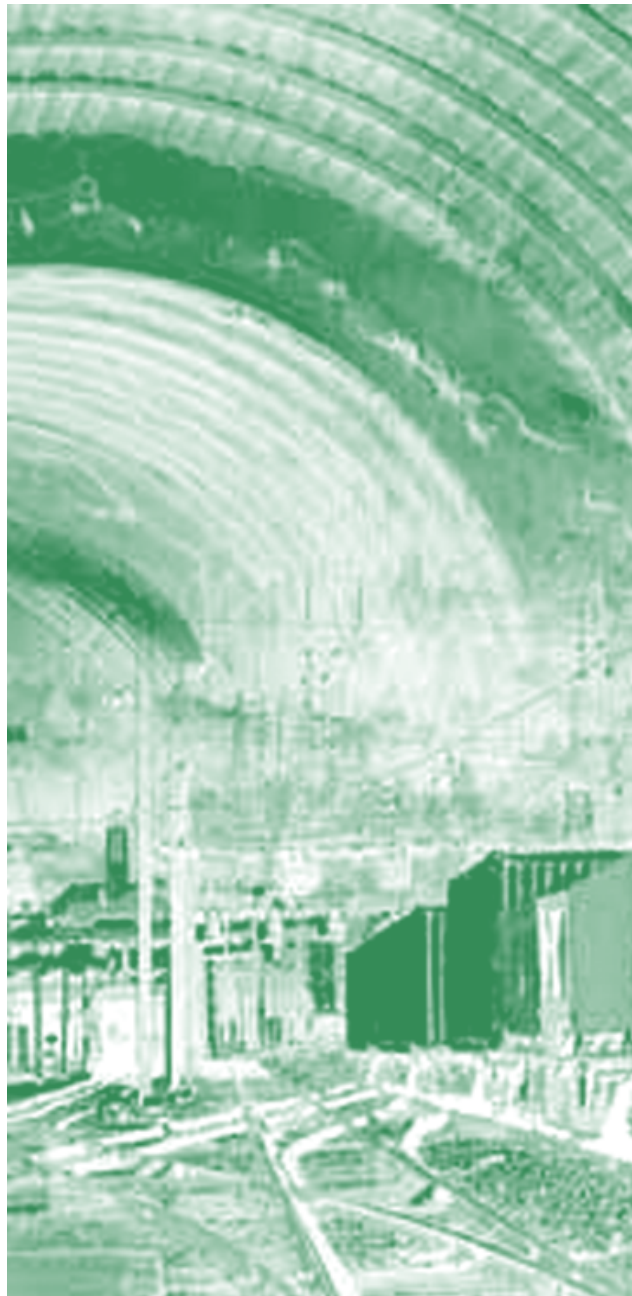
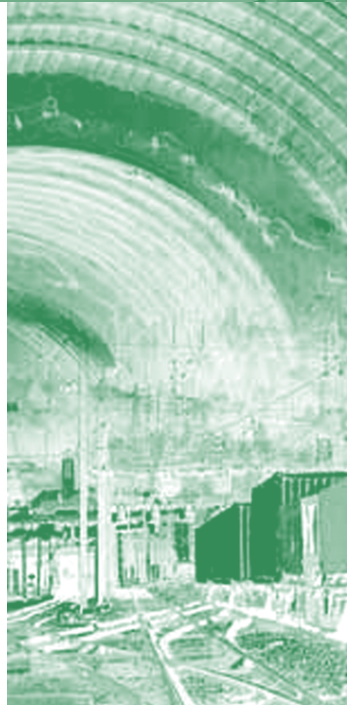


# Bilan énergétique



Contexte du projet .....	L-3
Généralités sur l'énergie et les transports .....	L-5
Bilan énergétique .....	L-9
Monétarisation du bilan énergétique .....	L-15



### Contexte du projet

## Contexte du projet

*La future liaison à grande vitesse entre Lyon et Turin permettra d'atténuer l'obstacle géographique des Alpes et de réduire les temps de parcours. Ce programme à dimension internationale montre une volonté d'ouverture. Dans le cadre de l'étude d'impact relative à l'opération de liaison de Lyon jusqu'à Turin à travers les Alpes, le présent volume concerne la réalisation de l'évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet ainsi qu'une analyse des coûts collectifs environnementaux conformément aux exigences de la circulaire du 17 février 1998 relative à l'application de la loi LAURE. La nouvelle ligne assurera le transport de marchandises pour alléger le trafic poids lourds et le transport de voyageurs de l'agglomération lyonnaise et surtout les vallées alpines.*



Contexte  
du projet



### Généralités sur l'énergie et les transports

# Généralités sur l'énergie et les transports

*Le bilan énergétique de l'opération a pour but de mesurer les effets de l'opération en termes de consommation énergétique. Il permet de comparer la situation sans aménagement et la situation avec aménagement: il s'agit d'un bilan différentiel.*

## ► La consommation énergétique des transports en France

Le bilan énergétique se base sur les études trafic: routier, ferré et aérien.

Les chiffres liés à la consommation du secteur des transports par rapport à la consommation nationale ont évolué de la manière suivante:

Evolution de la consommation énergétique			
CONSOMMATION	1973	1980	2003
Million de TEP (tonnes équivalent pétrole)	26,3	32,1	50,3
% de la consommation totale	20%	24%	32%

Source: Ministère de l'Economie, des Finances et de l'industrie

La part des transports dans la consommation énergétique de la France est donc très importante et ne cesse d'augmenter depuis 30 ans. Entre 2002 et 2003, elle a cependant baissé pour la première fois de manière historique de - 1,1%.

La particularité du secteur des transports est que les modes routiers, aériens et maritimes sont quasi-exclusivement utilisateurs d'énergie fossile (carburants). Le mode ferroviaire

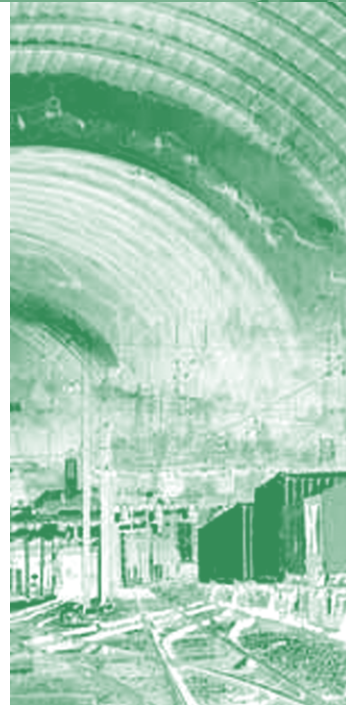
utilise en plus de cette énergie, la traction électrique, dont les modes de production (nucléaire, hydroélectricité, énergies renouvelables...) sont très majoritairement indépendants des hydrocarbures.

Le secteur des transports représente environ 45% de la facture pétrolière de la France, cette dernière se répercutant directement sur la balance commerciale nationale.



Généralités  
sur l'énergie  
et les transports





La répartition par mode de transport montre le poids de certains modes (notamment le mode routier) sur la consommation énergétique en France entre 1980 et 1990 :

Evolution de la consommation par mode de transport

EN MTEP	1980	1990
Transports ferroviaires SNCF voyageurs	0.95	1.14
Transports ferroviaires de marchandises (SNCF)	0.70	0.56
Transports routiers de marchandises (PL)	5.59	8.06
Transports routiers de marchandises (VUL)	3.35	5.58
Transports urbains de voyageurs	0.34	0.43
Transports routiers de voyageurs	0.43	0.53
Navigations intérieures	0.13	0.07
Transports maritimes	3.81	2.47
Transports aériens	2.58	3.95
Transports individuels (VP)	17.41	20.95
Transports individuels (deux roues)	0.49	0.54
Oléoducs	-	0.09
<b>TOTAL</b>	<b>35.77</b>	<b>44.37</b>

Source : Rapport du club « Energie, prospective et débats », Commissariat général du Plan, 2001.

Ainsi, la part du transport de voyageurs par véhicules personnels (automobiles) représente la moitié de la consommation énergétique des transports (47%) et celle du

transport de marchandises par route, près d'un tiers (31%). Au total, le mode routier représente plus des trois quarts de la consommation énergétique du transport (80%).

## ► Maîtrises d'énergie

Le schéma de services collectifs de l'énergie (SSCE) a été adopté par le décret n°2002-560 du 18 avril 2002. Ce schéma s'inscrit dans le projet de loi d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire. Pour diminuer la consommation énergétique du secteur des transports, le SSCE propose notamment de mettre en œuvre une politique de développement multimodale des transports interurbains, cohérente avec le schéma des services collectifs des transports. Ses deux préoccupations majeures sont décrites ci-après.

Développer une offre multimodale alternative à la route partout où elle se révèle pertinente :

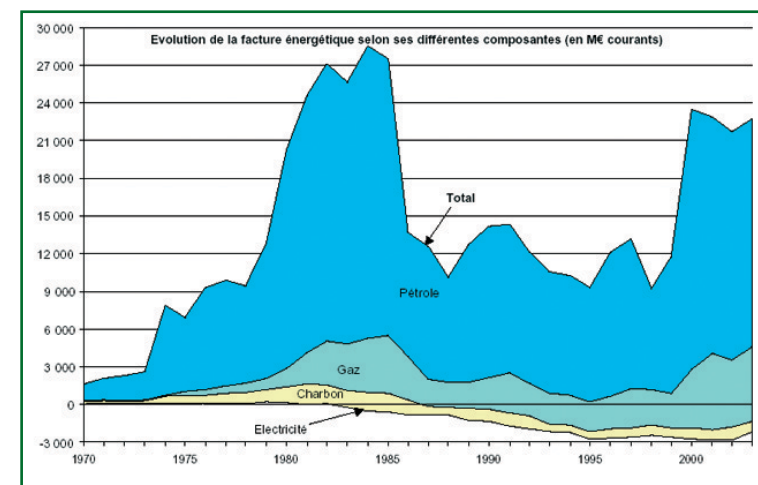
- augmenter de manière significative la part du trafic ferroviaire du fret dans le cadre d'un réseau transeuropéen,
- valorisation de la voie d'eau (doublement du trafic fluvial) et cabotage maritime,
- développement des services ferroviaire rapides (TGV et lignes existantes améliorées),
- pré et post acheminement aérien par trains rapides,
- amélioration des lignes ferroviaires régionales inter villes,
- connexion entre les services nationaux, régionaux et urbains.

Optimiser les réseaux existants pour répondre aux perspectives de congestion :

- synergies entre les aéroports ou entre les plates-formes portuaires,
- systèmes d'informations et de gestion du trafic permettant d'étaler les flux de trafic dans le temps et dans l'espace,
- mise en valeur d'itinéraires alternatifs (pour le fret et le grand transit) permettant d'éviter les zones les plus congestionnées.

Les projets ferroviaires en général, et la nouvelle ligne ferrée entre Lyon et Turin en particulier, contribuent à réduire la consommation d'énergie pétrolière. L'objectif principal du projet est de reporter les trafics routier et aérien vers le rail essentiellement pour le fret. Cette baisse de la consommation d'énergie réduit d'autant la part des importations pétrolières.

La facture énergétique de la France et évolution de 1970 à 2003 :



Source : Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières, Observatoire de l'Économie de l'Énergie et des Matières Premières, Observatoire de l'Énergie, 2004.

Le graphique ci-dessus se lit en empilant les soldes importateurs des énergies à partir de celui de l'électricité qui est négatif depuis 1981 ; la France est donc un exportateur net d'électricité depuis cette année.

L'électricité a un solde négatif depuis 1981 (la France est donc un exportateur net d'électricité depuis cette année) contrairement aux énergies fossiles.

Les différents modes de production brutes d'électricité ont évolué de la manière suivante en 30 ans :

### Evolution de la répartition des modes de production d'énergie

PART EN % DU MODE DE PRODUCTION	1973	2003
Thermique classique	65.5%	10.7%
Nucléaire	8.1%	77.8%
Hydraulique, éolien, photovoltaïque	6.4%	11.5%

Le bilan énergétique du projet doit permettre d'appréhender l'impact du projet sur la consommation d'énergie, en replaçant les résultats obtenus dans un contexte national de recherche permanente de moindre dépendance énergétique à long terme, notamment vis-à-vis des importations pétrolières.



Généralités  
sur l'énergie  
et les transports



### Bilan énergétique



# Bilan énergétique

## ► Les différentes hypothèses

### Les horizons d'études

Les horizons d'études pris pour les bilans énergétiques sont 2017 et 2030 ; en effet, 2017 correspond à la mise en service du projet Lyon – Turin et 2030 est la date à laquelle, l'ensemble des aménagements sont réalisés. De plus, compte tenu des incertitudes liées aux projections à long terme il a été décidé dans le scénario de base de ne pas retenir l'hypothèse d'une croissance des trafics au-delà de 2030.

### Le programme et l'opération

Le programme (P2), au sens où il est défini par la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs, est constitué par la partie française, par la partie commune franco-italienne et par le terminal d'autoroute ferroviaire à grand gabarit de Turin Est.

L'opération étudiée (P1) est la partie commune franco-italienne, dont la partie française, entre Saint-Jean-de-Maurienne et la frontière, fait l'objet de la présente enquête

publique. Les investissements réalisés sur la ligne transfrontalière sont sur la partie commune en tunnels et la Gronda de Turin. La partie commune franco-italienne, comprenant la section située entre Saint-Jean-de-Maurienne et Bruzolo, est prévue pour un trafic mixte, voyageurs et fret y compris autoroute ferroviaire de grand gabarit. La mise en service du projet est prévue pour 2017.

Cette opération va permettre un report de trafic entre les divers modes de transport, pour les marchandises mais aussi pour les voyageurs. L'amélioration du réseau ferroviaire dans la zone d'étude (Lyon – Turin) va entraîner un report de trafic de marchandises de la route vers le rail. Pour les voyageurs, on va également observer un report de trafic de la route vers le rail, mais aussi un report de trafic de l'aérien vers le rail.

Cette présente étude est réalisée à la fois sur la partie commune, opération dont la composante française est l'objet de l'enquête publique, et sur le programme dans son ensemble.

## ► Méthodologie

La consommation d'énergie primaire est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importé ; ce sont principalement le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium (Source : [http://www.insee.fr/fr/nom\\_def\\_met/definitions/html/energie-primaire.htm](http://www.insee.fr/fr/nom_def_met/definitions/html/energie-primaire.htm)).

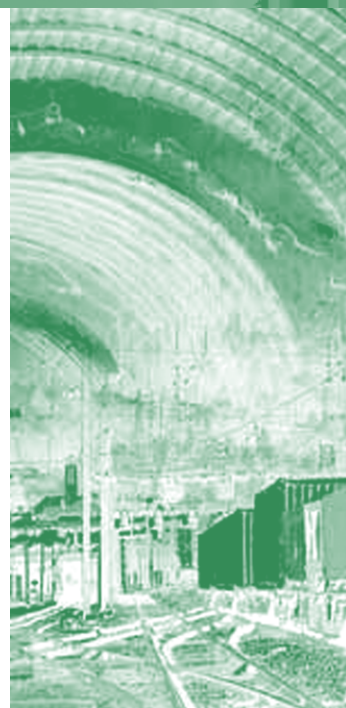
Cette consommation primaire est le principal indicateur de la consommation de ressources énergétiques. C'est la seule façon d'établir une véritable comparaison entre tous les modes de transport fonctionnant à l'aide de types d'énergie différents (par exemple : diesel ou électricité).

Le bilan énergétique est établi de la manière suivante :

- **Etape 1** : Analyse des trafics routiers et marchandises de l'ensemble des modes de transport; il s'agit des données d'entrée nécessaires à l'étude ;
- **Etape 2** : Calcul de la consommation énergétique lié aux différents modes de transport entre l'année de mise en service (2017) et à l'horizon 2030. Les outils utilisés sont les coefficients de l'ADEME et l'unité de base de ce calcul est la tonne équivalent pétrole ;
- **Etape 3** : Hypothèse de monétarisation des consommations énergétiques (traduction des tonnes équivalents pétroles consommés en euros) et bilan énergétique monétarisé.



Bilan  
énergétique



## ► La consommation liée au transport de marchandises

### Données d'entrée

Les données concernant les reports de trafics de marchandises de l'ensemble des modes de transport sont issues du chapitre 8 Evaluation socio-économique du dossier de DUP

réalisée par SYSTRA. Le tableau ci-dessous présente le report de trafic lié au projet :

Trafic marchandises					
	PROJET - RÉFÉRENCE	OPÉRATION (P1)		PROGRAMME (P2)	
	Unités	2017	2030	2017	2030
Routier	en milliers de tonne x km	-533 764	-2 469 272	-1 376 338	-7 957 217
Fret ferroviaire	en milliers de tonne x km	-102 442	-1 742 282	248 217	-1 207 075
Autoroute ferroviaire	en milliers de tonne x km	388 790	228 621	1 472 715	2 532 146
Autoroute maritime	en milliers de tonne x km	21 761	2 823 373	-	2 684 343

## Bilan énergétique

### Coefficients de l'ADEME

L'ADEME propose des coefficients exprimés en gramme équivalent pétrole / (tonne.km) :

	COEFFICIENTS DE L'ADEME EN GEP / (TONNE.KM)	
	P1	P2
Routier	42	42
Fret ferroviaire	5.75	5.75
Autoroute ferroviaire	5.75	5.75
Autoroute maritime	12	12

Source : ADEME, Evaluation des efficacités énergétiques et environnementales du secteur des transports, décembre 2002.

A noter que les coefficients relatifs au trafic routier doivent être multiplié par 1,2 afin de prendre en compte les surconsommations liées aux pentes soit un coefficient de 50,4 gep/(tonne.km). Cette unité (gramme équivalent pétrole) est l'unité de référence qui permet de comparer, dans le cadre du présent bilan, la consommation énergétique de moteurs thermiques (automobiles, poids lourds,

avions, locomotives à traction thermique), avec des trains à traction électrique, dont la consommation est habituellement exprimée en kWh (1MWh équivaut à 0.086 tep). Le calcul doit également prendre en compte pour les autoroutes ferroviaire et maritime l'effet de la tare des camions.

## Résultats

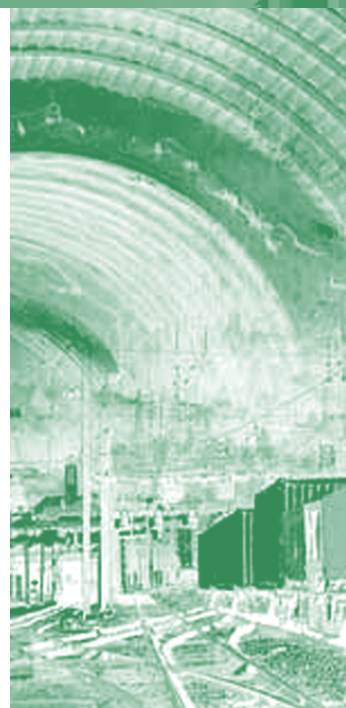
## Bilan énergétique transport de marchandises

	PROJET - RÉFÉRENCE	PROJET P1		PROGRAMME P2	
		Unités	2017	2030	2017
Routier	en tep	-26 902	-124 451	-69 367	-401 044
Fret ferroviaire	en tep	-589	-10 018	1 427	-6 941
Autoroute ferroviaire	en tep	3 175	1 867	12 025	20 675
Autoroute maritime	en tep	371	48 110	0	45 741
	<b>Total (en tep)</b>	<b>-23 945</b>	<b>-84 492</b>	<b>-55 915</b>	<b>-341 569</b>

A terme (en 2030), l'opération permettra une économie d'environ 84 milliers de tep et le programme 341 milliers de tep sur le transport de fret.



**Bilan  
énergétique**



## ► La consommation liée au transport de voyageurs

### Données d'entrée

Le tableau suivant montre le report de trafic de voyageurs de l'aérien et du routier sur le ferroviaire :

Trafic voyageurs					
	PROJET - RÉFÉRENCE	PROJET P1		PROGRAMME P2	
	Unités	2017	2030	2017	2030
<b>Routier</b>	en milliers de véhicules x km	-85 504	-104 241	-82 716	-264 661
<b>Ferroviaire</b>	en milliers de voyageurs x km	575 084	785 484	936 758	1 517 027
<b>Aérien</b>	en milliers de voyageurs x km	-145 251	-210 614	-263 452	-364 798
<b>National</b>	<b>Unités</b>	<b>2017</b>	<b>2030</b>	<b>2017</b>	<b>2030</b>
<b>Routier</b>	en milliers de véhicules x km	-1 960	-2 863	-21 483	-85 671
<b>Ferroviaire</b>	en milliers de voyageurs x km	10 639	15 545	125 400	500 074
<b>Aérien</b>	en milliers de voyageurs x km	0	0	-8 778	-35 005
<b>International et national</b>	<b>Unités</b>	<b>2017</b>	<b>2030</b>	<b>2017</b>	<b>2030</b>
<b>Routier</b>	en milliers de véhicules x km	-87 464	-107 104	-104 199	-350 332
<b>Ferroviaire</b>	en milliers de voyageurs x km	585 723	801 029	1 062 158	2 017 101
<b>Aérien</b>	en milliers de voyageurs x km	-145 251	-210 614	-272 230	-399 803

### Coefficients de l'ADEME

Les coefficients proposés par l'ADEME sont explicités dans le tableau suivant :

Transport de voyageurs		
	COEFFICIENTS DE L'ADEME EN GEP / (VOYAGEUR.KM)	NOMBRE DE VOYAGEURS / VÉHICULE
<b>Routier</b>	26	2
<b>Ferroviaire</b>	6	-
<b>Aérien</b>	55	-

Source : ADEME, Evaluation des efficacités énergétiques et environnementales du secteur des transports, décembre 2002

A noter que le taux d'occupation des véhicules fixé à 2 voyageurs par véhicule permettra de convertir les milliers de véhicules X km en millier de voyageurs x km. Ces coefficients

permettent d'estimer la consommation énergétique en gramme équivalent pétrole selon le mode de transport utilisé (routier, aérien, ferroviaire).

## Résultats

## Bilan énergétique transport de voyageurs

	PROJET - RÉFÉRENCE	PROJET P1		PROGRAMME P2	
		2017	2030	2017	2030
International et national	Unités				
Routier	en tep	-4 548	-5 569	-5 418	-18 217
Ferroviaire	en tep	3 514	4 806	6 373	12 102
Aérien	en tep	-7 989	-11 584	-14 973	-21 989
	<b>Total (en tep)</b>	<b>-9 023</b>	<b>-12 347</b>	<b>-14 018</b>	<b>-28 104</b>

En 2030, le report des voyageurs sur le ferroviaire permet un gain énergétique d'environ 12,5 milliers de tep sur l'opération et de 28 milliers de tep environ sur le programme.



Bilan  
énergétique





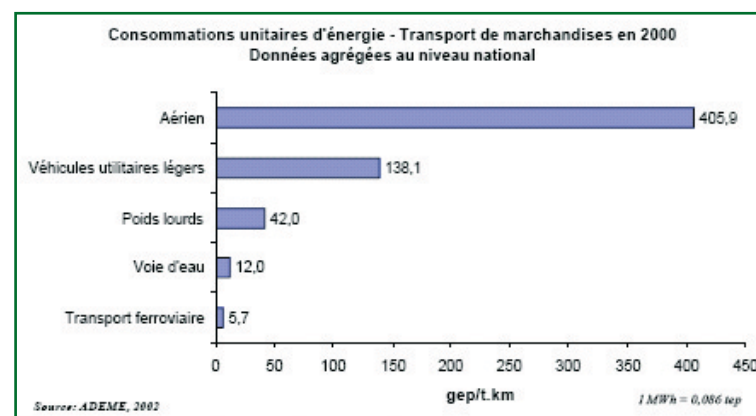
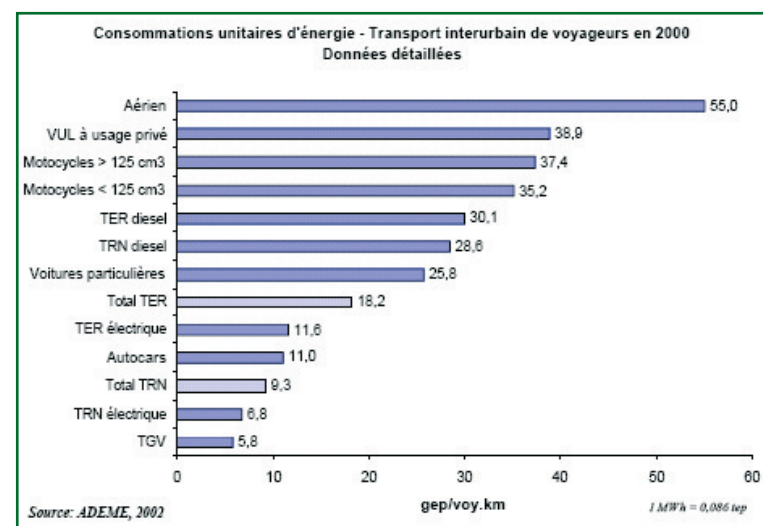
## ► Récapitulatif

Le tableau suivant présente la consommation énergétique totale pour chaque état selon le mode de transport de marchandises et de voyageurs (en tep) :

Bilan énergétique récapitulatif					
	PROJET - RÉFÉRENCE	PROJET P1		PROGRAMME P2	
	Unités	2017	2030	2017	2030
Routier (marchandises et voy)	en tep	-31 450	-130 020	-74 785	-419 261
Ferroviaire (fret et voyageurs)	en tep	6 100	-3 345	19 825	25 836
Aérien (voyageurs)	en tep	-7 989	-11 584	-14 973	-21 989
Maritime (marchandises)		371	48 110	0	45 741
<b>Total (en tep)</b>		<b>-32 968</b>	<b>-96 839</b>	<b>-69 934</b>	<b>-369 673</b>

Quelque soit l'horizon d'étude, une diminution de la consommation énergétique est observée par rapport à l'état de référence. Le gain énergétique total, tout mode de transport confondu, comprenant le trafic de marchandise et le transport de voyageurs s'élève, à terme (2030), donc à environ 97 milliers de tep pour l'opération et environ 370 milliers de tep pour le programme.

Ce gain important est essentiellement dû au fait que le projet va permettre un report important de trafic de marchandises et de voyageurs sur le ferroviaire et ce mode de transport est celui qui permet le meilleur gain énergétique, comme en témoignent les graphes suivants :



Source : ADEME, Evaluation des efficacités énergétiques et environnementales du secteur des transports, décembre 2002.

# Monétarisation du bilan énergétique

Si on évalue le prix moyen du baril de pétrole (correspondant à 0.136 Tep d'après l'observatoire de l'énergie et de la DGEMP, 2003), on peut cerner l'enjeu financier que représente l'économie d'énergie ainsi faite par rapport au coût d'investissement de l'opération.

Dans un souci de cohérence avec l'étude socio-économique, les taux de conversion utilisés pour la monétarisation du bilan énergétique sont présentés dans le tableau ci-contre :

## Coefficients de conversion

	2017 ET 2030
Conversion des tep en baril	7.33
Prix du baril en \$	100
Taux de change \$ en €	0.83

Ces taux ont été considérés comme constants 0.83.

Le tableau suivant présente les résultats de la monétarisation du bilan énergétique sans fluctuations de l'euro face au dollar :

## Bilan énergétique total

	MARCHANDISES ET VOYAGEURS	PROJET P1		PROGRAMME P2	
		Unités	2017	2030	2017
Consommation primaire	en tep	-32 968	-96 839	-69 934	-369 673
Gain énergétique	en \$	-24 165 574	-70 983 326	-51 261 261	-270 969 625
Gain énergétique	en €	-20 137 979	-59 152 772	-42 717 718	-225 808 021

Grâce à l'opération, en 2017, on réalise une économie de près de 20 M€ par rapport à l'état de référence. Ce gain augmente pour l'année 2030 car le fret augmente avec le temps. Ainsi, en 2030, l'économie s'élève à près de 59 M€. Le programme permet quant à lui un gain énergétique d'environ 43 M€ en 2017 et de 225 M€ en 2030.

En conclusion, grâce à l'augmentation de la capacité permise par les lignes d'accès, la réalisation du programme permettra d'obtenir des gains plus importants en matière d'utilisation de l'énergie. Cependant, le gain lié à l'opération reste non négligeable.



Monétarisation  
du bilan  
énergétique