



## FRANCE

### **Rapports 2002 pour l'Observatoire de Viabilité Energétique**

### **Contribution de l'énergie à l'éco-développement en France**

Ce rapport a été rédigé avec la participation de plusieurs spécialistes de la question énergétique en France.

Nous voulons particulièrement remercier :

Bernard Laponche, Alain Cabanes, Alone Zeitoun, Farid Yaker,  
Stéphen Kerckhove, Marc Jelicza, Stéphane Lhomme,  
ainsi que la centaine d'ONG participant à la campagne *L'énergie, un bien précieux*  
et au Collectif Joburg 2002.

**Paris, le 18 juin 2002**

# Table des matières

## Introduction

## Sommaire

## Présentation générale de la France

### Viabilité écologique

- Indicateur 1 : Emissions de CO2 par habitant liées aux activités de production et de consommation d'énergie
- Indicateur 2 : Part du nucléaire dans la production totale

### Viabilité sociale

- Indicateur 3 : Poids de l'énergie dans la consommation des ménages
- Indicateur 4 : Investissement dans les énergies propres

### Viabilité économique

- Indicateur 5 : Dépendance pétrolière
- Indicateur 6 : Le secteur public dans les investissements énergétiques

### Viabilité technologique

- Indicateur 7 : Intensité énergétique
- Indicateur 8 : Déploiement des énergies renouvelables

## Conclusions et orientations

## Etoile

## Annexes

- Commentaires sur les indicateurs
- Unités
- Acronymes
- Glossaire
- Bibliographie

## Introduction

Afin de mieux comprendre les enjeux qui se posent à la France pour assurer la viabilité à long terme de son développement en mobilisant ses politiques et son système énergétique, il est intéressant d'analyser le contexte énergétique national en le plaçant dans l'ensemble plus vaste de l'Union Européenne (UE).

Avec un produit intérieur brut (PIB) par habitant de 22900 \$<sup>1</sup> en 2000, la France se situe légèrement au-dessus de la moyenne de l'Union Européenne. La consommation d'énergie finale par habitant (2,7 tep) est également voisine de celle de l'Union Européenne (2,6 tep) en valeur comme en structure de répartition par secteur d'activité (industrie, transport, résidentiel et tertiaire), ainsi que par produit énergétique (produits pétroliers, gaz, électricité, chaleur).

Pour la France comme pour l'UE, apparaît une forte vulnérabilité du système énergétique (consommation et production) liée au fait que le secteur des transports représente en 2000 près du tiers (31%) de la consommation finale totale, qu'il est presque totalement dépendant des produits pétroliers (96%) et que ceux-ci proviennent essentiellement de pétrole brut importé (pour la totalité dans le cas de la France). Il y a là une grande faiblesse par rapport à un objectif de développement durable : la vulnérabilité des approvisionnements se conjugue à un haut niveau de pollution (globale et locale) et à une accumulation d'accidents et de victimes, à un taux particulièrement élevé pour la France. Cette fragilité est bien traduite par l'indicateur n° 5 sur la dépendance pétrolière.

Le secteur de l'électricité présente par contre une nette différence entre la France et l'UE. On constate en effet que la consommation finale d'électricité par habitant et par an est nettement plus élevée en France (6700 kWh) que dans le reste de l'Union Européenne (5900 kWh). Constatation plus alarmante : cette consommation a augmenté entre 1980 et 2000 de 86% en France par comparaison avec 56% pour l'Union. Cette différence est largement due au développement du chauffage électrique en France, absurdité technique et économique, mais aussi, contrairement à ce qui s'est fait dans d'autres pays européens, à la faiblesse des actions de maîtrise de la demande d'électricité.

Mais c'est au niveau de la production d'électricité que réside « l'exception française » : la contribution du nucléaire à la production d'électricité est de 77% pour la France, contre 22% pour le reste de l'Union (la France produit la moitié de la production d'électricité d'origine nucléaire de l'Union). En outre, la France a développé l'industrie du retraitement des combustibles irradiés et l'utilisation du plutonium comme combustible des réacteurs électronucléaires (combustible MOX), ce qui pose de gros problèmes en raison des risques d'accidents, de pollution par les effluents radioactifs et de risque de prolifération des armes nucléaires.

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont inférieures en France à celles de l'Union Européenne (en 2000 : 8,8 tCO<sub>2</sub>/hab pour l'UE et 7,2 pour la France ; 0,11 kgCO<sub>2</sub>/\$US pour UE et 0,08 pour la France). Cette différence est essentiellement due à la production d'électricité d'origine nucléaire. Cependant, la lutte contre l'effet de serre se justifiant

---

<sup>1</sup> PIB à parité de pouvoir d'achat, exprimé en US\$ de 1995.

entre autres par la nécessité de laisser aux générations futures une planète saine et habitable, il est impensable de poursuivre cet objectif en utilisant une industrie qui contamine la planète pour des milliers d'années. Par ailleurs il faut aussi noter que les émissions de CO<sub>2</sub> ramenées au PIB diminuent nettement et régulièrement pour l'Union européenne, tandis qu'elles diminuent très peu pour la France sur la période 1990-2000. On peut faire la même constatation de relative stagnation pour les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant, comme l'illustre l'indicateur 1.

Si l'on regarde enfin l'indicateur le plus global de consommation d'énergie, l'intensité énergétique (indicateur n° 7), on constate également une évolution inquiétante pour la France. Alors que l'intensité énergétique finale de la France était pratiquement égale à celle de l'Union sur la période 1991-1999, la baisse de sa valeur se poursuit depuis pour l'UE plus rapidement que pour la France.

## Sommaire

### *Viabilité écologique*

#### **Indicateur 1 : Emissions de CO<sub>2</sub> par habitant liées aux activités de production et de consommation d'énergie**

Les valeurs de cet indicateur pour les années 1990 et 1999 sont :

$$I(1990) = 1,52$$

$$I(1999) = 1,48$$

On observe donc une amélioration de ce ratio en 10 ans puisque la population a cru plus vite que les émissions de CO<sub>2</sub>. Cependant l'amélioration du ratio est bien faible et sa valeur, montre que la France émet 1,5 fois plus de gaz à effet de serre que la moyenne mondiale. Ce ratio ne devrait pas voir sa valeur diminuer fortement à court terme puisque la France s'est engagée à stabiliser le niveau de ses émissions de CO<sub>2</sub> et alors que la population augmente faiblement.

#### **Indicateur 2 : Part du nucléaire dans la production totale d'électricité**

L'indicateur mesure l'évolution de la part du nucléaire dans la production d'électricité entre 1990 et 1999, il vaut :  $I(1999) = 1$

La valeur de l'indicateur indique que la France n'a pas diminué la part du nucléaire dans la production d'électricité.

### *Viabilité sociale*

#### **Indicateur 3 : Poids de l'énergie dans la consommation des ménages**

Les valeurs de cet indicateur pour les années 1990 et 1999 sont :

$$I(1990) = 0.27$$

$$I(1999) = 0.33$$

La situation s'est faiblement détériorée entre 1990 et 1999 mais la valeur de l'indicateur reste faible et indique donc que la dépense des ménages en produits énergétiques n'est pas excessive.

#### **Indicateur 4 : Investissement dans les énergies propres créatrices d'emplois**

L'indicateur 4 mesure l'évolution entre 1990 et 1999 du rapport des investissements en énergie propre sur l'investissement total du secteur énergétique, il vaut :  $I = 0.97$ .

L'indicateur reflète la stagnation des investissements dans les énergies propres par rapport à ceux engagés dans les autres énergies, donc un déficit de création d'emplois puisque tant l'efficacité énergétique que les énergies renouvelables décentralisées créent davantage d'emplois que ceux dans les énergies conventionnelles non-renouvelables.

### *Viabilité économique*

#### **Indicateur 5 : Dépendance pétrolière**

La dépendance pétrolière est le rapport entre les importations d'énergie et la consommation totale d'énergie.

L'indicateur 5 vaut pour les années 1990 et 1999 :  $I(1999) = I(1990) = 0,4$ .

La valeur élevée de cet indicateur reflète l'inexistence de combustibles fossiles sur le territoire. La distance de l'indicateur à la valeur 1 est due à l'utilisation de l'électricité nucléaire. Cependant, le développement de l'utilisation de la route pourrait amener cet indicateur à se détériorer.

#### **Indicateur 6 : L'importance du secteur public dans les investissements énergétiques conventionnels**

Les valeurs de cet indicateur pour les années 1990 et 1999 sont :

$$I(1990) = 0.048$$

$$I(1999) = 0.071$$

Cet indicateur mesure le poids de l'énergie dans les budgets publics et l'indisponibilité des fonds publics pour faire face aux fonctions traditionnelles de l'Etat : la santé, l'éducation, la recherche, la sécurité et autres. Généralement plus élevé dans les pays en développement, il mesure aussi le niveau de maturité du secteur énergétique en indiquant le degré de libéralisation du secteur énergétique. Une libéralisation importante n'implique cependant pas que les subventions soient nulles et donc que le secteur soit économiquement viable. A contrario, un secteur énergétique public peut être rentable et pourtant, les investissements publics seront importants, mais en ce cas il doit être soumis au contrôle citoyen.

### Viabilité technologique

#### Indicateur 7 : Intensité énergétique

L'intensité énergétique est le rapport de la consommation totale d'énergie sur le PIB à parité de pouvoir d'achat et prix constants.

L'indicateur vaut pour les années 1990 et 1999 :  $I(1990) = I(1999) = 0.678$

L'intensité énergétique française ne s'est pas améliorée depuis 1990 mais reste faible : elle se situe en dessous de la moitié de la moyenne mondiale. Cet indicateur pourrait tout à fait être amélioré : Il reste encore d'importants potentiels dans les secteurs tertiaire, habitat et transport : de 30 à 50% de l'énergie consommée dans ces secteurs pourrait être économisée d'ici à 2010 avec des investissements rentables.

#### Indicateur 8 : Déploiement des énergies renouvelables

Le déploiement des énergies renouvelables est le rapport entre la consommation primaire d'énergie renouvelable et la consommation totale d'énergie primaire.

L'indicateur vaut pour les années 1990 et 1999 :  $I(1990) = 1,02$  et  $I(1999) = 1,00$

Le déploiement d'énergies renouvelables en France se situe donc dans la moyenne mondiale et se trouve encore loin de l'objectif. Cette distance est notamment due au non-usage de biocarburants et au développement de l'électricité majoritairement nucléaire.

Indicateur numéro	unité	Paramètres			Variable		Vecteur	
		W(référence)	Y(objectif)	Z	X(en cours)	X(1990)	I(en cours)	I(1990)
1	kgC/cap	1130	339	791	1506	1539	1,475	1,517
2	%	75	7.5	67.5	75	75	1,008	1,000
3	%	15%	4%	0,11	7,6%	6,9%	0,329	0,266
4	%	0%	100%	-1	2,8%	0,0%	0,970	1,000
5	%	100%	0%	1	40,0%	40,0%	0,400	0,400
6	%	10%	0%	0,1	0,48%	0,71%	0,048	0,071
7	MJ/US\$	10,64	1,064	9,576	7,560	7,560	0,678	0,678
8	%	8,64%	95%	-0,8636	8,0%	7,0%	1,007	1,019

#### Remarque sur les 8 indicateurs :

Chacun des 8 indicateurs de l'étude, se calcule de la manière suivante :

$$I = \frac{X - Y}{W - Y}$$

$$W - Y$$

Où, Y est l'objectif de viabilité, retranché à la valeur absolue du paramètre mesuré, X, afin de mesurer la distance entre le paramètre et l'objectif et W, que nous nommerons « valeur référence », permet de normer chaque vecteur.

La définition des valeurs X et Y est au centre de l'intérêt de ce modèle et est donc à travailler. Ces paramètres devraient, il nous semble, être indépendants du pays où sont effectuées les mesures d'indicateurs afin que l'objectivité soit maximale.

Il semble judicieux de donner à Y, une valeur qui soit en accord avec les recommandations des groupes d'experts dans chaque domaine afin de lui donner du sens et qui soit assez fine pour permettre de catégoriser les pays.

Il peut être intéressant de donner à W, la valeur mondiale moyenne du paramètre mesuré pour une année donnée afin d'indiquer directement où se situe le pays par rapport au reste du monde.

Il peut être également intéressant de compléter ces indicateurs, par des déclinaisons de ces indicateurs par groupes régionaux homogènes (pays les moins avancés, pays en transition, pays en voie de développement, OCDE, Moyen Orient, ...). Il suffit pour cela d'établir pour les mêmes paramètres, de nouvelles valeurs de X et Y, représentant les moyennes et objectifs à atteindre en fonction des situations spécifiques de chaque région.

## Présentation générale de la France

La France compte une population totale de 60 millions d'habitants dont 58 Millions résident en métropole. La variation naturelle (solde des naissances et décès) oscille entre 3% et 4% par an depuis 1990.

De 1995 à 2000, le Produit Intérieur Brut (PIB) de la France a progressé de 14% en volume pour atteindre la valeur de 1 787.5 milliards d'euros, ce qui correspond à 23 415 euros par personne. Depuis 1979, le taux annuel de croissance du PIB en volume oscille entre 1 et 4.5% (excepté pour une diminution de 1% du PIB en 1993). La croissance moyenne équivalente est de 2% par an.

### ECHANGES EXTERIEURS

#### Les échanges extérieurs de la France en 2000 (en milliards d'euros)

	Exportations	Importations	Solde	Taux de couverture en %
Agriculture	10,4	8,2	2,2	126,8
Industries agroalimentaires	28,4	21,0	7,4	135,2
Energie	11,6	33,9	-22,3	34,2
Industries manufacturières	277,0	272,1	4,9	101,8
Total des biens	327,4	335,2	-7,8	97,7
Services	75,2	47,5	27,7	158,3
<b>Total des biens et services</b>	<b>402,6</b>	<b>382,7</b>	<b>19,9</b>	<b>105,2</b>

Source : Ministère de l'industrie :

[http://www.industrie.gouv.fr/observat/chiffres/chiffres/f2o\\_cind.htm](http://www.industrie.gouv.fr/observat/chiffres/chiffres/f2o_cind.htm)

### AGRICULTURE<sup>2</sup>

L'agriculture occupe aujourd'hui 33 millions d'hectares (dont 61% de terres arables) sur les 55 millions du territoire métropolitain français et les bois et forêts 15 millions. Le reste, 7 millions d'hectares environ, représente le territoire non agricole. Il correspond aux sols bâtis, revêtus ou stabilisés artificiellement, et aux espaces naturels (fleuves, lacs, glaciers, etc.). La majeure partie des surfaces agricoles utilisées se concentre dans les régions de l'Ouest, du Nord et du Centre de la France.

En 2000, la production de céréales (principalement blé, orge, maïs) dépasse 66 millions de tonnes. Elle est supérieure de 10 % par rapport à la moyenne 1994-1998. La production totale de légumes frais (principalement betteraves, tomates et salade) est estimée à 64 millions de tonnes en 2000. La production de fruits frais est estimée à 3,6 millions de tonnes et celle de vin à 58 millions de tonnes.

<sup>2</sup> Données fournies par le site de l'Agreste : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>



**Effectif des animaux (en milliers de têtes)**

	1980	1990	1999
Bovins	23 554	21 647	20 097
dont vaches	10 247	9 057	8 896
Porcins	11 610	12 520	15 993
Ovins	13 127	11 071	9 509
Caprins	1 263	1 161	1 191
Équidés	361	339	364
Volailles	228 713	260 525	313 325

Source : **AGRESTE**

**ENERGIE****Consommation d'énergie primaire en France**

	1973		1985		1990		1999	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Charbon	28	14,7%	24	12,0%	19	8,6%	15	5,9%
Pétrole	127	66,8%	84	42,2%	91	41,0%	99	39,1%
Gaz Naturel	13	6,8%	23	11,5%	26	11,7%	35	13,8%
Electricité primaire	13	6,8%	58	29,2%	74	33,3%	92	36,4%
ENR thermiques	9	4,7%	10	5,0%	12	5,4%	12	4,7%
<b>Total</b>	<b>190</b>		<b>199</b>		<b>222</b>		<b>253</b>	

L'électricité est comptabilisée selon les normes de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) : 1MWh électrique=0.086tep sauf 1MWh nucléaire=0.26 tep

Source : *L'énergie en France. Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Edition 2001.*

**Bilan simplifié de l'électricité**

	1973		1985		1990		1999	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%
<b>Production nationale</b>	182,4		344,2		420,2		524	
Nucléaire	14,8	8%	224	65%	313,7	75%	394,3	75%
Electricité thermique	119,5	66%	55,9	16%	48,2	11%	52,1	10%
Hydroélectricité	48,1	26%	64,3	19%	58,3	14%	77,6	15%
Solde des échanges	-3		-23,4		-45,8		-63,1	
Pompage et consommation des auxiliaires	-8,1		-18,2		-24,8		-30	
<b>Consommation primaire</b>	<b>171,3</b>		<b>302,6</b>		<b>349,6</b>		<b>430,9</b>	

Bien que la valeur de la consommation totale d'énergie primaire n'ait pas beaucoup progressé en 20 ans (moins de 1.5% par an en moyenne), la répartition de cette consommation entre les différentes énergies primaires a profondément évolué :

- Suite aux deux chocs pétroliers et à la nécessité d'augmenter l'indépendance énergétique, la part du pétrole dans la consommation totale est passée de 65,4%

à moins de 40%. Ce recul du pétrole s'est accompagné de l'apparition et du déploiement à grande échelle de l'industrie nucléaire, qui représente aujourd'hui 75% de l'électricité produite.

- Le gaz, alternative au pétrole, a vu sa part dans la consommation totale d'énergie doubler ; elle atteint aujourd'hui 13,8%.
- La consommation de charbon a été divisée par 2, essentiellement pour des raisons de coût, et ne représente plus que 5,9% de la consommation totale.
- La part des énergies renouvelables est restée constante depuis 20 ans, se stabilisant aux environs de 7% de la consommation d'énergie primaire avec principalement 4.5 à 5% de thermique (essentiellement bois et déchets urbains solides) et 2 à 2.5% d'hydroélectrique (77,6 TWh en 1999).

## Viabilité écologique

- **Indicateur 1: Les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant liées aux activités de production et de consommation d'énergie**

### a. Paramètre

Bien que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) soit le principal gaz à effet de serre, d'autres gaz sont également responsable de cet effet, ce sont principalement le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>), les hydrofluorocarbures (HFC) et les Perfluorocarbures (PFC). Il est donc utile de connaître les émissions de l'ensemble de ces six gaz.

Les niveaux d'émission sont mesurés en kilogrammes de gaz émis. Le CO<sub>2</sub> étant le gaz à effet de serre le plus répandu, le niveau des émissions est converti pour chaque gaz en équivalent poids CO<sub>2</sub> (ou, ce qui revient au même avec un facteur 0.27, en tonne équivalent carbone). Cet équivalent est calculé à partir du pouvoir de réchauffement sur 100 ans de chacun des gaz. La somme de l'ensemble des émissions des six gaz cités constitue le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG).

#### Emissions du CO<sub>2</sub> du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O, en 1990 et 1999 en tonnes équivalent CO<sub>2</sub>

	CO <sub>2</sub> (kT) 1990	CO <sub>2</sub> (kT) 1999	CH <sub>4</sub> (kT) 1990	CH <sub>4</sub> (kT) 1999	N <sub>2</sub> O (kT) 1990	N <sub>2</sub> O (kT) 1999
Industries de l'énergie	68 000	63 000	313	219	1,9	2,3
Industries manufacturières	107 000	102000	849	798	95	41,6
Résidentiel/ tertiaire	114 000	121 000	144	133	6	6
Agriculture, sylviculture et changement d'occupation des sols	-90 600	-100 200	1 716	1 624	198	192
Transport routier	108 800	126 300	20,7	14,1	4	10
Autres transports	7 700	8 500	0	0	0,1	0
Autres	8 200	8 500	162	169	8,9	8,1
<b>Total</b>	<b>323 100</b>	<b>329 100</b>	<b>3 205</b>	<b>2 957</b>	<b>313</b>	<b>260</b>

Source : Emissions de l'air en France. CITEPA. Août 2001.

Alors que l'accroissement de la sylviculture a permis de réduire de 15 Mt les émissions de CO<sub>2</sub>, les émissions nettes de CO<sub>2</sub> ont augmenté entre 1990 et 1998 de 2%. Cette augmentation est imputable pour l'essentiel au secteur des transports, dont les émissions ont augmenté de 15% sur la même période.

La réduction des émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O, respectivement de 8% et 17%; permet une stabilisation du total d'émission de ces trois gaz sur la période 1990-1999.

L'impact des trois autres gaz sur l'effet de serre est bien moindre :

1998 (kT equiv. CO <sub>2</sub> )	PFC	HFC	SF <sub>6</sub>
Utilisation	0,4768	3,1892	1,217944
Production	0,1776	0,2108	1,124256
Procédés industrie métallurgique	0,9456		

### **b. Indicateur**

X = émissions de carbone sur l'année en cours par habitant

X(1990) = 1539 kgC/capita (les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant en 1990)

X(1999) = 1506 kgC/capita (les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant en 1999)

Les valeurs des paramètres pour l'indicateur 1 sont :

W = 1130 kgC/capita; moyenne mondiale

Y = 339 kgC/capita; 30% de la moyenne mondiale

D'où :

$$I = \frac{X - 339}{791}$$

Les valeurs des vecteurs sont donc estimées à :

I(1990) = 1,52

I(1999) = 1,48

On observe une amélioration de ce ratio en 10 ans mais cette amélioration est bien faible et la valeur du ratio, très importante montre que la France émet plus de 1,5 fois plus de gaz à effet de serre que la moyenne mondiale.

De plus, ce ratio ne devrait pas voir sa valeur diminuer fortement sur le court terme. En effet, selon la répartition entre les pays de la communauté européenne, des réductions des émissions de gaz à effet de serre, la France devra stabiliser son niveau d'émissions. La population augmentant lentement, le ratio risque de ne peu évoluer.

Cependant, la stabilisation du niveau global d'émissions n'est pas acquise car les tendances à la hausse dans le secteur tertiaire et les transports tendent à augmenter les émissions de CO<sub>2</sub>. Selon le groupe Energie 2010-2020 du Commissariat général du Plan, pour respecter l'engagement de la France, de retrouver en 2010 son niveau d'émissions de 1990, l'effort additionnel devra consister en un abattement supplémentaire de l'ordre de 10% des émissions prévues en 2010 (16 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>).

Un ensemble de mesures a été retenu par le programme national de lutte contre le changement climatique (PNLCC). Les réductions qui seraient obtenues à l'aide de ces mesures sont estimées à 13 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, ce qui représente près de 80% de l'effort nécessaire. Par contre, la mesure-clé de ce programme, une taxe sur l'énergie, a été rejetée en raison de son impopularité auprès des industriels qui préfèrent les engagements volontaires.

Deux autres problèmes majeurs doivent être soulignés :

### **1 – L'absence totale de maîtrise des transports.**

La France a laissé dériver rapidement les émissions de CO2 dues au transport des marchandises et des personnes.

- **Marchandises** : Le besoin de transport est sans cesse croissant, en particulier en raison de la politique de flux tendu dans l'industrie et de réduction des coûts de stockage. Il est plus rentable de faire circuler les marchandises dans des camions en partie vides que de stocker les marchandises dans les usines. La concurrence très vive sur le transport routier, le non-respect du code du travail, la durée de travail plus élevée que dans les autres branches, et parfois le non-respect du code de la route, ont pour conséquence une baisse du coût du transport routier.

Le transport ferré et le transport fluvial ont été en déclin continu de 1990 à 1999, en raison d'une politique d'infrastructure et d'une politique fiscale favorables à la route. L'essentiel des investissements de l'Etat et des Régions est consacré à la route. Le gasoil est moins taxé que les autres carburants. Plusieurs tentatives d'égalisation fiscale ont échoué face à la pression des professionnels de la route.

- **Voyageurs** : le succès du TGV pour les déplacements de ville à ville est remarquable, il a enrayeré la spirale descendante du transport ferroviaire.

Mais c'est dans une absence de maîtrise de l'urbanisme que se trouve la cause majeure de l'énorme accroissement des consommations de carburant (et donc des émissions de CO2). En 30 ans, la ville s'est étalée dans l'espace, et les fonctions urbaines (habitat, travail, loisir) se sont éloignées les unes des autres. La distance parcourue par jour par chaque personne a augmenté de plus de 50%. Cette nouvelle ville étalée a vu pratiquement disparaître la marche à pied et le vélo comme moyens de déplacement. De plus, en raison de sa faible densité, elle ne se prête pas à une bonne desserte en transport public. Celui-ci n'a pas les moyens d'assurer de bonnes conditions de transport (fréquence, rapidité) en-dehors des zones centrales des villes.

### **2 – L'ignorance de la cogénération.**

Contrairement à la plupart des pays d'Europe, on ne récupère pas en France la chaleur fatale perdue par la production d'électricité.

Aussi bien dans l'industrie que dans le chauffage des locaux, la complémentarité entre les deux fluides, chaleur et électricité est rarement valorisée. Le système énergétique français est curieusement fondé sur des entreprises d'état monopolistiques mono-énergie. Electricité de France (EDF) n'a pour objet que de distribuer de l'électricité et Gaz de France (GDF) n'a pour objet que de distribuer du gaz. Quant à la chaleur, qui est un sous-produit de la production électrique, elle est considérée comme un déchet, et son exploitation est laissée à la seule initiative des collectivités locales et du secteur privé; De plus, elle est soumise à la concurrence farouche d'EDF et de GDF.

Les besoins de chaleur sont en grande partie assurés par les combustibles fossiles (hormi le chauffage électrique qui pose d'autres problèmes). L'absence de recours à

la cogénération augmente la part des énergies fossiles dans la production de chaleur, ce qui augmente les émissions de CO<sub>2</sub>.

Par ailleurs, les réseaux de distribution de chaleur restent marginaux, d'autant que le taux réduit de TVA n'est appliqué qu'aux abonnements à l'électricité et au gaz. Cette négligence de la chaleur se glisse même dans la méthode de comptabilité énergétique utilisée par la France. Au lieu d'être une comptabilité en énergie finale consommée, c'est une comptabilité en énergie primaire utilisée. La conséquence en est que l'énergie comptabilisée est la même pour une production électrique avec et sans cogénération.

## • Indicateur 2: Part du nucléaire dans la production totale d'électricité

### a. Paramètre

Entre 1990 et 1999, la production annuelle d'électricité en France a fortement augmenté, passant de 420 TWh à 524 TWh. Dans le même temps, la quantité d'électricité produite annuellement par des centrales nucléaires est passée de 313,7 TWh à 394,3 TWh.

	1990	1999	Taux de variation
Production totale d'électricité (TWh)	420	524	25%
Production d'électricité nucléaire (TWh)	313.7	394.3	26%
Part du nucléaire dans la production d'électricité (%)	74.7%	75.2%	1%

### b. Indicateur

X = part du nucléaire dans la production totale d'électricité ;

W = valeur en 1990;

Y = 1/10 de la valeur en 1990

$$I = \frac{X - W/10}{9W/10}$$

Pour la production d'électricité nucléaire, l'indicateur 2 vaut :

$$I(1990) = 1$$

$$I(1999) = 1$$

Ce ratio indique que la France n'a pas diminué la part du nucléaire dans sa production d'électricité, en fait on constate même que la part du nucléaire dans la production totale d'électricité a légèrement augmenté.

### **c. Commentaires**

L'objectif de viabilité quant à la part du nucléaire dans la production d'électricité n'est pas 1/10 d'une quelconque valeur mais 0%. Il serait donc bon de modifier cet indicateur et de préciser s'il s'agit du nucléaire que l'objectif de viabilité à utiliser est 0%. L'engagement officiel de la France dans le développement durable nécessite explicitement la décision de remplacer progressivement l'énergie nucléaire par des formes d'énergies viables à long terme écologiquement et économiquement (entre autres non-subsventionnées).

La diversification des sources d'énergie n'est pas un véritable objectif de la politique énergétique française. C'est la conséquence du mode de décision et de la nature des décideurs. Le programme nucléaire français a été décidé à huis clos par un nombre très limité de personnes. Le pouvoir de décision a été confisqué par une élite technique à pensée énergétique unique qui cultive l'opacité et n'accepte pas le débat.

Comme les contre-pouvoirs en ce domaine étaient inexistantes ou très faibles, le nucléaire a pu prendre une part considérable avec une approbation sociale non-informée presque unanime. Le programme s'est développé pendant une période de faible éveil social (fin des années 70 et début des années 80). La quasi-totalité des partis politiques partage aveuglément cette pensée énergétique unique. Le programme nucléaire a ainsi pu se développer sans du tout être contrarié par les alternances politiques qui se sont succédées en France tous les 5 ans. Malgré trente ans d'informations pro-nucléaires mises en oeuvre avec beaucoup de moyens, l'opinion évolue cependant vers une position défavorable à l'énergie nucléaire et les manifestations publiques pour l'élimination de l'énergie nucléaire gagnent en importance.

Le choix de la forte part du nucléaire dans la production électrique a eu pour conséquence le faible développement de la récupération de chaleur. En effet, les centrales nucléaires sont éloignées des villes pour de prétendues raisons de sécurité (on sait au moins depuis Tchernobyl que les nuages radioactifs se déplacent fort loin), et il n'est pas facile, ni rentable, de transporter la chaleur dans des canalisations de 50 à 100 kms pour alimenter en chaleur les villes voisines. Dans des pays où l'électricité est produite par des combustibles fossiles, on récupère la chaleur fatale pour le chauffage urbain, comme à Copenhague, Amsterdam, Stockholm.

## Viabilité sociale

### • Indicateur 3: Part de l'énergie dans la consommation des ménages

#### a. Paramètre

Si l'indicateur social pris en compte est la part de la consommation des ménages dans l'énergie, selon l'INSEE<sup>3</sup>, on obtient le tableau suivant.

	1990	1994	1999
consommation énergétique des ménages	280	318,8	365,4
consommation totale des ménages	4038	4123	4 793,2
part de l'énergie dans la consommation des ménages	6,93%	7,73%	7,62%

Ne possédant pas de données, l'estimation des paramètres Y et W est malaisée. Sachant cependant que dans l'état actuel des technologies, en France, la consommation énergétique des ménages pourrait être diminuée de 30 à 40% d'ici 2010 par des mesures d'efficacité énergétique. On peut considérer que dans un pays tempéré une valeur cible de 4% pour l'indicateur est atteignable, et cela, sans subventions de l'Etat à la consommation énergétique. Nous prendrons donc par défaut Y égal à 4%.

Pour W, il est intéressant de donner une valeur considérée comme néfaste socialement car représentant une dépense trop importante comparativement aux possibilités des ménages. Nous choisissons par défaut, 15% comme valeur référence.

#### b. Indicateur

$$I = \frac{X - 4}{11}$$

$$I(1990) = 0,27$$

$$I(1999) = 0,33$$

#### c. Commentaires

La mesure de ce paramètre à l'échelle d'un pays pose un problème de sens dans les pays en transition ou en voie de développement :

- Dans les pays en voie de développement, la prédominance de l'énergie non commerciale pour les ruraux donne un indicateur faible qui ne reflète pas l'importante part de l'énergie dans la consommation des citoyens. Il est donc
- préférable de ne mesurer cet indicateur que sur la population citadine.

<sup>3</sup> Insee Premier. N° 782. Juin 2001.



- Le non paiement des factures énergétiques par les consommateurs dans les pays en transition, donne également un indicateur faible qui cache le réel coût de l'énergie payé par les consommateurs.

Deux facteurs expliquent une valeur élevée de cet indicateur :

- Avec l'étalement urbain, la part du budget des ménages consacré aux carburants est en hausse car les distances à parcourir sont longues et tous les déplacements sont faits obligatoirement en voiture. Entre 1990 et 1999, l'accompagnement des enfants à l'école est le motif de déplacement qui a vu le plus fort taux de croissance de l'usage de l'automobile. L'institution du prêt à taux zéro pour aider les jeunes ménages à faire construire leur maison a eu pour effet un éloignement considérable du travail et du domicile et une double possession de voitures par famille.

- Le développement très fort du chauffage électrique dans l'habitat neuf a eu pour effet une augmentation importante des charges de chauffage. Le faible coût de l'investissement initial attire les constructeurs, mais la facture de l'énergie pèse lourdement sur l'occupant (le kWh électrique coûte 3 à 4 fois plus cher que le kWh fourni par le gaz, le fioul ou le bois).

#### • **Indicateur 4: Investissement dans les énergies propres**

Le choix de cet indicateur est fondé sur une hypothèse souvent vérifiée que les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique et la production d'énergies renouvelables demandent proportionnellement plus de main d'oeuvre régulière pour un même investissement et contribuent ainsi à la création d'emplois bien nécessaires dans la plupart des pays.

##### **a. Paramètre**

Selon le rapport annuel sur l'énergie du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, les investissements dans le domaine de l'énergie s'élèvent à 52 milliards de francs en 1990 et à 41 milliards de francs en 1999 dont respectivement 33 et 29 milliards pour l'électricité.

Nous n'avons pas trouvé d'informations sur les investissements en maîtrise de l'énergie, nous ne considérerons donc que les énergies renouvelables. Le rapport annuel 1999 de l'ADEME indique des projets effectués en France en 1999 pour un montant avoisinant les 600 millions de francs hors hydraulique..

Les investissements dans les énergies renouvelables en 1990 sont considérés comme négligeables.

##### **b. Indicateur**

X = rapport entre l'investissement dans les énergies propres et l'investissement total dans le secteur énergétique;

W = la valeur de X en 1990;

Y = 95% de l'investissement du secteur énergétique.

$$I = \frac{X - 95\%}{W - 95\%}$$

X = 2.8%

W = 0%

I = 0,97

L'indicateur reflète la stagnation des investissements dans les énergies propres par rapport à ceux engagés dans les autres énergies. Par ailleurs, et ce que ne reflète pas l'indicateur, le niveau d'investissement du secteur énergétique est très faible.

### **c. Commentaires**

Cet indicateur risque de diminuer grâce nouveau programme national d'amélioration de l'efficacité énergétique (PNAEE) adopté par le Gouvernement le 6 décembre 2000.

L'investissement dans les énergies renouvelables a été minime au cours des années 90 à 99. En termes industriels, très peu d'entreprises françaises ont pu survivre, une en éolien de petite puissance, et deux en installations solaires.

C'est ainsi que, à l'heure du démarrage de l'éolien, il n'existe aucun industriel français capable de présenter une offre en termes de grand éolien. La France n'a pas saisi l'occasion de créer des emplois dans les énergies renouvelables.

En revanche, dans la maîtrise des consommations de chauffage, des emplois ont été créés au début des années 80 dans le bâtiment, dans la plomberie, mais une partie de cet effort a été perdu dans la deuxième partie des années 80 à la suite de la baisse des cours du pétrole.

En 2001, le budget de l'ADEME consacré à la maîtrise de l'énergie se monte à 1,120 milliard de Francs. Il a été multiplié par 10 en trois ans.

Avec l'engagement des collectivités locales aux côtés de l'ADEME, la capacité globale d'intervention publique approche 1,5 milliard de francs. Grâce notamment à la mobilisation des industriels, du monde associatif et des relais bancaires, ce programme devrait générer 10 à 15 milliards de francs d'investissements par an.

## Viabilité économique

### • Indicateur 5: Dépendance pétrolière

#### **a. Paramètre**

La France ne produit que 20% du charbon, 5% du pétrole et 2% du gaz qu'elle consomme. Cette situation traduit une grande dépendance vis-à-vis des importations de ressources énergétiques fossiles qui représentent 60% de la consommation d'énergie primaire totale. Cette forte dépendance, a pu être atténuée par la réduction des importations de pétrole à la suite du premier choc pétrolier grâce à une politique volontariste et à la forte progression de l'électricité nucléaire. Cependant, depuis 1985 et la baisse des cours du pétrole, la consommation de pétrole progresse à nouveau, essentiellement à cause du développement des transports routiers. Parallèlement, la consommation de gaz a triplé de 1973 à nos jours.

Le grand développement du nucléaire pour la production d'électricité (75% de la production d'électricité est nucléaire) ainsi que le moindre développement de l'hydraulique (15% de la production d'électricité) permettent à la France de réduire sa dépendance pétrolière.

Le développement extrêmement limité des énergies renouvelables hors hydraulique (494 PJ), majoritairement composé par le bois et les déchets de bois (370 PJ), ne permet pas de réduire la dépendance pétrolière. Le gisement éolien est en particulier sous-exploité.

La consommation totale d'énergie en France est en 1999 de 10 059 PJ ; les importations de pétrole s'élèvent à 4 065 PJ. En 1990, la consommation d'énergie en France est de 9 336 PJ ; les importations de pétrole s'élèvent à 3 750 PJ.

#### **b. Indicateur**

X = rapport entre les importations de pétrole et la consommation totale d'énergie; ainsi :

$$X(90) = 40\%$$

$$X(99) = 40\%$$

Les valeurs des paramètres pour l'indicateur 5 sont :

$$W = 100\%;$$

$$Y = 0\%; \text{ et}$$

$$I = X$$

$$I(1999) = I(1990) = 0.4$$

La valeur de cet indicateur indique une dépendance économique forte de la France vis-à-vis des importations de pétrole. Cette dépendance pourrait augmenter de part l'augmentation de la consommation de pétrole causée par le secteur routier.

La maîtrise de l'énergie a obtenu des résultats remarquables dans le début des années 80 en ce qui concerne essentiellement les économies de pétrole. L'Etat a su alors mobiliser la société dans un effort collectif qui a été suivi de résultats dans

l'industrie et dans le logement, mais pas durablement dans les transports. (cf les commentaires de l'indicateur 1 à propos des transports).

Pendant cette même période, la France a cherché à substituer du charbon au pétrole, politique abandonnée depuis 1985. Bien sûr, le charbon est le combustible fossile le plus émetteur de CO<sub>2</sub> et de gaz polluants, mais c'est aussi celui dont les ressources sont les plus abondantes. Il existe des techniques de combustion plus propres du charbon. La France n'a plus aucune politique en ce domaine.

C'est le gaz qui a le plus augmenté sa part de marché au cours des années 90 à 99, bénéficiant surtout d'une image de combustible peu polluant. Mais les ressources en gaz sont d'une durée limitée et mal réparties géographiquement. Il faudrait prendre garde à une future dépendance gazière. Il est clair que le gaz est, à côté des énergies renouvelables, le moyen de produire de l'électricité avec moins de pollution et de forts rendements. Ne faudra-t-il pas dans quelques années réserver le gaz à la production électrique par cycle combiné et éviter la combustion directe pour le chauffage domestique ?

## **• Indicateur 6: La part du secteur public dans les investissements énergétiques**

### **a. Paramètre**

Selon le compte rendu de gestion budgétaire de l'année 1999, l'Etat a alloué directement à partir de son budget, la somme de 7,83 milliards de francs aux énergies non renouvelables. Cette somme a principalement été perçue par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) (42%), et par Charbonnages de France (39%). Les investissements effectués par EDF et GDF, les deux principales entreprises, publiques, du secteur de l'énergie, sont respectivement de 27 et 6,8 milliards de francs. N'ayant pas le détail des investissements d'EDF durant l'année 1999, nous considérerons que seuls 95% du montant total des investissements auront été dédiés aux énergies non-renouvelables (part du non-renouvelable dans le parc électrique français). L'investissement public français en énergies non-renouvelables, s'élève donc à 40.3 milliards de francs.

Le PIB de la France en 1999 s'élevait à 8 470 milliards de francs 1995, en 1990, le PIB était de 7 353 milliards de francs. L'investissement en 1990 dans le secteur de l'énergie en France s'élevait à 52 milliards de francs<sup>4</sup>. L'ensemble des grandes entreprises du secteur énergétique étant alors nationalisées et les investissements dans les énergies renouvelables étant négligeables, on peut considérer que ce chiffre donne une bonne approximation de l'investissement public français en énergies non-renouvelables.

### **b. Indicateur**

X = rapport entre les investissements publics dans l'énergie non-renouvelable et le PIB;

W = 10%

---

<sup>4</sup> Repères sur l'énergie en France. Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie. Edition 2001.

Y = 0%; et

$$I = \frac{X - 0}{0.1} = 10 X$$

I(1999)=0,048

I(1990)= 0,071

La valeur de ce vecteur est très faible car, la consommation d'énergie en France progressant peu, la production n'augmente pas rapidement et les investissements en énergie sont faibles comparativement au PIB.

### **c. Commentaires**

L'interprétation de cet indicateur peut se discuter. En effet, les investissements publics dans le secteur énergétique peuvent se faire au détriment des investissements de l'Etat dans ses domaines de responsabilité prioritaire : santé, éducation, recherche, sécurité et autres.

Par ailleurs cet indicateur peut mesurer la libéralisation du secteur de l'énergie. Une libéralisation importante n'implique pas que les subventions soient nulles et donc que le secteur soit économiquement viable. Au contraire, un secteur énergétique public peut être rentable et pourtant, les investissements publics seront importants. Ces choix publics devraient être soumis à l'approbation des citoyens et contribuables.

Le pilotage des investissements par l'Etat et ses grandes entreprises publiques est très important. C'est un gage de prépondérance des choix publics sur les choix privés, mais ce n'est pas un gage de démocratie. On a vu la politique énergétique confisquée par un groupe très restreint de décideurs sans contrôle. Le Parlement n'a jamais eu à se prononcer sur les choix énergétiques jusqu'à la loi sur l'électricité de 2000 (qui est surtout une loi d'ouverture du marché et non de politique énergétique). Quant aux citoyens, on ne leur a jamais demandé leur avis, et la « société civile » dans le domaine énergétique est encore très faible, elle se limite à quelques associations antinucléaires et à un réseau associatif de promotion des énergies renouvelables.

Dans ce domaine, nous souffrons en France d'une assimilation entre service public et entreprise publique. GDF et EDF ont un tel pouvoir que « ce qui est bon pour ces entreprises est bon pour la France ». Or, elles ne sont que les entreprises concessionnaires de l'Etat et des collectivités locales. Elles imposent leurs choix techniques comme représentant l'intérêt public alors que ce n'est parfois que leur intérêt propre. Si la cogénération est peu développée en France, c'est parce que EDF n'en a jamais voulu, l'assimilant à une concurrence de sa propre production.

Le secteur public a une composante locale. Les collectivités territoriales ont une intervention très limitée dans le domaine énergétique. En tant que consommatrices d'énergie dans les bâtiments publics et l'éclairage public, elles ont mis en place une politique d'économies d'énergie qui fut un succès. En revanche, les communes et leurs groupements n'ont jamais exercé suffisamment leurs compétences en matière de production et de distribution d'énergie. Les actions de maîtrise de l'électricité à l'échelle d'un territoire par association des collectivités et d'EDF n'ont pas vraiment décollé. Quelques villes ou territoires ruraux plus actifs ont esquissé une politique énergétique locale, avec des moyens juridiques et financiers faibles. Les régions ont

parfois adopté une politique volontariste de soutien aux énergies renouvelables qui ont été confortées par la création des schémas de service énergie.

La comparaison en ce domaine avec l'intervention énergétique des villes dans les pays d'Europe plus décentralisés est éclairante. Dans les pays nordiques, l'Allemagne, la Suisse, il y a un fort pouvoir énergétique local que nous avons peine à imaginer en France. L'énergie est souvent dans ces pays une composante du développement économique local, car toutes les ressources énergétiques locales sont prises en compte, et les villes ont un réel pouvoir de décision.

## Viabilité technologique

### • Indicateur 7: Intensité énergétique

#### a. Paramètre

Données pour le calcul de l'intensité énergétique :

	1990	1994	1999
Population (millions)	56,70	58,60	59,00
PIB (milliards de US\$90 ppa)	1 211	1 233	1 356
Consommation Énergétique primaire (Mtep)	218	222	244
Consommation Énergétique finale (Mtep)	145	144	165
PIB/cap (US\$90 ppa/cap)	21 358	21 041	22 983
Energie/cap (tep/cap)	4	4	4
Indice d'efficacité énergétique primaire (tep/000 US\$95)	0,18	0,18	0,18
Indice d'efficacité énergétique finale (tep/000 US\$95)	0,12	0,115	0,12

Source : Enerdata et AIE

#### b. Indicateur

X = rapport entre la consommation d'énergie finale et le PIB

$$X(1990) = 0.18 \text{ tep}/\$000 = 7.56 \text{ Mj}/\$$$

$$X(1999) = 0.18 \text{ tep}/\$000 = 7.56 \text{ Mj}/\$$$

Les paramètres sont les suivants:

W = 10,64 MJ/US\$; moyenne mondiale

Y = 1,06 MJ/US\$; 1/10 de la moyenne mondiale.

$$I = \frac{X - 1}{9.58}$$

D'où  $I(1990) = I(1999) = 0,6848$

L'intensité énergétique française ne s'est pas améliorée depuis 1990 mais reste faible : elle se situe en dessous de la moitié de la moyenne mondiale. Cet indicateur pourrait tout à fait être amélioré car il reste encore d'importants potentiels d'économie d'énergie pour des usages spécifiques. D'ici 2020, avec des investissements rentables, 20 à 30% de l'énergie consommée dans le secteur tertiaire, 35 à 45% de l'énergie consommée par les appareils électriques et 20 % de l'énergie utilisée par le transport pourraient être économisées. Voir les commentaires de l'indicateur 1 en ce qui concerne la cogénération qui pourrait améliorer l'intensité énergétique.

Si l'action de maîtrise des consommations a été assez efficace en ce qui concerne les combustibles dans le logement et l'industrie, on ne peut en dire autant des consommations d'électricité. La maîtrise de l'électricité est embryonnaire en France, à la fois dans le domaine des comportements (éclairages, veilles) que celui des techniques (faible diffusion des appareils ménagers économes, pas d'asservissement des circulateurs de chauffage). L'électricité est considérée comme un fluide abondant et pas cher qu'il est inutile d'économiser. Malgré quelques avancées ici ou là, la culture des grands opérateurs est encore celle du « vendre plus » que du « vendre mieux ».

Le fort développement du chauffage électrique n'est pas un facteur de diminution de l'intensité énergétique. En effet, le rendement global de la chaîne qui va de la centrale de production sans cogénération jusqu'au convecteur électrique est très faible. Pour satisfaire un besoin de maintien d'une température de 19° dans des locaux, il existe des chaînes énergétiques bien plus courtes, plus efficaces et moins coûteuses, dont le chauffage au bois.

## • Indicateur 8: Déploiement des énergies renouvelables

### a. Paramètre

Les données nous sont fournies par le ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Nous considérerons uniquement l'énergie renouvelable thermique et l'hydroélectricité car les autres énergies renouvelables comptent pour une fraction trop infime de la consommation pour être prises en compte.

En première estimation, on peut supposer que l'électricité exportée n'a pas d'origine spécifique (nucléaire, hydraulique ou thermique) et considérer que la consommation primaire d'hydroélectricité est égale à la quantité d'hydroélectricité produite multipliée par le pourcentage de l'électricité primaire consommée sur la production totale d'électricité.

	1990	1999
<b>ENR thermique consommée intérieurement (Mtep)</b>	12	11.8
<b>Energie hydraulique produite (Mtep)</b>	5	6.6
<b>Electricité consommée/ électricité produite (Mtep)</b>	83%	82%
<b>Consommation primaire d'électricité hydraulique (Mtep)</b>	4.2	5.5
<b>Total énergie non renouvelable consommée (Mtep)</b>	16.2	17.3
<b>Total consommation énergie primaire (Mtep)</b>	223	254



**b. Indicateur**

X = rapport entre la consommation primaire d'énergie renouvelable et la consommation totale d'énergie primaire.

X(1990) = 0,07

X (1999) = 0,08

W = 8,64% qui correspond au rapport entre la consommation mondiale d'énergie renouvelable et la consommation mondiale totale d'énergie primaire en 1990;

Y = 95%; et

$$I = \frac{x - 0.95}{-0.8636}$$

I(1990) = 1,02

Et I(1999) = 1,00.

Le déploiement des énergies renouvelables en France se situe donc dans la moyenne mondiale et se trouve encore loin de l'objectif. Cette distance est notamment due au non-usage de biocarburants et au développement de l'électricité essentiellement nucléaire.

Jusqu'en 2001, il n'y a pas eu de politique déterminée avec des moyens corrects pour investir dans les énergies renouvelables.

Cela tient à deux raisons principales :

- la pensée unique énergétique décrite à propos de l'indicateur 2 a toujours considéré les énergies renouvelables comme un luxe marginal. Cette pensée accepte quelques expériences alibis, mais pas de politique déterminée. Le monopole EDF n'a jamais investi afin de produire lui même une part d'électricité par énergie renouvelable. Il a multiplié les obstacles aux initiatives prises par les autres opérateurs (par exemple pour le raccordement au réseau des installations privées).

Le monopole GDF a eu une politique de violente opposition au développement de la géothermie, du bois et du biogaz. Comme le monopole GDF est plus puissant que les opérateurs de ces énergies renouvelables, il l'a généralement emporté. La stagnation de la géothermie est due à ce facteur essentiel.

L'Etat n'a pas joué de rôle régulateur pour limiter les initiatives des deux entreprises publiques contre le développement des énergies renouvelables. Enfin, l'Etat n'a adopté qu'en 2001 de timides mesures fiscales qui favorisent les énergies renouvelables, et il a créé une discrimination au détriment des énergies renouvelables sous forme de chaleur par un taux de TVA différent sur les abonnements aux réseaux de chaleur et sur les abonnements au gaz et à l'électricité.

- les énergies renouvelables sont par nature décentralisées. Or, les choix techniques et le mode de décision sont très centralisés. Le réseau électrique est construit de façon descendante à partir d'une soixantaine de grandes centrales et de grands barrages qui alimentent l'ensemble du territoire. L'électricité « descend » des centrales de production jusqu'au consommateur. Injecter des productions locales

dans ce réseau est difficile car il n'a pas été conçu pour faire « remonter » de l'électricité. Il en est de même pour le réseau de gaz qui fournit le territoire à partir des points d'entrée sur le territoire. Les concepteurs de ce réseau n'ont pas imaginé qu'on puisse un jour produire du gaz à partir des déchets organiques ou des effluents agricoles, et qu'on pourrait injecter du gaz local sur le réseau. Le paradoxe est que les quelques municipalités qui valorisent le gaz des décharges doivent construire une canalisation qui fait partie du domaine privé de la commune et qui ne peut être intégré au service public de distribution de gaz dont elle est pourtant l'autorité concédante.

Il faut nuancer ces critiques au vu de la politique mise en place depuis 2000 avec l'adoption de la loi sur l'électricité et des tarifs de rachat par EDF de l'électricité renouvelable. Il semble que les moyens adéquats veuillent être donnés. Il faut espérer que les actes suivent les intentions.

## Conclusions et orientations préconisées

a) Les situations énergétiques de la France comme de l'Union européenne sont caractérisées par une très forte dépendance pétrolière (35 à 40% de la consommation d'énergie primaire) concentrée sur le secteur des transports. Ce secteur a une part croissante dans la consommation d'énergie comme dans les nuisances locales (pollutions, encombrements, accidents) et globales (changement climatique). En France comme en Europe, le premier impératif est donc une politique des transports qui donne la priorité aux transports collectifs en milieu urbain et au train pour les déplacements des personnes et les transports de marchandises interurbains et internationaux.

b) La France est marquée par une contribution extrêmement élevée du nucléaire dans la production d'électricité qui confère à son système électrique une vulnérabilité particulière aux accidents et aux agressions extérieures et pose le difficile problème de la gestion des déchets nucléaires et des centrales déclassées. Les facteurs économiques, environnementaux et de sécurité nous imposent de réduire la part de celui-ci dans le parc de production d'électricité.

Outre la réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité (voire la décision de "sortie" du nucléaire comme en Allemagne, en Belgique et en Suède), la mesure la plus urgente à prendre en France consiste en l'arrêt du retraitement des combustibles irradiés et de l'utilisation du plutonium comme combustible, comme l'ont décidé dans les années récentes l'Allemagne et la Belgique, et pratiquement, avant eux, tout les pays occidentaux qui ont développé l'électronucléaire, à l'exception de la Grande-Bretagne et du Japon.

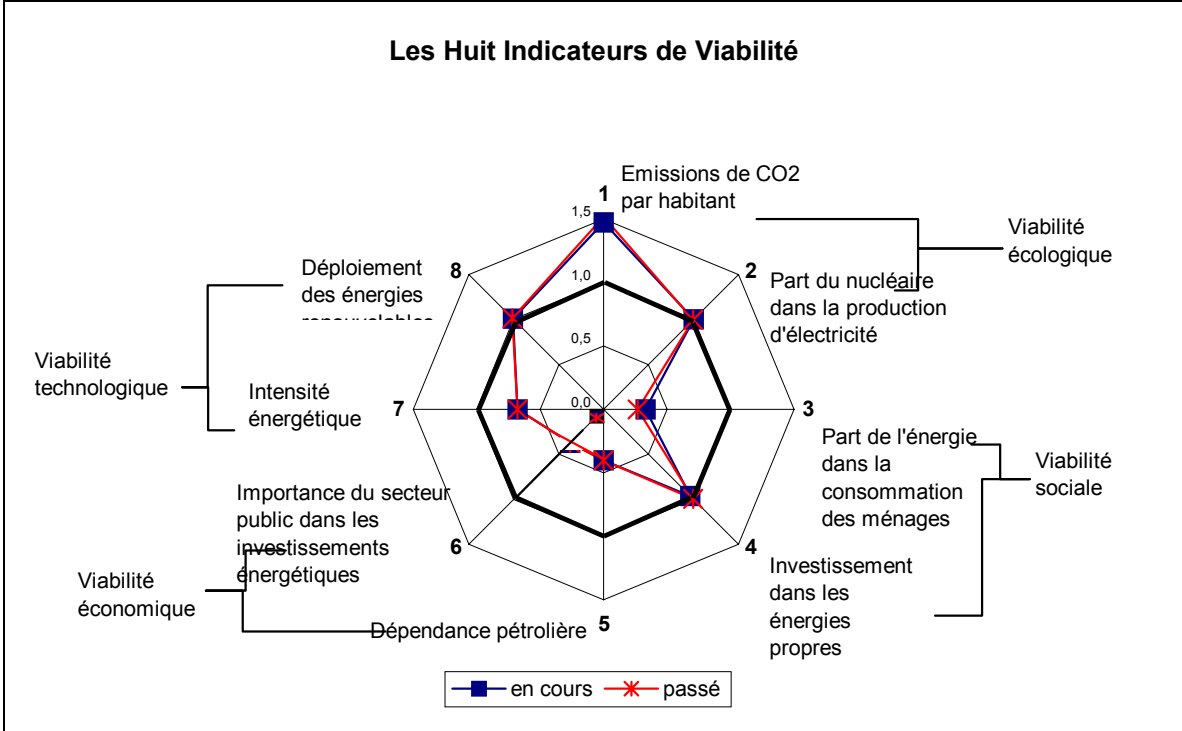
La production d'électricité en substitution du nucléaire se ferait alors d'une part grâce à des centrales à cycle combiné au gaz naturel, d'autre part grâce au développement des énergies renouvelables, en leur facilitant le cas échéant un accès prioritaire aux réseaux de distribution. Ces décisions seraient le fruit naturel d'une politique qui tiendrait compte des externalités tant positives que négatives et réorienterait les subventions qui vont maintenant aux énergies polluantes vers des sources d'énergie bénignes pour l'environnement.

c) Du fait de la priorité donnée au nucléaire depuis les années 60, et de l'ampleur des moyens financiers consacrés au développement de la production d'électricité d'origine nucléaire, la France a pris un retard considérable par rapport à plusieurs autres pays européens (Allemagne, Danemark, Espagne, Pays-Bas) dans le développement des énergies renouvelables, propres et décentralisées, malgré les atouts importants qu'elle possède en termes de ressources (biomasse, solaire, éolien, mini-hydro, géothermie, énergie marémotrice). Ce retard se traduit notamment par un manque de compétences et d'initiatives industrielles en ce domaine.

d) Le véritable enjeu et principal critère vis-à-vis du développement durable est la maîtrise de la demande d'énergie et plus particulièrement celle de l'électricité, domaine dans lequel la France est particulièrement en retard. Une réorientation majeure des politiques énergétiques s'impose. Elle ne sera valable et acceptée que

si les décisions sont prises en concertation avec l'ensemble de la société civile, après un débat éclairé et avec une garantie de contrôle indépendant des initiatives mises en place.

FRANCE



## Annexes

### • Commentaires généraux sur les indicateurs et leur interprétation dans le cas de la France

Chacun des 8 indicateurs de l'étude, se calcule de la manière suivante :

$$I = \frac{X - Y}{W - Y}$$

Où, Y est l'objectif de viabilité, retranché à la valeur absolue du paramètre mesuré, X, afin de mesurer la distance entre le paramètre et l'objectif et W, que nous nommerons « valeur référence », permet de normer chaque vecteur.

La définition des valeurs X et Y est au centre de l'intérêt de ce modèle et est donc à travailler. Ces paramètres devraient, il nous semble, être indépendants du pays où sont effectuées les mesures d'indicateurs afin que l'objectivité soit maximale.

Il semble judicieux de donner à Y, une valeur qui soit en accord avec les recommandations des groupes d'experts dans chaque domaine afin de lui donner du sens et qui soit assez fine pour permettre de catégoriser les pays.

Il peut être intéressant de donner à W, la valeur mondiale moyenne du paramètre mesuré pour une année donnée afin d'indiquer directement où se situe le pays par rapport au reste du monde.

Il peut être également intéressant de compléter ces indicateurs par des déclinaisons de ces indicateurs par groupes régionaux homogènes (pays les moins avancés, pays en transition, pays en voie de développement, OCDE, Moyen Orient, ...). Il suffit pour cela d'établir pour les mêmes paramètres, de nouvelles valeurs de X et Y, représentant les moyennes et objectifs à atteindre en fonction des situations spécifiques de chaque région.

#### **1. Les indicateurs de viabilité écologique**

Cette catégorie comporte deux indicateurs : les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant dues aux activités de production et de consommation d'énergie (indicateur lié à la question du changement climatique et de l'effet de serre) et la proportion de production d'électricité d'origine nucléaire.

En ce qui concerne le premier indicateur et même si on ne considère que le CO<sub>2</sub> (et non l'ensemble des gaz à effet de serre) il serait intéressant de présenter également les émissions de CO<sub>2</sub> par unité de PIB, ce qui permettrait de meilleures comparaisons internationales.

Pour l'indicateur nucléaire, on aurait pu également prendre la quantité de déchets radioactifs produits par habitant, ou par kWh de consommation d'électricité, mais cela limiterait l'appréciation du risque nucléaire à la question des déchets. Afin de tenir compte de l'ensemble du risque nucléaire, il valait mieux prendre la part du nucléaire dans la production nationale d'électricité (80% en France).

## **2. Les indicateurs de viabilité sociale**

2.1. L'indicateur 3 indique la part de l'énergie dans la consommation totale des ménages. C'est un indicateur très difficile à interpréter.

- a) Dans les pays de l'OCDE, cette part est faible et la variation relative est le plus souvent liée aux taxes (la TIPP en France par exemple) : il est très difficile de porter un jugement sur ces valeurs relatives par rapport au développement durable (a contrario, « les taxes sur l'énergie » sont recommandées pour faciliter celui-ci).
- b) Dans de nombreux pays en transition ou en développement, la dépense peut être faible car le consommateur ne paye pas l'énergie à son coût. Difficile encore de porter un jugement...

Il est donc bien difficile, en particulier pour un pays comme la France, de donner une interprétation à cet indicateur. Bien que cela se limite à l'électricité, peut-être serait-il plus significatif de choisir comme indicateur « social » la proportion de la population qui a accès à l'électricité.

2.2. L'indicateur 4 porte sur les investissements en énergies propres.

Cet investissement est un bon indicateur des orientations de politique énergétique en faveur de ces énergies.

Mais si l'on entend par « social », pour cet indicateur de caractère économique, l'importance des activités et de l'emploi, on peut opposer à cette idée le cas du charbon, dont l'exploitation et l'utilisation sont pourvoyeurs d'emploi.

Au sein même des « énergies propres », il y a d'énormes différences entre l'efficacité énergétique et la biomasse d'une part, secteurs généralement pourvoyeurs d'emplois (notamment locaux), et l'éolien qui l'est beaucoup moins (surtout en termes d'emplois locaux). On peut également arguer du fait que l'automobile est un secteur très pourvoyeur d'emploi (et très mauvais pour le développement durable). Ainsi l'indicateur 4 est très pertinent mais ne devrait probablement pas figurer dans la rubrique sociale mais dans la viabilité écologique.

## **3. Les indicateurs de viabilité économique**

3.1. L'indicateur 5 est un bon indicateur de la vulnérabilité économique (variations brusques des prix). Il devrait être complété par un indicateur sur la vulnérabilité du secteur des transports qui serait le rapport : « consommation de produits pétroliers par le secteur des transports divisée par la consommation totale d'énergie de ce secteur ». On verrait alors apparaître l'extraordinaire vulnérabilité du secteur des transports dans la plupart des pays « développés » et en particulier la France.

3.2. Sous sa forme actuelle, l'indicateur 6 ne peut être considéré comme un indicateur de développement durable, comme nous l'avons indiqué dans le sommaire.

## **4. Les indicateurs de viabilité technologique**

4.1. L'indicateur 7, l'intensité énergétique, est un très bon indicateur de l'efficacité énergétique globale d'une société.

#### 4.2. Même chose pour l'indicateur 8.

Faute d'un indicateur sur le nucléaire, il est très difficile de porter un jugement de « durabilité » sur le cas particulier de la France qui ne se distingue actuellement, dans le concert des pays européens que par une très faible croissance des énergies renouvelables. Aspect négatif qui rejoint la relative stagnation de l'intensité énergétique ces dix dernières années.

Un choix un peu différent des indicateurs dans le sens indiqué ci-dessus permettrait sans doute de mieux caractériser les pays et en particulier la France. Ce qui paraît important au premier chef est que, pour la France comme pour l'Europe, se développe la politique d'action sur la demande et le développement des énergies renouvelables recommandés par le « Livre vert sur la sécurité énergétique » publié par la Commission Européenne en novembre 2000.

#### • Unités

**Watt (W)**: unité de puissance, utilisée pour mesurer le taux de la consommation d'énergie. Puissance dépensée lorsqu'un courant d'un ampère traverse une résistance de un ohm.

**Joule (J)** : unité de mesure du travail, de l'énergie et de la quantité de chaleur, équivaut à une puissance de 1 watt par seconde.

1 kilojoule (kJ)	1.000 J ( $10^3$ J)
1 mégajoule (MJ)	1.000 kJ ( $10^6$ J)
1 gigajoule (GJ)	1.000 MJ ( $10^9$ J)
1 térajoule (TJ)	1.000 GJ ( $10^{12}$ J)
1 pétajoule (PJ)	1.000 TJ ( $10^{15}$ J)
1 exajoule (EJ)	1.000 PJ ( $10^{18}$ J)

**Kilowatt-heure (kWh)**: quantité d'énergie produite par une source de 1 kilowatt fonctionnant pendant une heure. 1 kWh équivaut à 3,6 millions de joules.

**Tonne d'équivalent pétrole (tep)** : grandeur utilisée pour exprimer et comparer des énergies de sources différentes et égale à l'énergie moyenne dégagée par la combustion d'une tonne de pétrole. 1 tep= 41.8 GJ.

#### • Acronymes

<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.
<b>AIE</b>	Agence Internationale de l'Energie.
<b>CEA</b>	Commissariat à l'Energie Atomique.
<b>CITEPA</b>	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique.
<b>EDF</b>	Electricité de France.
<b>GDF</b>	Gaz de France.
<b>HELIO</b>	Hydro-Eolien-Lumière-Isolation-Organomasse
<b>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Etudes Economique
<b>UE</b>	Union européenne



## • Glossaire

**Consommation finale d'énergie** : Quantité d'énergie disponible pour l'utilisateur final. Elle exclut les pertes de distribution et les énergies consommées comme matière première.

**Effet de serre** : phénomène naturel lié à l'absorption des rayonnements infra rouge de grande longueur d'onde renvoyés, par la surface terrestre, par des composés présents dans l'atmosphère : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC . Une partie du rayonnement IR n'est pas renvoyé vers l'espace. Il y a donc absorption d'énergie. Cette énergie est transformée en chaleur et réchauffe la température globale de la planète. L'activité humaine étant fortement liée depuis deux siècles à la combustion d'énergies fossiles a renforcé à l'excès cet effet de serre et a contribué à la déstabilisation des climats.

**Efficacité énergétique** – Efficacité avec laquelle l'énergie livrée est convertie en énergie utile à des fins de chauffage, d'éclairage, de procédés, etc. Baisse des besoins en énergie nécessaire pour obtenir le même niveau de travail ou d'avantage.

**Emissions acides** : la pollution acide (ou pluies acides) est liée aux polluants acides (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, HCl, HF) émis par les activités humaines. Ces polluants retombent sous forme de retombées sèches ou humides qui diminuent le PH des eaux. Les retombées acides ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d'eau douce.

**Energie primaire** : toute l'énergie utilisée pour produire et livrer l'énergie à un endroit, incluant les pertes dues à la production d'énergie, la transmission et la distribution.

**Energie renouvelable** : mode de production d'énergie ne consommant pas de matières premières aux ressources limitées. La production d'électricité par équipement éolien (le vent), hydraulique (eau) ou par le soleil sont des énergies renouvelables.

**Gaz à effet de serre** – Gaz qui absorbe et irradie dans la basse atmosphère la chaleur qui, autrement, s'échapperait dans l'espace. Les principaux gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), les CFC et les NO<sub>x</sub>. Le CO<sub>2</sub> est de loin le gaz à effet de serre le plus abondant; il est à l'origine de l'effet de serre dans une proportion de 70 %.

**Intensité énergétique** : consommation d'énergie par unité monétaire ou physique qui mesure les quantités d'énergie nécessaires à la production d'une unité de valeur ajoutée ou d'une unité physique de production.

**Maîtrise de l'énergie** : ensemble des mesures mises en œuvre pour une utilisation la plus efficace possible des ressources énergétiques. Ce terme englobe les économies d'énergie, l'utilisation rationnelle de l'énergie et les substitutions énergétiques.

## . Bibliographie

1. Emissions atmosphériques en France. CITEPA. Août 2001.
2. Insee Premier. N° 782. Juin 2001.
3. Key World Energy Statistics, IEA. 2000 Edition.
4. L'énergie en France. Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Edition 2001.
5. Rapport d'activité 2000. ADEME
6. Rapport d'activité 2000. EDF – GDF.