime ordinaire	3,9	5,0	10,8	-	4,2
-trains directs	3,8	3,7	-	-	3,8
-trains omnibus	6,2	8,6	10,8	-	8,2

Remarques

Source : S.N.C.F. (1978).

- Ces consommations excluent les mouvements de matériels vides ainsi que les triages, mais comprennent les tractions de voitures de voyageurs vides.
- La répartition du trafic suivant le type de traction n'est pas disponible.
- On observe que les consommations spécifiques des tractions électrique et diesel sont très voisines, sauf pour les trains omnibus.
- Contrairement au transport de voyageurs pour lequel l'aérodynamisme des voitures est sensiblement constant, le transport de marchandises met en jeu des wagons ayant une résistance à l'avancement très différente. La consommation imputable à un wagon ne peut plus être considérée comme dépendant de la seule variable "tonne-kilomètre brute remorquée". Une étude est en cours à la S.N.C.F., afin d'affecter une consommation unitaire à chaque type de wagons. On indique ci-dessous les principales caractéristiques des wagons de transport de marchandises générales:

type de wagons	silhouette	roulement	poids total en charge (tonnes)	charge utile (tonnes)	résistance à l'avancement(1) (kg/T.U.)
G3 G4 G6 G7	wagons couverts	essieux	32 36 36 36	20 24 24 22	7,8 6,8 6,8 7,5
G8 A G8 B G9/0 G5	wagons couverts	bogies	72 80 64 80	50 58 41/42 52	5,1 4,7 5,9 5,4
R0 R2	wagons plats à bâchage mécanique	bogies	80 80	59 54/56	4,5 4,9

(1) en palier, à 100 km/h, convois homogènes.

Source : S.N.C.F.

3.2.3. Le transport par voie navigable

Les résultats regroupés ci-dessous proviennent d'une enquête réalisée en 1979 par l'O.N.N. auprès des entreprises de batellerie. Tous les chiffres indiqués sont relatifs à l'année 1978.

types de bateaux et réseaux	nombre de bateaux enquêtés	port en lourd moyen en tonnes (estimations)	marchandises transportées	coefficient de			consommations unitaires		
				parcours en charge %	chargement (estimations) %	utilisation %	gcp/TKO moyennes	gcp/TKT moyennes	gcp/TKT fourchettes
<u>Convois poussés</u>									
- sur la Seine	15 (1)	1300	marchandises générales et produits pétroliers	47,2	80	37,8	3,2	8,5	7,0 à 9,6
- sur le Rhin	150	2000	tous trafics	80 à 85	80	66,0	5,4	8,1	7,6 à 12,0
- sur le canal Dunkerque-Valenciennes	1	-	marchandises générales	49,0	80	52,2	2,9	7,4	-
<u>Petits convois</u>									
- classiques (sur la Seine et ses affluents)	4	700	marchandises générales	52,7	80	42,2	3,0	7,1	6,6 à 8,4
- citernes (idem)	1	-	acide	50,0	80	40,0	5,5	13,8	-
<u>Bateaux de rivière</u>									
- classiques (sur le bassin de la Seine)	2	650	marchandises générales	54,5	80	43,5	2,8	6,5	4,2 à 9,5
- citernes (idem)	31 (2)	750	produits pétroliers	47,9	80	39,7	5,1	13,9	11,2 à 14,2
<u>Bateaux de canal</u>									
- classiques (sur le bassin de la Seine)	3	370	marchandises générales	62,3	70	43,6	5,4	12,5	11,7 à 13,7
- citernes (idem)	112 (3)	350	produits pétroliers	55,8	70	39,7	5,4	16,3	12,4 à 22,7

(1) Parmi les bateaux enquêtés, figurent deux convois transportant respectivement des voitures (12,7 gcp/T.K.T.) et des produits pulvérisés (9,9 gcp/T.K.T.).

(2) Parmi les bateaux enquêtés, figure un bateau de rivière citerne transportant de l'huile alimentaire (7,7 gcp/T.K.T.).

(3) Parmi les bateaux enquêtés, figure un bateau de canal citerne transportant des produits pulvérisés (14,2 gcp/T.K.T.).

Commentaires

- Les "petits convois" sont des automoteurs de canal poussant une barge de même gabarit.

- Pour les petits convois, les bateaux de rivière et les bateaux de canal, on observe une surconsommation des bateaux citernes par rapport aux bateaux classiques; celle-ci provient du fuel consommé lors du déchargement des produits transportés (hydrocarbures, ciments), opération qui est effectuée par les installations de pompage par le bord. Pour les convois poussés en revanche, ces installations sont terrestres, et il n'a pas été nécessaire de faire de distinction entre les convois poussés classiques et les convois poussés citernes.

- Tous ces bateaux consomment du fuel-oil (densité : 0,83).

3.2.4. Le transport aérien

* Le transport aérien international

- Le transport aérien international de fret s'effectue "grosso modo", pour moitié en avions cargos, et pour moitié en avions mixtes (avions transportant essentiellement des passagers). Il faut ajouter les avions combinés, encore assez peu développés en France.
- Pour les avions **cargos**, il est facile de calculer des consommations unitaires. Pour les avions mixtes en revanche, il n'est pas possible de définir des consommations unitaires moyennes : le seul moyen serait en effet de comparer les consommations kilométriques des avions mixtes et d'avions semblables ne transportant que des passagers. Or, les avions à haute densité en passagers (vols "vacances") peuvent encore transporter du fret. En revanche, on peut définir aisément des consommations unitaires marginales (cf. le paragraphe 2.2.2. d), correspondant au transport d'une tonne supplémentaire sur un kilomètre. La consommation unitaire marginale ne comprend que la part variable de la consommation de l'avion, tandis que la consommation unitaire moyenne comprend également une part fixe (consommation à vide).

On pourrait bien sûr définir également des consommations unitaires marginales pour les avions cargos.
- Pour le Boeing 747 combiné d'Air France, on retiendra une consommation unitaire moyenne par T.K.O. égale à celle de l'avion cargo correspondant d'Air France. (Elle est compatible par construction avec la consommation unitaire par s.k.o. définie dans le chapitre voyageurs).
- Les résultats sont regroupés dans les tableaux suivants :

compagnie	type d'avion	capacité de fret (tonnes)		consommation horaire litres/h.	vitesse commerciale km/h.	taux de remplissage fret %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
		théorique	pratique					
AIR FRANCE	Boeing 707 cargo	42	31	7006	669	60,6	266,9	440,4
	Boeing 747 combiné	-	27,6	13539	771	64,0	162,6	254,0
	Boeing 747 cargo	115	88	13570	749	62,1	162,6	261,9
U.T.A.	DC8 55 F cargo	-	38	7300	720	63,0	210,8	334,6
(vols sur l'Afrique)	Boeing 747F cargo	-	120	14061(1)	835	61,0	110,9	181,7

(1) I6270 à pleine charge et 10605 à vide.

Remarques

- Les renseignements, fournis par les compagnies, concernent l'année 1978. On se reportera pour les diverses définitions au chapitre sur les transports de voyageurs.
- La capacité théorique de fret correspond au maximum qui puisse être emporté pour que l'avion puisse voler sur une étape moyenne. La capacité pratique est celle de l'avion rempli d'un fret de densité moyenne: elle peut donc être dépassée dans le cas de **frets pondéreux**.
- Le Boeing 747 cargo d'U.T.A. transporte des pièces détachées pour automobiles, à destination du Nigéria. Son exploitation présente donc les particularités suivantes : fret dense transporté sur des étapes courtes, avion plein dans un sens (environ 100 gep/TKT) et très peu rempli au retour (environ 300 gep/TKT).

- Consommations unitaires marginales

compagnie	AIR FRANCE							U.T.A.		
	Caravelle III (SE 210)	Boeing 707 (mixte)	Boeing 727	Boeing 737	Boeing 747 (mixte)	Boeing 747 (vacances)	Airbus A 300	DC8		DC 10
								62	63	
capacité de fret (tonnes)	0,7	3,0	2,0	1,5	13,3	7,0	7,0	4,0	7,0	13,0
taux de remplissage fret (%)	14,3	39,0	35,0	36,7	54,7	-	41,0	40,0		52,0
gep/TK marginale	50,6	67,3	113,8	101,0	57,4	50,9	73,0	66,0		56,0

* Le transport aérien intérieur

Le transport aérien intérieur de fret s'effectue uniquement en avions mixtes, à l'exception du trafic postal qui emprunte à la fois des avions mixtes, et des avions cargos de l'Aéropostale.

Comme pour le transport aérien international, on définira des consommations unitaires moyennes pour les avions cargos et des consommations unitaires marginales pour les avions mixtes :

- Consommations unitaires moyennes

Aéropostale-1978

type d'avion	capacité de fret (tonnes)	consommation horaire litres/h	vitesse commerciale km/h	taux de remplissage fret %	gep/TKO	gep/TKT
Transall C-160	13,5	1614	289	58,4	326,5	559,1
Fokker 27 500	5,0	914	271	60,4	532,9	882,1

- Consommations unitaires marginales

Compagnie AIR INTER-1978

type d'avion	Fokker 27 500	Caravelle III	Caravelle XII	Mercure	Airbus B2
fret moyen transporté (tonnes)	0,03	0,12	0,18	0,47	1,28
gep/TK marginale	52,5	54,9	34,6	84,4	60,9

- L'aviation de troisième niveau transporte très peu de fret.

3.2.5. Le transport maritimea) Le cabotage

On a regroupé dans ce paragraphe les bateaux de toute nature effectuant de la navigation le long des côtes. Dans les paragraphes suivants, on étudiera la navigation au long cours par grandes familles de bateaux.

* Cabotage national

- Cabotage de produits pétroliers : société Pétromer (1er semestre 1979)

type	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de			gep/T.K.O. sur tous parcours	gep/T.K.T.
		charge-ment %	parcours en charge %	utilisation %		
<u>petit et moyens caboteurs</u>						
bitumier	1350	86,9	59,4	51,6	15,0	29,1
produits finis ⁽¹⁾	5000	97,7	53,6	52,4	4,6	8,7
produits finis ⁽¹⁾	6000	91,7	58,3	53,5	3,8	7,0
<u>gros caboteurs</u>						
produits semi-finis	15000	61,3	60,3	37,0	5,8	15,6
produits finis ⁽¹⁾	16400	79,8	64,5	51,5	5,7	11,1
produits semi-finis	17000	69,5	83,1	57,8	5,3	9,1

(1) produits blancs.

La Société Pétromer fait surtout du cabotage national et un peu de cabotage international.

- Caboteur de la Compagnie Générale Maritime (1978)

type	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de remplissage %	gep/T.K.O. sur tous parcours	gep/T.K.T.

* Cabotage international- Petit cabotage : Union Industrielle et Maritime

type	port en lourd utile (tonnes)	carbu- rant	coefficient de (1)			gep/T.K.O. sur tous parcours	gep/T.K.T.
			charge- ment %	parcours en charge %	utilisa- tion %		
petits rouliers	1000	fuel léger	90	50	45	11,5	26
	1250		90	50	45	9,2	20
	2200	fuel lourd	90	50	45	10,5	24
	2500		80	50	40	10,5	26

(1) estimations.

Source : U.I.M. (1978).

- Cabotage moyen

armateur	type	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de remplis- sage %	gep/T.K.O. sur tous parcours	gep/T.K.T.
Sté Finistérienne de Cabotage (1979)	transporteur de produits pétro- liers	2700	98,0	2,7	2,7
	pinardier (1) - huilier	2750	96,1	6,5	6,8
	transporteur de produits chimi- ques	2890	94,7	5,2	5,5
Compagnie Générale Maritime (1978)	petit roulier	5000	75	8,4	11,2

(1) transporteur de vin.

Remarque

Les coefficients de chargement en poids des petits rouliers sont inférieurs à 1, mais les navires sont la plupart du temps pleins en volume.

b) Les cargos, vraciers, rouliers, porte-conteneurs* Les cargos- Cargos des lignes de Corse.

unité	port en lourd utile (tonnes)	capaci- té autos	consom- mation kg/km	tonnage moyen en fret poids lourds	nombre moyen d'autos	coefficient de remplis- sage %	gep/TKO	
							sur tous par- cours	
Monte Cinto	560	226	22,0	310,2	87,8	71,1	39,4	55,4
Isère	900	306	18,2	364,6	8,7	41,5	20,2	48,7
Griez	1260	581	40,6	607,8	33,4	50,9	32,2	63,3
M. Rotondo	1320	333	40,8	795,5	9,1	61,0	30,9	50,7
moyenne (sur l'ensemble des traver- sées)	1106	377	32,0	571,1	22,4	53,7	28,9	53,9

Source : S.N.C.M. (1978).

- Ces cargos transportent essentiellement des poids lourds chargés, mais il leur arrive de transporter également des voitures avec passagers, en période de pointe d'activité des ferries seulement. Pour les calculs, on a assimilé les voitures à du fret, en prenant : 1 voiture = 1 tonne, et on a additionné les frets poids lourds et voitures.

- La consommation unitaire moyenne par tonne-kilomètre transportée a été utilisée pour corriger l'influence du fret, transporté par les ferries de la S.N.C.M., sur la consommation de ces derniers (cf. chapitre sur les transports de voyageurs).

- Cargo Transmanche (roll-on/roll-off)

unité	port en lourd total (tonnes)	port en lourd utile (tonnes)	consomma- tion kg/km	tonnage moyen en fret (1)	coefficient de remplis- sage %	gep/T.K.O.	
						sur tous parcours	
Capitaine Le Goff	812	619	21,1	236,6	38,2	34,0	89,1

(1) camions chargés et voitures neuves.

Source : S.N.C.F. Armement Naval
(2ème trimestre 1978).

- Ce cargo est exploité, à certaines périodes de l'année seulement, sur la ligne Dieppe-Newhaven (120 km).
- Seule est prise en compte la consommation des moteurs principaux (propulsion); la consommation des groupes électrogènes (usages domestiques) représente environ 17% de la consommation principale.
- La consommation unitaire par T.K.T. a été utilisée pour les ferries de la Sea-Link (cf. chapitre sur les transports de voyageurs).

- Autres cargos

armateur	type	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de remplis- sage %	gep/ T.K.O. gep/T.K.T.	
				sur tous parcours	
Compagnie Générale Maritime (1978)	polytherme bananier	8000	44	8,4	19,1
	cargo semi- porte-conte- neurs conven- tionnel	12700	80	4,4	5,5
Chargeurs Réunis (1979) (1)	cargo classi- que	11150	71,7	4,7	6,6
	cargo semi- porte-conte- neurs conven- tionnel	21970	91,0	2,6	2,8
S.N.C.D.V. (1979) (2)	cargo conven- tionnel	9000	91,6	5,4	5,9

(1) Les coefficients de chargement en poids indiqués sont inférieurs à 1, mais les cargos considérés sont généralement pleins en volume.

(2) Société Navale des Chargeurs Delmas-Vieljeux (observations sur les 9 premiers mois de 1979). La consommation accessoire de diésel-oil (au port et à la mer) représente un surcroît de 17% par rapport à la consommation de fuel-oil nécessaire à la propulsion.

* Les vraquiers- Vraquiers de la C.G.M. (1978)

type	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de remplissage %	gep/T.K.O.	
			sur tous parcours	
charbonnier	37.700	91,0	1,5	1,6
minéralier lourd (1)	119.000	49,5	0,7	1,4

(1) exploité en consortium avec la CETRAGPA.

- Autres vraquiers

type	armateur	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de			gep/T.K.O.	
			chargement %	parcours en charge %	utilisation %	sur tous parcours	
petits vraquiers	U.I.M. (1978)	(29.000)	100,0	77,8	77,8	1,72	2,21
vraquier moyen	Dreyfus Armement (1977-78)	37.000	76,5	77,2	59,0	1,65	2,80
gros vraquiers	CETRAGPA (1978-79)	73.100	100,0	66,6	66,6	1,06	1,59
		122.000	98,9	49,8	49,3	0,72	1,46
		167.000	98,8	56,3	55,6	0,66	1,18
minéralier	Chargeurs	71.000	100	50	50	1,01	2,02
charbonnier	Réunis (1979)	72.000	100	50	50	1,29	2,57
grumiers (1)	S.N.C.D.V. (1979)	13.500	100	50	50	2,95	5,89
		14.000	100	50	50	3,54	7,09
		18.000	100	50	50	2,73	5,46

(1) transport de grumes (bois).

- L'Union Industrielle et Maritime (U.I.M.) exploite une flotte de petits vraquiers (des minéraliers surtout) de 25.000 à 40.000 tonnes, dont le port en lourd moyen est de 29.000 tonnes.
- Le vraquier de Dreyfus Armement, d'un port en lourd total de 38.000 tonnes, est souvent rempli en volume à moins de 37.000 tonnes.
- Les consommations unitaires par T.K.O. des vraquiers de la CETRAGPA sont respectivement 1,08 gep, 0,75 gep, et 0,70 gep sur les parcours en charge seuls. On peut constater une légère surconsommation en charge par rapport à la consommation à lège.
- De même pour les vraquiers des Chargeurs Réunis, les consommations unitaires sur les parcours en charge seuls sont respectivement 1,06 gep et 1,33 gep. A port en lourd égal, la consommation unitaire d'un charbonnier est plus élevée que celle d'un minéralier du fait de la densité moindre du charbon par rapport au minerai.
- Les consommations accessoires de diésel-oil (au port et à la mer) des grumiers des Chargeurs Delmas-Vieljeux représentent un surcroît de 7 à 9% par rapport aux consommations de fuel-oil nécessaire à la propulsion.

* Les rouliers- Rouliers de la C.G.M. (1978)

type	port en lourd utile (tonnes)	coefficient de remplissage %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
			sur tous parcours	
porte-conteneurs roulier	16.000	52	5,4	10,4
roulier intégral	19.100	68	5,7	8,4

* Les porte-conteneursSeuls sont étudiés ici les porte-conteneurs intégraux.

type	port en lourd utile (tonnes)	nombre de conteneurs (T.E.U.)	coefficient de remplissage %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
				sur tous parcours	
<u>C.G.M. (1978)</u>					
Mansart	19.000	710	52	3,5	6,8
Caraïbe	21.500	1380	72	4,9	6,8
Korrigan	28.500	2800	83	10,2	12,3
<u>Chargeurs Réunis (1979)</u>					
Chevalier Paul	18.080	1400	92,4	9,0	9,7
<u>S.N.C.D.V. (1979)</u>					
Canadien	8.000	512	57,8	6,4	11,1
Hélène Delmas	14.000	921	64,9	4,1	6,4

Remarques

- Un conteneur pèse 2,400 tonnes à vide. Il peut atteindre quand il est plein 20,320 tonnes, ce qui représente une charge utile maximale proche de 18 tonnes. Toutefois, la charge utile moyenne pour un fret courant est de l'ordre de 10 à 11 tonnes.
- Le poids des conteneurs vides est compris dans le fret. Les consommations unitaires par T.K.O. et les coefficients de remplissage sont définis par rapport au port en lourd utile.
- Les consommations accessoires de diésel-oil (au port et à la mer) des porte-conteneurs des chargeurs Delmas-Vieljeux représentent un surcroît de 8 à 10% de consommations de fuel-oil nécessaire à la propulsion.

c) Les pétroliers et méthaniers* Les pétroliers- Pétroliers de Shell Maritime (1979)

port en lourd (tonnes)	propulsion	coefficient de chargement %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
			sur les parcours en charge seulement	
75.000	moteur diésel (fuel-oil)	100	1,30	1,30
150.000		100	0,93	0,93
210.000	turbine (fuel lourd)	100	1,06	1,06
250.000		100	0,97	0,97
550.000		100	0,83	0,83

Les consommations unitaires ont été calculées par rapport au port en lourd utile (poids du carburant exclu).

Le coefficient de parcours en charge est sensiblement égal à 50%. Les consommations unitaires par T.K.T. sur tous parcours sont près du double de celles indiquées sur les parcours en charge.

Les parcours à vide sont effectués sur ballast (afin d'assurer la flottaison).

- Pétroliers de la Société Française de Transports Pétroliers (S.F.T.P.)(1979)

Les résultats diffèrent sensiblement selon les navires pour un port en lourd donné. Le principal critère de variation est la vitesse, certains pétroliers se déplaçant à 15 noeuds (vitesse normale), alors que d'autres, pour des raisons économiques, n'avancent qu'à 11 ou 12 noeuds. On a donc indiqué des fourchettes de variation.

port en lourd (tonnes)	propulsion	coefficient de chargement %	gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
			sur les parcours en charge seulement	
135.000	moteur diésel (fuel-oil)	100	0,47 à 0,97	0,47 à 0,97
170.000		100	0,57 à 0,99	0,57 à 0,99
240.000	turbine (fuel lourd)	100	0,66 à 1,01	0,66 à 1,01

Le coefficient de parcours en charge est sensiblement égal à 60%. Les consommations unitaires par T.K.T. sur tous parcours sont près de 5/3 fois celles calculées sur les parcours en charge.

* Les méthaniers

On a regroupé sous ce nom générique tous les bateaux transportant du gaz liquéfié : méthaniers proprement dits, éthyléniers et "G.P.Liers" (propaniers-butaniens). Les données numériques proviennent de la société Gazocéan(1979), les données techniques de Technigaz et Gaz Transport.

- Les méthaniers (CH₄)

capacité (m ³)	port en lourd utile avant boil- off(tonnes)	port en lourd utili- le net (tonnes)	consomma- tion équiva- lent fuel- oil litres/heure	vitesse moyenne (noeuds)	coefficient de			gep/TKO	gep/TKT
					charge- ment %	parcours en char- ge %	utili- sation %		
50.000	23.000	22.300	4.518	16,75	100,0	50,0	50,0	5,42	10,8
120.000	55.270	52.650	9.287	18,25	100,0	50,0	50,0	4,33	8,7

- La densité moyenne du méthane ou gaz naturel liquéfié (G.N.L.) à pression atmosphérique est 0,47.

- Les méthaniers sont propulsés par des turbines, alimentées à la fois par du fuel-oil et par les évaporations (boil-off) du méthane. Ces dernières fournissent environ 70% de la puissance de la turbine lorsque le navire est en charge. Elles représentent, respectivement, 150 m³ par jour pour le navire de 50.000 m³ et 300 m³ pour celui de 120.000 m³ en charge, 125 m³ et 200 m³ par jour pour ces mêmes navires sur ballast.

Il est nécessaire de conserver du gaz dans les cuves pendant les trajets sur ballast afin de les maintenir en froid.

- Le port en lourd utile est déterminé :

- o avant boil-off, en faisant le produit de la capacité par la densité, puis en enlevant 2% de marge de sécurité obligatoire et un "talon" impompable,
- o après boil-off en déduisant du résultat précédent la consommation des gaz d'évaporation pendant les trajets en charge et sur ballast et la durée de séjour au port (environ 4 jours). Les distances des trajets couramment effectués sont de 1400 milles pour la ligne Afrique du Nord-Europe (méthanier de 50.000 m³) et de 3000 à 5000 milles pour la ligne Afrique du Nord-Etats-Unis (méthaniers de 50.000 et 120.000 m³). Les calculs ont été effectués respectivement sur la base d'un trajet de 1400 milles pour le méthanier de 50.000 m³, et de 4000 milles pour celui de 120.000 m³.

Le port en lourd utile net ainsi obtenu correspond à la quantité de méthane livré. Les coefficients de chargement et les consommations unitaires sont rapportés à ce port en lourd net. Compte tenu de la taille des méthaniers, les résultats sont peu sensibles à la distance du transport : entre 0,05 et 0,1 gep/T.K.O. en plus pour 1000 milles supplémentaires.

- Les consommations de fuel-oil et G.N.L. sont évaluées globalement en équivalent fuel.

- Les éthyléniers (C₂H₄)

capacité (m ³)	port en lourd utile moyen (tonnes)	consommation diésel-oil ou fuel-oil (litres/h)	vitesse moyenne (noeuds)	coefficient de			gep/T.K.O.	gep/T.K.T.
				charge- ment %	parcours en charge %	utili- sation %		
2500	1390	452(DO)	13,5	98,0	52,0	50,9	10,79	21,2
4070	2260	1029(FO)	15,5	98,0	52,0	50,9	13,17	25,9

- La densité moyenne de l'éthylène à pression atmosphérique est 0,568.

- Le port en lourd utile est déterminé à partir du produit de la capacité par la densité, compte tenu d'une limite réglementaire de sécurité pour le remplissage fixée à 98%, et d'un "talon" (résidu impompable), allant de 3 à 4 tonnes pour les petites capacités à 10 tonnes pour les grosses unités.

- Le gaz d'évaporation ne sert pas à la consommation du navire. Il est reliquéfié au fur et à mesure. La consommation de diésel-oil (gasole) nécessaire à la reliquéfaction et au maintien en froid est une consommation accessoire indispensable au transport, bien qu'elle ne serve pas à la propulsion du navire. Elle ne peut être isolée de la consommation domestique de diésel-oil pour les besoins en électricité à bord, dont elle représente de 6 à 10%. Pour le bateau de 2.500 m³, la consommation indiquée (DO) est la consommation totale du navire : celle-ci comprend environ 90% de consommation pour la propulsion, et de l'ordre de 9% pour les besoins domestiques et 1% pour la reliquéfaction. Pour le bateau de 4070 m³, la consommation indiquée (FO) correspond uniquement au fuel-oil assurant la propulsion; la consommation de diésel-oil qui vient en supplément, représente de l'ordre de 10% de la consommation de fuel-oil.

- Les "G.P. Liers" : propaniers (C₃H₈) - butaniers (C₄H₁₀)

capacité (m ³)	port en lourd utile moyen (tonnes)	consommation fuel-oil (litres/h)	vitesse moyenne (noeuds)	coefficient de			GEP/T.K.O.	gep T.K.T.
				charge- ment %	parcours en charge %	utili- sation %		
3000	1760	402	12,5	91,8	55,0	50,5	8,18	16,2
4100	2400	527	12,5	91,8	55,0	50,5	7,87	15,6
6300	3700	1029	14,25	91,8	55,0	50,5	8,75	17,3
7500	4400	904	13,70	91,8	70,0	64,3	6,72	10,5
15000	8800	1857	15,5	91,8	70,0	64,3	6,10	9,5
30000	17630	2510	16,0	91,8	70,0	64,3	3,99	6,2
40000	23500	2309	15,5	91,8	70,0	64,3	2,84	4,4
70000	41150	4267	18,0	91,8	70,0	64,3	2,58	4,0

- La densité moyenne du gaz de pétrole liquéfié (G.P.L.) à pression atmosphérique est 0,6 (elle peut varier entre 0,58 et 0,61 suivant la composition). Les "G.P. Liers" peuvent également transporter de l'ammoniac (densité 0,68), ou du vinyl-chlorure-monomère (V.C.M. -densité 0,97).

- Les autres conditions sont analogues à celles des éthyléniers.

3.2.6. Le transport par conduite

a) Les oléoducs

* Éléments théoriques (communiqués par la Société TRAPIL)

diamètre de la conduite (en pouces)	capacité annuelle optimale (en millions de tonnes)	consommation unitaire correspondant à la capacité optimale (en gep/T.K.T.)
<u>1) produits bruts</u>		
12	4	12,7
16	6	8,2
20	10	7,0
24	15	6,1
30	25	4,9
40	50	4,4
<u>2) produits raffinés</u>		
10	2	10,2
12	3	9,0
16	4,5	5,5
20	7,5	4,9

- La capacité annuelle optimale d'un diamètre donné est celle qui minimise le prix de revient à la tonne transportée (prix comprenant : énergie, frais d'exploitation et amortissements). Le choix du diamètre est donc déterminé par les prévisions de trafic.

Cette capacité annuelle a été calculée pour les produits bruts en supposant un trafic uniformément réparti dans l'année (donc sans pointe) et pour les produits raffinés en supposant un trafic avec 4 mois de pointe d'hiver réalisant chacun 11% du trafic annuel, contre seulement 7% par mois le reste de l'année.

Dans tous les cas, le pipe-line fonctionne en continu.

- Les produits bruts ont une viscosité moyenne de 12 centistocks et une densité moyenne de 0,85. Les produits raffinés ont une viscosité et une densité variables, mais toujours plus faibles que celles des produits bruts.

La consommation unitaire est très sensible à la viscosité, d'où l'écart entre les produits bruts et les produits raffinés pour une conduite de même diamètre.

Pour une conduite donnée, la consommation unitaire croît en première approximation comme le carré du débit. Il n'y a donc pas d'optimum énergétique autre qu'à débit nul.

Par ailleurs, la consommation unitaire est, en première approximation également, inversement proportionnelle à la puissance cinquième du diamètre, d'où le grand intérêt des gros diamètres.

- Le poussage des produits dans les conduites peut être assuré par une énergie électrique (c'est le cas le plus fréquent), ou par l'intermédiaire d'un moteur diesel (c'est le cas du réseau des oléoducs militaires, ainsi que d'une conduite civile qui sera examinée plus loin). Les consommations unitaires du tableau ont été calculées avec une énergie électrique, mais, compte tenu des coefficients d'équivalence énergétique, elles seraient sensiblement les mêmes avec une énergie diesel.

* Consommations unitaires observées

Les chiffres ci-dessous ont été communiqués par les différentes sociétés citées; ils concernent tous l'année 1978. On constatera que les éléments théoriques qui viennent d'être indiqués expliquent assez bien ces résultats.

société	conduites exploitées	énergie	produits transportés	trafic annuel (en millions de tonnes)	consommation unitaire (en gep/T.K.T.)
S.P.L.S.E.(1)	3 lignes de 24,34 et 40 pouces	électrique	produits bruts	37	2,1
ELF France	pipe-line d'Ile de France 20 pouces	électrique	produits bruts et semi-finis	8	9,2
TRAPIL	ligne Le Havre-Valenciennes 12 pouces	diésel (gasole)	produits bruts	3	7,5
	réseau Le Havre-Paris: lignes de 10,12,16,20 et 32 pouces	électrique	produits bruts et raffinés	20	5,8
S.P.M.R.(2)	lignes de 12 et 16 pouces	électrique	produits raffinés	6,5	9,6

(1) Société du Pipe-Line Sud-Européen.

(2) Société du Pipe-line Méditerranée-Rhône.

b) Les gazoducs

réseau	longueur du réseau en km	distance moyenne de transport d'1m ³ de gaz en km (estimations)	taux de pertes en ligne %	gcp/T.K.T.
Gaz de France	18.000	250	0,92	39
S.N.G.S.O. (1)	3.200	200	0,08	5

(1) Société Nationale des Gaz du Sud-Ouest.

Commentaires

- Les données ci-dessus, fournies par les exploitants, concernent l'année 1978.
- Le poussage du gaz dans les conduites est réalisé par des compresseurs à gaz, qui s'alimentent sur le gaz à transporter. Le pourcentage de gaz ainsi consommé est appelé "taux de pertes en ligne". La S.N.G.S.O., qui exploite un réseau autonome, utilise deux stations de recompression de faible puissance, dont l'une est électrique et l'autre au gaz.

Le gaz circule dans les conduites à partir d'une certaine pression et ce, d'autant plus facilement que le gaz va moins loin. G.D.F., dont le réseau est très étendu, a de nombreuses stations de recompression distantes de 100 km environ.

La S.N.G.S.O., dont le réseau couvre une moins grande surface, n'a besoin de faire fonctionner ses compresseurs qu'aux heures de pointe, d'où un taux de pertes en ligne beaucoup plus faible que celui de G.D.F.

- L'unité de trafic utilisée pour le transport du gaz étant la tonne, la tonne-kilomètre n'étant absolument pas usitée, il a été nécessaire de recourir à des estimations assez grossières pour approcher les distances de transport. Les consommations unitaires calculées ne sont donc que des ordres de grandeur ; les spécificités de ce mode de transport rendent d'autre part difficile toute comparaison avec les autres modes.
- Les coefficients d'équivalence énergétique utilisés sont les suivants :

- gaz de Groningue	0,873 tep/tonne
- gaz de Lacq	1,209 tep/tonne
- réseau G.D.F.	1,060 tep/tonne (compte tenu de la répartition des deux types de gaz)
- réseau S.N.G.S.O.	1,209 tep/tonne (gaz de Lacq uniquement).

3.3. Autres transports* Les hélicoptères- Eléments théoriques

type d'appareil	caractéristiques	capacité de fret en usage transport (kg)	capacité de fret en usage manutention (kg)	consommation litres/h	vitesse km/h.	gcp/T.K.O. en usage transport	gcp/T.K.O. en usage manutention
SA 315 Lama	monomoteur (travail aérien)	417	837	218	190	2175	1084
SA 319 Alouette III	monomoteur	562	1009	175	205	1200	668
SA 321 Super Frelon	trimoteur	2710	5811	1050	233	1314	613
SA 330 Puma	bimoteur	2228	3433	670	250	950	617
SA 332 super Puma	bimoteur	2484	3689	569	260	696	468
SA 350 Ecureuil	monomoteur	408	813	164	230	1379	692
SA 355 Twinstar	Ecureuil bimoteur	207	770	204	224	3482	936
SA 365 N Dauphin	bimoteur	738	1597	320	251	1365	631

Source : S.N.I.A.S. (1979).

- Ces consommations sont calculées en vol stabilisé à 500 m d'altitude, l'appareil étant supposé décoller avec le plein de carburant s'il est utilisé pour du transport, et avec ses réservoirs presque vides s'il est utilisé pour de la manutention. Dans ce dernier cas en effet, il peut transporter une charge plus importante (utilisations en grue ou en transport sur distance très courte). Dans tous les cas, les calculs ont été effectués en supposant un transport interne de la charge (pas d'effet parasite sur la traînée de l'hélicoptère). Les capacités peuvent être différentes en usage manutention externe.

- Tous les appareils indiqués consomment du carburéacteur (densité : 0,790).

- Consommations observées

La société Héli-Union utilise les deux hélicoptères suivants en manutention, avec un transport externe de la charge (élingage) :

type d'appareil	charge maxi (tonnes)	consommation litres/heure	vitesse km/heure	gép/T.K.O.
SA 315 Lama	1	220	180	966
SA 330 Puma	3	660	230	756

Source : Héli-Union(1979).

Le Lama effectue de petits trajets dans lesquels le temps de vol stationnaire est important. Aussi la vitesse indiquée n'est-elle pas une vitesse moyenne, et la notion de consommation rapportée à la distance n'a souvent guère de sens. La notion de consommation horaire est beaucoup plus significative. Il en est de même pour le Puma, qui est utilisé à des transports de bois dans certains lieux d'accès difficile.

CHAPITRE 4

LES MODES NOUVEAUX OU FUTURS

4. LES MODES NOUVEAUX OU FUTURS

4.1. Note préliminaire

On regroupe dans ce chapitre un certain nombre d'indications sur les consommations unitaires de modes nouveaux, ou de technologies nouvelles, qui

- soit ont déjà fait l'objet d'essais et doivent être mis en service dans un proche avenir,
- soit sont encore à l'état de projets.

Les chiffres qui vont être donnés n'ont donc absolument pas la précision de ceux du reste du rapport, et, pour certains projets, ne sont que des ordres de grandeur.

Enfin ce chapitre ne se veut nullement exhaustif, et n'explore que certaines des technologies nouvelles qui pourraient se développer à l'avenir.

4.2. Les transports de voyageurs

4.2.1. Les transports urbains

* La voiture électrique

On indique ci-dessous les résultats d'essais réalisés à Paris par E.D.F., sur un véhicule du type R4 ou R5 pouvant contenir, compte tenu de l'encombrement des batteries, 2 personnes plus une charge de 100 kg :

- consommation spécifique : 0,75 kWh / km
- consommation unitaire : 90 gep/s.k.o.o.

Source : I.R.T.

* L'autobus électrique

Quatre véhicules du type 3T1 Sovel ont été exploités pendant 2 ans à Tours (1976-77). L'expérience a été arrêtée. Les résultats ont été les suivants :

- caractéristiques : capacité 50 places, vitesse maximale 50 km/h
- consommation spécifique : 2,25 kWh / km
- taux de remplissage : environ 20 %
- consommations unitaires : 10,8 gep/s.k.o.o.,
environ 54 gep/p.k.t.

Source : I.R.T.

* L'autobus au gaz de pétrole liquéfié (GPL)

La R.A.T.P. expérimente depuis le 9 Novembre 1978 un autobus Saviem SC 10 fonctionnant au GPL, sur la ligne 95. Contrairement aux autobus classiques (diésel), le moteur fonctionne en allumage commandé (le rendement est moins bon). Les résultats comparés de consommations des autobus classiques et de l'autobus GPL exploités sur la ligne 95, au cours des 2ème et 3ème trimestres 1979, sont les suivants :

(autobus à 84 places - remplissage moyen 23 %)

carburant	gasole	GPL
consommation spécifique	45,1 l/100km	73,8 l/100km
consommations unitaires (1l de GPL=613 gep) (densité 0,568)	4,5 gep/s.k.o. 19,2 gep/p.k.t.	5,4 gep/s.k.o. 23,2 gep/p.k.t.

Source : R.A.T.P.

* L' "ARAMIS"

Deux versions sont à l'étude pour ce mode de transport collectif urbain, dans lequel seront acheminées automatiquement des rames composées généralement de 4 à 6 modules :

version	ARAMIS S	ARAMIS N
particularités	rames omnibus seulement	rames omnibus, directes et semi-directes
consommation spécifique: par module (10 places par module)	0,39 kWh/km	0,33 kWh/km
consommations unitaires (avec un taux de remplissage estimé à 50 %)	9,4 gep/s.k.o. 18,8 gep/p.k.t.	7,8 gep/s.k.o. 15,7 gep/p.k.t.

Source : R.A.T.P. (1979), à partir d'informations provenant de la société MATRA.

* Le "POMA 2000"

- La version de base de ce mode de transport urbain collectif tracté par câble au sol consomme (site de Laon) environ 21 gep/p.k.o., soit 84 gep/p.k.t. avec un remplissage estimé à 25 %.
- La version modifiée en cours d'étude pourrait ne pas dépasser 10 gep/p.k.o., soit 50 gep/p.k.t. Il demeure toutefois une très grande plage d'incertitude autour de ces chiffres (fourchette allant de 0,7 à 25 gep/p.k.o.).

Source : I.R.T.

4.2.2. Les transports interurbains

* La voiture électrique

Les essais effectués par E.D.F. sur une voiture du type R4 ou R5 (cf. § 4.2.1. sur les transports urbains) ont abouti aux résultats suivants en rase campagne :

- vitesse maximale : 60 km/h
- consommation spécifique : 0,3 kWh/km
- consommation unitaire (pour 2 places) : 36 gep/s.k.o.

Source : I.R.T.

En moyenne sur tous parcours (urbains et non urbains), E.D.F. annonce le chiffre de 0,45 kWh/km pour une voiture de 2 (ou 4) places, ce qui fait 54 gep/s.k.o. pour 2 places (ou 27 pour 4 places).

* Le train à grande vitesse (T.G.V.)

La S.N.C.F. prévoit une consommation unitaire de 11,3 gep/s.k.o., soit 17,4 gep/p.k.t. compte tenu d'un coefficient de remplissage attendu de 65 %.

* L'aérotrain

Des essais du moteur linéaire prévu pour l'aérotrain ont été réalisés à Grenoble en janvier 1979. Ce moteur pourrait équiper un véhicule de transport en commun de 80 places pouvant atteindre une vitesse maximale de 180 km/h.

Les résultats, obtenus pour un moteur très rustique, sont les suivants :

- accélération en 100 secondes, interstation de 5 km, freinage en 60 secondes
- consommations spécifiques :

propulsion	11,2 kWh/km
sustentation (coussin d'air)	6,9 kWh/km
<u>totale</u>	<u>18,1 kWh/km</u>
- consommation unitaire : environ 55 gep/s.k.o.

* L'Airbus sur ligne intérieure haute densité

La Compagnie Air Inter envisage de mettre en service des appareils Airbus à 314 sièges dès 1980, notamment sur la ligne Paris-Marseille. Avec un taux de remplissage prévu de 80 %, la consommation unitaire serait de 35 gep/s.k.o., soit 44 gep/P.k.t.

4.3. Les transports de marchandises

* Le véhicule utilitaire électrique

E.D.F. a réalisé des essais sur de petits véhicules utilitaires de charge utile allant jusqu'à 1 tonne. Les résultats sont :

- consommation spécifique : 0,7 kWh/km
- consommation unitaire (pour 1 t de C.U.) : 169 gep/T.K.O.

Source : E.D.F.

BIBLIOGRAPHIE

B I B L I O G R A P H I E

1. Bibliographie française

* ETUDES GENERALES

- Comment économiser l'énergie dans les transports

Pierre MERLIN - Etude prioritaire interministérielle - La Documentation Française

- o rapport : 3ème trimestre 1977
- o annexes : 4ème trimestre 1977 (voir en particulier dans l'annexe 1 le chapitre sur les consommations unitaires).

- Energie et puissance

Chr. PERRIN de BRICHAMBAUT et J. DETTWILLER - Article paru dans la revue MET MAR de la Direction de la Météorologie - Bulletin n° 101 - Octobre 1978.

- Enquête Passagers de Septembre 1976

AEROPORT DE PARIS - Direction des Finances et du Plan - Août 1977 (voir notamment le chapitre sur les moyens de transports terminaux).

* VOITURES PARTICULIERES

- Consommation d'énergie par les véhicules routiers

Institut de Recherche des Transports - Centre d'Evaluation et de Recherche des Nuisances et de l'Energie - Note d'information n° 8 - Novembre 1976.

- Consommation d'énergie par les véhicules légers en rase campagne

I.R.T - C.E.R.N.E. (pour le compte du SERES) - J.P. Roumegoux - Juin 1978.

- Allure et consommation des voitures particulières en ville

I.R.T. - Division Exploitation de la Route - Juillet 1978.

- Amélioration du modèle de prévision de la consommation de carburant par les véhicules légers en rase campagne

I.R.T. - C.E.R.N.E. (pour le compte de la Direction des Routes et de la Circulation Routière) - J.P. Roumegoux - Rapport final - Mars 1979.

- Consommation d'énergie par la circulation routière

I.R.T. - C.E.R.N.E. - Note d'information n° 14 - Mai 1979.

- Comparaison des consommations entre véhicules à essence et diesel

PEUGEOT - M. Regnault - Article paru dans la revue de la Société des Ingénieurs de l'Automobile - Janvier 1978.

- Consommation de carburant des voitures particulières

Agence pour les Economies d'Energie - Consommations conventionnelles - Edition Septembre 1978.

* VEHICULES UTILITAIRES

- Etude paramétrique de la consommation d'énergie des véhicules de livraison en ville

BERLIET (pour le compte de l'I.R.O.T.) - Février 1976.

- Consommation énergétique des véhicules utilitaires et des poids lourds

I.R.O.T. - C.E.R.N.E. - J. Delsey. - Septembre 1979.

- Analyse des coûts des transports routiers de marchandises

Résultats de l'enquête 1978 & Comparaison avec les années antérieures.

DIRECTION DES TRANSPORTS TERRESTRES - Service des Transports de Marchandises - Juin 1979.

- Note sur la consommation des carburants observée sur route

Cas du gasole pour les utilitaires de plus de 16 t. de P.T.A.C.

DIRECTION DES TRANSPORTS TERRESTRES - Service des Transports de Marchandises - Octobre 1979.

- Le Poids Lourd

Revue mensuelle - 1976 à Juin 1979.

* DEUX-ROUES

- Moto Journal

Revue hebdomadaire

* n° 389 - 7 décembre 1978 - ESSAI : Comment choisir votre 125

* n° 390 - 14 décembre 1978 - Comment choisir votre 125 (suite)

* n° 391 - 21 décembre 1978 - SPECIAL 50 cm³ - 19 CYCLOS A L'ESSAI

* Numéro hors série - été 1979 - SPECIAL ESSAIS.

- Le cyclomoteur..... en plus de l'automobile ?

Chambre Syndicale Nationale du Motocycle - Dossier Energie - Juin 1979.

* TRANSPORTS PUBLICS URBAINS

- Revue des Transports Publics Urbains et Régionaux

Organe mensuel de l'Union des Transports Publics Urbains et Régionaux (U.T.P.U.R.).

* n° 762 - Juin 1979 - Economies d'énergie et transports publics - Résultats de l'enquête de la Commission Générale de l'Exploitation - M. Quidort.

* n° 766 - Novembre 1979 - La voiture particulière et les transports publics urbains face aux économies d'énergie - J.P. Michelet.

* EQUIVALENCES ENERGETIQUES

- Recueil de données sur l'énergie

E.D.F. - Décembre 1977 - Mise à jour Juin 1979.

- Les équivalences énergétiques

Note de l'Agence pour les Economies d'Energie - Mai 1979.

* CONSOMMATIONS D'ENERGIE DANS LES INFRASTRUCTURES

- Rapport préliminaire du groupe de travail sur l'énergie, animé par la Direction des Routes et de la Circulation Routière

Juin 1979 (voir en particulier le chapitre sur les consommations d'énergie dans le domaine routier).

2. Bibliographie étrangère

Différentes études sur les consommations unitaires ont été publiées à l'étranger, surtout dans les pays de l'O.C.D.E. De nombreuses études sont également en cours.

On peut citer notamment :

- En République Fédérale d'Allemagne :* Utilisation spécifique de l'énergie dans le transport

Internationales Verkehrswesen (p. 317-319) - Darmstadt - Novembre 1976 (résumé d'une étude de 298 pages effectuée à la demande du ministre fédéral des transports).

* Energie et chemin de fer. Comparaisons, facteurs de la consommation, indices spécifiques, rentabilité

K. Bauermeister - Bundesbahn (p. 643-649) - Darmstadt - Septembre 1977.

* La consommation spécifique d'énergie des différents modes de transport, une nouvelle étude systématique

K. Bauermeister - Elektr. Bahnen (p. 220-224) - Septembre 1978.

- En Belgique :

- * Consommation d'énergie pour les transports par fer, route et air
J-P. Baumgartner - Rail International - Bruxelles - Janvier 1976.
- * Vitesse, coûts et consommation d'énergie dans les transports sur rail
M. Maternini - Rail International (p. 530-555) - Septembre 1976.
- * La consommation d'énergie dans les transports
K. Bauermeister - Rail International (p. 854-868) - Novembre 1979.

- Aux Etats Unis :

- * L'énergie consommée dans le transport : qui fait quoi, pour combien ?
Railway Age (p. 28-29) - New-York - Juin 1973.
- * Automobile energy requirements
E. Hirst - Transportation engineering journal of American Society of Civil Engineers (p. 815-826) - Federal Energy Administration - New-York - Novembre 1974.
- * Consommations directes et indirectes d'énergie pour l'aviation civile
E. Hirst - Transportation Research - New-York - 1974.
- * Le transport des solides par pipe-line économise l'énergie
I. Zandi - Transportation Research - New-York - 1974.
- * Comment les chemins de fer soviétiques réduisent leur consommation d'énergie
A. Rodorsky - International Railway Journal (p. 62,66,78) - New-York - Octobre 1975.
- * Consommation d'énergie des systèmes de transport
U.S. Department of Energy - 1979.

- Au Royaume-Uni :

- * Comparative energy costs of urban transportation systems
M. Fels - Princeton University (p. 297-308) - Oxford - 1975.
- * An instrumented car to analyse energy consumption on the road
D. Easingwood - Wilson, P. Nowotny, T. Pearce - Transport and Road Research Laboratory - Crowthorne - 1977.

- En Suède :

* The energy consumed in transportation

Transport Research Delegation - Stockholm - Juillet 1979.

- En Suisse :

* La crise de l'énergie et la consommation énergétique en transport de marchandises par la route

Union Internationale des Transports Routiers - Genève - 1975.

* Bilan énergétique comparé du transport ferroviaire et routier de marchandises

Union Internationale des Transports Routiers - Genève - 1976.

A ces études et articles, on peut ajouter deux bibliographies :

* Energie et transport

Bibliographie classée, très complète (172 pages) - Conférence Européenne des Ministres des Transports - Centre de Documentation - 1979.

* Bibliographie sélectionnée sur les problèmes de carburant dans les transports, et plus particulièrement dans le transport aérien

Bulletin n° 36 - Institut du Transport Aérien - Octobre 1979.

A N N E X E S

ANNEXE 1

Les unités d'énergie

- L'unité légale d'énergie est le joule.

Le joule est le travail produit par 1 newton dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force. Le newton est la force qui communique à un corps ayant une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 mètre par seconde par seconde.

- Autres unités d'énergie couramment employées :

1 watt-heure = 3600 joules — 1000 joules \simeq 0,278 watt-heure

1 calorie \simeq 4,1855 joules — 1 joule \simeq 0,239 calorie

1 thermie = 1.000.000 calories \simeq 4.185.500 joules \simeq 1,163 kWh

Equivalences mécaniques

1 kg de charbon \simeq 6 à 7,5 thermies

1 m³ d'hydrogène \simeq 2 thermies

1 m³ de gaz naturel \simeq 9 à 10 thermies

1 l de carburant auto \simeq 7,7 à 8,3 thermies

1 l de kérosène \simeq 7,9 thermies

1 l de gasole \simeq 8,5 thermies

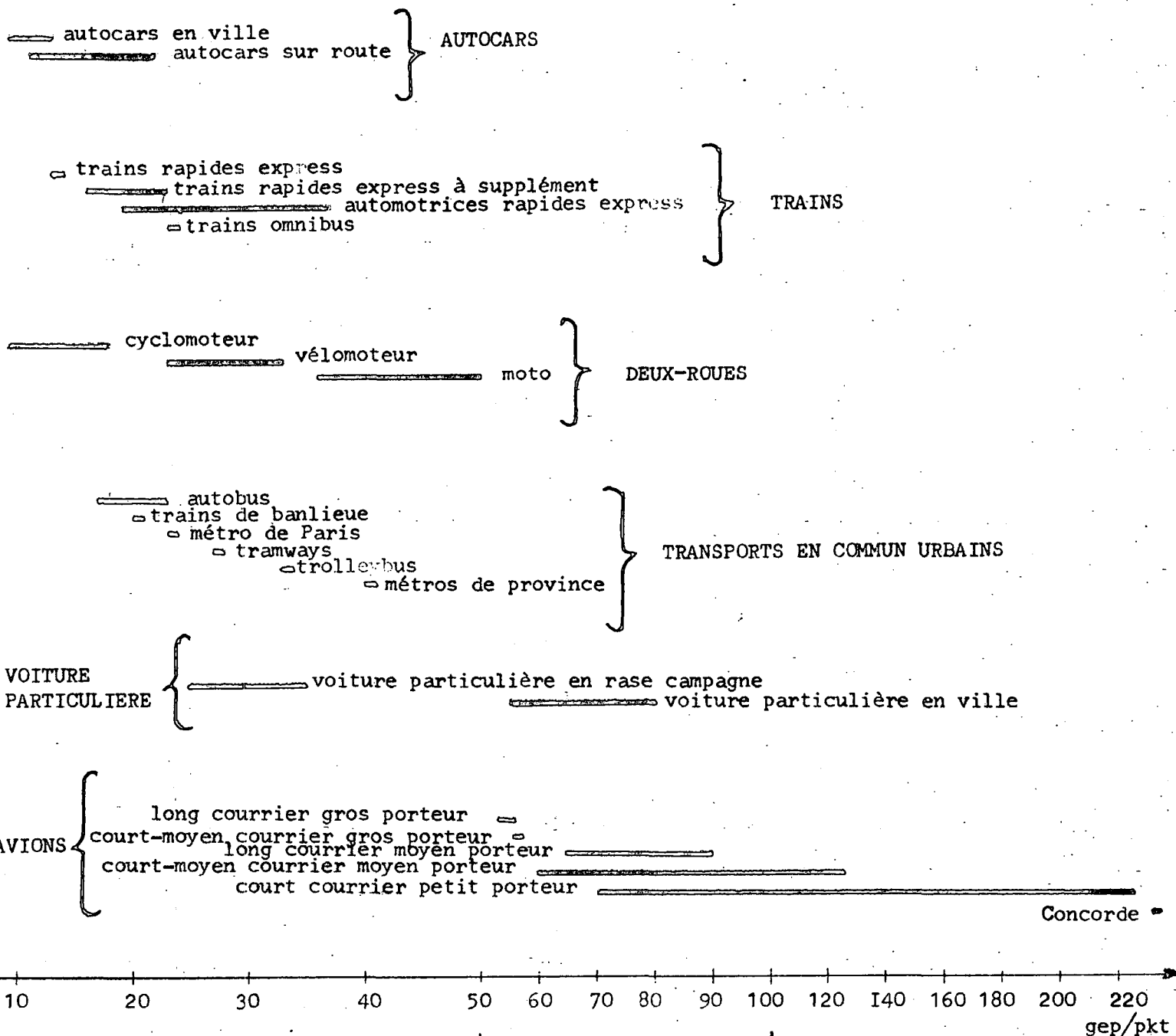
1 kWh \simeq 0,860 thermie

Ces équivalences mécaniques ne doivent pas être confondues avec les équivalences énergétiques définies à partir des rendements de conversion (cf. paragraphe 1.3.).

ANNEXE 2

Les consommations unitaires d'énergie des transports de voyageurs

(sans correction de distance)



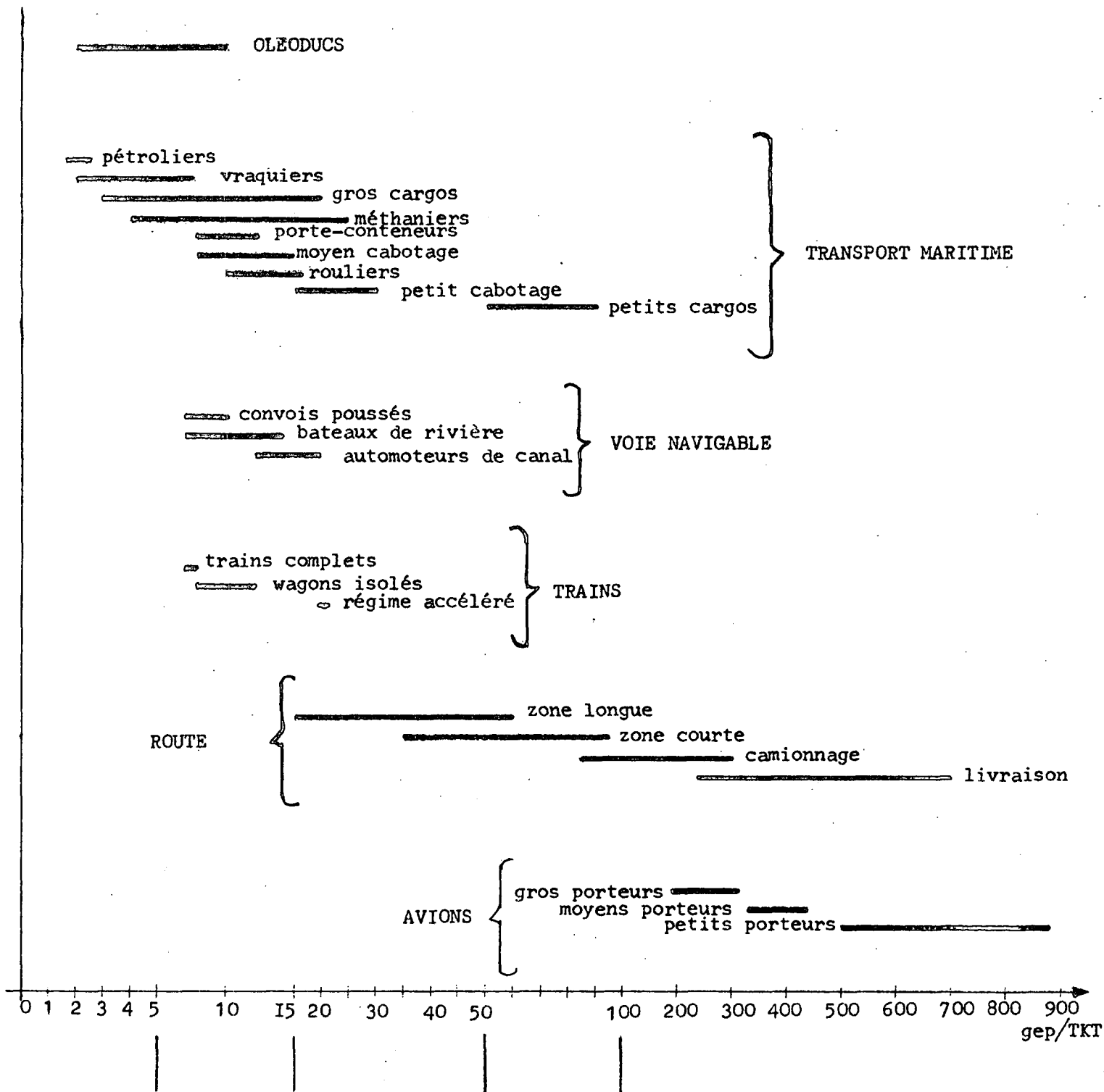
NOTE IMPORTANTE

Toutes les consommations ne sont pas strictement comparables : certaines sont des moyennes (entreprises nationales), d'autres des fourchettes établies à partir d'exemples.

ANNEXE 3

Les consommations unitaires d'énergie des transports de marchandises

(sans correction de distance)



NOTE IMPORTANTE

Toutes les consommations ne sont pas strictement comparables : certaines sont des moyennes (entreprises nationales), d'autres des fourchettes établies à partir d'exemples.