

LES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES DE LA BASSE-NORMANDIE

RAPPORT

présenté au Conseil Économique et Social Régional de Basse-Normandie

par Jean CALLEWAERT

Juin 2004

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	7
 PREMIÈRE PARTIE	
LA QUESTION DE L'ÉNERGIE : CARACTÉRISTIQUES ET PROBLÉMATIQUES MAJEURES	9
I - L'ÉNERGIE, FACTEUR DE QUALITÉ DE VIE, OUTIL DE DÉVELOPPEMENT ET ENJEU STRATÉGIQUE PRIMORDIAL	10
II – UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE EN HAUSSE CONSTANTE	11
A - SITUATION ET ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE AU COURS DES 25 DERNIÈRES ANNÉES.....	11
B - STRUCTURATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE	12
C - RÉPARTITION ENTRE GRANDS BLOCS RÉGIONAUX DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE	13
III - L'EXPANSION DÉMOGRAPHIQUE ET L'ASPIRATION À LA CROISSANCE DES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT, FACTEURS PRÉVISIBLES D'AUGMENTATION DE LA DEMANDE EN ÉNERGIE	14
IV - DES RESSOURCES FOSSILES TRÈS SOLLICITÉES ET PROMISES À L'ÉPUISEMENT ...	15
V - APRES UNE FORTE MONTÉE EN PUISSANCE, LE NUCLÉAIRE EN SITUATION D'ATTENTE	18
VI - LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE, SUBSTITUTS OU COMPLÉMENTS DES SOURCES ACTUELLES D'ÉNERGIE ?.....	21
VII - DES ENJEUX ET DES IMPÉRATIFS ENVIRONNEMENTAUX INCONTOURNABLES	22
 DEUXIÈME PARTIE	
SITUATION ET ORIGINALITÉ DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE FRANÇAISE	29
I - SITUATION ET BILAN ÉNERGÉTIQUES DE LA FRANCE	29
A - LES PRINCIPALES ÉVOLUTIONS DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE FRANÇAISE CES QUARANTE DERNIÈRES ANNÉES.....	29
B - LA CONSOMMATION FRANÇAISE D'ÉNERGIE PRIMAIRE : SITUATION ET ÉVOLUTION.....	30
C - LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE FINALE.....	33
D - LA PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE	35
E - LA FRANCE DANS LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE EUROPÉEN	37
II - LE CHOIX DU NUCLÉAIRE, UNE SPÉCIFICITÉ FRANÇAISE	37
A - LA VOLONTÉ DURABLE DE RECONQUÉRIR L'INDÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE NATIONALE	38
B - DES RÉSULTATS CONFORMES AUX OBJECTIFS	39
C - LE NUCLÉAIRE, PRINCIPALE SOURCE D'ÉNERGIE NATIONALE	40
1°/ Le parc nucléaire français	40
2°/ Une place croissante dans la production et la consommation énergétique française...	43
D - LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA PRODUCTION ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAISE	45
1°/ Un parc plutôt jeune	45
2°/ Un parc largement dimensionné	46
3°/ La place de la France dans le parc nucléaire mondial.....	47

TROISIÈME PARTIE**LES PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES FRANÇAISES..... 49****I - RELANCER LES POLITIQUES DE MAITRISE ET D'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE..... 52**

A -	UNE ACTION RÉGLEMENTAIRE TOUS AZIMUTS	53
B -	L'ADEME.....	54
C -	LA MAÎTRISE DE LA DEMANDE D'ÉLECTRICITÉ.....	55
D -	LE PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (PNAEE).....	55
E -	DES MESURES EN FAVEUR DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE	55
F -	LES ENGAGEMENTS VOLONTAIRES DE CERTAINES ENTREPRISES FRANÇAISES	56

II - LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN COMPLÉMENT ET UN ÉLÉMENT DE RÉPONSE AUX PROBLÈMES ÉNERGÉTIQUES ACTUELS ET FUTURS..... 56

A -	UN VASTE ÉVENTAIL D'ÉNERGIES RENOUVELABLES... ..	57
B -	...MAIS UNE CONTRIBUTION À LA PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE NATIONALE LIMITÉE.....	58
C -	DES ÉNERGIES DOTÉES D'UNE GRANDE MARGE DE PROGRESSION	61
1°/	Des perspectives quantitatives pratiquement inépuisables	61
2°/	Des énergies réduisant fortement les émissions de gaz à effet de serre	63
3°/	Des énergies aux coûts de production progressivement compétitifs	63
4°/	Des énergies présentant d'autres avantages	64
5°/	Des énergies répondant à la plupart des usages.....	65
6°/	Des énergies objets de politiques incitatives	66
D -	...MAIS ASSORTIES CEPENDANT DE FACTEURS LIMITANTS.....	68
1°/	Une réponse partielle à la croissance de la consommation d'énergie	68
2°/	l'inconvénient de l'intermittence.....	69
3°/	Des facultés de stockage restreintes	70
4°/	Une stagnation probable du potentiel hydroélectrique.....	71
5°/	Le coût actuellement élevé du solaire.....	71
6°/	Un effort de recherche encore insuffisant.....	71
7°/	Des problèmes d'acceptabilité sociale.....	71
8°/	Des énergies non sans répercussions environnementales	72
9°/	Des coûts encore élevés	72

III - MAINTENIR ET AMÉLIORER LE POTENTIEL ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAIS..... 73

A -	L'UTILITÉ DE POURSUIVRE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ D'ORIGINE NUCLÉAIRE	74
B -	LES RISQUES DE VIEILLISSEMENT TECHNOLOGIQUE ET D'AFFAIBLISSEMENT DU POTENTIEL PRODUCTIF ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAIS	78
C -	QUELS AVANTAGES À PRÉPARER UN RENOUVELLEMENT DU PARC NUCLÉAIRE FRANÇAIS	81

QUATRIÈME PARTIE**LA SITUATION ET LES PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES DE LA BASSE-NORMANDIE..... 85****I - LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA BASSE-NORMANDIE..... 85**

A -	LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN BASSE-NORMANDIE.....	86
B -	LA PRODUCTION D'ÉNERGIE EN BASSE-NORMANDIE.....	89
1°/	La production d'électricité	90
2°/	Le bois-énergie	91
3°/	Les autres formes de production d'énergie	92

II - LES SPÉCIFICITÉS ÉNERGÉTIQUES DE LA BASSE-NORMANDIE..... 92

A -	LE NUCLÉAIRE AVEC LE CENTRE DE PRODUCTION DE FLAMANVILLE.....	92
1°/	Les caractéristiques générales de l'unité de flamanville	93
2°/	L'importance des préoccupations de santé et de sécurité.....	93
3°/	Une prise en compte accrue des questions environnementales	94

B -	LA BIOMASSE, SOURCE D'ÉNERGIE EN BASSE-NORMANDIE	96
1°/	Le bois-énergie	96
2°/	La production de méthane	98
3°/	Les biocarburants	98
III -	L'ACTION DE L'ÉTAT ET DES POUVOIRS PUBLICS DANS LE DOMAINE ÉNERGÉTIQUE EN BASSE-NORMANDIE.....	99
A -	LES ACTIONS MENÉES PAR L'ADEME EN BASSE-NORMANDIE	99
B -	LA POLITIQUE MENÉE PAR LE CONSEIL RÉGIONAL DE BASSE-NORMANDIE EN FAVEUR DE L'ÉNERGIE	101
C -	L'ACTION DES CONSEILS GÉNÉRAUX DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE.....	101
1°/	Le département du Calvados	101
2°/	Le département de la Manche.....	102
3°/	Le département de l'Orne	103
IV -	QUELLES PERSPECTIVES POUR UNE POLITIQUE RÉGIONALE DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE ?.....	103
A -	CONSOLIDER LES POLITIQUES ACTUELLES DANS LE DOMAINE DE LA BIOMASSE UTILISÉE À DES FINS ÉNERGÉTIQUES	106
1°/	Le bois-énergie, de réelles marges de progression	106
2°/	Accroître la production végétale à des fins énergétiques	108
B -	FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT ACTUEL DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE	108
C -	PRENDRE EN CONSIDÉRATION LE PROJET EPR EN CAS DE DÉCISION FAVORABLE DU GOUVERNEMENT	110

INTRODUCTION

Fréquemment évoquée par les médias, que ce soit au travers des conséquences redoutées de l'effet de serre, des prises de position favorables ou défavorables à telle ou telle forme d'énergie, de la hausse du prix des carburants ou des pollutions, la question de l'énergie, indissociable de nos actuels modes de vie, constitue à la fois un sujet d'actualité et une préoccupation en termes de perspectives et d'avenir. Il s'agit en effet d'un domaine affecté d'une forte temporalité où l'urgent doit se conjuguer avec le durable.

C'est en effet une question d'actualité. L'été 2003 en a été l'illustration incontestable ; la canicule et le fait que cette période estivale ait été la plus chaude enregistrée au cours de ces cinquante dernières années ne peuvent être dissociés des interrogations relatives au réchauffement climatique et à l'effet de serre. Cet épisode climatique a également révélé la fragilité, toute relative cependant, des dispositifs nationaux de fourniture d'énergie électrique avec les difficultés de refroidissement enregistrées au niveau de certaines centrales nucléaires.

Même dans un pays où l'approvisionnement et la fourniture d'énergie sont diversifiés et particulièrement élaborés, ces événements montrent bien que des situations de crise peuvent apparaître.

C'est aussi une question d'avenir. Les décisions prises aujourd'hui en matière d'énergie engagent notre futur pour une longue durée. En ce sens, il faut trouver rapidement des solutions pour répondre aux problèmes :

- d'épuisement et/ou de rationnement assurément proches des ressources fossiles (pétrole, gaz, charbon...), d'ici probablement quelques dizaines d'années ;
- de maîtrise et d'économie accrue de la consommation d'énergie ;
- de lutte contre l'effet de serre qui impose nationalement et surtout internationalement des prises de mesures relativement drastiques et plutôt urgentes dans le sens d'un recours accru aux énergies renouvelables et aux utilisations rationnelles des énergies ;
- de définition et de composition d'un bouquet énergétique (en termes d'approvisionnement, de consommation et de production d'énergie) compatible avec la défense de l'environnement, l'indépendance nationale et la conservation de tout ou partie de nos modes de vie (déplacements, habitats,...) ;
- de gestion des déchets irradiés issus de la production électronucléaire.

Au-delà de ces problématiques en tout état de cause essentielles, d'autres doivent aussi être prises en compte : compétitivité de l'appareil économique, droit à l'énergie, impact de l'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie (gaz et électricité), importance de la recherche.

La question de l'énergie a donc des implications économiques, sociales et écologiques. Du fait des choix qu'il conviendra d'opérer et des enjeux qu'elle sous-tend, cette problématique globale constitue un impératif politique majeur car notre modèle actuel de développement n'est pas durable.

Le Débat National sur l'Énergie lancé durant le 1^{er} semestre 2003 prend bien en compte ces différentes interrogations. La future loi d'orientation sur l'énergie doit apporter à ces questions des réponses visant à concilier compétitivité, indépendance nationale, respect de l'environnement, droit à l'énergie et coordination internationale.

La problématique de l'énergie, d'ordres essentiellement national et international, recèle cependant une dimension régionale et même locale au travers des politiques et des actions que pourraient développer les acteurs de proximité que sont les collectivités territoriales, les entreprises et les citoyens via leurs comportements individuels.

La connaissance fine du territoire et de ses potentialités, la réactivité accrue des collectivités territoriales et leur capacité d'adapter les orientations générales aux spécificités locales sont autant d'atouts qui militent pour une participation active des collectivités régionales, départementales et communales à la prise de décisions et aux mesures mises en œuvre dans le domaine de l'énergie. En ce sens, une région comme la Basse-Normandie, peut et doit contribuer à la concrétisation et à la réussite de ces politiques.

Productrice et même exportatrice d'énergie (électricité), disposant de potentiels de production d'énergie non ou insuffisamment valorisés, (bois-énergie, éolien, micro-hydraulique), la Basse-Normandie a toute sa place dans cette réflexion et dans ces efforts impliquant tous les échelons de la communauté nationale et internationale.

La Basse-Normandie doit donc prendre en compte tous les paramètres constitutifs du débat énergétique et favoriser sur son territoire la mise en œuvre de toutes les formes d'énergies susceptibles de contribuer à la satisfaction des besoins en énergie régionaux et nationaux, tout en s'inscrivant dans une logique de développement durable.

Dans le cadre de cette autosaisine, le Conseil Économique et Social Régional de Basse-Normandie entend participer à cette réflexion sur la base d'un rapport d'information reposant sur une quadruple approche des enjeux énergétiques :

- caractéristiques et problématiques majeures du débat sur l'énergie ;
- situation et originalité de la politique énergétique française ;
- contraintes et enjeux de la politique énergétique française ;
- situation et enjeux énergétiques pour la Basse-Normandie.

PREMIÈRE PARTIE

LA QUESTION DE L'ÉNERGIE : CARACTÉRISTIQUES ET PROBLÉMATIQUES MAJEURES

La question de l'énergie apparaît à l'aube du XXI^{ème} siècle comme éminemment complexe et stratégique. Elle induit un certain nombre d'enjeux aux plans économique, sociologique, politique, scientifique et écologique.

Sa complexité provient des arbitrages à effectuer selon les modes de production retenus (énergies fossiles, renouvelables, nucléaire), uniques ou hiérarchisés, et de l'obligation de prendre dans une certaine urgence des décisions dont les effets seront ressentis durant plusieurs dizaines d'années.

Son caractère stratégique relève de l'obligation d'assurer la poursuite du développement économique sous l'angle d'une nécessaire compétitivité et à tout le moins du maintien de certains modes de vie, de conserver l'indépendance énergétique nationale et enfin de garantir une forme de développement durable en résolvant ou en apportant des solutions admissibles aux problèmes de gestion des déchets irradiés et des émissions de gaz à effet de serre.

Toute réflexion sur les enjeux énergétiques, qu'elle soit menée à l'échelon international, européen, national ou régional, se doit également de reposer sur un ensemble d'éléments (constats, statistiques, prévisions...) très majoritairement partagés.

Dans cet esprit, sept types de données ou de paramètres ont été retenus pour évoquer dans cette première partie l'essentiel des problématiques liées à l'énergie. Ils synthétisent dans le cadre de cette auto-saisine les principaux arguments, données, interrogations ou perspectives qu'il convient de prendre en considération pour alimenter une discussion et une réflexion objectives :

- l'énergie, facteur de qualité de vie, outil de développement et enjeu stratégique majeurs ;
- une consommation énergétique mondiale en hausse constante cependant caractérisée par une grande variété des situations ;
- l'expansion démographique et l'aspiration à la croissance des pays en voie de développement, facteurs prévisibles d'augmentation de la demande en énergie ;
- des ressources fossiles très sollicitées et promises à l'épuisement ;
- après une forte montée en puissance, le nucléaire en situation d'attente ;

- les énergies renouvelables (et l'utilisation rationnelle de l'énergie), substitut ou complément des sources actuelles d'énergie ;
- des enjeux et des impératifs environnementaux incontournables.

I - L'ÉNERGIE, FACTEUR DE QUALITÉ DE VIE, OUTIL DE DÉVELOPPEMENT ET ENJEU STRATÉGIQUE PRIMORDIAL

La dépendance de l'homme envers l'énergie est totale dans la mesure où elle permet la satisfaction de pratiquement tous les besoins qu'ils soient vitaux ou accessoires. Sans elle, impossible de se chauffer, difficile de disposer d'eau potable, de produire des biens consommation (alimentaires ou manufacturés) mais aussi de pouvoir accéder à l'éducation, à la santé et aux loisirs¹. Plus les sociétés connaissent un degré de développement élevé, plus cette dépendance est forte.

À ce propos, compte tenu des habitudes prises, on peut s'interroger et même émettre des doutes sur la capacité des sociétés développées à accepter des restrictions allant au-delà des simples économies dans leur usage parfois immodéré de l'énergie. À titre d'exemple, la mobilité réclamée aux citoyens, quand elle n'est pas revendiquée par ceux-ci, constitue un fait de société dont la réversibilité est difficilement imaginable. Pourtant, on le verra plus loin, le poste des transports en matière de consommation énergétique est celui affecté des plus fortes hausses, et l'un des plus importants responsables d'émissions de gaz à effet de serre (GES).

Néanmoins, la disponibilité en énergie à un prix modéré, et même en baisse constante en ce qui concerne l'électricité, demeure un réel facteur d'amélioration de la qualité de vie collective et individuelle et de la compétitivité économique d'un pays. Cependant, si l'énergie constitue un facteur indispensable au développement économique et social, son coût, plus ou moins élevé, détermine l'étendue de son usage. Le niveau de prix des énergies représente en l'occurrence une contrainte économique indiscutable susceptible de favoriser soit l'expansion de l'usage de certaines énergies, soit, au contraire, d'en entraîner la diminution voire l'abandon.

Élément de confort, l'énergie constitue également pour les pays en voie de développement un élément indispensable à leur expansion. Sans énergie suffisamment disponible et accessible, ces pays ne pourront prétendre au développement. De ce fait, dans les négociations internationales, leurs revendications en la matière sont soutenues et légitimes, même si elles paraissent a priori en contradiction avec la notion de développement durable.

Enfin l'énergie est une composante essentielle de la stratégie développée par les États au plan des relations internationales et économiques. La possession de ressources énergétiques fossiles permet par exemple de faire pression sur d'autres États en faisant varier les quantités mises en marché et les prix des

¹ En France, l'énergie représente 8% du budget des ménages, 3% du PIB (soit 600 euros par français), 23 milliards d'euros d'importations et 230 000 emplois

approvisionnements en combustibles fossiles (cas de la Russie vis-à-vis de l'Ukraine et de la Biélorussie).

De même, la volonté de certains pays d'économiser leurs propres ressources énergétiques les amène à s'assurer de la maîtrise de l'accès aux réserves de pétrole et de gaz situées hors de leurs territoires. La politique des États-Unis est en la matière invariable depuis plusieurs décennies.

Enfin, plus prosaïquement, la disponibilité en énergie fossile ou d'origine nucléaire (notamment dans le cas de la France) contribue grandement à l'indépendance énergétique et à l'allègement de la balance des paiements. Cette situation permet également de s'affranchir des mouvements erratiques, baissiers ou haussiers, particulièrement désorganisant qui caractérisent le pétrole et par voie de conséquence le gaz.

Pour toutes ces raisons (mode de vie, développement économique, indépendance), l'énergie apparaît au cœur de la plupart des problématiques nationales et internationales.

II – UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE EN HAUSSE CONSTANTE

Toute réflexion sur l'énergie, sur ses perspectives et ses enjeux suppose la connaissance préalable de certains ordres de grandeur et d'évolutions. C'est pourquoi il apparaît indispensable de rappeler quelques données chiffrées sur la situation et la progression de la consommation d'énergie et sur la structuration de celle-ci selon les énergies et selon les blocs régionaux (au niveau mondial) concernés.

A - SITUATION ET ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE AU COURS DES 25 DERNIÈRES ANNÉES

À l'heure actuelle, comme l'indique le tableau n°1, la consommation mondiale d'énergie primaire² est de l'ordre de 10 000 millions de tonnes équivalent pétrole (Tep). On observe à cet égard une progression continue quoique non linéaire. Très soutenue dans les années 1960 avec une moyenne de l'ordre de + 5 % par an, la croissance de la consommation mondiale d'énergie primaire connaît un net ralentissement après le 1^{er} choc pétrolier : + 2,8 % par an de 1973 à 1979 et +1,1 % de 1979 à 1985. Globalement entre 1973 et 1985, la demande mondiale d'énergie n'augmente que de 2 % par an en moyenne. À l'issue de cette période marquée par deux chocs pétroliers, on observe un contre-choc qui se traduit, d'une part, par une baisse des prix tout à fait significative et, d'autre part, par une relégation au second

² La consommation d'énergie primaire correspond à la consommation finale, plus les pertes de distribution, plus la consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie.

plan des politiques d'économies d'énergies dont les résultats avaient été cependant probants.

Depuis 1990, la progression s'est établie à 1,3 % par an et, d'une manière générale, la consommation mondiale a crû en 25 ans d'environ 60 %.

	1973	1979	1985	1990	1995	1999
Consommation en millions de Tep	6 159	7 276	7 792	8 732	9 279	9 836

Tableau n° 1 - Évolution de la consommation d'énergie primaire commerciale entre 1973 et 1999

Source : Agence Internationale de l'Énergie (AIE)

B - STRUCTURATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Au-delà de ces données chiffrées brutes, il est également intéressant d'observer la répartition de la consommation selon les différentes formes d'énergie. Là aussi, des évolutions considérables sont perceptibles comme le montre le tableau n°2.

Il convient de souligner que ces données excluent la consommation finale, cette dernière permettant d'évaluer la pénétration de diverses formes d'énergies dans les secteurs utilisateurs de l'économie. Ainsi, le pétrole, le gaz, le charbon utilisés pour fabriquer de l'électricité ne sont comptabilisés que dans les rubriques pétrole, gaz, charbon et non dans la colonne électricité. En ce sens, l'électricité primaire correspond à celle d'origines hydraulique, nucléaire, géothermique, solaire....

Comme on peut le constater, les principaux changements sont intervenus entre 1973 et 1985. Durant cette période, la part du pétrole est passée de 46 % à 37 % tandis que le gaz (+3 points), le charbon (+2 points), l'électricité (+4 points) connaissent une croissance importante. La montée en puissance de cette dernière forme d'énergie est essentiellement due au développement de la production par la voie nucléaire.

La période suivante (1985-1995) est caractérisée par une stabilisation, le charbon (charbon, houille, lignite) et le pétrole étant affectés d'une relative diminution de leur consommation primaire relativement minime. Une légère augmentation des autres énergies notamment celles dites renouvelables est observable.

en %	1973	1985	1995	1999
Pétrole	46	37	35	36
Gaz	16	19	20	20
Charbon	24	26	25	23
Électricité ⁽¹⁾	3	7	9	9
Autres ⁽²⁾	11	11	11	12
TOTAL	100	100	100	100

⁽¹⁾ de source nucléaire, hydraulique et géothermique

⁽²⁾ essentiellement renouvelables (biomasse, solaire, éolien...)

**Tableau n° 2 : Structure de la consommation d'énergie primaire de 1973 à 1999
(en parts de marchés) d'après données AIE**

S'agissant d'un tableau en valeur relative, il faut préciser que les volumes de pétrole consommés entre 1973 et 1995 ont été multipliés par 1,25, ceux de gaz par 2,05, ceux de charbon par 1,50, ceux d'électricité par 5,4 et les autres sources d'énergie par 1,65. Le tableau n° 3 détaille à ce propos en millions de tep l'évolution de la consommation d'énergie primaire entre 1973 et 1999.

en millions de tep	1973	1985	1995	1999
Pétrole	2 836	2 894	3 310	3 531
Gaz	979	1 416	1 860	2 013
Charbon	1 502	2 030	2 281	2 278
Électricité ⁽¹⁾	163	560	822	885
Autres ⁽²⁾	676	892	1 006	1 129
TOTAL	6 156	7 792	9 279	9 836

⁽¹⁾ de source nucléaire, hydraulique et géothermique

⁽²⁾ essentiellement renouvelables (biomasse, solaire, éolien...)

**Tableau n° 3 : Structure de la consommation d'énergie primaire de 1973 à 1999
(en volume) d'après données AIE**

La structure actuelle de la consommation mondiale d'énergie primaire reste donc caractérisée par la prééminence de trois types d'énergies d'origine fossile : pétrole, charbon et gaz qui représentent 79 % de la consommation (contre cependant 86 % en 1973).

C - RÉPARTITION ENTRE GRANDS BLOCS RÉGIONAUX DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Une vision spatiale de la consommation d'énergie permet de compléter les deux approches précédentes. Elle repose sur le tableau n° 4 qui met en évidence, d'une part, la situation actuelle, et d'autre part, favorise une visualisation de certaines évolutions ou tendances fortes.

En un quart de siècle, la part relative de l'Amérique du Nord et en particulier des États-Unis a diminué tout en restant considérable, de l'ordre du quart de la consommation mondiale.

Celle de l'Europe de l'Ouest a également connu une évolution à la baisse. Toutefois, il s'agit de tendances relatives car, dans l'absolu, la consommation de ces deux blocs économiques n'a cessé de croître, celle de l'Europe de façon cependant moindre car plus attentive aux impératifs de maîtrise de l'énergie.

La consommation de l'ex-bloc de l'Est est restée pratiquement stable en valeur absolue et est passée de 18,1 % de la consommation mondiale en 1985 à 10,2 % en 1999 sous l'effet de l'effondrement économique des pays concernés et en particulier de l'ex URSS.

	1973	1985	1990	1999
Amérique du Nord dont États-Unis	31,7 % 28,2 %	26,8 % 22,9 %	28,1 % 23,9 %	26,7 % 22,9 %
Amérique Latine	3,6 %	3,9 %	4,5 %	4,5 %
Europe de l'Ouest	22,6 %	19,8 %	19,1 %	17,8 %
Europe de l'Est dont ex URSS	15,7 % 14,1 %	18,1 % 16,3 %	12,3 % 11,1 %	10,2 % 9,3 %
Afrique	3,5 %	4,5 %	5,1 %	5,0 %
Moyen Orient	1,1 %	2,4 %	3,5 %	3,5 %
Extrême Orient dont Chine	18,7 % 7,0 %	22,3 % 9,1 %	31,1 % 12,4 %	29,3 % 11,2 %
Autres	3,1 %	2,2 %	2,6 %	2,7 %

Tableau n° 4 : Part des grands blocs régionaux (et de quelques grandes puissances) dans la consommation mondiale d'énergie primaire entre 1973 et 1999

Source : AIE

La principale augmentation est le fait de l'Extrême-Orient (de 18,7 % en 1973 à 29,3 % en 1999) avec une multiplication par 2,5 de la consommation d'énergie. Dans cet ensemble régional, la Chine est passée de 7,0 % à 11,2 %.

On peut considérer que ces différentes évolutions pourront déterminer les tendances futures. Cependant, les variables de croissance (population, PIB, efficacité énergétique et techniques d'exploitation des gisements d'énergies fossiles) contiennent une grande part d'incertitude.

Un dernier commentaire s'impose et préfigure certaines des problématiques que ce document évoquera plus loin : 20 % de la population mondiale consomme 75 % de l'énergie.

III - L'EXPANSION DÉMOGRAPHIQUE ET L'ASPIRATION À LA CROISSANCE DES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT, FACTEURS PRÉVISIBLES D'AUGMENTATION DE LA DEMANDE EN ÉNERGIE

L'augmentation de la population mondiale et la croissance économique des pays en voie de développement constituent pour les prochaines décennies les deux principaux facteurs de croissance de la demande énergétique globale.

La planète est aujourd'hui peuplée d'environ 6 milliards d'individus. Malgré le ralentissement amorcé de l'augmentation de la population mondiale, on table sur la présence de 7 à 8 milliards de personnes en 2020 et de 9 à 10 milliards en 2050. Déjà considérable, cette hausse sera surtout le fait des pays émergents, pays qui, en plus de cette croissance démographique, connaîtront un développement économique, il faut leur souhaiter, considérable. Toutefois, ces prévisions demeurent sujettes à caution mais restent partagées dans leur globalité par un grand nombre d'experts.

Ainsi, à l'horizon de quelques décennies, augmentation de la population mondiale et croissance économique des pays en voie de développement se conjugueront. Pour mémoire, et pour situer l'ampleur prévisible de ce mouvement, il faut souligner qu'un habitant des pays émergents ne consomme actuellement que 0,8 tonne équivalent pétrole (tep) par an, soit cinq fois moins qu'un ressortissant de l'Union Européenne³ (de l'ordre de 3,8 tep) et dix fois moins qu'un américain (de l'ordre de 8,2 tep) selon l'Agence Internationale de l'Energie.

D'une manière générale, la croissance économique pourrait être comprise entre 2 et 3 % par an sur la période en cause avec des différences notables d'une région à l'autre : + 5 % en Chine, + 3 % pour les économies en transition et de l'ordre de + 1,5 à + 2 % pour les pays industrialisés. De plus, il faut considérer que dans les pays en voie de développement, la croissance du PIB est directement proportionnelle à la quantité d'énergie consommée alors que dans les pays développés, un découplage est enregistré en raison d'une amélioration notable de l'efficacité énergétique.

Ces deux paramètres (croissances économique et démographique) induisent donc une demande énergétique en croissance, et ce quels que soient les scénarios d'évolution retenus (forte croissance économique et progrès technologiques notables - croissance plus faible et amélioration mesurée de la technologie – forte prise en compte des considérations écologiques et progrès technologiques importants).

Ces différents scénarios aboutissent à des consommations différenciées mais toujours en hausse. Pour une population estimée à 10 milliards d'habitants en 2050, la demande mondiale d'énergie primaire passerait de 9,8 milliards de tep en 1999 à un niveau compris entre 11,4 et 15,4 milliards de tep en 2020 (en hypothèses basse et haute), puis à un niveau compris entre 14,2 milliards et 24,8 milliards de tep en 2050. Au-delà de ces perspectives de consommation, on peut toutefois se demander si l'énergie et en particulier le pétrole seront économiquement accessibles dans le moyen terme.

D'ici 2020, dans toutes les hypothèses envisagées, la consommation des pays de l'OCDE passerait de 66 % à 44 % de la consommation mondiale d'énergie.

IV - DES RESSOURCES FOSSILES TRÈS SOLLICITÉES ET PROMISES À L'ÉPUISEMENT

À l'heure actuelle, près de 90 % de l'énergie que nous utilisons sont d'origine fossile. Ces ressources énergétiques présentent la particularité de ne pas être inépuisables, bien au contraire. Envisager les enjeux énergétiques à l'échelle internationale ou nationale impose donc de se poser la question de l'estimation de l'importance des réserves énergétiques fossiles et de la durée de leur disponibilité.

³ un français consommait en 1999 environ 4,2 tep.

En l'état actuel des travaux scientifiques, les réserves prouvées dans le domaine du charbon, du pétrole et du gaz naturel, c'est-à-dire les quantités d'énergie qui, selon l'information géologique et technique disponible, ont une forte probabilité d'être récupérées dans le futur dans les conditions technico-économiques existantes, sont de :

- 230 ans pour le charbon ;
- 44 ans pour le pétrole ;
- 70 ans pour le gaz.

En termes de réserves ultimes, c'est-à-dire en utilisant la totalité des gisements d'énergie existant nonobstant la rentabilité économique des extractions, la durée d'exploitation du pétrole serait de 135 années, celle du gaz de 230 ans et enfin celle du charbon de 1 400 ans.

Il est probable que l'horizon plausible d'exploitation à des conditions technico-économiques satisfaisantes se situe entre ces deux formes de prévisions. En effet, concernant le gaz et le pétrole, les chiffres des réserves sont régulièrement revus à la hausse malgré l'augmentation annuelle des besoins car de nouveaux gisements sont découverts et les technologies d'extraction progressent continuellement. Ainsi, certaines compagnies pétrolières jugent que les taux de récupération dans les gisements pourraient atteindre 50 % en 2020, notamment grâce à la technique de la sismique en 3 dimensions, du forage horizontal et de l'extraction en eau profonde.

Cette vision plutôt optimiste est cependant contrebattue par d'autres considérations reposant sur un point de vue économique. En effet, peu importe de savoir quand la planète manquera totalement de pétrole ; ce qui compte, c'est la date à partir de laquelle la production déclinera. Alors les prix augmenteront (sauf si la demande décroît, ce qui est à moyen terme peu probable) et engendreront des tensions économiques et politiques. À cet égard, certains experts estiment que l'offre de pétrole devrait connaître son apogée entre 2015 et 2030 et celle du gaz entre 2050 et 2060.

Outre le pétrole dans ses formes conventionnelles, il convient de signaler l'existence de gisements énergétiques reposant sur les huiles extra lourdes, les bitumes des sables asphaltiques et les schistes bitumineux. Bien que non considérés comme de véritables produits pétroliers, ces derniers n'en constituent pas moins des hydrocarbures. Présents en certains endroits du globe (Vénézuéla, Canada...), ces matières fossiles présentent des coûts de production selon les technologies actuelles particulièrement élevés mais ils constituent pour le futur d'éventuelles et considérables ressources pétrolières supplémentaires. À l'heure actuelle, on estime que les réserves exploitables en la matière s'élèvent à 661 milliards de barils à comparer aux 1 200 milliards de barils pour les réserves de pétrole conventionnel.

Pour être complet, il faut également citer les hydrates de méthane dont l'accumulation au sein des sédiments déposés sur les fonds océaniques constituent une énorme réserve d'énergie⁴.

Au plan spatial, le tableau n°5 donne un aperçu de la répartition par grands ensembles régionaux des réserves énergétiques disponibles. Si le charbon offre une répartition entre grands blocs relativement uniforme (hormis l'Amérique latine), il n'en est pas de même pour le pétrole et le gaz.

Concernant le pétrole, le Moyen-Orient concentre les 2/3 des ressources connues, tous les autres ensembles régionaux ne disposant que de quantités disponibles oscillant entre 2 % et 9 % des réserves mondiales. Les gisements en gaz offrent un profil comparable à ceci près que l'ex URSS et le Moyen-Orient se partagent environ 3/4 des ressources. De telles répartitions profitant essentiellement aux deux ensembles régionaux déjà cités illustrent les problématiques d'accès équitables à l'énergie, de difficultés d'approvisionnement, de stabilité des prix et donc d'indépendance énergétique.

C'est surtout cette question qui présente à court et moyen termes le plus d'acuité. Concernant l'Union Européenne, 50 % de l'approvisionnement en énergie reposent sur des importations. Si les tendances actuelles se poursuivent, cette dépendance pourrait atteindre 70 % en 2030, avec une servitude pétrolière atteignant 90 % des besoins et pourrait être accompagnée d'un glissement vers les États du Golfe et la mer Caspienne. Dès lors, de telles positions dominantes pourront faire naître des mouvements à la hausse du prix des hydrocarbures difficilement compatibles avec le développement économique et social des pays soumis à ces mouvements.

Pourcentage	Charbon	Pétrole	Gaz
Europe	11,6	1,8	3,1
Ex URSS	22,4	5,5	36,0
Moyen-Orient	0,2	66,5	36,3
Extrême-Orient	23,0	3,9	6,2
Amérique du Nord	25,6	5,2	4,9
Amérique Latine	2,1	9,3	4,2
Afrique	6,7	7,4	7,2
Océanie	8,4	0,4	1,7

Tableau n°5 : Réserves énergétiques mondiales en 2000 par grands ensembles régionaux

⁴ On considère aujourd'hui que les hydrates de méthane contiennent deux fois plus en équivalent carbone que la totalité des gisements de gaz naturel, de pétrole et de charbon connus mondialement. Si les hydrates de méthane représentent une réserve énergétique énorme, ils représentent également une bombe écologique à retardement qui pourrait être activée par une élévation de 1 à 2 degrés de la température des océans et produisent une augmentation catastrophique des gaz atmosphériques à effet de serre.

Pour compléter cette approche prospective des disponibilités en ressources énergétiques fossiles, il est indispensable d'évoquer les quantités disponibles à termes d'uranium, élément nécessaire à l'industrie énergétique nucléaire.

En France, les réserves connues sont estimées à 50 000 tonnes soit l'équivalent de 500 millions de tep. Au plan mondial, l'uranium est présent sur pratiquement l'ensemble de la planète⁵, ce qui en fait un minerai peu soumis aux contingences géopolitiques. De façon détaillée, selon l'Observatoire de l'Énergie, les réserves mondiales d'uranium au 1^{er} janvier 2001 étaient évaluées à 2,5 millions de tonnes, sur la base d'un coût d'extraction du kilogramme inférieur à 80 dollars. Une multiplication par quatre du coût d'accès à l'uranium permettrait d'en accroître notablement les réserves connues et n'aurait pas plus d'impact sur le coût du Kwh nucléaire qu'une augmentation de 3 dollars du baril de pétrole sur le coût du Kwh pétrolier.

V - APRES UNE FORTE MONTÉE EN PUISSANCE, LE NUCLÉAIRE EN SITUATION D'ATTENTE

Les trente dernières années, au plan de la production d'énergie, ont été au moins marquées par deux événements : d'une part, le premier choc pétrolier, et d'autre part, la montée en puissance du nucléaire. Même s'il est vrai que l'expansion forte du nucléaire a profité d'une certaine manière de la hausse considérable et brutale des prix du pétrole, il faut reconnaître que cette forme spécifique d'énergie a été caractérisée par un développement progressif et antérieur aux années 1970, le premier choc pétrolier faisant office d'accélérateur.

Entre 1973 et 2001, la production d'électricité d'origine nucléaire a été multipliée par 15, pour atteindre à cette date 2 646 TWh⁶ soit 17 % de la production mondiale d'électricité (3 % en 1973), soit presque autant que l'hydraulique et plus du quart de la production des centrales thermiques classiques.

À la fin de l'année 2001, 446 tranches nucléaires étaient installées dans le monde, représentant une puissance nette de 356 GW, essentiellement dans les pays industrialisés, soit 27 % aux États-Unis, 18 % en France, 10 % dans l'ex URSS, 12 % au Japon et 6 % en Allemagne.

L'énergie nucléaire assurait en 2000 environ 7 % de la consommation mondiale d'énergie primaire commerciale (1 % en 1973).

Cependant, avec la coïncidence du contre choc pétrolier et de l'accident de Tchernobyl, un ralentissement progressif de l'équipement en centrales nucléaires a été observé. En croissance annuelle de 17 % jusqu'en 1985, la production

⁵ Et même partout à raison d'un minimum de 3 grammes par tonne de croûte terrestre et également de 3 grammes par m³ d'eau de mer.

⁶ 1 KW = 1 000 W (abréviation de kilo),
1 MW = 1 000 KW (abréviation de méga),
1 GW = 1 000 MW (abréviation de giga),
1 TW = 1 000 GW (abréviation de téra).

électronucléaire n'a plus progressé que de 5 % entre 1985 et 1990 et de 2 % entre 1990 et 2001.

Depuis Tchernobyl, deux séries d'arguments ont ébranlé les certitudes en matière nucléaire :

- au plan économique, la compétitivité de l'électricité nucléaire n'est plus systématiquement avérée et résulte souvent de la non prise en compte des externalités⁷ ; en outre, la surabondance énergétique et la déréglementation électrique, en incitant les opérateurs à se concentrer sur le court terme, c'est-à-dire sur les énergies fossiles à bas prix, ont jeté le doute sur la nécessité de poursuivre l'équipement électronucléaire ;
- aux plans environnemental et sécuritaire, les risques d'accidents et certains incidents ont suscité des interrogations, et la question de la gestion des déchets radioactifs reste pendante.

Aussi, depuis 1986, a-t-on assisté à un fort ralentissement dans l'équipement électronucléaire. Certains pays ont interrompu les programmes en cours de réalisation (l'Italie, l'Allemagne)⁸, d'autres ont bloqué les programmes nouveaux comme la Suisse; quelques uns ont cependant poursuivi les leurs (France et Japon) ou en ont amorcé le développement (Chine).

L'avenir de l'énergie nucléaire reste donc suspendu aux décisions politiques des États. La plupart d'entre eux maintiennent l'option nucléaire ouverte en attendant le renouvellement des centrales qui devrait intervenir dès les années 2010-2015, ce processus étant tributaire de leur longévité, Il convient à ce propos d'observer que la durée d'activité de ces dernières tend à s'accroître de façon assez sensible, étant passée rapidement de trente à quarante ans, voire à soixante ans aux États-Unis

Toutefois, la désaffection dont le nucléaire a pu être l'objet ces dernières années semble, sauf exception, céder le pas à un intérêt renouvelé, motivé à la fois par la difficulté à trouver des énergies de substitution aux énergies fossiles et par les qualités non polluantes, en termes d'émissions de gaz à effet de serre, de l'atome.

À ce propos, on considère que le nucléaire permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre de quelque 700 millions de tonnes par an en Europe (données 1996). Si l'Europe était dotée d'un même bouquet énergétique que la France (avec le nucléaire et dans une moindre mesure l'hydraulique), les émissions de CO₂ seraient réduites de 30 %.

Illustration d'un retournement de tendance récent, plusieurs pays marquent de nouveau leur intérêt pour le nucléaire.

⁷ Toutefois, comme le constate M. Jean Besson, Parlementaire en mission, dans son rapport du 8 octobre 2003 sur "une stratégie énergétique pour la France", le calcul des coûts de revient selon les énergies est très variable selon les organismes les réalisant. A cet égard, concernant le CO₂, les coûts avancés varient, selon les sources, de 1 à 10 ! Les opposants au nucléaire estiment que les coûts de recherche, de démantèlement et de gestion des déchets sont insuffisamment pris en compte. Les pro-nucléaires réfutent cette argumentation et rétorquent que, dans les prix de revient de l'électricité produite à partir du gaz (cycle combiné au gaz), le coût des gazoducs et des fuites éventuelles n'est pas non plus suffisamment pris en compte. M. BESSON appelle à plus de cohérence pour éviter au débat de tourner en polémique.

⁸ Referendum datant de 1987 pour l'Italie et décision datant de 2000 pour l'Allemagne.

Ainsi la Suisse a-t-elle rejeté par référendum l'éventualité d'un arrêt de ses centrales nucléaires⁹.

Le Parlement finlandais, quant à lui, a approuvé la demande de construction d'un cinquième réacteur nucléaire. À ce propos, l'électricien finlandais TVO vient d'annoncer sa préférence pour le réacteur nucléaire EPR proposé par AREVA.

La Suède, qui pourtant avait été le premier pays européen à programmer le démantèlement de son parc nucléaire dans les années 1980, est en train d'opérer un revirement. Ainsi faute de ressources énergétiques de substitution suffisantes, l'arrêt des derniers réacteurs n'interviendra pas avant 2030 ou 2040, c'est-à-dire à l'issue de leur durée de vie, soit 20 ou 30 ans après la première date butoir fixée. Également, la fermeture du 2^{ème} réacteur de Barsebäke (après la fermeture du 1^{er} en 1999) a été repoussée.

La position de la Belgique, qui avait voté l'abandon du nucléaire d'ici 2025, commence à se nuancer. En Italie, le débat sur le nucléaire semble reprendre. À ce propos, le producteur d'électricité ENEL pourrait participer au financement de la mise au point du réacteur EPR (European Pressurized water Reactor).

La Corée du Sud construit actuellement quatre réacteurs. En 2015, le parc pourrait être dans ce pays de 28 réacteurs contre 16 en 2000. Aux États-Unis, le plan énergétique de 2001 a prôné une relance du nucléaire.

Enfin, la Chine construit actuellement six réacteurs et quatre autres sont prévus d'ici à 2003.

Ce regain d'intérêt pour les potentialités offertes par le nucléaire en matière de production d'énergie et de lutte contre l'effet de serre n'exonère cependant pas une prise en considération des problèmes non encore solutionnés de traitement et d'élimination des déchets, de même que des possibilités d'évolution technologique pouvant caractériser dans l'avenir le nucléaire. Sur ce dernier point, il apparaît qu'au-delà des évolutions actuelles, concrétisées par le réacteur EPR, des perspectives sont ouvertes par des modèles de réacteurs dits de quatrième génération¹⁰ théoriquement très performants en termes de sûreté et de transmutation des déchets radioactifs et, beaucoup plus tard, par la fusion nucléaire, celle-ci pouvant aboutir dans le très long terme mais pas avant les années 2050-2060 pour certains voire la fin du siècle pour d'autres.

⁹ Les suisses se sont prononcés à 67,4 % contre l'arrêt en 2014 des 5 centrales de la Confédération et à 60,3 % ont rejeté un nouveau moratoire.

¹⁰ Les réacteurs actuellement en service en France et ailleurs dans le monde sont essentiellement de troisième génération. À l'horizon 2030, au plus tôt, une quatrième génération de réacteurs nucléaires pourrait être mise en service. Six filières majeures de conception avant-gardiste font déjà l'objet de recherches avec, pour chacune, un pays chef de file :

- SFR, réacteur rapide refroidi au sodium (Japon) ;
- LFR, réacteur rapide refroidi au plomb-bismuth fondu (Suisse) ;
- GFR, réacteur rapide refroidi à l'hélium (États-Unis) ;
- VHTR, réacteur à très haute température (France) ;
- SCWR, réacteur à eau supercritique (Canada) ;
- MSR, réacteur à sels fondus (sans pilote pour l'instant).

VI - LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE, SUBSTITUTS OU COMPLÉMENTS DES SOURCES ACTUELLES D'ÉNERGIE ?

Remises au goût du jour dès le premier choc pétrolier, les énergies renouvelables (éolien, solaire, géothermie, hydraulique, biomasse...) et l'utilisation rationnelle (et économique) de l'énergie ont doublement souffert dès 1986 du contre-choc pétrolier et d'une situation d'abondance énergétique, dans le domaine de l'électricité notamment.

Présentées voici une trentaine d'années comme la panacée aux problèmes de disponibilité en énergie, les énergies renouvelables n'ont que peu évolué au plan des bilans énergétiques.

Ainsi, leur part au plan européen dans la consommation totale d'énergie primaire est restée entre 1985 et 1999 pratiquement inchangée, n'évoluant que de 5,4 % à 5,9 % du total. Au plan mondial, les énergies renouvelables représentaient en 1999 également 13,7 % de la production mondiale d'énergie dont 11,5 % pour la seule hydraulique.

Quant aux utilisations rationnelles de l'énergie, elles ont surtout progressé du fait d'une efficacité énergétique accrue plutôt qu'en raison d'économies d'énergies en augmentation.

Néanmoins, depuis quelques années, les travaux scientifiques et les informations relatives au réchauffement avéré de la planète sous l'influence d'émissions surabondantes de gaz à effet de serre ont provoqué une prise de conscience et induit une réactivation des politiques nationales et européennes en direction du développement des énergies renouvelables. On peut considérer que cette prise en compte date des années 1990.

Les énergies renouvelables connaissent donc un nouvel engouement en raison principalement de leurs qualités non polluantes et leur crédibilité s'accroît au rythme des progrès technologiques réalisés. Ainsi, l'Union Européenne a mis au point des directives en faveur d'une production renforcée d'énergies renouvelables et ouvert des lignes de crédit au profit du développement des procédés de productions énergétiques non polluants et de la recherche en la matière.

Concernant le développement du recours aux énergies renouvelables, la Directive européenne CE 2001/77, traduite dans le droit positif français, impose de réaliser 21% de sa production d'électricité en 2010 à partir d'énergies renouvelables contre 15% aujourd'hui. Individuellement, les États ont agi de la même manière et lancé des programmes globaux ou individualisés ainsi que des mesures fiscales incitatives. C'est notamment le cas dans le domaine de l'éolien qui a fait l'objet d'une attention très soutenue de la part de nombreux pays (en particulier l'Allemagne et le Danemark).

De même, dans le cadre des utilisations rationnelles de l'énergie, certaines voies prometteuses comme la cogénération (production conjointe d'énergie thermique et mécanique ou surtout électrique) ont connu un réel succès.

Pour autant, les possibilités offertes par ces formes de production d'énergie très peu polluantes (ni émission de gaz à effet de serre comme les énergies fossiles, ni problèmes de déchets du moins au même niveau que le nucléaire) sont-elles suffisantes à terme pour se substituer aux énergies fossiles et fissiles ?

Dans l'immédiat, les objectifs proposés par la Directive de l'Union Européenne pour la France sur la production d'électricité (21 % de la production totale assurés par des sources d'énergies renouvelables) seront très difficiles à atteindre d'ici 2010. Pourtant, le protocole de Kyoto impose à l'Europe de baisser ses émissions de gaz à effet de serre de 8 % d'ici 2008-2012.

VII - DES ENJEUX ET DES IMPÉRATIFS ENVIRONNEMENTAUX INCONTOURNABLES

Indispensable à notre bien-être de même qu'au développement économique, l'usage croissant d'énergies diverses n'est pas sans poser des problèmes d'une redoutable acuité.

Nos sociétés, quel que soit leur degré de richesse, sont aujourd'hui confrontées à trois types de difficultés :

- d'une part, les ressources énergétiques les plus utilisées, en l'occurrence celles d'origines fossiles (charbon, pétrole, gaz) sont, on l'a vu, promises à un épuisement à moyen et à long termes certain.

Cette problématique, pour préoccupante qu'elle puisse être, peut être résolue par le recours progressif à d'autres formes d'énergies entre autres renouvelables et par des utilisations plus rationnelles de l'énergie ;

- d'autre part, le constat a été opéré d'un réchauffement climatique. Celui-ci aurait été de 0,6° au cours du 20^{ème} siècle et cette augmentation de température est vraisemblablement la plus élevée de celles intervenues pendant une période de 100 ans depuis le début du millénaire.

La communauté scientifique dans sa grande majorité pronostique une accélération de ce phénomène à hauteur de 1,4° à 5,8° au cours du 21^{ème} siècle, une augmentation du niveau de la mer (de 0,1 à 0,9 m) et un accroissement de l'occurrence des catastrophes naturelles (inondations, sécheresses, ouragans....)¹¹.

La responsabilité de ce phénomène de hausse continue de la température est attribuée aux activités humaines et en particulier aux émissions de gaz à effet de

¹¹ Cependant, des phénomènes naturels comparables voire plus considérables ont déjà été mis en évidence au cours des périodes précédant l'ère industrielle.

serre¹². En effet, la corrélation est forte entre augmentation de la température et de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère. Ainsi, depuis 1860 (début de l'ère industrielle), la teneur en gaz carbonique a crû de 30 %.

Outre ces effets globaux, il ne faut pas non plus omettre que l'usage des énergies fossiles est responsable localement de pollutions acides, de poussières, de problèmes respiratoires... ; enfin, le choix opéré par un certain nombre de pays d'améliorer ou d'assurer leur indépendance énergétique par le recours à la production d'électricité par des réacteurs nucléaires est à l'origine de deux types de risques.

L'un est accidentel et inhérent au fonctionnement des installations nucléaires. Les accidents survenus à Three Miles Island (États-Unis) et surtout à Tchernobyl (Ukraine) illustrent cette problématique. Toutefois, jusqu'alors, il faut le rappeler ces accidents majeurs ont causé beaucoup moins de victimes que ceux occasionnés par le charbon, le gaz et le pétrole.

L'autre est potentiel. Il relève de la question du stockage et/ou de l'élimination des déchets irradiés. En l'état actuel des technologies disponibles, la gestion des déchets constitue une difficulté non encore résolue. Si les déchets à faible et moyenne activité ressortent d'un stockage dont la durée et la sûreté sont quasiment garantis, il n'en est pas de même pour les combustibles irradiés qui, du fait de leur activité élevée et de la durée de celle-ci (de plusieurs dizaines d'années à plusieurs centaines de milliers d'années), exigent des technologies lourdes de retraitement-recyclage ou des solutions de stockage en profondeur sans pour autant qu'on puisse être définitivement assuré de leur absence de nocivité.

De surcroît, la production de plutonium en de multiples endroits de la planète (plus de trente pays disposent de centrales nucléaires) pose le problème de la prolifération de produits dont l'usage pourrait être détourné à des fins militaires et conflictuelles.

De toutes ces questions, la plus préoccupante dans l'immédiat, semble-t-il, demeure celle relative au réchauffement climatique. Il n'est pas en effet légitime de mettre sur un même plan les problèmes posés par l'effet de serre et ceux causés par les déchets nucléaires. Les risques ne sont pas de même nature. La dimension globale et le danger d'atteintes systémiques à l'équilibre climatique de la planète l'emportent. Il ne semble pas y avoir en la matière d'autre choix que de limiter les émissions de GES. À l'inverse, les risques induits par les déchets irradiés apparaissent beaucoup plus maîtrisables. Des efforts de recherche en faveur de la transmutation, de la séparation, de l'entreposage en couche géologique profonde, sans compter des réacteurs efficaces (donc moins producteurs de déchets), peuvent apporter des solutions dans le moyen et le long termes.

¹² L'effet de serre est en soi un phénomène naturel d'ailleurs indispensable à la vie sur terre. Grâce à lui, la température de notre atmosphère se maintient à +15° en moyenne et non à -18°. Les gaz à effet de serre sont multiples : gaz carbonique (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O), hexafluore de soufre (SF₆), gaz fluorés (HFC) et hydrocarbures perfluorés (PFC).

Le réchauffement climatique a déjà fait l'objet de nombreuses réflexions. Procédant de la conférence de Rio en 1992, le protocole de Kyoto¹³ a proposé une réduction des émissions de GES de 5,2% en 2010 et à chaque pays des objectifs de réduction de :

- 8 % pour l'Union Européenne ;
- 7 % pour les États-Unis ;
- 6 % pour le Japon.

Dans ce cadre, la France a fait l'objet d'une mesure de stabilisation de ces rejets car notre pays, en raison de sa forte production d'électricité d'origine nucléaire et hydraulique¹⁴, émet par unité d'énergie consommée deux fois moins de gaz carbonique que le Danemark, pays pourtant réputé pour sa sensibilité aux questions environnementales.

En outre, fin 2002, le Parlement Européen a approuvé la mise au point d'un système de quotas d'émission de gaz à effet de serre, c'est-à-dire de permis d'émissions, en vue d'une application anticipée et d'un apprentissage progressif en Europe communautaire du système définitif qui devra entrer en vigueur après 2008, selon les termes du Protocole de Kyoto.

Le principe du permis d'émissions est simple ; il s'agit de faire payer aux émetteurs de gaz à effet de serre le coût du dommage invisible et non chiffré qu'ils font subir à l'environnement, donc à la collectivité tout entière. Comme cette atteinte à un bien collectif n'est pas spontanément incluse dans les prix, l'idée est de créer de toute pièce un marché des droits à polluer dont les titres seront définis, quantifiés et vendus par les puissances publiques. Ils seront bien entendu réduits progressivement pour ensuite diminuer la pollution.

Par anticipation, l'Union Européenne mettra dès 2005 et jusqu'en 2007 une formule expérimentale¹⁵ de quotas échangeables permettant aux opérateurs qui auront réalisé des économies d'émission de tirer profit de leurs quotas résiduels en les vendant de gré à gré à ceux qui en ont besoin.

Mais ce protocole apparaît d'ores et déjà relativement dépassé. Fondé sur des données 1990, il propose des objectifs pour 2010 dont on sait désormais qu'ils seront inaccessibles. Les dernières évaluations connues mettent en évidence de sérieux dérapages. La production de GES a crû de 1,9 % en France, de 11 % aux États-Unis, mais a cependant décréû de 37 % dans l'ex URSS (pour des raisons d'effondrement économique). En outre l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) estime que, sur la base d'une croissance de 1,8% par an, les émissions mondiales

¹³ Aujourd'hui, 117 états ont ratifié le protocole de Kyoto, même si les États-Unis (responsables de 25% des émissions de GES) et la Russie (15%) s'y refusent toujours. Cependant, le protocole n'entrera en vigueur qu'à la double condition qu'il ait été ratifié par un nombre suffisant de pays (au moins 55) et que les émissions des pays industrialisés l'ayant ratifié représentent 55% des émissions de ces pays. À l'heure actuelle, le protocole ne couvre que 44% des émissions de GES des pays industrialisés !

¹⁴ La France est au plan européen le premier pays producteur d'énergie hydraulique et donc d'électricité de source renouvelable.

¹⁵ Allocation gratuite de quotas d'émission à 5 000 grandes entreprises de secteurs sensibles.

de gaz carbonique dues à l'énergie pourront atteindre 38 milliards de tonnes de CO₂ en 2030, soit un niveau supérieur de 70% à celui de l'an 2000 !

Secteur fortement émetteur de gaz carbonique, le transport routier ne cesse par ailleurs de se développer (en France, il est responsable de 40 % des émissions de gaz carbonique) et ce partout dans le monde. La hausse de la consommation d'énergie de ce secteur a été évaluée au plan national à 2,4 % par an entre 1973 et 2000 soit quatre fois plus que l'augmentation nationale de la consommation d'énergie.

Les objectifs du protocole de Kyoto devraient en réalité être revus à la hausse puisque la stabilisation de la température ne pourrait être obtenue qu'au prix de rejets de GES deux fois inférieurs à ceux mesurés actuellement. Cela signifie même qu'à terme, en tenant compte de l'augmentation de la population mondiale, il faudra diviser par trois les rejets par habitant.

Pour faire face à ses engagements, la France a par ailleurs adopté en 2000 un Programme National de Lutte contre le Changement Climatique (couvrant la période 2000-2010) qui encourage toute mesure et action améliorant notre efficacité énergétique. Ce programme concerne sept secteurs : industrie, transport, bâtiment, agriculture-forêt, déchets, gaz frigogènes et production d'énergie. Il intègre des mesures d'aides (par exemple le soutien à la recherche ou à des projets de démonstration technologiques), des mesures réglementaires, des taxations et enfin des opérations d'information et de sensibilisation.

Voici donc quels sont ces impératifs environnementaux qui supposent l'adoption de comportements en matière énergétique de nature à favoriser un développement durable, et la détermination de programmes de recherche visant à apporter à moyen et long termes une efficacité accrue en matière d'énergie renouvelable, d'économie d'énergie et de technologie nucléaire en y incluant la question du traitement des déchets.

Les problématiques énergétiques sont donc d'une grande complexité. Elles reposent à la fois sur des intérêts généraux ou internationaux (la lutte contre l'effet de serre, le maintien et l'accès à un certain niveau de développement) et sur des intérêts particuliers ou nationaux (l'indépendance énergétique).

Les décisions prises et les solutions envisagées relèvent en ce domaine tout à la fois de l'international (Protocole de Kyoto, directives européennes, dispositifs internationaux relatifs à la lutte contre la prolifération et la dissémination nucléaires...), du national (la décision de privilégier telle ou telle forme de production énergétique), du régional (mise en œuvre de politiques incitatives relayées par les collectivités locales) et de l'individuel (l'éco-citoyenneté au regard des utilisations et des économies d'énergie).

En la matière, les contraintes et les enjeux sont de trois ordres : environnementaux, économiques et politiques. Ils appellent des réponses immédiates pour des effets les plus durables possibles. A ce propos, la dimension temporelle est indissociable de toute réflexion et de toute action dans le domaine de l'énergie.

Ainsi, en matière environnementale, la question énergétique relève de décisions prises avec le plus de célérité possible. L'augmentation continue de la population mondiale, la recherche permanente de l'expansion économique, la hausse corollaire des besoins en énergie aboutissent, compte tenu du recours dominant aux énergies fossiles, à une croissance régulière des émissions de GES et donc à des dérèglements climatiques qu'il convient de limiter dans les meilleurs délais. Les orientations du Protocole de Kyoto sont déjà à cet égard dépassées, on l'a vu.

Concernant le nucléaire, le problème de la gestion des déchets, y compris ceux issus du démantèlement, peut paraître a priori moins urgent en raison de la modicité des volumes en cause et des techniques actuelles de stockage. Néanmoins, les déchets existent et doivent donc être l'objet de solutions fiables à très long terme. En outre, si la production nucléaire venait à s'accroître, la quantité de déchets à traiter pourraient augmenter significativement et alors le problème de leur gestion serait posé avec d'autant plus d'acuité.

En l'état actuel des connaissances et des technologies, les procédés en vigueur de retraitement-recyclage ne répondent qu'en partie aux nécessités de gestion et surtout d'élimination des déchets. Ils permettent cependant de recycler environ 95 % du contenu du combustible usé, d'économiser des ressources énergétiques naturelles¹⁶ et de diminuer fortement le volume des déchets en les conditionnant de manière optimale et en réduisant leur toxicité. Les déchets ultimes voient ainsi leur volume divisé par quatre et leur radioactivité par 10. En ce sens, la maîtrise de cette technologie par le groupe français AREVA et la présence dans le Nord-Cotentin d'une usine de retraitement constitue une première réponse, certes partielle, à cette problématique.

Les réponses à ces évolutions plausibles et aux problématiques afférentes relèvent du domaine de la recherche et, compte tenu des délais parfois importants pour trouver, expertiser et fiabiliser les technologies en ce domaine, il semble que, la notion d'urgence soit déterminante.

Enfin, l'épuisement des ressources en énergies fossiles, à l'échelle d'une ou deux générations, exige également la prise sinon de décisions du moins d'orientations à court terme pour déterminer le contenu des futures politiques énergétiques.

Les problématiques énergétiques induisent aussi des contraintes économiques et politiques qui, le plus souvent, apparaissent indissociables. À ce titre, la volonté de maintenir voire d'améliorer l'indépendance énergétique d'un pays procède d'une vision à la fois politique et économique de l'avenir. Mais, dans tous les cas, il s'agit de questions appelant des réponses rapides en raison de la permanence et du caractère prioritaire de ces problèmes et de leurs implications à court, moyen et long termes. À cet égard, la récente coupure générale d'électricité qui a affecté l'Italie en septembre 2003 illustre bien les conséquences préoccupantes que peuvent revêtir,

¹⁶ L'uranium résiduel (95 %) et le plutonium (10 %) ainsi récupérés peuvent être recyclés sous forme de nouveaux combustibles à uranium enrichi et mox.

pour l'économie d'un pays, le bien-être et la sécurité de ses habitants, l'absence de politique cohérente en ce domaine stratégique.

Cette vision à la fois politique et économique des problèmes liés à l'énergie s'explique également par la nécessité de garantir de façon permanente aux agents économiques la fourniture d'une énergie abondante, fiable, disponible et si possible bon marché. C'est à ces conditions qu'un pays peut maintenir, voire améliorer son niveau de développement économique et par conséquent social. A cet égard, le risque de fluctuations erratiques des prix de l'énergie est considéré par les consommateurs de masse (industriels notamment) comme un facteur d'incertitude et de non-compétitivité.

Cette assurance énergétique (en termes de fourniture, de prix et de fiabilité) représente aussi pour la population la possibilité de jouir d'un confort certain dont il faut souligner qu'il devient aux yeux de ses bénéficiaires un standard dont l'évolution ne peut qu'être positive. À ce propos, les partisans des économies d'énergies et des énergies renouvelables considèrent qu'il est possible, grâce à une action très volontariste, de diviser par deux la consommation d'énergie primaire et ce sans remettre en cause le niveau de vie et de confort. Leurs opposants, tenants d'un certain pragmatisme et plutôt favorables au nucléaire, estiment qu'il s'agit d'un objectif irréaliste en raison de comportements et des facteurs économiques et culturels bien ancrés.

Toutes ces problématiques exigent à court terme des réponses pour déterminer des orientations énergétiques durables sans attendre que des situations de crise résultant des excès de consommation n'imposent des solutions drastiques et parfois par trop tardives. C'est en ce sens qu'a été lancé au cours du premier semestre 2003 le Débat National sur les Énergies en préambule au débat parlementaire qui a eu lieu en avril 2004 sur la loi d'orientation dans le domaine énergétique à l'horizon 2030.

Les conclusions de ce débat ne privilégient aucune forme de production d'énergie au détriment d'une autre. Elles soulignent l'urgence qui sied à une telle problématique et insistent sur la nécessité de raisonner en termes de complémentarité plutôt que de substitution. Enfin l'importance d'une coopération globale dans le domaine de la recherche y est rappelée.

DEUXIÈME PARTIE

SITUATION ET ORIGINALITÉ DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE FRANÇAISE

Après avoir évoqué dans une première partie les principaux paramètres et facteurs qui caractérisent la problématique de l'énergie au niveau mondial, l'analyse du contenu et des spécificités de la politique énergétique française est nécessaire pour mieux évaluer les contraintes et les enjeux auxquels notre pays est confronté en la matière.

Pays particulièrement développé et consommateur significatif d'énergie mais doté de ressources énergétiques fossiles limitées, la France s'est orientée dès le premier choc pétrolier en 1973 vers la solution nucléaire.

Il s'agissait à cette période de faire face aux nécessités d'approvisionnement en énergie notamment d'origine pétrolière en limitant les incidences négatives sur la balance des paiements et de contribuer à l'indépendance énergétique nationale.

Il est donc utile pour la compréhension des différentes questions et problématiques relatives à l'énergie de présenter, d'une part, la situation et le bilan énergétique de la France et, d'autre part, de rappeler les principales caractéristiques de la production électronucléaire nationale.

I - SITUATION ET BILAN ÉNERGÉTIQUES DE LA FRANCE

Tracer le bilan énergétique de la France nécessite de rappeler les évolutions de la politique énergétique française, l'état de la consommation ainsi que la situation de la production nationale d'énergie.

A - LES PRINCIPALES ÉVOLUTIONS DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE FRANÇAISE CES QUARANTE DERNIÈRES ANNÉES

D'une manière générale, depuis 1960, la société française a vu ses besoins en énergie ne cesser de croître sous l'influence conjointe de l'urbanisation associée à toutes les formes de confort, de la mobilité accrue de l'ensemble des acteurs économiques (individus, échanges entre entreprises), de l'industrialisation, de la

tertiarisation, du développement des loisirs et enfin de l'ouverture des marchés. L'évolution continue de ces facteurs s'est étalée sur trois périodes temporelles distinctes.

- Au cours de la période 1960-1973, la croissance de la demande en énergie est apparue comme étroitement liée à la croissance économique globale. Le pétrole en particulier, car bon marché, a permis alors de faire face au développement industriel et au déclin du charbon auquel il s'est substitué.

- Avec le choc pétrolier intervenu en 1973, l'évolution à la hausse rapide des prix de l'énergie a conduit à opérer des choix, à la fois collectifs et individuels, sur les sources d'énergie, sur le système productif et les économies d'énergie. Il faut rappeler qu'à l'époque la France était, des pays industrialisés, l'un des plus gros importateurs de pétrole en provenance du Moyen-Orient.

Soucieux de s'affranchir d'une tutelle pétrolière stratégiquement et financièrement coûteuse, les pouvoirs publics décidèrent de développer une énergie de substitution dont ils auraient la maîtrise. Le choix se porta sur le nucléaire ce qui n'était jamais que la concrétisation d'une orientation décidée depuis la fin de la seconde guerre mondiale avec les plans quinquennaux de développement de l'énergie atomique en 1952 et 1957, la construction des premiers réacteurs au graphite et le choix en 1969 de la filière des réacteurs à eau pressurisée.

Parallèlement, des politiques incitatives en faveur de la maîtrise et des économies d'énergie virent le jour. Leur efficacité fut réelle tant que l'énergie demeura chère. En ce sens, plutôt que de revêtir un caractère durable et structurel, elles prendront un tour conjoncturel, l'implication des pouvoirs publics et l'appropriation par les citoyens variant en fonction du prix de l'énergie.

- Dès 1977, des centrales entrent en fonctionnement et pendant plus de 20 ans leur nombre va s'étoffer pour atteindre finalement le total à ce jour de 58 tranches (avec le couplage de Civaux 2 au réseau fin 1999).

Durant ce temps, la montée des préoccupations environnementales et la proximité relative de l'épuisement des ressources fossiles d'énergie relance la réflexion sur les énergies renouvelables non polluantes. Il s'agit donc de l'amorce d'une quatrième période où, conjointement au pétrole et à l'atome, les énergies de source solaire, éolienne, hydraulique, géothermique... devraient progressivement monter en puissance, la France cherchant également à diversifier et à sécuriser ses modes d'approvisionnement et de production énergétiques.

B - LA CONSOMMATION FRANÇAISE D'ÉNERGIE PRIMAIRE : SITUATION ET ÉVOLUTION

Comme l'indique le tableau n° 6, la consommation d'énergie primaire (c'est-à-dire la consommation finale y compris les pertes et la consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie) n'a cessé de croître entre 1973 et 2001. Cependant, la période 1973-1980 a été caractérisée par une très faible évolution de la consommation, cette dernière passant de 182 à 192 millions de Tep. Les années

suivantes ont été marquées par une reprise de la consommation, notamment dès le contre-choc pétrolier (année 1986 et suivantes)¹⁷.

Globalement de 1973 à 2001, le taux de croissance annuel de la consommation d'énergie primaire a été de 1,4 % avec sur la période récente des taux¹⁸ reflétant les effets mécaniques de la reprise économique (+ 0,6 % en 1998-1999, + 1,2 % en 1999-2000 et + 1,3 % entre 2000 et 2001).

L'intérêt de ce tableau, outre les valeurs absolues montrant la croissance continue de la consommation, est d'établir un parallèle entre les taux de variation annuelle de la consommation (corrigée des variations climatiques) et du produit intérieur brut (PIB).

	1973	1980	1990	1998	2000	2001
Consommation d'énergie primaire réelle en (M Tep)	182,4	191,7	225,2	258,8	263,6	267,0
Consommation d'énergie primaire corrigée des variations climatiques	179,6	189,9	229,8	260,3	268,7	269,0
Taux de variation annuel (en %)	+ 7,6 %	- 1,6 %	+ 2,2 %	+ 1,2 %	+ 2,0 %	+ 0,1 %
PIB total (variation en volume)	+ 5,4 %	+ 1,6 %	+ 2,6 %	+ 3,4 %	+ 3,1 %	+ 2,0 %

Tableau n° 6 - La consommation d'énergie primaire de 1973 à 2001, ses variations et croissance du PIB

Source : SESSI

On observe dès lors que jusqu'en 1973, l'augmentation relative de la consommation était supérieure à celle du PIB, ce qui ensuite ne s'est jamais plus produit, traduisant l'amélioration constante de l'indice énergétique de l'économie française et donc son efficacité. Ainsi, pour la production d'une même quantité de richesse, les besoins en énergie diminuent régulièrement.

Cette augmentation globale de la consommation d'énergie masque cependant d'importantes variations selon les formes d'énergies utilisées. Les tableaux n° 7 et 8 illustrent bien ces évolutions différenciées de la consommation d'énergie primaire. Ainsi, la part du charbon a-t-elle été divisée par 3,5, celle du pétrole par deux tandis que le recours au gaz était doublé et que celui à l'énergie électrique (pour l'essentiel d'origine nucléaire) était multiplié par 9. Les énergies renouvelables thermiques, quant à elles, ont vu en presque 30 ans leur part légèrement diminuer (de presque un point).

¹⁷ Il ne s'agit pas d'une hausse continue puisque l'année 1982 avait été marquée par une baisse de la consommation de 2,1 % correspondant au second choc pétrolier.

¹⁸ Ces taux s'entendent hors corrections climatiques ; il s'agit de données brutes et non corrigées des variations climatiques annuelles.

en M Tep	1973	1980	1990	1998	2000	2001
Charbon	27,8	31,1	19,2	16,3	14,2	11,9
Pétrole	121,3	107,1	88,8	96,3	95,7	96,5
Gaz	13,3	21,2	26,4	33,8	36,9	37,2
Électricité primaire ⁽¹⁾	7,7	22,2	83,4	102,0	109,2	111,2
Énergies renouvelables thermiques ⁽²⁾	9,5	8,4	12,1	12,0	12,7	12,2
TOTAL	179,6	189,9	229,8	160,3	268,7	269,0

⁽¹⁾ Nucléaire + hydraulique + éolien + solaire + photovoltaïque

⁽²⁾ Bois de chauffage, déchets, biogaz biocarburants, pompe à chaleur

Tableau n° 7 - Consommation d'énergie primaire (corrigée du climat) par forme d'énergie de 1973 à 2001

Source - SESSI

en %	1973	1980	1990	1998	2000	2001
Charbon	15,5	16,4	8,3	6,2	5,3	4,4
Pétrole	67,6	56,4	38,6	37,0	35,6	35,9
Gaz	7,4	11,1	11,5	13,0	13,7	13,8
Électricité primaire	4,3	11,7	36,3	39,2	40,6	41,3
Énergies renouvelables thermiques	5,3	4,4	5,3	4,6	4,7	4,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tableau n° 8 - Structure de la consommation d'énergie primaire (corrigée du climat) de 1973 à 2001

Source : SESSI

De façon détaillée, on peut considérer que la consommation de charbon est désormais principalement dépendante de la structure de la production d'électricité. Si les centrales hydroélectriques et nucléaires présentent une bonne disponibilité, l'appel aux centrales à charbon est limité.

Depuis le contre-choc pétrolier de 1986, la consommation primaire de pétrole est sur une tendance haussière de 1,0 % par an. Les transports représentent plus de 50 % de la consommation de pétrole et sont affectés d'une hausse annuelle marquée de 2,4 % sur la période 1986-1999. Ce poste assure à lui seul l'augmentation globale de la consommation de produits pétroliers en France et une part importante des émissions de gaz à effet de serre.

Le gaz connaît depuis 1973 une augmentation annuelle de sa consommation de 3,7 % du fait notamment d'un recours croissant dans le résidentiel-tertiaire (soit 19,7 Millions tep utilisée pour le chauffage). En revanche, la production d'électricité par cogénération semble marquer le pas.

Il faut souligner de surcroît que désormais tous les marchés de l'énergie sont ouverts à la concurrence. Il s'agit d'une donnée ancienne pour le pétrole et le gaz mais nouvelle pour l'électricité. Ceci a pour effet de rendre les consommateurs très attentifs aux écarts de prix et les incite à rechercher les solutions les moins onéreuses en s'équipant de moyens d'alimentation ou de production faisant appel à des énergies différentes. Ainsi, on peut se poser la question de savoir si l'ouverture à la concurrence est conciliable avec les impératifs de sobriété énergétique.

La consommation d'électricité primaire, quant à elle, a crû sur la période 1973-2001 de 10 % par an ! Cependant, du fait du ralentissement net des raccordements au réseau de nouvelles unités de production d'électricité d'origine nucléaire, cette croissance s'établit désormais sur la base de 2 à 3 % par an.

On peut considérer que pour de nombreux usages, industriels et domestiques notamment, l'électricité s'est substituée au charbon et au pétrole.

C - LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE FINALE

La consommation finale énergétique, c'est-à-dire la consommation totale d'énergie primaire diminuée de la consommation de la branche énergie, a atteint 158,5 M tep en 2001. Sectorisée, elle présente sur la période 1973-2001 des évolutions remarquables (cf. tableau n°9).

L'industrie a vu ainsi sa consommation baisser de 10 Millions Tep en presque 30 ans. Le résidentiel-tertiaire a légèrement crû (+ 0,6 %/an) tandis que les transports ont été caractérisés par un quasi-doublement soit de 26,3 Millions tep à 50,4 millions tep de consommation.

Ces variations sont la conséquence d'évolutions contraires des trois grands secteurs consommateurs d'énergie que sont l'industrie, le résidentiel-tertiaire et les transports.

L'industrie, du fait de l'adoption des procédés de production plus économes et d'une diminution importante de l'activité sidérurgique, a donc vu sa consommation énergétique décroître significativement.

en Mtep	1973	1980	1990	1998	2000	2001
Industrie	48,0	44,8	38,5	39,8	38,7	38,3
Résidentiel-tertiaire	56,2	54,0	59,3	64,5	66,7	66,8
Agriculture	3,0	3,2	3,1	3,2	3,1	3,0
Transports	26,3	32,1	41,7	46,0	49,4	50,4
Total énergétique	133,6	134,1	142,6	153,5	157,9	158,5

Tableau n°9 - Consommation d'énergie finale par secteur en volume entre 1973 et 2001

Source - SESSI

en %	1973	1980	1990	1998	2000	2001
Industrie	35,9	33,4	27,0	25,9	24,5	24,2
Résidentiel-tertiaire	42,0	40,4	41,6	42,0	42,2	42,1
Agriculture	2,2	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9
Transports	19,9	23,9	29,2	30,0	32,3	31,8
Total énergétique	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tableau n°10 - Consommation d'énergie finale par secteur en pourcentage entre 1973 et 2001

Source - SESSI

La part non négligeable du poste énergie dans le prix de revient des produits et une concurrence de plus en plus exacerbée expliquent cette prise en compte tout à fait remarquable de la part des industriels de la nécessité de diminuer leur consommation d'énergie. Cependant, comme le montre le tableau n°10, l'essentiel de cette baisse s'est opérée entre 1973 et 1990. Il est à craindre qu'une relance de cette tendance à la diminution de la consommation d'énergie provienne plus de phénomènes de disparition ou de délocalisation d'activités que de la mise au point et de l'adoption de procédés plus économes en énergie, l'essentiel ayant été en la matière déjà réalisé.

Le résidentiel-tertiaire a enregistré une croissance de sa consommation du même volume que la diminution de l'industrie. L'augmentation des surfaces chauffées (ou refroidies), malgré l'introduction de techniques efficaces d'isolation, et l'existence d'un parc ancien considérable expliquent cette variation à la hausse.

Là aussi, la baisse relative du prix de l'énergie et consécutivement des politiques publiques moins affichées et moins stimulantes ont eu pour effet de ne plus inciter activement les propriétaires (privés et publics) à poursuivre les actions et les opérations d'économie et de maîtrise de l'énergie.

L'augmentation de la consommation du secteur des transports est équivalente à la hausse de la totalité de la consommation finale tous secteurs confondus.

Des véhicules toujours plus nombreux, un recours aux transports routiers en augmentation constante et des progrès très relatifs en termes de consommation spécifique des véhicules¹⁹ sont à l'origine de cette augmentation qui concerne essentiellement le pétrole. Par ailleurs, les mêmes causes produisant les mêmes effets, les politiques publiques en faveur de modes de transports plus économes (ferroviaire, ferroutage, voie navigable, cabotage...) ont, elles aussi, connu une relative mise en sommeil.

En ce sens, les transports sont en France la problématique essentielle de maîtrise de l'énergie et d'émission de gaz à effet de serre.

¹⁹ Et même à la hausse ces dernières années en raison de l'alourdissement des véhicules et de dispositifs supplémentaires consommateurs d'énergie (climatisation notamment).

D - LA PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE

La production d'énergie primaire correspond à l'énergie que notre pays est à même de produire par ses propres moyens. La particularité de la France, en dépit de sa surface et de l'étendue de ses frontières maritimes, est d'être dépourvue de ressources fossiles significatives.

Les bassins charbonniers ont été exploités de façon intensive, et même si les ressources prouvées sont estimées à 150 millions de tonnes, les conditions d'extraction et de rentabilité sont telles que l'exploitation est grandement déficitaire²⁰.

La situation est pire encore pour le pétrole dont les ressources sont évaluées à environ 15 Millions de tonnes (à comparer à la consommation annuelle qui frôle les 100 Millions de tonnes) et dont les gisements exploités devraient significativement décliner d'ici 2010.

Celles de gaz sont de 14 milliards de m³ et l'obsolescence du gisement de Lacq est réelle.

Pour compenser cette faiblesse, la France a eu, depuis longtemps, recours aux énergies renouvelables (hydraulique et biomasse en particulier). Malgré les efforts consentis en la matière, en 2001, les énergies renouvelables ne représentaient que l'équivalent d'une production de 18,7 Millions tep. Dans cet ensemble, les énergies renouvelables thermiques (le bois essentiellement) s'élevaient à 11,9 Millions tep et l'hydraulique (pour la fabrication d'électricité) à 6,8 Millions Tep. Cependant, compte tenu d'un marché peu transparent, l'évaluation des énergies renouvelables thermiques demeure sujette à discussion et pourrait même paraître minorée.

Dans l'absolu, les énergies renouvelables (thermique, hydraulique, éolien, photovoltaïque) ne représentent que 14 % de la production française totale d'énergie primaire. Au plan de la production d'électricité, l'hydraulique représente 13,5 % de celle-ci, l'éolien 0,06 %, le photovoltaïque 0,01 %, la biomasse 0,4 % et la géothermie 0,0005 %.

Pour faire face à la faiblesse de ses ressources énergétiques et aux effets dommageables du premier choc pétrolier, la France a opéré le choix de la production d'électricité à partir du nucléaire. De ce fait, comme le montre le tableau n°11, la production d'électricité primaire a fait un bond dès la fin des années 1970 pour atteindre 501,5 TWh (milliards de kWh) en 2001 soit l'équivalent de 116,8 millions de tonnes de pétrole, dont 84 % pour le seul nucléaire (108 Millions Tep) et 16 % pour l'hydraulique et l'éolien, cette dernière forme d'énergie étant en phase de démarrage.

²⁰ Dans le cadre d'un redéploiement de la politique énergétique, le gouvernement en 1981 voulut relancer l'extraction du charbon et instaura un programme d'embauche de 10 000 mineurs jusqu'en 1984. Pour les raisons exposées précédemment, cette décision pesa lourdement sur le bilan des Charbonnages de France. En 2005, l'endettement de ce groupe (compte tenu des retraites à verser) sera de 16 milliards d'euros.

en M tep	1973	1980	1990	1998	2000	2001
Énergies fossiles						
- Charbon	17,3	13,1	7,7	3,5	2,3	1,5 (1,1 %)
- Pétrole	2,2	2,4	3,5	2,2	1,9	1,9 (1,42 %)
- Gaz naturel	6,3	6,3	2,5	1,8	1,5	1,5 (1,1 %)
Électricité						
- Nucléaire	3,8	16,0	81,7	101,0	108,2	110,0 (82,3 %)
-Hydraulique, éolien photovoltaïque	4,1 ns ns	6,1 ns ns	5,0 ns ns	5,7 ns ns	6,2 ns ns	6,8 (5,9 %) ns ns
Énergies renouvelables thermiques	9,8	8,7	11,4	11,8	11,8	11,9 (8,9 %)
Total production primaire	43,5	52,5	111,8	126,1	132,0	133,6 (100,0 %)
Taux d'indépendance énergétique	23,9 %	27,4 %	49,7 %	48,7 %	50,1 %	50,0 %

Tableau n°11 - Production d'énergie primaire en France de 1973 à 2001 par forme d'énergie et taux d'indépendance énergétique

À ce propos, l'éolien représente une production en 2001 de 123 millions de KWh (0,123 TWh), en croissance de 62 % par rapport à 2000. En 2003, cette production s'est élevée à 0,3 TWh soit 0,06 de la production nationale d'électricité (540,7 TWh). Le plan Éole 2005 devrait permettre à cette forme d'énergie de connaître un développement certain. La production totale brute d'électricité qui, elle, inclut le thermique classique est détaillée en note de bas de page²¹.

Le tableau n°11, comme évoqué précédemment, fait le point sur la production d'énergie primaire française de 1973 à 2001. Celle-ci n'a donc cessé d'augmenter passant de 43,5 Millions de tep (40 Millions de tonnes en 1976) à 133,6 Millions de tep et ce malgré le recul continu des extractions d'énergies fossiles.

Dans la totalité de la production d'énergie primaire, l'électricité représente 87 % et participe ainsi grandement à la volonté nationale de parvenir à une certaine indépendance énergétique. Cette dernière, comme le montre le tableau susmentionné, est désormais de 50 % contre moitié moins à la fin des années 1970. Cette volonté, au travers de la production d'électricité d'origine nucléaire, permet à la France de s'affranchir en partie des problèmes de sécurité d'approvisionnement et des mouvements erratiques des prix des énergies fossiles et notamment du pétrole. C'est un gage de compétitivité pour l'économie nationale. De façon plus détaillée, en 2001, la France était plus qu'autosuffisante en électricité (taux de couverture d'environ 105 %) mais dépendante en gaz et en pétrole avec des taux de couverture de respectivement 4 % et de 2 % des besoins.

²¹ La structure de la production totale brute d'électricité primaire et secondaire se répartit de la façon suivante : 77 % pour le nucléaire, 14 % pour l'hydraulique (et l'éolien pour une très faible part) et 9 % pour le thermique.

E - LA FRANCE DANS LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE EUROPÉEN

Les dernières décennies ont été marquées au plan européen par un phénomène de convergence de l'ensemble des ratios énergétiques (intensité énergétique, consommation d'énergie primaire ou finale par rapport à la population) pour aboutir à partir des années 1990 à une grande proximité.

Ainsi l'intensité énergétique primaire du Royaume-Uni, de l'Allemagne et de la France est désormais de l'ordre de 0,18 tep par millier de dollars de produit.

Il en va de même pour la consommation d'énergie par habitant qui s'établit pour les mêmes pays autour de 4 tep par habitant et par an.

Ces similitudes s'expliquent en particulier par un rapprochement des niveaux de vie de la plupart des pays européens.

Cependant de fortes variations subsistent, notamment en matière d'indépendance énergétique. Les politiques nationales et les hasards géologiques sont les principaux responsables de ces contrastes.

Durant les 40 dernières années, les niveaux d'indépendance énergétique ont beaucoup fluctué mais, depuis le premier choc pétrolier, la tendance est au redressement de ce paramètre en Europe. De moins de 40 %, ce taux est désormais supérieur à 50 % sous l'impulsion conjointe de l'exploitation des gisements pétroliers de la Mer du Nord et de la production d'électricité d'origine nucléaire.

Toutefois, des contrastes demeurent, entre les pays qui ont accru leur indépendance énergétique (Royaume-Uni de 50 % à 120 %, France de 24 % à 50 %) et d'autres qui l'ont vue diminuer (Allemagne de 55 % à 40 %, Italie de 25 % à 19 %).

Les bilans énergétiques sont également caractérisés par des écarts considérables et six pays contribuent pour l'essentiel à la production européenne d'énergie primaire, d'un montant de 1 159 M tep en 2000 :

- le Royaume-Uni (273 M tep) grâce au pétrole et au gaz ;
- la Norvège (225 M tep) grâce au pétrole et au gaz ;
- l'Allemagne (134 M tep) grâce au charbon et au nucléaire ;
- la France (131 M Tep) grâce au nucléaire ;
- la Pologne (80 M tep) grâce au charbon ;
- les Pays-Bas (57 M tep) grâce au gaz.

II - LE CHOIX DU NUCLÉAIRE, UNE SPÉCIFICITÉ FRANÇAISE

Évoqué à plusieurs reprises dans ce rapport, le choix du nucléaire constitue pour la France sinon une originalité du moins une véritable spécificité, notre pays

étant celui qui produit la part la plus importante de son énergie primaire à partir de centrales électronucléaires.

Ce choix est l'aboutissement d'une politique menée de longue date par les pouvoirs publics en faveur de l'indépendance énergétique. Après une présentation de nature historique, utile à la compréhension de la politique énergétique française, un autre développement sera consacré à l'importance chiffrée de l'électricité d'origine nucléaire dans le système énergétique français. Puis, les caractéristiques générales de cet engagement et certaines de ses conséquences seront abordées pour enfin traiter de la place du nucléaire dans le Monde et en Europe.

A - LA VOLONTÉ DURABLE DE RECONQUÉRIR L'INDÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE NATIONALE

La politique énergétique française depuis près d'un siècle est marquée par un grand volontarisme sous-tendu d'une participation croissante des pouvoirs publics.

À titre de rappel, dès les années 1920, les gouvernements mirent en œuvre des stratégies de contrôle des gisements pétroliers se trouvant à l'étranger et des moyens de raffinage afin de ne plus avoir à importer l'essentiel des besoins énergétiques auprès des États-Unis et de la Grande-Bretagne. Cette politique se traduisit par la signature du Pacte de San Remo en 1920, l'institution en 1928 d'un régime de régulation par l'État des importations de produits pétroliers et la création en 1930 de la Compagnie Française du Pétrole.

Après la Seconde Guerre Mondiale, le secteur énergétique français fut profondément modifié par des mesures de nationalisation et de regroupement qui se sont traduites en 1946 par la création d'EDF, de GDF et des Charbonnages de France permettant la constitution d'un service public de l'énergie.

Également, dès cette époque fut entrepris un programme massif de constructions de barrages. Enfin, les recherches sur l'atome furent reprises (création du CEA en 1945).

La troisième étape, dont les effets modèlent aujourd'hui le paysage énergétique français, consista dès le choc pétrolier de 1973, dans le développement, pour s'affranchir de la tutelle pétrolière, d'une énergie de substitution, en l'occurrence le nucléaire.

Ainsi, dès 1974, EDF fut autorisée à engager immédiatement la construction de six tranches nucléaires de 900 MW et en 1975 de sept autres tranches de même puissance ; ce mouvement se poursuivit jusqu'à la fin des années 1990, permettant à la France de disposer d'un parc électronucléaire de taille respectable et de reconquérir une partie de son indépendance énergétique.

Parallèlement, les gouvernements mirent en place un programme d'économie d'énergie en créant l'Agence pour les Économies d'Énergies (devenue depuis l'ADEME - Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie -)²².

B - DES RÉSULTATS CONFORMES AUX OBJECTIFS

Si l'on fait abstraction de la décision, discutable dans ses conséquences financières, de relancer la production charbonnière, ces choix essentiels - développer la production domestique d'énergie via notamment le nucléaire, promouvoir les économies d'énergie et diversifier les approvisionnements extérieurs - n'ont pas fait l'objet depuis de véritables remises en cause et ont produit des résultats probants quoique perfectibles.

En trente années, le bilan énergétique de la France a atteint les objectifs fixés :

- une amélioration d'environ 20 % de l'efficacité énergétique²³ ;
- une production nationale d'énergie multipliée par 3 surtout grâce au nucléaire ;
- un taux d'indépendance de 50 % (contre 24 % en 1973) ;
- une électricité qui est aujourd'hui d'origine nationale à plus de 90 % ;
- une diversification des approvisionnements, le pétrole ne représentant plus que 40 % de ceux-ci (contre 70 % en 1973), diversification également au plan géographique avec notamment la part issue du Moyen-Orient passant des trois-quarts à la moitié.

Il convient de souligner que si la France n'avait pas développé l'option nucléaire, le taux d'indépendance énergétique national, toutes choses restant égales par ailleurs, serait aujourd'hui seulement de l'ordre de 11 %, soit cinq fois plus faible qu'il n'est actuellement.

Il faut aussi observer que la montée en puissance du nucléaire en France s'est traduite par l'émergence progressive d'un solde positif des échanges d'électricité correspondant notamment à la période d'entrée en service de la première série de réacteurs de 900 MW. Pour mémoire, l'évolution du solde des échanges d'électricité a été la suivante depuis 1975 :

- 1975 - 2,5 TWh ;
- 1979 - 5,6 TWh ;
- 1981 + 4,8 TWh (entrée en service de la première série de réacteurs de 900 MW) ;

²² Parallèlement, les gouvernements mirent en place un programme d'économie d'énergie en créant l'Agence pour les Économies d'Énergies (devenue depuis l'ADEME - Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie -)²² Créée en 1990 (loi du 19 décembre), elle est issue du regroupement opéré en 1992 de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie (AFME), de l'Agence Nationale pour la Récupération des Déchets (ANRED) et de l'Agence pour la Qualité de l'Air (AQA).

²³ Estimation tirée du rapport de la commission d'enquête du Sénat du 19 décembre 1997 sur la politique énergétique de la France (rapport de Messieurs Valade et Revol).

- 1986 + 25,5 TWh ;
- 1991 + 53,2 TWh ;
- 1995 + 69,8 TWh ;
- 2002 + 76,0 TWh ;
- 2003 + 66,0 TWh ;

Pour leur part, les importations sont rarement supérieures à 5 TWh²⁴. Les clients les plus importants d'EDF sont la Suisse, l'Italie, la Belgique, le Royaume-Uni et l'Allemagne. A ce propos, il faut souligner que les achats d'électricité française par l'Allemagne et la Belgique ont augmenté de façon très nette depuis que ces pays ont décidé de se désengager de la production nucléaire.

C - LE NUCLÉAIRE, PRINCIPALE SOURCE D'ÉNERGIE NATIONALE

Il est ici utile de rappeler l'importance chiffrée du système électronucléaire français tant au plan des centrales que de la production.

1°/ LE PARC NUCLÉAIRE FRANÇAIS

La mise en place du programme électronucléaire à partir de 1974 a permis une substitution massive de l'énergie nucléaire au fioul pour la production d'électricité. La montée en puissance de ce mode de production a été considérable, passant de 15 TWh en 1973 à 420 TWh en 2003.

Elle repose sur un parc électronucléaire doté de 58 réacteurs faisant appel à une seule et unique filière, celle de l'eau pressurisée (REP) dont 18 situés en zone littorale. Cette technologie éprouvée regroupe trois modes de réacteurs qui correspondent à des paliers successifs de développement. Ces 58 réacteurs à eau légère, dont le premier date de 1977, se répartissent de la façon suivante comme le montre le tableau n° 12.

- 34 réacteurs appartenant au palier 900 MW dont l'âge varie entre 14 et 25 ans (environ 20 ans en moyenne) ;
- 20 réacteurs appartenant au palier 1 300 MW dont l'âge se situe entre 9 et 18 ans (environ 14 ans de moyenne d'âge) ;
- 4 réacteurs N4 d'une puissance de 1 450 MW dont l'âge moyen varie de 3 à 6 ans.

²⁴ En 2001, la France a acheté de l'électricité à la Suisse (1,7 TWh), à l'Espagne (1,2 TWh), à l'Allemagne (0,5 TWh), à l'Italie (0,4 TWh), au Royaume-Uni (0,2 TWh) et à la Belgique (0,2 TWh). Il s'agit de courant dit de "pointe" acheté par EDF pour pallier des insuffisances de sa production lors de très fortes demandes instantanées.

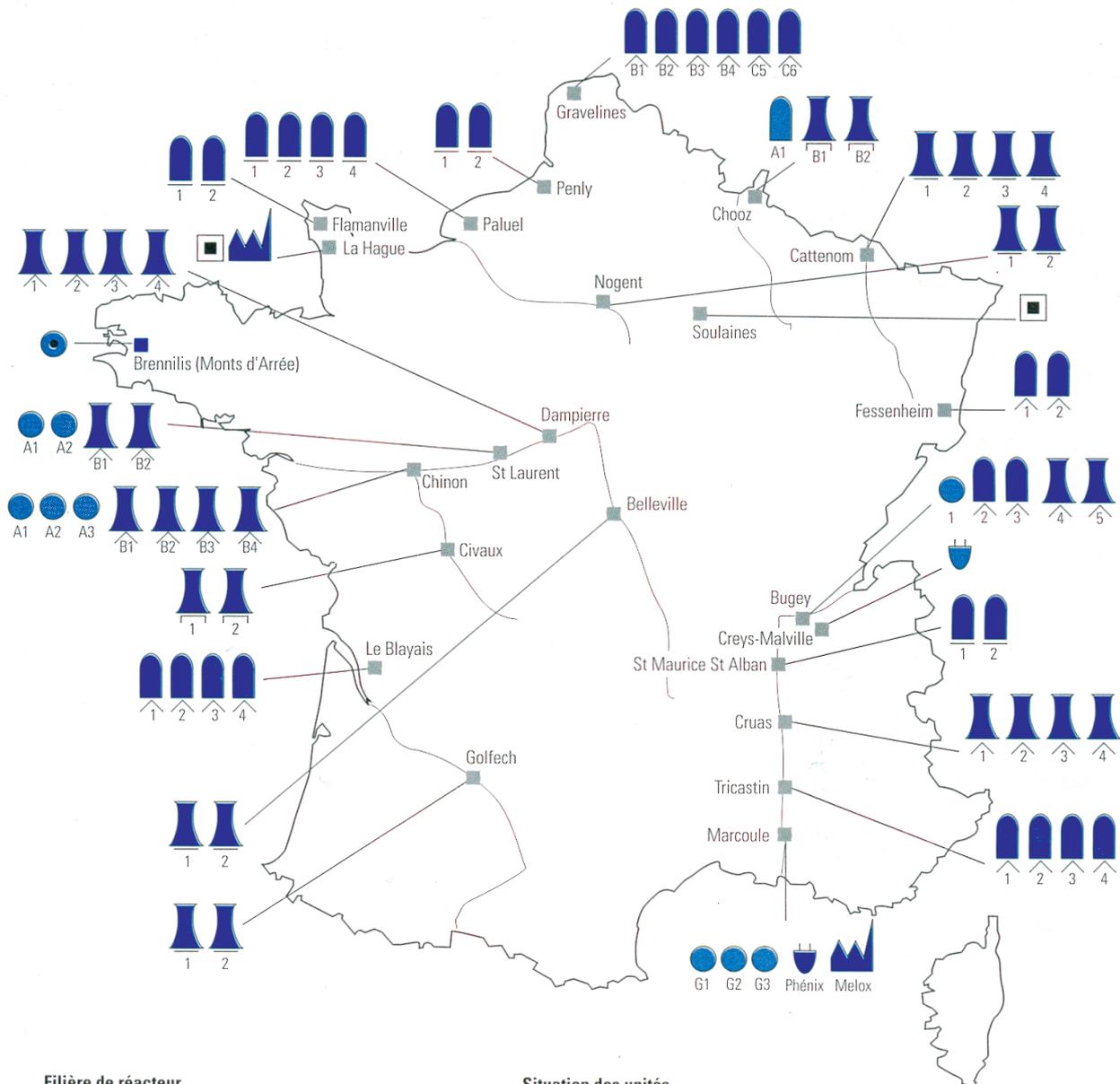
Centrales et tranches	Type	Puissance continue nette en MWe	Année de mise en service industriel
Fessenheim 1-2	REP	2 x 880	1978
Bugey 2-3-4-5	"	2 x 910 - 2 x 880	1979-1990
Tricastin 1-2-3-4	"	4 x 915	1980-1981
Gravelines 1-2-3-4	"	4 x 910	1980-1981
Dampierre 1-2-3-4	"	4 x 890	1980-1981
Le Blayais 1-2-3-4	"	4 x 910	1981-1983
St Laurent B1-B2	"	2 x 915	1983
Chinon B1-B2-B3-B4	"	4 x 905	1984-1987-1988
Cruas 1-2-3-4	"	4 x 915	1984-1985
Gravelines 4-6	"	2 x 910	1985
Paluel 1-2-3-4	"	4 x 1330	1985-1986
Flamanville 1-2	"	2 x 1330	1986-1987
Saint Alban 1-2	"	2 x 1335	1986-1987
Cattenom 1-2-3-4	"	4 x 1300	1981-1988-1991-1992
Bellemeuse 1-2	"	2 x 1310	1988-1989
Nogent-sur-Seine 1-2	"	2 x 1310	1988-1989
Penly 1-2	"	2 x 1330	1990-1992
Golfech 1-2	"	2 x 1310	1991-1994
Chooz B1-B2	"	2 x 1455	2000
Civaux 1-2	"	2 x 1450	2001

**Tableau n° 12 - État de réalisation du programme électronucléaire français
58 tranches : 62 950 MW
Centrales en service industriel au 31 décembre 2001**

Électricité d'origine nucléaire

L'électricité
en France

Les sites nucléaires en France situation au 1^{er} janvier 2002



Filière de réacteur

- UNGG
- Gaz - eau lourde
- Neutrons rapides
- REP refroidissement circuit ouvert
- REP refroidissement circuit fermé, tours
- Usine de traitement
- Stockage de déchets

Situation des unités

- Installée (première divergence réalisée) : 59 unités, 63 183 MWe
- Tranches déclassées : 12 unités, 3 853 MWe

Palier REP standardisé (REP = réacteur à eau ordinaire sous pression)

- REP 900 MWe 34 tranches
- REP 1 300 MWe 20 tranches
- N4 1 450 MWe 4 tranches

Source : Observatoire de l'Énergie d'après CEA

Pour mémoire, il faut signaler qu'un certain nombre de réacteurs ont déjà été arrêtés. Ainsi, 12 tranches situées à Marcoule, Chinon, Chooz, dans les Monts d'Arrée, à St Laurent, Bugey et Creys-Malville ne produisent plus d'énergie. D'une puissance globale de 3 853 MW, ces réacteurs relèvent du type UNGG (Uranium Graphite Gaz à l'exception de Chooz (REP) et de Creys-Malville (réacteur à neutrons rapides d'une puissance de 1 200 MW). Ce dernier réacteur à vocation expérimentale appelé plus communément Superphénix a été stoppé par décret du 30 décembre 1998.

À ce propos, il convient de rappeler que Superphénix était un réacteur expérimental indispensable à la recherche sur la transmutation des déchets et donc à leur réduction notable.

La décision d'arrêter cette expérimentation, outre son aspect politique, a généré des effets plutôt préjudiciables, semble-t-il, pour la France tant au plan de sa politique énergétique que de sa capacité à exporter son savoir-faire nucléaire.

Au plan de la politique énergétique nationale, l'arrêt de Superphénix condamne à moyen terme la production électronucléaire française à conserver des technologies évolutionnaires, du type de celles actuellement utilisées et à conserver une production de déchets irradiés constituant un point faible de la filière nucléaire.

Au plan du développement du savoir-faire nucléaire et de la capacité de la France à exporter sa technologie en la matière, cette décision a fragilisé un secteur industriel de pointe, mondialement connu, doté d'un grand nombre d'emplois²⁵, et ce d'autant plus que des marchés potentiels voient progressivement le jour (Chine, Corée, Europe du Nord...) et que des pays concurrents aux plans de la technologie nucléaire poursuivent leur recherche dans le domaine des réacteurs à neutrons rapides.

2°/ UNE PLACE CROISSANTE DANS LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE FRANÇAISE

Les choix opérés en faveur de l'électronucléaire ont été rapidement et durablement suivis de résultats tels que l'électricité est passée du stade de source énergétique d'appoint à celui d'énergie stratégique pour l'ensemble de l'économie française et des ménages.

Le tableau n° 13 décrit cette montée en puissance qui est devenue patente dès 1985 avec une part de l'électricité dans la production d'énergie primaire de 31,2 % et aujourd'hui de 43 % (41 % pour l'énergie électrique d'origine nucléaire).

²⁵ La filière nucléaire française représente approximativement 100 000 emplois directs (recherche, construction, développement, production d'énergie) et 100 000 autres emplois indirects.

en M Tep	1973	1979	1985	1995	2000
Production nucléaire brute	3,8	7,9	58,4	98,3	108,2
Production hydraulique brute	4,1	6,0	5,5	6,6	6,2
Production brute d'électricité primaire	8,0	13,9	63,9	104,9	114,4
Autres sources d'énergie primaire	174,4	171,5	141,3	141,7	149,2
Approvisionnement général en énergie primaire	182,4	185,4	205,2	246,6	263,6
Part de l'électricité primaire en %	4,4 %	7,5 %	31,2 %	42,5 %	43,4 %

Tableau n° 13 - Importance de la production d'électricité primaire dans le bilan énergétique français de 1973 à 2000

Source : SESSI

D'autres informations chiffrées complètent cet aperçu sur l'importance croissante de l'électricité. En l'occurrence, le tableau 13 montre bien la considérable augmentation de la production d'électricité d'origine nucléaire qui fait plus que compenser la sensible diminution de la production d'électricité réalisée par le thermique classique. Quant à la consommation intérieure d'électricité, elle a été multipliée par 2,7 entre 1973 et 2003, sous l'impulsion d'une politique d'incitation à l'équipement et à la consommation d'électricité très efficace notamment en matière de diffusion du chauffage électrique dans l'habitat individuel et collectif, cette dernière option ne manquant pas d'être critiquée par la suite. En l'occurrence, la consommation d'énergie électrique pour le chauffage sur l'ensemble du secteur résidentiel et tertiaire a ainsi été multipliée par 7 entre 1973 et 2000.

En outre, l'apparition de nouvelles technologies utilisant l'électronique et la généralisation des équipements électrodomestiques ont induit une consommation électrique en forte croissance. À titre d'exemple, la consommation électrique des produits bruns²⁶ est passée de 18 KWh/logement en 1973 à 321 KWh/logement en 1998.

Pour illustrer l'importance de la production électrique pour l'économie française, tant au niveau des ménages que de l'industrie, il est intéressant de souligner que le prix de la fourniture de 100 KWh aux particuliers est resté stable, voire a diminué en euros courants entre 1985 et 2001. Il s'établit à 14 € pour le simple tarif 3 Kva et à 11 € pour le double tarif 9 kva. Pour l'industrie, le prix de la fourniture de 100 KWh a diminué entre 1985 et 2001 de plus de 10 %, toujours en euros courants.

Enfin, la quantité de KWh consommée par habitant est en France l'une des plus élevées d'Europe avec 7 654 KWh par hab et par an, la moyenne communautaire étant de 6 778 KWh, ceci en raison entre autres de la large diffusion déjà évoquée du chauffage électrique.

²⁶ Matériels et équipements audiovisuels.

De tels résultats auraient-ils été possibles sans recourir au nucléaire ? La réponse est de l'avis général négative. On peut même imaginer ce qu'aurait provoqué en France une sortie prématurée du nucléaire :

- certainement une politique drastique d'économies d'énergie qui ne pourrait plus être uniquement incitative mais conduirait à l'instauration de contraintes pour les consommateurs (augmentation des prix de l'électricité, restrictions de circulation...);
- consécutivement un recours encore important aux énergies fossiles pour la production d'électricité, recours qui n'aurait pas manqué de provoquer une augmentation importante des émissions de GES, comme en Allemagne actuellement ;
- un développement significatif en valeur relative des énergies renouvelables, toutefois insuffisant pour faire face à la hausse de la demande en énergie électrique ;
- une compétitivité moindre des entreprises françaises.

D - LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA PRODUCTION ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAISE

À l'issue de cette présentation chiffrée des moyens et des résultats de la production électronucléaire française, il est utile de caractériser d'une manière générale le parc nucléaire. Il apparaît à la fois relativement jeune et largement dimensionné, ce qui comporte des conséquences quant à la place future qu'occupera cette source d'énergie dans les moyens nationaux de production d'énergie.

1°/ UN PARC PLUTÔT JEUNE

Le plus grand nombre des centrales nucléaires françaises a été connecté au réseau entre 1978 et 1988 avec pour chacune d'entre elles une prudente hypothèse de durée de vie de 25 ans. Toutefois, leur fonctionnement satisfaisant, leur bonne tenue au vieillissement, les améliorations régulièrement apportées semblent permettre désormais d'envisager la prolongation de leur durée de vie et de la porter au minimum à 40 ans, sous réserve de l'accord au cas par cas des autorités de sûreté nucléaire. Cette orientation est d'ailleurs partagée par d'autres pays : c'est le cas aux États-Unis qui viseraient une durée de vie de 40 à 60 ans et au Japon de 40 à 70 ans.

Cet allongement probable de la durée d'usage des centrales présente une double conséquence : d'une part, le coût du KWh produit deviendra de plus en plus compétitif au fur et à mesure de l'accroissement de la durée de vie de chaque installation ; d'autre part, la date à laquelle interviendront les décisions de renouvellement ou de remplacement des centrales pourra être repoussée. De ce fait, certains considèrent qu'il n'est pas urgent de prendre cette décision avant 2010.

2°/ UN PARC LARGEMENT DIMENSIONNÉ

En effet, l'une des caractéristiques désormais évidentes du parc nucléaire français est d'apparaître largement dimensionné. Cette situation s'explique pour deux raisons essentielles :

- la croissance de la consommation d'électricité, quoique considérable, s'est révélée moins importante que prévue ;
- la disponibilité du parc s'est accrue de façon plus grande que ne l'envisageaient les experts ce qui est rassurant sur sa fiabilité ; elle s'élevait à 82,6 % en 1997 contre 73 % en 1986.

En outre, plusieurs autres paramètres viennent renforcer ce constat. Il en va ainsi de l'ouverture de la production d'électricité à la concurrence induisant des possibilités croissantes de production par d'autres opérateurs qu'EDF (cogénération, éolien dont on attend environ 20 TWh supplémentaires d'ici la fin de la décennie). Il faut également mentionner l'impact prévisible, et souhaitable, d'une relance annoncée de la politique de maîtrise de l'énergie de même que le remplacement en 2010 d'Eurodif par une nouvelle usine d'enrichissement d'uranium autorisant l'économie de 15 TWh.

Tous ces éléments sont à la fois de nature à consolider les capacités du système français de production électrique et à contenir l'évolution de la consommation.

Toutefois, il convient de souligner que deux éléments peuvent, a contrario, favoriser un recours accru à l'électricité : d'une part, l'augmentation incontestable des besoins en énergie à partir de sources non productrices de gaz à effet de serre, et d'autre part, la hausse probable sinon possible du prix des énergies fossiles justifiant un recours au nucléaire soutenu voire accru.

À ces différents paramètres peuvent se greffer deux questions essentielles :

- la première concerne l'utilité de disposer d'un nouveau type de réacteur de type "évolutionnaire" (dans le prolongement technologique de ceux actuellement en service) et donc de décider du lancement d'un réacteur expérimental en la matière ;
- la seconde est de savoir si la décision de mettre en œuvre de nouveaux types d'unités électronucléaires sera prise en temps voulu pour éviter notamment tout temps mort préjudiciable à l'ingénierie et à l'industrie nucléaire française se traduisant in fine par une perte de savoir-faire et probablement de capacités de production et d'exportation de la technologie nucléaire française.

3°/ LA PLACE DE LA FRANCE DANS LE PARC NUCLÉAIRE MONDIAL

La production d'électricité a été caractérisée ces trente dernières années par la montée en puissance au niveau mondial du nucléaire dont la production a été multipliée par 15 entre 1973 et 2001, pour atteindre 2 646 TWh soit légèrement moins que l'hydraulique et plus du quart de la production de centrales thermiques classiques.

Toutefois, le rythme de croissance de la production d'origine nucléaire s'est ralenti à partir de 1986 sous le double effet de l'accident de la centrale de Tchernobyl et du contre choc pétrolier. Alors que la progression annuelle atteignait 18 % entre 1973 et 1985, celle-ci est tombée à 5 % entre 1985 et 1990 et à 2 % entre 1990 et 2001. La puissance électronucléaire nette installée est ainsi passée de 18 GW/an à 14 GW puis à 3 GW pour les périodes sus-évoquées.

En 2001, le parc nucléaire mondial était réparti entre 32 pays avec 446 tranches nucléaires, représentant une puissance de 356 GW pour 80 % localisée dans les pays de l'OCDE (18 % en France, 27 % aux États-Unis, 10 % dans l'ex URSS, 12 % au Japon et 6 % en Allemagne). La majorité du parc mondial est constituée de réacteurs à eau ordinaire sous pression (2/3). Seuls quelques surgénérateurs (réacteurs à neutrons rapides) sont en activité en Inde, au Japon et en Russie.

L'énergie nucléaire assurait en 2000 environ 7 % de la consommation mondiale d'énergie primaire commerciale (1 % en 1973) et 17 % de la production mondiale d'électricité (3 % en 1973).

Par comparaison, les centrales hydrauliques ont doublé leur production entre 1973 et 1999 mais cette évolution se ralentit nettement du fait du nombre de plus en plus réduit de sites à équiper et des conséquences environnementales parfois lourdes occasionnées par cette forme de production d'énergie. En valeur relative, la production d'hydroélectricité dans la production totale d'électricité est passée de 21 % en 1973 à 18 % en 1999.

Les centrales thermiques classiques ont vu leur production croître de 90 % sur la même période. Cette évolution est essentiellement le fait des pays non membres de l'OCDE. En dépit de cette croissance, la contribution relative du thermique classique à la production totale d'électricité a diminué de 12 points passant de 75 % en 1973 à 63 % en 1999. Le charbon assure la production de 2/3 de l'énergie électrique issue des centrales thermiques et pose de nombreux problèmes environnementaux (gaz à effet de serre, pollution, radioactivité de proximité...).

Au plan européen, sept pays de l'Union Européenne ont recours au nucléaire pour leur production d'électricité. La part du nucléaire dans la production d'électricité s'élevait en 1999 à 75 % en France, 58 % en Belgique, 31 % en Allemagne et en Espagne, 30 % en Finlande, 28 % au Royaume-Uni et 4 % aux Pays-Bas.

L'Allemagne a pris la décision en 2001 de sortir progressivement du nucléaire. Une première centrale nucléaire (celle de Stade en Basse-Saxe) a cessé son fonctionnement lors du second semestre 2003. Il convient de rappeler qu'en juin

2000 les instances politiques et gouvernementales allemandes avaient décidé qu'aucun KWh d'électricité d'origine nucléaire ne serait produit en Allemagne à partir de 2021. Par ailleurs, ce même pays a pris la décision de subventionner jusqu'en 2012 la production de charbon qui, il faut le souligner, contribue significativement à son éventail énergétique. De ce fait, les objectifs du protocole de Kyoto, en termes de GES, seront très difficiles sinon impossibles à atteindre et à respecter pour ce pays.

En prenant en compte l'Union Européenne élargie, 7 autres pays possèdent une production électronucléaire : la Bulgarie tire 48,5 % de son électricité du nucléaire, la Hongrie 38 %, la Lituanie 73 %, la République Tchèque 21 %, la Slovaquie 45 % et bientôt la Roumanie 10 % et la Slovénie 23 %. Ce parc est relativement jeune et affiche une moyenne d'âge inférieure à 20 ans.

TROISIÈME PARTIE

LES PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES FRANÇAISES

Comme cela a déjà été évoqué, le Débat National organisé courant 2003 retient dans ses conclusions la complémentarité des modes de production d'énergies, l'utilisation rationnelle de celles-ci et l'accroissement des efforts de recherche en ces deux domaines.

À ce propos, il apparaît bien que la recherche constitue la clef de voûte de l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la résolution des contraintes environnementales, notamment en termes de gestion des déchets irradiés.

L'insuffisance actuelle des crédits dégagés en faveur de la recherche (en particulier pour les utilisations rationnelles et les énergies renouvelables) de même que la nécessité de poursuivre la recherche dans le domaine nucléaire (production et gestion des déchets) apparaissent évidentes. Il s'agit d'une priorité transversale, indispensable à l'évolution positive de l'ensemble des problématiques liées à l'énergie.

Les retards accumulés en la matière depuis un grand nombre d'années, sans compter les décisions autoritaires affectant certains programmes (Superphénix) placent la France aujourd'hui en situation délicate par rapport aux autres pays de l'OCDE. Toutefois, il convient de souligner que cette tiédeur vis-à-vis de la recherche dans le domaine de l'énergie n'est pas un phénomène exclusivement français.

Ainsi, les pays membres de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), considérés dans leur ensemble, ont multiplié, toutes filières confondues, leur effort public de recherche et de développement sur l'énergie par 2,5 entre 1974 et 1980, mais ensuite cet élan a régulièrement décliné pour revenir en 2000 au niveau de celui de 1974, c'est-à-dire relativement bas. Or, à l'heure actuelle, on ne peut décemment considérer les filières énergétiques, qu'elles soient classiques, nucléaires ou renouvelables, comme matures. La reprise de l'effort de recherche constitue donc une véritable nécessité internationale.

Au plan purement français, quelques exemples de l'importance du retard peuvent être donnés, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables. Sur la période 1985-1999, la France apparaît au dernier rang du groupe des pays de l'Europe du Nord s'intéressant à ce type d'énergie. En 14 ans, l'Allemagne a alloué un montant de crédits publics à la recherche - développement dans le domaine des énergies renouvelables 9,5 fois supérieur à celui de la France.

Pour autant, la nécessité d'augmenter ce type d'investissements n'est pas pour l'heure à l'ordre du jour puisque l'ADEME a vu son budget significativement réduit en 2003 après, il est vrai, avoir particulièrement crû à la fin des années 1990.

Augmenter rapidement et de façon durable les crédits en faveur de la recherche dans le domaine des énergies n'a pas d'ailleurs comme seule utilité d'améliorer les connaissances et les techniques et, in fine, l'efficacité énergétique nationale. Cela peut permettre le développement de secteurs économiques dont la capacité à créer des emplois et des richesses est très probable. A cet égard, l'exemple passé de l'industrie nucléaire française est probant²⁷. Il peut être poursuivi et amplifié dans le domaine des énergies renouvelables et des technologies afférentes²⁸.

Au-delà de cet impératif incontournable et transversal qu'est le développement de la recherche dans le domaine de l'énergie et en intégrant le fait, qu'à moyen et long termes, le recours aux énergies fossiles se réduira nécessairement, trois perspectives complémentaires s'offrent à la France en termes d'avenir énergétique.

- Poursuivre et surtout diversifier tout ce qui a trait aux utilisations rationnelles de l'énergie. En ce sens, les économies d'énergies et l'amélioration de l'efficacité énergétique sont indispensables ;

- Développer les énergies renouvelables, d'une part pour respecter les obligations de la Directive Européenne CE 2001/77 (voir VI de la première partie), et d'autre part, pour tirer un parti optimal de l'éventail très étendu de ces ressources nouvelles (quoiqu'immémoriales), même si l'on ne peut raisonnablement affirmer sinon croire que ces formes d'énergies pourraient suffire à répondre à l'ensemble des besoins prochains et à plus long terme ;

- considérer de façon pragmatique l'orientation électronucléaire française. Assurant plus de 40 % de la production nationale d'énergie primaire, le nucléaire apporte à la société française un ensemble d'avantages qu'il serait regrettable de méconnaître :

- une indépendance énergétique croissante ;
- une contribution remarquable à la lutte contre un effet de serre dont les conséquences sont et seront très dommageables rapidement pour l'ensemble de la planète ;
- une maîtrise technologique et de recherche induisant des retombées économiques considérables et possédant d'importantes marges de développement ;
- une capacité à faire face à de nouveaux besoins énergétiques que les prévisionnistes considèrent comme très probables.

Globalement, en 2004, un projet de loi sur les énergies devrait être examiné par le Parlement. Il devrait donc déterminer les choix énergétiques de la France pour les cinquante ans à venir et aurait, outre les trois objectifs précédemment cités, pour but de favoriser une stabilisation de la consommation d'énergie en 2015.

²⁷ 100 000 emplois directs et 100 000 emplois indirects créés.

²⁸ On estime au plan européen le potentiel d'emplois dans ces secteurs à près de 500 000.

À ce propos, il apparaît indispensable d'évoquer ici et au préalable les perspectives d'évolution de la demande d'énergie à long terme au plan national. En l'occurrence, les scénarios proposés dans le rapport de MM. CHARPIN, DESSUS et PELLAT sur l'étude prospective de la filière électrique nucléaire (2000) peuvent être rappelés. Ils reposent sur des hypothèses de consommation à l'horizon 2050 très contrastées :

Ainsi, deux scénarios d'évolution de la demande d'énergie sont proposés :

- un scénario de forte consommation énergétique qui, sans accorder une priorité aux questions environnementales, intègre cependant ce type de préoccupations et les orientations techniques qui en découlent. Dans ce cadre, la demande pourrait atteindre 325 M tep (pour 210 en 1998) en terme d'énergie primaire soit l'équivalent de 5 tep par habitant et par an contre de l'ordre de 4 tep aujourd'hui ;
- un second scénario de faible consommation énergétique avec des contraintes environnementales déterminantes visant à stabiliser et même à faire décroître les émissions et la production de sous-produits indésirables. La demande serait alors de 225 M tep en 2050.

Ces perspectives d'évolution de la consommation d'énergie reposent sur une vision modérée de la croissance démographique passant de 58,5 millions d'habitants en 1999, à 63,5 en 2020 et à 65,1 en 2050 selon les prévisions réalisées par l'INSEE. Au plan économique, les scénarios retenus tablent sur une croissance supérieure à 2 % jusqu'en 2020 et ramenée à 1,6 % jusqu'à 2050 selon les pronostics établis par l'IIASA.

Le tableau suivant (n°14) détaille par types d'usage ces scénarios différenciés de consommation d'énergie. Entre ces deux extrêmes, un certain nombre d'incertitudes peuvent entrer en ligne de compte et faire varier ces hypothèses :

- la tendance plus ou moins forte à la dématérialisation de l'économie ;
- La prise en compte graduée des facteurs environnementaux et des économies d'énergie,
- l'importance des nécessités de transports sachant que les aspirations à la mobilité resteront fortes,
- la plus ou moins grande amélioration de l'efficacité énergétique ;
- la propension au développement de l'industrie et du commerce favorisant la création de nouveaux services et de nouveaux équipements consommateurs d'énergie.

	1998		2050 Haut		2050 Bas	
	M tep	%	M tep	%	M tep	%
Résidentiel dont chauffage	62	30	100	30	75	33
Secteur productif	96	46	140	43	90	39
Transports	52	24	90	27	65	28
TOTAL	210	100	325	100	225	100

Tableau n° 14 - Scénarios haut et bas de consommation d'énergie selon le type d'usage

Source : Rapport Charpin, Dessus et Pellat - Juillet 2000

Cette approche prospective met en évidence, quels que soient les scénarios retenus, une poursuite de l'augmentation de la consommation d'énergie des secteurs industriels et tertiaires et des transports

I- RELANCER LES POLITIQUES DE MAITRISE ET D'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE

Toutes les réflexions menées sur les problématiques liées à l'énergie le reconnaissent : la question de la maîtrise et de l'utilisation rationnelle de l'énergie constitue une priorité. Les économies d'énergie doivent être considérées comme une véritable source d'énergie nationale.

En ce sens, une politique énergétique équilibrée doit attacher autant d'importance à la maîtrise de la demande qu'au développement de l'offre. De surcroît, les études prospectives mettent toutes l'accent, quels que soient les scénarios développés, sur la très grande probabilité d'une croissance plus ou moins grande de la consommation d'énergie.

Historiquement, les politiques de maîtrise de l'énergie ont été surtout initiées dès le premier choc pétrolier. Comme cela a déjà été mentionné dans ce document, elles ont connu une importance et un essor certains entre 1973 et 1985, c'est-à-dire jusqu'au contre choc pétrolier. Toutefois, à l'analyse, il apparaît que ces politiques furent essentiellement conjoncturelles : l'ampleur des dépenses publiques de maîtrise de l'énergie a accompagné assez étroitement la variation des prix du pétrole. Les pouvoirs publics ont davantage réagi à court terme, pour accélérer le rétablissement de la balance des paiements affectés par la facture pétrolière, sans réellement chercher à instaurer un meilleur équilibre entre les investissements consentis pour développer l'offre d'énergie (le nucléaire en l'occurrence) et ceux consacrés à optimiser la demande. Il est cependant vraisemblable que l'efficacité de l'action publique aurait été supérieure si les aides avaient été plus constantes

Néanmoins, tout effort de maîtrise de l'énergie produit un impact positif même s'il demeure tributaire des variations du prix des énergies. Ainsi, les 200 millions d'euros consacrés en moyenne chaque année à la maîtrise de l'énergie entre 1973 et 1986 ont permis à la France de réaliser des économies d'énergie représentant 1,5 % par an de sa consommation.

Dans le contexte actuel de libéralisation du marché de l'énergie, il apparaît indispensable, aux plans national et international, de relancer les politiques et les actions en faveur de la maîtrise de l'énergie. En effet, la libéralisation des marchés de l'énergie, en suscitant une évolution globalement baissière des prix de l'énergie, a induit un certain nombre d'effets préjudiciables. On peut à ce propos citer une augmentation continue de la consommation d'énergie, corollairement une moindre sensibilité aux nécessités d'économiser l'énergie, ces deux conséquences se traduisant par des émissions de gaz à effets de serre maintenues voire accrues. Également, ce contexte peut conduire à une réduction progressive du recours au nucléaire, processus affectant également la lutte contre l'effet de serre. D'ailleurs, même dans l'hypothèse d'un maintien du parc nucléaire à son niveau actuel, seul un effort conséquent de maîtrise de l'énergie peut permettre de se rapprocher des engagements résultant du protocole de Kyoto.

En outre, seule une politique réaffirmée de maîtrise de l'énergie peut autoriser la modération d'une facture pétrolière actuellement orientée à la hausse en raison notamment du développement continu des transports, gros consommateurs de produits pétroliers.

Malgré ses imperfections et ses évolutions, la politique de maîtrise et d'utilisation rationnelle de l'énergie demeure toutefois une constante de l'action publique dans le domaine de l'énergie. Diverses mesures sont mises en œuvre dans cette perspective, de nature incitative ou contraignante. Elles relèvent d'un certain nombre d'actions réglementaires, d'incitation à la cogénération, de mesures en faveur de la maîtrise de la demande d'électricité, du Programme National d'Amélioration de l'Efficacité Énergétique (PNAEE), de mesures fiscales en direction des économies d'énergie et d'engagements volontaires des entreprises françaises.

A - UNE ACTION RÉGLEMENTAIRE TOUTS AZIMUTS

Les pouvoirs publics, via leur pouvoir réglementaire, de leur initiative ou en application de directives européennes, cherchent à développer la maîtrise de l'énergie. Il s'agit notamment d'édicter des seuils de consommation d'énergie ou de favoriser le développement de types d'énergies (GPL...). D'une certaine manière, il faut reconnaître à cette action un aspect à la fois contraignant et incitatif.

Ainsi, la plupart des domaines de consommation d'énergie ont fait l'objet d'une action réglementaire allant dans le sens de la maîtrise de l'énergie. C'est le cas du chauffage résidentiel et tertiaire via une réglementation sur les chaudières édictant des normes de rendement énergétique et des procédures de contrôle visant en particulier à réduire les pollutions.

Également, les véhicules ont fait l'objet d'une attention particulière ; par exemple, un décret de 1998 a pour but l'acquisition par l'État, les établissements publics et les entreprises nationales d'au moins 20 % de véhicules alternatifs électriques ou fonctionnant au GNV et GPL²⁹, lors du renouvellement de leur flotte.

Concernant les appareils ménagers, des performances énergétiques minimales sont imposées de même que l'affichage de celles-ci. On relève aussi dans ces réglementations des textes relatifs à l'aspect thermique des bâtiments et au financement des investissements d'économie d'énergie par crédit-bail (Sofergies).

La cogénération fait l'objet d'un traitement réglementaire et fiscal particulier. En effet, c'est une technique qui, au plan de la production et des économies d'énergie, est des plus intéressantes. Elle consiste à produire principalement de la chaleur et de façon secondaire de l'électricité qui sont, soit entièrement consommées par le propriétaire de l'installation, soit pour une part plus ou moins importante vendues à des tiers. Une cogénération efficace au plan énergétique doit induire des économies d'énergie primaire par rapport à la production séparée de chaleur et d'électricité.

Les installations de cogénération bénéficient de plusieurs mesures fiscales : amortissement exceptionnel sur 12 mois, réduction de l'assiette de la taxe professionnelle de 50 %, exonération de taxe intérieure sur la consommation de gaz naturel (TIGGN) et de la taxe intérieure sur les produits pétroliers (TIPP) sur le fioul lourd.

De surcroît, les conditions de rémunération de l'électricité produite par cogénération sont très incitatives (cf. loi du 10 février 2000).

B - L'ADEME

L'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) consacre à l'énergie un budget annuel de l'ordre de 120 Millions d'euros destiné à des actions dans les secteurs de l'industrie, du résidentiel-tertiaire et des transports.

Dans le domaine de l'industrie, l'ADEME offre des dispositifs d'aides à la décision aux investissements. Elle gère également le Fonds de Garantie des Investissements de Maîtrise de l'Énergie (FOGIME), octroyant aux entreprises investissant dans la maîtrise de l'énergie une garantie de 70 % des emprunts effectués.

En matière de résidentiel et de tertiaire, l'ADEME met en œuvre, de la même manière, des dispositifs d'aides à la décision et gère des procédures d'appels à projet dans la recherche et le développement et en particulier dans le cadre d'Opérations Programmées d'Amélioration Thermique et Énergétique des Bâtiments (OPATB).

Dans le secteur des transports, l'ADEME oriente ses aides vers le financement d'actions de recherche et de développement du transfert modal qui consistent à favoriser les modes de transport les plus économes en énergie. Ces actions

²⁹ Gaz naturel pour véhicules, gaz de pétrole liquéfié.

concernent le Programme National de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres (PREDET 3), le transport combiné rail-route et fluvial-route.

L'action de l'ADEME repose également sur des opérations d'information et de sensibilisation s'adressant à un large public et concernant l'ensemble des secteurs précédemment mentionnés.

C - LA MAÎTRISE DE LA DEMANDE D'ÉLECTRICITÉ

Un accord signé en 2000 entre l'ADEME et EDF reconduit pour 3 ans l'accord sectoriel sur la maîtrise de la demande d'électricité et les usages performants de l'électricité. Il s'agit dans ce cadre, entre autres, d'agir sur les comportements d'achat et d'usage pour promouvoir la diffusion des meilleures technologies électriques disponibles, et d'améliorer la qualité du service rendu aux utilisateurs d'électricité dans les zones rurales.

D - LE PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (PNAEE)

Adopté en décembre 2000, le Programme National d'Amélioration de l'Efficacité Énergétique (PNAEE) comprend des actions de sensibilisation à l'impératif de maîtrise de l'énergie (création de Points Info-Énergie à destination des particuliers, des petites entreprises et des collectivités locales), la réalisation dans les médias de campagnes d'information, des mesures techniques et en particulier la création d'un fonds d'intervention pour l'environnement et la maîtrise de l'énergie (IDEME) à destination des PME (détention de quasi-fonds propres) et enfin un programme de développement des énergies renouvelables.

E - DES MESURES EN FAVEUR DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Ces mesures sont nombreuses et variées. Elles concernent principalement :

- le logement (baisse du taux de TVA de 15 points dans le cadre de l'acquisition d'équipements de production d'énergie utilisant une énergie renouvelable, dépenses d'acquisition de matériaux d'isolation thermique et d'appareils de régulation de chauffage ouvrant droit à un crédit d'impôt de 15 %) ;
- les entreprises (amortissement exceptionnel en 12 mois des matériels déjà évoqués antérieurement) ;
- le développement de la cogénération (également évoqué antérieurement) ;
- la pénétration sur le marché de véhicules alternatifs (amortissement exceptionnel, baisse de la TIPP et de la TICGN, possibilités d'exonération de taxes pour les véhicules alternatifs, exonération de TVA sur les

carburants alternatifs, exonération de la taxe sur les véhicules de société dans la mesure où ils fonctionnent à l'électricité ou au gaz naturel, remboursement de la taxe intérieure de consommation du GPL et du GNV, crédit d'impôt pour les véhicules au GPL, GNV ou hybrides d'un montant de 1 525 € et de 2 300 € suivant les cas).

Il faut également citer dans ce cadre les politiques instaurées en faveur du développement de moyens de transports moins "énergivores" et plus respectueux de l'environnement. En ce sens, des politiques favorables au développement des transports en commun, notamment en milieu urbain, du transport ferroviaire (en particulier le ferroutage), du transport fluvial sont menées par les pouvoirs publics et constituent une réponse adaptée aux problèmes de consommation accrue de carburant, d'émissions de gaz à effet de serre et de pollutions. Cependant, ces modes de transports ne connaissent qu'un essor relatif et à tout le moins insuffisant pour produire un effet significatif et durable et donc participer activement au respect des objectifs fixés par le Protocole de Kyoto.

F - LES ENGAGEMENTS VOLONTAIRES DE CERTAINES ENTREPRISES FRANÇAISES

Parallèlement aux mesures prévues dans le Plan National de Lutte contre les Changements Climatiques (PNLCC), les pouvoirs publics ont décidé de promouvoir la signature, par des entreprises volontaires, d'engagement de réduction d'émission de gaz à effet de serre (2002).

Ces engagements volontaires des entreprises les plus grosses consommatrices d'énergie, permettront de préparer progressivement l'économie nationale aux échéances de la future directive relative aux marchés de permis et constitueront une contribution importante du secteur de l'industrie pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

La maîtrise et l'utilisation rationnelle de l'énergie sont également des politiques qui, au-delà des dispositifs techniques et fiscaux mis en œuvre, nécessitent une véritable prise de conscience à la fois collective et individuelle. Ainsi, le caractère temporaire de la disponibilité actuelle en énergies fossiles et les méfaits environnementaux de leur utilisation toujours croissante doivent être bien compris de chacun. En ce sens, l'appropriation par chaque individu de ces paramètres relève donc d'actions de sensibilisation permanentes dont les effets ne pourront se mesurer que sur le long terme.

II - LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN COMPLÉMENT ET UN ÉLÉMENT DE RÉPONSE AUX PROBLÈMES ÉNERGÉTIQUES ACTUELS ET FUTURS

Parmi la vaste panoplie d'énergies aujourd'hui utilisées, les énergies renouvelables sont probablement parmi celles qui offrent a priori les réponses les mieux adaptées à la plupart des problématiques énergétiques actuelles, qu'elles

soient de lutte contre l'effet de serre, d'épuisement des ressources fossiles et de croissance des pays en voie de développement.

En effet, elles présentent une grande variété de genres et d'origines, des capacités de production inépuisables et un potentiel de croissance quantitatif et technologique considérable. Pour autant, leur production est pour l'instant modeste au regard de la consommation et leur développement est affecté par des facteurs limitants incontestables : intermittence de certaines d'entre elles, stade expérimental non encore dépassé, coûts de mise en œuvre particulièrement élevés voire dissuasifs...

En cela, il s'agit de modes de production d'énergie prometteurs mais face à l'ampleur plausible des besoins qu'aucune évolution actuelle ne dément, les énergies renouvelables ne peuvent à une échelle temporelle raisonnable ne jouer qu'un rôle de complément.

En ce sens, il semble peu probable que d'ici 20 ou 40 ans, elles puissent se substituer aux énergies traditionnelles fossiles et fissiles et ce même dans l'hypothèse où des économies d'énergie substantielles seraient accomplies.

A - UN VASTE ÉVENTAIL D'ÉNERGIES RENOUVELABLES...

Les énergies renouvelables correspondent à un ensemble de filières diversifiées dont la mise en œuvre n'entraîne en aucune façon l'extinction de la ressource initiale. Ce sont d'ailleurs les énergies les plus anciennement utilisées car tirées très directement des éléments originels que sont la terre, l'eau, l'air et le soleil.

Pour l'essentiel, elles sont de cinq types :

- l'énergie éolienne tirée du vent à partir d'aérogénérateurs (éoliennes mais aussi tous types de voilure) ;
- l'énergie tirée de l'eau, hydroélectrique, houlo-et marémotrice ;
- l'énergie issue du soleil avec le solaire photovoltaïque et thermodynamique pour la production d'électricité et le solaire thermique pour la production de chaleur ou de froid ;
- l'énergie tirée de la terre, la géothermie permettant l'obtention de chaleur, de froid ou d'électricité ;
- enfin, grâce aux mécanismes complexes du vivant par la photo-synthèse les apports du soleil, de la terre et du gaz carbonique de l'air, la biomasse offre également une variété considérable de possibilités en termes de combustion, de fermentation et de synthèse chimique ou enzymatique.

À des degrés divers, ces gisements énergétiques renouvelables sont tous disponibles sur le territoire français et ailleurs sur la planète.

D'une manière générale, les filières d'énergies renouvelables peuvent être regroupées en trois catégories selon leur degré de maturité.

- Les filières abouties qui présentent des technologies maîtrisées et une expérience industrielle sont au nombre de deux. Elles intègrent la micro et la mini hydroélectricité (les sites disponibles pour l'hydroélectricité de grande taille étant par ailleurs pratiquement tous utilisés en France) et l'incinération des ordures ménagères. Ces filières ne rencontrent pas de problèmes majeurs en matière de développement sauf peut être pour la seconde en concurrence avec le tri sélectif. Leurs coûts de production sont proches des filières classiques (nucléaire et cycle combiné au gaz).

- Les filières en développement correspondent à cinq technologies : l'éolien, le biogaz, le solaire thermique, le bois combustible, la géothermie basse température. Il s'agit de technologies dont le développement a commencé mais dont des améliorations techniques sont attendues. Elles présentent entre autres une rentabilité économique insuffisante et nécessitent des soutiens financiers (en direction de l'investissement initial ou des charges d'exploitation). Elles font donc l'objet actuellement d'aides à la recherche. De ce fait, l'investissement initial est élevé d'autant plus que l'investisseur peut être un particulier ou une petite collectivité d'individus. De même, les coûts de maintenance, tout en diminuant de façon continue, demeurent eux aussi encore élevés. Dès lors que le coût du KWh produit aura baissé, la compétitivité de ces filières sera intéressante.

- Les filières en devenir relèvent de technologies non encore entièrement maîtrisées ou de technologies très onéreuses. Il en va ainsi de l'éolien offshore (en mer), du solaire photovoltaïque (quoique compétitif sur certaines niches), de l'énergie houlomotrice, de la géothermie à haute température et de la filière hydrogène. Ces filières nécessitent donc d'importantes et durables aides à la recherche ainsi que des incitations indispensables pour faire émerger un marché. Il s'agit d'énergies renouvelables de seconde voire de troisième génération.

B - ... MAIS UNE CONTRIBUTION À LA PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE NATIONALE LIMITÉE

Naguère supplantées par les énergies fossiles, les énergies renouvelables n'ont dû qu'au premier choc pétrolier d'être redécouvertes et réactivées. Il s'agissait alors, dans l'urgence, de diversifier l'offre énergétique, d'assurer l'indépendance énergétique nationale de même que d'alléger la facture énergétique. Les nécessités plus récentes de lutte contre l'effet de serre et accessoirement d'apporter aux pays pauvres un outil de développement ont constitué une seconde étape de ce processus de relance.

En la matière, la France dispose d'un potentiel considérable : ressources hydroélectriques importantes, une des premières forêts d'Europe, un excellent gisement éolien et une technique reconnue dans le domaine de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.

Pourtant dans le monde, les énergies renouvelables, à l'exception notable de l'hydroélectricité, ne contribuent encore que faiblement à la production d'énergie, surtout si l'on se réfère aux énergies renouvelables dites "nouvelles", c'est-à-dire l'éolien et le solaire en particulier.

Ainsi, les énergies renouvelables n'apparaissent que peu ou pratiquement pas dans les principales sources d'énergie primaire électrique en Europe. Seul l'hydraulique occupe le 4^{ème} rang avec 12 % de la production totale d'électricité derrière le nucléaire 34 %, le charbon 27 % et le gaz 17 %. Le tableau n° 15 met en évidence la part respective des énergies renouvelables dans la production et la consommation d'énergie en France et ce, entre 1973 et 2001.

en M tep	1973	1980	1990	1998	2001
Hydraulique, éolien photovoltaïque	4,1	6,1	5,0	5,7	6,8
Énergies renouvelables thermiques	9,8	8,7	11,4	11,8	11,9
Total énergies renouvelables	13,9	14,8	16,4	17,5	18,7
Total énergies primaires	43,5	52,5	111,8	126,1	133,6
Part en % des énergies renouvelables	32 %	28,5 %	14,7 %	13,9 %	14,0 %
Part en % des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie primaire	7,9 %	7,9 %	7,3 %	6,9 %	7,0 %

Tableau n° 15 - Part des énergies renouvelables de 1973 à 2001 dans la production et la consommation d'énergie primaire en France

Source - SESSI

Au plan national, la croissance des énergies renouvelables dans la production d'énergie a été sur la période 1983-2001 limitée en volume et a même régressé en valeur relative du fait du fort développement du parc électronucléaire.

Le tableau n° 16, de son côté, opère un bilan de la production d'énergie (en électricité et en chaleur) par source d'énergie renouvelable en France. Plusieurs constats apparaissent dès lors. D'une part, au plan de la production d'électricité, l'hydraulique en 2000 représente 95,1 % de la totalité (source DGEMP), l'éolien ne produisant que 94 GWh et le solaire 10 GWh. Il convient de souligner que le potentiel hydraulique français stagne voire décroît du fait de mesures législatives et réglementaires restrictives engendrant une diminution actuelle et à venir de la production des installations existantes d'environ 5000 GWh.

Métropole + DOM - 2000 estimation	Électricité produite (GWh)	Chaleur produite (ktep)
Hydraulique	73 587	-
Éolien	94	-
Solaire	10	20
Géothermie	21	117
Déchets urbains solides	1 522	661
Bois et déchets bois	1 437	8 948
Résidus de récoltes (y compris bagasse)	378	201
Biogaz	346	58
Biocarburants	0	335
Total	77 394	10 340

Tableau n° 16 - Bilan des énergies renouvelables en 2000 : production par source

Source - DGEMP

L'utilisation thermique directe qui atteint environ 4 % de la consommation d'énergie primaire (proche de 260 Millions de tep) en 2000 est donc loin d'être négligeable. On y notera que l'importance de la chaleur produite par la combustion de bois et de déchets de bois est très probablement minorée du fait de l'absence de commercialisation organisée de cette forme d'énergie.

Toutes ces données sont issues du rapport réalisé par MM. Birraux et Le Déant en novembre 2001 dans le cadre de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques intitulé "L'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables". Ces données datent bien sûr de l'année 2000. Nul doute qu'elles ont évolué depuis dans le sens d'une amélioration des quantités d'énergie produites par les énergies renouvelables mais certainement pas suffisamment pour figurer autrement que de façon accessoire dans le bilan énergétique national sauf en ce qui concerne l'hydroélectricité et le bois.

La consommation d'énergies renouvelables, telle qu'elle est comptabilisée au niveau communautaire, reflète le constat réalisé au plan français. Sur une production d'énergies renouvelables évaluée en 1999 à 84,6 Millions de tep, 53,8 provenaient de la biomasse (bois et déchets), 26,2 de l'hydraulique, 3,0 du géothermique, 1,2 de l'éolien et 0,1 du solaire.

Néanmoins, même si les résultats affichés par les énergies renouvelables nouvelles (géothermie, solaire, éolien) sont plus que modestes, il faut insister sur le fait que, d'une part, leur relance est très récente et que, d'autre part, leur taux de croissance est considérable : de l'ordre 50 % par an pour l'éolien et de 30 % pour le solaire. Ces sources d'énergie disposent donc de marges de progression évidentes.

Au plan détaillé, quelques informations quantitatives sur les différentes formes d'énergies renouvelables peuvent être citées :

- dans le domaine de l'éolien, en 2002, la France disposait d'une puissance installée de 143 MW³⁰ à raison notamment de 8 MW en Nord-Pas-de-Calais, de 9,3 MW en Bretagne, de 48,7 MW en Midi-Pyrénées, de 3 MW en Rhône Alpes, de 12,7 MW en Corse et 19,5 MW Outre Mer ; en 2003, la puissance installée serait de l'ordre de 200 MW et entrerait dans une phase d'augmentation considérable³¹ ;
- dans le solaire thermique, la surface installée était de 556 000 m² en 2001, et en matière de solaire photovoltaïque (relié et non relié au réseau), la puissance installée était de 11 331 Kmc³² (kilowatt-crête soit l'ensoleillement de 1 KW par m² dans des conditions de référence) ;
- en ce qui concerne les réseaux de chaleur, on comptait 39 installations dans le domaine de la géothermie en 1997 (pour une quantité de chaleur produite

³⁰ Mégawatt.

³¹ La puissance installée ne correspond nullement au volume d'énergie produit d'autant qu'en matière de production d'énergie à partir de l'éolien l'intermittence limite considérablement la production. A ce propos la durée annuelle moyenne de fonctionnement d'un aérogénérateur est d'environ 2500 heures soit 28 % du nombre d'heures annuel total.

³² Dont 10 723 non relié au réseau.

évaluée à 1 242 GWh), 68 autres installations utilisant les résidus urbains pour 6 255 GWh produits ;

- la consommation annuelle de biocarburants était en 2001 de 256 000 m³ d'éthanol et de 351 000 m³ de diester ;
- la production de biogaz représentait en 2000 l'équivalent de 2 000 GWh ;
- l'utilisation de bois de chauffage dans le secteur résidentiel-tertiaire concernait en 1996 de l'ordre de 6,8 Millions de tep pour les résidences principales dont 3,2 en base de chauffage et 2,3 en appoint régulier. La consommation était estimée en 2000 à 8,6 Millions de tep.

C - DES ÉNERGIES DOTÉES D'UNE GRANDE MARGE DE PROGRESSION

Longtemps négligées, les énergies renouvelables sont désormais considérées comme une source non plus accessoire mais bien complémentaire des autres énergies qu'elles soient fossiles ou fissiles. Cet intérêt croissant et légitime pour ces formes d'énergie est essentiellement dû à leurs émissions faibles ou nulles de gaz à effet de serre et à l'existence de gisements pour la plupart inépuisables.

Elles présentent également d'autres avantages : elles peuvent assurer une production décentralisée ; leurs coûts sont orientés à la baisse et peuvent à long terme rejoindre ceux des énergies classiques ; elles suscitent au plan local la création d'un certain nombre d'emplois ; elles peuvent enfin répondre en partie aux besoins croissants en énergie des secteurs du tertiaire-résidentiel et des transports.

Tous ces motifs expliquent pourquoi les pouvoirs publics encouragent de plus en plus les énergies renouvelables en mettant en place des politiques incitatives et en fixant des objectifs ambitieux à la participation de ces énergies aux bilans énergétiques européen et français.

1°/ DES PERSPECTIVES QUANTITATIVES PRATIQUEMENT INÉPUIISABLES

Par comparaison aux énergies fossiles et à un moindre degré fissiles, les énergies renouvelables présentent l'immense avantage de disposer de réserves quasiment inépuisables. En effet, reposant sur les éléments constitutifs de notre univers (soleil, eau, air...), elles offrent cet incomparable atout de pouvoir être utilisées sans crainte d'épuisement.

À cet égard, le tableau n° 17 offre une vision globale des énergies renouvelables à la fois en termes de parts dans la production mondiale et européenne d'énergie ainsi qu'en termes de perspectives. De même, ce tableau décrit succinctement les avantages connus des différences énergies renouvelables citées.

	Hydraulique	Biomasse	Éolien	Solaire	Géoth.	Marées
Part dans la production actuelle d'énergie						
Monde	4 %	6 %	ns	< 1 %	?	ns
Union Européenne	1,8 %	3,4 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	ns
Avantages	Renouvelable	- id -	- id -	- id -	- id -	- id -
	Stockable	Stockable	Rendement	Abondance répartition	stockable	Rendement
Perspectives						
Monde	0,9 G tep/an	2 G tep/an	8 G tep/an	100 000 G tep/an	15 G tep/an	2 G tep/an
Union Européenne	10 %	13 %	5 %	nd	-	-
France *	5 %	12 %	5 %	4 %	2,3 %	Inférieur à 3%

Tableau n° 17 - Les énergies renouvelables, leur production, leurs avantages et leur perspectives quantitatives

* Selon les conditions suivantes : pour la biomasse, 12 % des besoins nationaux avec une mise en culture dédiée d'1/4 de la surface du territoire français ; pour l'éolien avec 25 000 éoliennes installées (d'une puissance unitaire de 1 à 2 MW ; pour le solaire avec 20 000 km² de surfaces dédiées soit une superficie supérieure à celle de la Basse-Normandie ; et pour le géothermique, avec l'utilisation de toutes les potentialités du territoire français.

Cette présentation quantitative et qualitative des énergies renouvelables appelle plusieurs commentaires :

- dans l'absolu, leur usage ne représente qu'à peine plus de 10 % de la production mondiale d'énergie ;
- elles sont inégalement utilisées ;
- technologiquement, certaines ne connaissent encore qu'un développement embryonnaire ;
- si leurs marges de progression sont assurément considérables, la généralisation de leur usage demeure tributaire de la recherche.

À ce propos, il est intéressant de les comparer aux consommations énergétiques mondiales actuelles et probables à l'avenir. En 2000, la consommation mondiale d'énergie était évaluée à 10 G tep, à comparer au potentiel annuel hors solaire des énergies renouvelables qui est de l'ordre de 28 G tep, la disponibilité annuelle en énergie solaire étant quantitativement et théoriquement quasi illimitée. On l'évalue comme étant de l'ordre de 100 000 G tep soit 10 000 fois plus que la consommation annuelle d'énergie sur notre planète !

À l'horizon 2010, les différents scénarios proposés par l'Agence Internationale de l'Énergie prévoient une demande mondiale se situant entre 11 et 13 G tep. En 2050, selon l'IIASA³³, ces perspectives de consommation (incluant une plus ou moindre grande demande, des économies d'énergies et des progrès technologiques) seraient situés entre 14 et 25 G tep, donc bien en deçà de la production théorique disponible à l'heure actuelle proposée par les énergies renouvelables.

³³ International Institute for Applied System Analysis

Ainsi, les énergies renouvelables, que ce soit au niveau international ou national, sont théoriquement en quantité suffisamment disponible pour répondre à la totalité de nos besoins, nonobstant bien sûr certaines difficultés inhérentes à ces formes d'énergie qui seront par ailleurs évoquées à la fin de cette sous-partie.

2°/ DES ÉNERGIES RÉDUISANT FORTEMENT LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les énergies renouvelables présentent également l'avantage d'être directement fort peu émettrices de gaz à effet de serre (GES). Ce qui apparaît évident pour l'hydraulique, le solaire et l'éolien l'est moins pour l'énergie obtenue à partir de la biomasse (par combustion du bois ou production de biocarburants par exemple).

S'agissant de l'impact de la combustion de la biomasse, le bilan n'est théoriquement positif vis-à-vis de l'émission de GES que si un renouvellement de la végétation est opéré à raison de la vitesse de destruction de la ressource³⁴. Pour les biocarburants, le raisonnement est semblable. Il faut que l'énergie dépensée pour la culture et la récolte soit inférieure à l'énergie récupérée et que le bilan environnemental soit meilleur que pour les combustibles fossiles actuels. Les bilans effectués notamment pour l'éthanol et le diester le sont. Pour ce dernier carburant, une tonne de combustible fossile consommée permet l'extraction de 2,3 tonnes d'équivalent pétrole.

3°/ DES ÉNERGIES AUX COÛTS DE PRODUCTION PROGRESSIVEMENT COMPÉTITIFS

S'il est vrai qu'actuellement la compétitivité des énergies renouvelables n'est assurée qu'au prix d'aides publiques et d'obligations d'achat faites aux grands opérateurs (notamment EDF³⁵), il est possible qu'à long terme ces énergies présentent des coûts de revient de plus en plus comparables aux énergies traditionnelles.

Aujourd'hui, les différences de prix de revient entre énergies fossiles-fissiles et énergies renouvelables sont marquées et ce au détriment des secondes. À cet

³⁴ Cette question simple traduite sous la dénomination de puits de carbone a été une pierre d'achoppement des négociations sur le climat et sur la mise en œuvre du Protocole de Kyoto. Lors de la conférence de La Haye en novembre 2000, qui s'est soldée par un échec, les États-Unis ont estimé qu'aucun programme de lutte contre le réchauffement climatique ne pouvait être complet si l'on ne reconnaissait pas le rôle des forêts et des terres agricoles qui stockent dans certaines conditions du carbone qu'elles prélèvent dans l'atmosphère et permettent ainsi de diminuer les rejets de gaz carbonique. En réalité, le phénomène est mal connu sur un plan scientifique global.

³⁵ A ce propos, la Commission de régulation de l'électricité (CRE) a calculé en 2001 que le coût du rachat de l'électricité éolienne (supérieur au prix de revient du KWh produit par EDF par des moyens conventionnels) fait peser sur la collectivité des dépenses supplémentaires exagérément élevées. Pour une capacité éolienne installée de 5 000 MW, en 2010, le coût total cumulé à la charge des consommateurs serait dans le meilleur des cas de 7 milliards d'€. Si la capacité installée atteint 12 000 MW à cette même date, le surcoût sera de 17 milliards d'€.

Il peut dès lors s'en suivre une augmentation du KWh vendu aux particuliers de 3 % et de 15 % pour les industriels.

égard, l'électricité produite à partir du cycle combiné au gaz apparaît la moins coûteuse de même que celle issue du nucléaire tandis que les énergies renouvelables sont grevées de prix très élevés. Néanmoins, on peut escompter à l'avenir un resserrement progressif de l'écart existant avec les énergies classiques (fossiles-fissiles).

Filières de production d'électricité	Coût de production	Durée annuelle de fonctionnement
Turbine à gaz	3 - 4,3 C_/Kwh	1 000 - 8 000
Nucléaire	3,2 C_/Kwh	4 000 - 8 000
Éolien	4,7 - 7,6 C_/Kwh	2 000 - 2 500
Solaire thermique	9 - 16 C_/Kwh	1 500 - 2 000
Solaire photovoltaïque	0,30 - 1,50 _/Kwh	1 000

Tableau n° 18 : Les coûts de production comparés des différentes filières de production d'électricité

Source : rapport de MM. BIRREAUX et LE DEANT sur l'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables - 2001 -

Le cycle combiné au gaz gagnera en compétitivité (nonobstant les questions d'émissions de GES, de disponibilité en gaz, d'amortissement des constructions de gazoduc et de prise en compte des fuites) ; la production électronucléaire restera quasi-stable (+3 %) et l'hydroélectricité sera plus onéreuse (en raison de la saturation des sites les plus productifs et des performances inférieures de la mini et de la microhydroélectricité).

Les coûts de revient de l'éolien, du solaire photovoltaïque et des biocarburants sont susceptibles de baisser dans des proportions importantes, de l'ordre de 2 à 3 fois moins que leurs niveaux actuels d'ici 2050. Toutefois, il apparaît, selon les projections opérées par le groupe d'experts inter-gouvernementaux sur l'évolution du climat que le KWh produit à partir de l'hydroélectrique et du photovoltaïque restera bien supérieur au prix de revient du KWh issu du cycle combiné au gaz ou du nucléaire. Seul l'éolien s'en approcherait sensiblement.

4°/ DES ÉNERGIES PRÉSENTANT D'AUTRES AVANTAGES

Outre les avantages essentiels que sont la disponibilité illimitée, la neutralité vis-à-vis de l'effet de serre et les perspectives de compétitivité, les énergies renouvelables offrent d'autres atouts.

Elles présentent notamment la caractéristique d'autoriser une production décentralisée, c'est-à-dire évitent un raccordement onéreux au réseau. C'est en particulier le cas de l'éolien dont les puissances disponibles sont très modulables allant de quelques dizaines de W (pour alimenter une pompe à eau) à 2 voire 3 MW. Cependant, pour de telles puissances, le couplage au réseau s'avère la plupart du temps indispensable.

Le solaire photovoltaïque est lui aussi très adapté à une production décentralisée.

Cette spécificité répond tout à fait aux besoins de certaines zones des pays développés (zones de montagne ou à l'écart des réseaux) mais aussi et peut-être surtout des pays émergents.

Les énergies renouvelables de ce fait contribuent à alléger la facture énergétique et participent à l'indépendance énergétique des pays.

5°/ DES ÉNERGIES RÉPONDANT À LA PLUPART DES USAGES

Du fait de leur grande diversité, les énergies renouvelables répondent à la plupart des besoins. Elles autorisent la production d'électricité, en masse ou pour un foyer, de chaleur pour un usage collectif ou domestique et de carburants pour les transports.

Particulièrement, les énergies renouvelables semblent précisément adaptées pour répondre aux usages sans cesse croissants du résidentiel-tertiaire et dans une moindre mesure des transports dont il faut rappeler qu'ils représentent 71 % de la consommation actuelle d'énergie finale (environ 17 M tep pour le résidentiel - tertiaire en France et 50 M tep pour les transports routiers). Sachant que le taux d'augmentation de ces deux secteurs est le plus élevé de tous, les solutions offertes par les énergies renouvelables sont d'un grand intérêt.

Concernant l'habitat et le tertiaire, des solutions qui ont déjà fait leurs preuves peuvent voir leur usage se développer. Il en va ainsi de la géothermie basse-température, des réseaux et des pompes à chaleur.

Le solaire thermique et photovoltaïque est également une voie intéressante en termes d'économie d'énergie et pourrait répondre aux besoins croissants en énergie exigés par l'adoption de plus en plus fréquente de la climatisation.

De même, le recours au bois-énergie, de l'ordre de 10 M tep/an aujourd'hui, peut aussi être augmenté au travers notamment d'une meilleure organisation du marché.

Pour le secteur des transports, les prévisions de consommation sont toutes marquées par de fortes hausses et ce secteur s'approvisionne quasi exclusivement en énergies fossiles. À l'heure actuelle, la France ne produit que 0,75 M tep par an de carburants obtenu à partir du colza, de la betterave... Le potentiel en bio-carburants est pourtant considérable et pourrait permettre, à la condition d'y consacrer 6 millions d'ha (soit 60 000 km², soit encore 11 % de la superficie nationale), d'obtenir 10 M tep de carburant contribuant ainsi de façon non négligeable à la consommation des transports routiers.

L'expansion de cette dernière énergie renouvelable suppose cependant une meilleure coordination entre la politique énergétique européenne et la Politique Agricole Commune.

On peut à cet égard s'interroger sur les conséquences de la réduction des surfaces en jachère³⁶ sur les potentialités de productions de carburants renouvelables. Le développement de cette production exige aussi une valorisation des sous-produits. Enfin, la possibilité de substituer les carburants issus d'énergies renouvelables aux carburants fossiles dépend du niveau de prix des seconds, niveau généralement soumis à des variations importantes.

Toujours dans le domaine des transports, même si cette technologie peut être appliquée à beaucoup d'autres secteurs, la pile à combustible constitue une voie de production d'énergie des plus intéressantes mais dont la généralisation reste soumise à des progrès technologiques dont l'échéance apparaît lointaine... bien que la découverte de ce principe par l'anglais William Grove date de 1839 !

La pile à combustible, il faut le rappeler, est l'appareil qui permet de produire de l'électricité à partir de la condensation de l'hydrogène et de l'oxygène. Toutefois, il importe de préciser que l'hydrogène n'est, en la matière, qu'un vecteur d'énergie qui transforme une énergie primaire (éolien, combustion d'énergie fossile...) en énergie utilisable. Les avantages de la pile à combustible sont doubles. D'une part, elle présente un excellent rendement énergétique, de l'ordre de 40 % (à comparer aux 20 % des moteurs thermiques). D'autre part, son fonctionnement est indemne de dégagements polluants, notamment en termes d'effets de serre.

Cependant, la pile à combustible n'est pas sans présenter quelques inconvénients. Tout d'abord, si l'hydrogène est très abondant dans notre univers, il n'existe pas en tant que tel sur notre planète. Il faut donc le reconstituer soit à partir de combustibles primaires, soit par électrolyse de l'eau. Dans tous les cas, ces procédés sont gourmands en énergies. En outre, l'hydrogène pose de redoutables problèmes de stockage et de dangerosité en termes de fuite. Deux voies de recherche sont à l'étude pour résoudre cette difficulté : les hydrures (alliages métalliques) et les nanofibres de carbone qui se comportent tous deux comme des éponges à hydrogène.

Si la technologie de la pile à combustible est maintenant à peu près maîtrisée dans les laboratoires, sa diffusion commerciale n'est pas non plus sans poser de gros problèmes de coûts de production. Par exemple, les électrodes des piles à combustible sont recouvertes de platine ; or, ce métal, qui provient à 70 % d'Afrique du Sud, est rare et donc extrêmement coûteux. De même, le prix des membranes nécessaires à cette technologie est également très élevé et serait actuellement de l'ordre de 700 € le m²... Et il en faut plusieurs dizaines de m² pour faire fonctionner un véhicule.

6°/ DES ÉNERGIES OBJETS DE POLITIQUES INCITATIVES

En 1997, la Commission Européenne a publié l'acte fondateur de la politique sur les énergies renouvelables sous la forme d'un livre blanc intitulé "Énergies pour l'avenir ; les services d'énergies renouvelables". Dès cette date, l'objectif retenu a été de doubler la part des énergies renouvelables dans la consommation intérieure brute

³⁶ Ces dernières sont pour partie valorisées sur la base de végétaux (colza notamment) destinés à la production de carburants ou de combustibles.

d'énergie de l'Union Européenne, c'est-à-dire de la faire passer de 6 % en 1999 à 12 % en 2010.

Concernant la part de l'électricité "renouvelable" consommée dans la consommation totale d'électricité, l'objectif fixé par la directive n° 2001 /77/ CE du 27 septembre 2001 déjà évoquée a été de produire 22 % d'électricité à partir d'énergies renouvelable. Transférée dans le droit français, cette directive arrête un pourcentage de 21 %.

En outre, la France s'assigne un autre objectif, en l'occurrence que les énergies renouvelables représentent 15 % de sa consommation finale d'énergie.

À l'heure actuelle, la production d'électricité "renouvelable" est quasi totalement assurée par l'hydroélectricité (en moyenne 14 à 15 % de la production électrique totale). Il est donc nécessaire pour produire les 6 % en cause de développer les énergies renouvelables. A titre d'exemple, les 6 % représentent l'équivalent de la production de 35 TWh nécessitant l'installation de 7 000 éoliennes de grande puissance³⁷ ! De tels objectifs imposent la mise en œuvre de dispositifs et de mesures particulièrement ambitieux.

À ce propos et pour illustrer le chemin restant à accomplir en France dans le domaine de l'éolien, il est intéressant de comparer ici l'importance respective des puissances installées dans certains pays européens. Alors que la France en 2003 ne disposait encore que de 239 MW installés, l'Allemagne possédait 14 609 MW, l'Espagne 6 202 MW et le Danemark 3 110 MW.

Conscients de ces enjeux, les pouvoirs publics ont infléchi leurs politiques énergétiques en direction des énergies renouvelables.

Pour contribuer à la réalisation de ces objectifs, l'Union Européenne dispose de deux mécanismes financiers principaux : les aides du FEDER (Fonds Européen de Développement Régional) d'un montant de 500 M€ sur la période 2000-2003 et le 6^{ème} Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD).

De son côté, l'État français avait dès 1990 créé l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie). Le budget de cet établissement a tout d'abord connu entre 1999 et 2000 une très forte augmentation à laquelle a succédé une non moins forte baisse ; en 2001, cette agence consacrait 15 % de ses crédits aux énergies renouvelables soit 58 millions d'€. L'ADEME dans le cadre des Contrats de Plan État-Région dépensera avec les Régions associées environ 100 Millions d'€ aux actions de soutien direct en direction notamment du thermique, du solaire photovoltaïque et du bois-énergie.

L'ADEME a, par ailleurs, lancé un certain nombre de programmes spécifiques (qui peuvent être pris en compte dans les divers Contrats de Plan État-Région). C'est le cas en 2000 du programme Hélios 2006 pour la promotion de la production de chaleur et d'eau chaude solaire pour les usages individuels et collectifs avec comme objectif d'ici 2006 d'installer 550 000 m² supplémentaires de capteurs (soit un doublement des surfaces en la matière) et de parvenir à une économie de 1 M tep.

³⁷ Et sur la base d'une durée de production annuelle évaluée à 2 500 heures (soit 2 200 heures pour les éoliennes terrestres et 2 800 heures pour les éoliennes off shore).

De même, le programme Bois-Énergie 2000-2006 devrait, entre autres, favoriser l'installation de 10 000 chaufferies nouvelles représentant une économie annuelle de 0,3 M de Tep.

Des mesures fiscales ont également été instaurées. En cumulant les crédits d'impôts et les taux réduits de TVA, les coûts d'acquisition de certains équipements mettant en œuvre les énergies renouvelables peuvent être réduits de 15 à 30 %. De surcroît, des mesures en faveur de l'amortissement des matériels concernés ont été prévues. Mais le dispositif le plus important est sans nul doute l'obligation d'achat d'électricité, avec des tarifs adaptés à chaque filière et à ses objectifs, comme le prévoit la loi du 10 février 2000 sur la modernisation et le développement des services publics de l'électricité.

Des arrêtés instituant des tarifs d'achat préférentiels ont été établis dès 2001 ou vont l'être pour l'éolien, la cogénération, l'hydraulique, la biomasse, les déchets ménagers, le biogaz de décharge, la géothermie, le bois, le photovoltaïque.

Enfin, les grands organismes de recherche entreprennent des actions de recherche dans le domaine des énergies renouvelables. C'est le cas du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) dont les programmes couvrent pratiquement l'ensemble des énergies renouvelables depuis la production en passant par la gestion jusqu'à l'impact environnemental et sociologique.

Le CEA (Centre d'Études Atomiques) également, bien que très engagé dans le nucléaire, mène des recherches dans le domaine très prometteur de la pile à combustible. Dans ce secteur, le CEA privilégie l'électrolyse de l'eau ou sa décomposition par utilisation de la chaleur produite par les réacteurs nucléaires à haute température pour induire des actions thermo-chimiques.

D - ...MAIS ASSORTIES CEPENDANT DE FACTEURS LIMITANTS

Les énergies renouvelables offrent des perspectives à terme prometteuses ; les calculs opérés par les experts du GIEC (déjà cités) permettent de tabler à l'horizon 2050 sur une part de celles-ci proche de 30 % de la consommation mondiale d'énergie, ce qui constitue dans l'absolu une augmentation considérable sachant qu'elles représentaient 14 % de l'énergie consommée en 2000. Cette hypothèse de croissance repose évidemment sur le développement des énergies renouvelables, mais également sur la lutte accrue contre l'effet de serre, la diffusion rapide des technologies, la sensibilisation aux économies d'énergie, et des perspectives de croissance de la demande en énergie.

Cependant le développement des énergies renouvelables reste contrarié par des facteurs limitants.

1°/ UNE RÉPONSE PARTIELLE À LA CROISSANCE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Sur ce dernier point et au plan national, on estime qu'en 2010 la consommation française totale d'électricité devrait croître de 1 à 2 % par an pour atteindre environ

510 TW³⁸. Pour mémoire, elle a augmenté en 2003 de 3,9 % mais il s'agit du plus fort taux d'augmentation enregistré depuis 1996. Compte tenu des prévisions précédemment mentionnées, la production d'énergie électrique d'origine renouvelable devra atteindre 110 TW (contre 77 aujourd'hui dont 73 d'origine hydroélectrique) pour parvenir en 2010 à l'objectif de 21 % d'électricité renouvelable. Ainsi, la production hydroélectrique restant pratiquement stable (faute de sites majeurs disponibles)³⁹, l'objectif pour les énergies renouvelables devrait se situer aux environs de 30 TW supplémentaires à produire en 2010 contre 3,8 aujourd'hui issues d'autres énergies renouvelables que l'hydroélectrique.

Pour atteindre cette production, il faudra surtout compter sur l'éolien et la biomasse.

En effet, l'apport du photovoltaïque restera en 2010 marginal, la géothermie sera en mesure de produire 1 TWh, la petite hydraulique 5 TWh, la biomasse de 10 à 20 et l'éolien de 10 à 15 TWh soit dans le meilleur des cas un maximum de 40 TWh. À ce propos, l'éolien jouera un rôle clé mais, malgré sa croissance prévisible, l'objectif attendu de 10 000 MW installés en 2010 pourrait être difficilement atteint. Une puissance installée située entre 5 000 et 10 000 MW semble plus plausible, soit environ l'équivalent de l'implantation de 200 éoliennes de 2,5 MW par an.

Cette capacité de croissance, somme toute restreinte, des énergies renouvelables montre combien l'argument de leur éventuelle substitution à la production nucléaire d'électricité apparaît contestable.

Outre la difficulté à répondre à la croissance tout à fait plausible de la demande en électricité, des facteurs limitants structurels doivent être pris en compte.

2°/ L'INCONVÉNIENT DE L'INTERMITTENCE

Le désavantage de l'intermittence est particulièrement évident dans certains types d'énergies renouvelables comme l'hydraulique, l'éolien et le solaire. Ainsi, dans le domaine de l'éolien la production est nulle en deçà d'une certaine vitesse de vent (de l'ordre de - 10 km/h) et au-delà (plus de 90 km/h).

Par exemple, l'éolienne Y48 de Jeumont Industrie (de 750 KW) produit par heure 100 KWh avec un vent de 50 km/h mais arrête sa production à partir de 90 km/h. La quantité d'énergie produite varie selon les modèles du simple au triple selon que la vitesse annuelle du vent n'a varié que d'un facteur de 1,7. Plus généralement, on considère que, du fait de l'intermittence, à puissance égale, une éolienne (2 200 heures de fonctionnement par an) produit environ trois fois moins d'électricité qu'une centrale à biomasse (6 500 heures de fonctionnement par an).

³⁸ Dans le rapport préparé en 2000 à la demande du Gouvernement sur "l'étude prospective de la filière électrique nucléaire" (de MM. CHARPIN, DESSUS, PELLAT), deux scénarios d'évolution de la consommation d'électricité ont été retenus. Ils sont volontairement contrastés. L'un table sur une consommation finale en 2020 de 484 TW et en 2050 de 720 TW sachant que la consommation finale en 1997 s'élevait à 364 TW. L'autre scénario, beaucoup plus modéré, considère qu'en 2020 la consommation d'électricité ne sera que de 434 TW et de 535 TW en 2050.

³⁹ La production hydroélectrique française pourrait même diminuer pour des raisons tenant à la préservation de l'environnement aquatique (cf. loi Pêche de 1984) et à la modification des textes relatifs aux débits réservés des cours d'eau.

Il en est de même dans une certaine mesure du photovoltaïque dont le rendement est tributaire de l'orientation, de la latitude et de la météorologie, c'est-à-dire qu'il sera moins productif à Lille qu'à Nice. On observera également que les besoins en énergie sont, toutes choses restant égales par ailleurs, généralement plus importants au nord qu'au sud, d'où une difficulté relative de l'énergie solaire à répondre de façon satisfaisante aux besoins énergétiques des régions les moins ensoleillées.

La conséquence de cette intermittence est que la fourniture ou la disponibilité en continu d'énergie exige un couplage des énergies renouvelables aux énergies fossiles ou fissiles ou un stockage de l'énergie, ce dernier générant lui-même un coût environnemental et/ou financier. À ce propos, le coût de production de l'électricité photovoltaïque est de 0,45 €/KWh pour un système raccordé et de 1,5 €/KWh pour un système isolé, le surcoût étant imputable au stockage.

Cette spécificité et ce handicap des énergies éolienne et solaire induisent une profonde difficulté à répondre aux usages de masse de l'électricité comme c'est indispensable pour satisfaire à la demande des industriels et des grandes agglomérations. Ceci impose donc un couplage et une complémentarité des énergies renouvelables, fossiles et fissiles à moins de mettre en place un réseau d'une telle densité (capable d'encaisser les variations de production et mettant en relation toutes les sources de production issues des énergies renouvelables) qu'il en serait financièrement dispendieux.

3°/ DES FACULTÉS DE STOCKAGE RESTREINTES

Le stockage de l'électricité d'origine renouvelable, pendant de son intermittence, constitue une seconde difficulté que la technologie sur l'accumulation d'énergie n'est pas encore à même de résoudre pour la plupart des usages. Les accumulateurs actuels sont trop peu puissants même pour permettre aux automobiles une autonomie satisfaisante au-delà de 100 à 150 km.

De surcroît, les composants utilisés demeurent coûteux, encombrants et posent en termes d'élimination ou de recyclage des problèmes environnementaux toutefois en cours de résolution pour certains d'entre eux.

La pile à combustible pourrait résoudre une partie des questions mais sa technologie en matière de stockage d'énergie reste très onéreuse et embryonnaire, et non sans inconvénients si l'on intègre les risques de fuite d'hydrogène.

Seule énergie renouvelable disposant de réelle faculté de stockage, l'hydroélectricité est cependant doublement menacée : d'une part, les effets du réchauffement climatique peuvent induire une diminution du débit des rivières et des fleuves français ; d'autre part, l'application de la loi sur l'eau de 1992 en imposant à EDF, en tant que concessionnaire de grands barrages, une augmentation des débits réservés⁴⁰ peut également entraîner une moindre productivité hydroélectrique. De ce fait, la part des énergies renouvelables dans la production nationale d'électricité

⁴⁰ C'est-à-dire la quantité d'eau qui peut être détournée au profit de la production hydroélectrique.

risque de diminuer et de passer sous la barre des 15 %, ce qui rendra plus difficile encore de parvenir en 2010 à l'objectif de 21 % d'électricité d'origine renouvelable fixé par l'Union Européenne.

4°/ UNE STAGNATION PROBABLE DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE

Dans le même ordre d'idée, si l'hydroélectricité répond positivement à la question du stockage, ses perspectives de développement demeurent limitées en France faute de sites majeurs disponibles et de contraintes réglementaires visant à la protection de l'environnement. Seule la petite hydraulique, d'une puissance inférieure à 10 MW, dispose d'un potentiel de croissance, sous réserve, encore une fois, du respect de la qualité environnementale des cours d'eau.

5°/ LE COÛT ACTUELLEMENT ÉLEVÉ DU SOLAIRE

Le solaire se heurte pour le photovoltaïque au coût élevé de la filière silicium (mais toutefois de plus en plus abordable) et le solaire thermique nécessite des capteurs dont la technologie est encore insuffisamment développée et diffusée pour répondre de façon satisfaisante aux besoins exprimés.

6°/ UN EFFORT DE RECHERCHE ENCORE INSUFFISANT

Globalement, malgré les efforts accomplis ces dernières années, les énergies renouvelables souffrent d'un retard significatif en termes de recherche et de développement. En Europe, la position de la France ne peut être considérée comme satisfaisante dans la mesure où son volume de recherche est inférieur à celui du Danemark ou de la Suède (données 1999). Selon des informations déjà évoquées dans ce document, sur la période 1985-1999, la France est au dernier rang du groupe des pays du Nord de l'Europe s'intéressant aux énergies renouvelables. En particulier, sur cette période, l'Allemagne aura alloué un montant de crédits publics 9,5 fois supérieur à celui de la France.

En ce sens, l'importance donnée en France à la recherche sur la production d'énergie de source nucléaire a sans aucun doute induit un désintérêt (et donc des crédits minorés) pour la recherche sur les énergies renouvelables.

7°/ DES PROBLÈMES D'ACCEPTABILITÉ SOCIALE

Certaines technologies souffrent d'un degré d'acceptabilité par les habitants très relatif sous-tendant la mise en œuvre d'une politique forte de sensibilisation et d'information. On observera à cet égard, que l'attitude qualifiée de NIMBY (Not In My Back Yard – "pas dans mon arrière-cour") par les anglais s'applique autant à certaines énergies renouvelables (l'éolien étant très concerné en la matière⁴¹) qu'aux énergies fissiles (problème de la localisation des sites de stockages).

⁴¹ En Bretagne, la présence d'un champ d'éoliennes est à l'origine de perturbations dans la réception des ondes hertziennes et donc des émissions de télévision qui ont suscité de fortes réactions dans la population concernée.

Par ailleurs, le développement de l'énergie éolienne est soumis à des procédures administratives relativement lourdes⁴², et parfois à des règles différenciées selon les départements.

8°/ DES ÉNERGIES NON SANS RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES

Les énergies renouvelables présentent, cela a déjà été évoqué, deux avantages essentiels : d'une part, elles sont inépuisables, d'autre part, elles assurent un développement durable exempt ou presque d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant, pour certaines d'entre elles, le bilan environnemental n'est pas toujours pleinement favorable. Ainsi, la fabrication des dispositifs nécessaires à la production d'énergie renouvelable (aérogénérateurs, cellules photovoltaïques...) est parfois très consommatrice d'énergie et non indemne d'émissions de gaz à effet de serre ; de même l'énergie marémotrice ou houlomotrice induit des répercussions très dommageables sur l'environnement marin et littoral.

Le solaire, au travers de la filière silicium, peut générer des problèmes de pollution et de gestion des déchets. L'éolien n'est pas sans poser des difficultés d'intégration paysagère auxquelles les populations concernées sont sensibles.

L'hydroélectrique, enfin, est sans doute l'énergie renouvelable certes la plus productive mais de loin la plus préjudiciable à l'environnement : atteinte à la biodiversité, eutrophisation, sédimentation, piégeage d'éléments polluants... L'exemple le plus caricatural en la matière est actuellement celui du barrage des Trois Gorges sur le fleuve Jaune en Chine. La superficie concernée par cet ouvrage est de 58 000 km², soit 100 fois le lac Léman ou la surface de la Basse-Normandie, de la Haute-Normandie et de la Bretagne réunies, pour une puissance installée de 18 200 MW, soit 7 fois la centrale nucléaire de Flamanville⁴³. Ses dommages tant environnementaux qu'humains - déplacement de 2 millions de personnes - sont particulièrement dénoncés dans l'opinion internationale.

9°/ DES COÛTS ENCORE ÉLEVÉS

Les incitations fiscales ou les obligations d'achat faites aux opérateurs ne sont pas non plus sans altérer la transparence des coûts de revient selon les énergies renouvelables concernées. De surcroît, les politiques incitatives dont bénéficient les énergies renouvelables peuvent avoir un effet inflationniste dont le surcoût est supporté par le consommateur (particulier et entreprise) lors de l'achat d'électricité auprès des opérateurs institutionnels.

Néanmoins, il convient de souligner que la comparaison des prix de revient entre énergies est un exercice difficile sinon impossible et sujet à controverses tant il est malaisé de comptabiliser toutes les externalités. C'est le cas pour le nucléaire avec la prise en compte réaliste du coût du démantèlement et, pour les énergies fossiles, avec l'évaluation des incidences dues aux émissions de gaz à effet de serre sans compter les coûts d'amélioration des réseaux et les fluctuations sensibles du prix des combustibles.

⁴² Notamment en termes d'études et de notices d'impact (voir en toute fin de rapport).

⁴³ Et pour une production évaluée à 85 TWh soit 2 fois celle des centrales hydrauliques françaises.

À l'issue de ce développement sur les énergies renouvelables, on peut considérer qu'elles représentent un gisement énergétique considérable mais cependant insuffisant dans le court et le moyen termes pour faire face seules à une très probable augmentation de la consommation électrique et a fortiori pour supplanter la production électronucléaire.

III - MAINTENIR ET AMÉLIORER LE POTENTIEL ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAIS

Cet intitulé doit être interprété non comme un parti pris d'accroissement quantitatif du potentiel nucléaire français mais bien plutôt comme une invitation à améliorer qualitativement ce dernier.

Il convient à cet égard de rappeler un certain nombre de constats ou de problématiques :

- à l'échelle de plusieurs décennies, ni la fusion nucléaire⁴⁴, ni l'utilisation maîtrisée de l'hydrogène, ni la séquestration du CO₂ ne sont envisageables,
- la consommation énergétique ne devrait cesser de croître, quels que soient les scénarios retenus,
- l'apport des économies d'énergies et des énergies renouvelables (et de la cogénération) ne pourra suffire à assurer une "soudure énergétique" avant qu'apparaissent la fusion et éventuellement la domestication de l'hydrogène,
- les conséquences de l'accumulation de gaz à effet de serre se font déjà sentir et risquent de s'accroître.

Ces problématiques posées, il faut dans l'immédiat admettre que la production d'énergie via la fission nucléaire, bien que classique, constitue pour le moment une forme de réponse adaptée aux besoins actuels de notre société. À ce propos, hormis l'hostilité exprimée par une fraction de la population et relayée par des élus écologistes et certaines associations, le choix électronucléaire fait l'objet d'un assez large consensus dans la sphère tant politique que technico-économique notamment grâce à la qualité des opérateurs et aux économies qu'il permet de réaliser au pays.

Le fait de conserver intact et opérationnel un mode de production d'énergie qui assure à la France l'essentiel de son indépendance énergétique apparaît donc justifié. Cependant, le maintien prolongé des outils actuels de production électronucléaire peut, dès lors que les centrales présenteront des signes de

⁴⁴ À ce propos, le projet ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) explore les voies ouvertes par la fusion nucléaire. Cette technologie présente de nombreux avantages et notamment une production limitée de déchets par ailleurs moins radioactifs et dont la durée de vie est de surcroît plus courte. En outre, la fusion nucléaire, en utilisant deux isotopes de l'hydrogène, en l'occurrence le deutérium (présent en abondance dans la nature) et le tritium (facile à produire), dispose de combustibles en quantité quasi illimitée.

Pour le projet ITER, deux sites sont finalement en concurrence : Rokkasho-Mura au Japon et Cadarache en France, le site canadien de Clarington au Canada étant pratiquement hors course faute de financement fédéral. Le coût de la construction et du fonctionnement d'ITER serait respectivement de 4,7 milliards d'euros et de 4,8 milliards d'euros.

vieillesse, comporter deux risques. Le premier a trait à la sécurité de fonctionnement forcément plus aléatoire d'un système de production âgé et vraisemblablement usagé ; le second relève du risque de ne pouvoir disposer en temps, pour assurer la continuité de la fourniture d'électricité, de systèmes de production techniquement plus efficaces et beaucoup plus faiblement émetteurs de déchets.

En outre, il apparaît, toutes choses restant égales par ailleurs, que l'essentiel de l'actuel parc électronucléaire pourrait être obsolète à partir de 2020. Quoique lointaine, cette perspective temporelle doit être appréciée à l'aune des durées de recherche, d'expérimentation et de développement voire d'installation particulièrement élevées en matière nucléaire. Dès lors, la nécessité sinon l'utilité de procéder en temps au renouvellement technologique du système nucléaire français doit être prise en compte.

Pour être complet et objectif, les experts chargés des conclusions du Débat National sur les Énergies ont considéré comme "inutile de décider d'une nouvelle centrale EPR⁴⁵ avant 2010. L'incertitude actuelle ne permet pas d'être assuré que l'EPR, conçu dans les années quatre vingt serait la filière de l'avenir. Un temps de réflexion de 8 ans semble nécessaire".

Néanmoins, peu de temps après le dépôt de ces conclusions, Madame la Ministre de l'Industrie a annoncé son intention de relancer la construction d'un réacteur de troisième génération, en l'occurrence l'EPR, propos atténué presque aussitôt par le Premier Ministre .

D'une façon générale, la politique énergétique française, outre le développement des utilisations rationnelles de l'énergie et des énergies renouvelables, devrait, en ce qui concerne l'électro-nucléaire, intégrer trois paramètres :

- l'utilité de poursuivre la production d'électricité d'origine nucléaire ;
- le risque de vieillissement technologique et d'affaiblissement du potentiel productif électronucléaire et de recherche en ce domaine ;
- l'intérêt de préparer le renouvellement du parc nucléaire actuel.

A - L'UTILITÉ DE POURSUIVRE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ D'ORIGINE NUCLÉAIRE

Souvent l'hypothèse, quand ce n'est pas la revendication, d'un abandon de la filière nucléaire est évoquée. Qu'il s'agisse d'une décision à effet immédiat ou progressif, il est intéressant d'en évoquer les effets possibles.

Tout d'abord, il convient de rappeler la place du nucléaire dans la production et la consommation énergétique française. Au plan de la production nationale d'énergie, le nucléaire représente l'équivalent en 2002 de 114 millions de tep pour une

⁴⁵ European Pressurized water Reactor, nouveau type de réacteur de 3^{ème} génération mais s'inscrivant dans la continuité des technologies antérieures.

production nationale totale d'énergie d'environ 137 millions de tep soit environ 83 % de celle-ci.

La part du nucléaire dans la production nationale d'électricité est de l'ordre, ces dernières années, de 77 à 78 % du total. Elle ne cesse de croître (de 415 TWh en 2000 à 437 TWh en 2002) tandis que la part due à l'hydraulique demeure variable (72 TWh en 2000, 79 TWh en 2001 et 66 TWh en 2002), le thermique classique restant stable sur le long terme (56 TWh en 2002 comme en 1995 mais globalement en hausse depuis 1990).

Conséquence directe de ce choix énergétique, le taux d'indépendance énergétique de la France est passé de 24 % en 1973 à 50,7 % en 2002.

Au plan de la consommation intérieure d'électricité, il faut rappeler que celle-ci a augmenté de 2,5 % par an en moyenne pendant la dernière décennie pour atteindre 467,3 TWh en 2003, soit 3,9 % de plus qu'en 2002⁴⁶. Elle devrait, selon toute vraisemblance, poursuivre sa croissance dans les prochaines années, mais à un rythme cependant plus lent d'environ 1 à 2 % par an, atteignant de ce fait 510 TWh en 2010 et 550 TWh en 2020. Dans ces scénarios de croissance subsiste toutefois plusieurs inconnues, dont en particulier le succès plus ou moins grand rencontré par les mesures d'économie et de maîtrise de l'énergie.

Le scénario soutenu par certains groupes d'opinion d'un arrêt progressif voire très prochain de la production électronucléaire conduirait très certainement à un goulet d'étranglement et à une situation de crise. En effet, même en imaginant une utilisation beaucoup plus rationnelle de l'énergie (au sens des économies d'usage) et une forte montée en puissance des énergies renouvelables, le déclin du nucléaire imposerait la prise de mesures drastiques de restriction (et non plus d'économie) et le recours, à nouveau en augmentation, aux énergies fossiles pour assurer l'appoint indispensable.

Déjà évoqués en deuxième partie de ce document, les effets possibles d'une cessation plus ou moins progressive de la production électronucléaire seraient, outre l'impact économique et de qualité de vie négatifs, une augmentation du coût de l'énergie, une balance des paiements affectée et une amplification des émissions de gaz à effet de serre.

Pour être complet, le maintien de la production électronucléaire n'est pas non plus sans poser des problèmes d'exigence d'un haut niveau de sécurité et surtout de gestion des déchets.

C'est principalement cette question qui mérite réflexion. On peut déplorer, à ce propos, que la France n'ait pas mené dans ce domaine une politique aussi volontariste qu'en matière de production d'électricité nucléaire. Plus de trente ans

⁴⁶ Par rapport à 2002, la consommation supplémentaire d'électricité a été évaluée à 17,4 TWh. On considère que 4,5 TWh ont été consommés en plus en raison d'un hiver rigoureux et que la canicule de l'été 2003 a été à l'origine d'une surconsommation de 1,0 TWh. Malgré les limitations dues à la canicule, les centrales nucléaires françaises ont accru leur production de 1 %. La consommation finale d'électricité c'est-à-dire en excluant la consommation du secteur énergétique (Eurodif, raffineries, pertes en ligne...) s'élèverait en 2003 à environ 400 TWh.

après le début de son programme électronucléaire, notre pays n'a toujours pas tranché entre le stockage profond après retraitement et le stockage en surface dans l'attente d'éventuelles solutions technologiques en faveur de la transmutation⁴⁷.

Ces problématiques posées, il semble que la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire soit justifiée et ce pour un grand nombre de raisons.

* Déjà abordée, la volonté de maintenir l'indépendance énergétique nationale ne peut être accueillie que favorablement. A ce propos, la question de l'approvisionnement en uranium, minerais assez équitablement répartis sur la planète, ne présente pas la même acuité que celle de l'accès aux ressources énergétiques fossiles classiques (pétrole, gaz, charbon). En outre, on ne peut exclure la possibilité de réduire les besoins en uranium du fait des recherches entreprises sur des technologies de centrales nucléaires utilisant elles-mêmes des déchets irradiés (ce qui résoudrait en partie la question de la gestion desdits déchets) ou du passage à la fusion nucléaire dont on pense qu'il pourrait intervenir de façon opérationnelle au cours de la seconde moitié du 21^{ème} siècle.

* Le coût futur des énergies fossiles, pour erratique qu'il soit actuellement, devrait progressivement s'accroître, les pays producteurs tenant à conserver des "réserves stratégiques" en la matière.

* Grâce à sa maîtrise des combustibles, des réacteurs et du retraitement-recyclage, l'industrie française est non seulement depuis le début des années 1990 indépendante de l'étranger mais aussi exportatrice à la fois d'énergie⁴⁸ et de technologies du fait de son savoir-faire dans le domaine du nucléaire. A ce propos, la vente récente d'un exemplaire d'une centrale nucléaire de type EPR à la Finlande en est l'illustration.

* L'électricité d'origine nucléaire permet à l'économie française, et en particulier à l'industrie et aux ménages, de disposer d'une énergie à des prix avantageux et compétitifs. Selon la plupart des études, le MWh nucléaire apparaît le moins cher et à tout le moins comparable (c'est-à-dire en tenant compte des coûts d'investissement et de gestion des déchets y compris le démantèlement) aux autres formes d'énergie,

⁴⁷ Voir à ce propos la loi du 30 décembre 1991. Cette loi fixe notamment à échéance 2006 la présentation au Parlement des résultats des recherches opérées en matière de définition d'un mode de gestion à long terme pour les déchets à haute activité et/ou à vie longue et issus des centrales nucléaires et des usines de retraitement du combustible usé (soit 10 % du volume des déchets radioactifs produits en France concentrant 90 % de la radioactivité). À l'heure actuelle ces déchets sont incorporés à des matrices de verre ou de béton et conservés à la Hague et à Marcoule (Gard) dans l'attente d'une solution pérenne.

Trois axes de recherche sont explorés :

- la séparation, par des procédés chimiques, des radioéléments les plus nocifs et leur transmutation, dans des réacteurs spécialisés, en noyaux stables ou à vie plus courte ;
- l'enfouissement, définitif ou réversible, dans des couches géologiques profondes d'argile ou de granite ;
- l'entreposage de longue durée mais provisoire (100 à 200 ans) dans des installations de surface ou de subsurface.

⁴⁸ La France exporte 15 % de sa production électrique soit 10,3 TW vers le Royaume-Uni, 11,6 vers la Belgique, 19,0 vers l'Allemagne, 10,9 vers la Suisse, 19,1 vers l'Italie et 9,1 vers l'Espagne soit au total 80 TW/an (chiffres 2002).

y compris par rapport au cycle combiné à gaz⁴⁹. C'est ce que tendent à prouver les tableaux suivants (n°19 et 20) tirés du rapport déjà cité de juillet 2000 de MM. Charpin, Dessus et Pellat sur l'étude économique prospective de la filière électrique nucléaire. Quels que soient les scénarios envisagés, numérotés H1 à B4 incluant une plus ou moins grande croissance et consommation d'énergie, le nucléaire apparaît très compétitif.

De surcroît, le coût de l'électricité nucléaire présente l'avantage d'être stable (contrairement au pétrole et au gaz) et de ne dépendre que faiblement du coût de l'uranium. Ainsi, l'électricité d'origine nucléaire participe pleinement à la compétitivité de l'industrie française.

Centimes_/kWh	CGC		Nucléaire	
	2000-2050	2020-2050	2000-2050	2020-2050
H1	2,2	2,1	1,9	2,0
H2	2,4	2,2	2,1	2,4
H3	3,05	2,2	2,2	2,5
B2	2,4	2,5	2,2	2,5
B3	2,8	2,9	2,2	2,6
B4	2,2	2,2	2,1	2,2

Tableau n° 19 : Coût moyen actualisé par filière (nucléaire et cycle combiné à gaz) sur les périodes 2000-2050 et 2020-2050 en hypothèse de stabilité du prix des énergies

Source : Rapport Charpin-Dessus-Pellat de Juillet 2000

Centimes_/kWh	CGC		Nucléaire	
	2000-2050	2020-2050	2000-2050	2020-2050
H1	3,1	3,0	1,9	2,0
H2	3,4	3,1	2,1	2,4
H3	3,9	3,0	2,2	2,5
B2	3,4	3,4	2,2	2,5
B3	3,9	3,9	2,2	2,6
B4	3,1	3,0	2,1	2,2

Tableau n° 20 : Coût moyen actualisé par filière (nucléaire et cycle combiné à gaz) sur les périodes 2000-2050 et 2020-2050 en hypothèse de tension du prix des énergies

Source : Rapport Charpin-Dessus-Pellat de juillet 2000

* Le nucléaire contribue enfin au respect des obligations faites à la France en matière d'émission de gaz à effet de serre. Or, selon le Protocole de Kyoto, ratifié par la France, notre pays devra en 2010 avoir ramené ses émissions au niveau de 1990 tandis que deux directives européennes font peser des obligations supplémentaires sur les cas particuliers des oxydes de soufre et d'azote.

⁴⁹ Des comparaisons font apparaître en partie II de ce document un avantage comparatif au profit du cycle combiné à gaz mais ces chiffres ne tiennent pas compte des coûts induits par les émissions de gaz à effet de serre non plus que les renforcements de réseaux et les fuites de gaz. Cependant, comme cela a déjà été mentionné dans ce document, les études de coûts comparés selon les formes d'énergie manquent d'un minimum de cohérence et affectent la crédibilité des chiffres annoncés.

Ce mode de production d'énergie permet aujourd'hui d'éviter l'émission annuelle d'un nombre considérable de tonnes supplémentaires de CO₂, faisant de la France l'un des pays les plus vertueux en termes de rejet de gaz à effet de serre par habitant.

À cet égard, il faut indiquer que, selon les données diffusées par l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie), la France se classait en 1999 en termes d'émission de gaz carbonique par habitant au 7^{ème} rang des 29 pays adhérant à l'OCDE. Avec 1,72 tonne par habitant, elle précédait l'Italie (2 t), la Norvège (2,3 t), le Royaume-Uni (2,4 t), l'Allemagne et le Danemark (2,8 t), les Pays-Bas et la Finlande (2,9 t soit le "record d'Europe", compte non tenu du Luxembourg qui émet 4,7 tonnes de gaz carbonique par habitant) et loin devant le Canada (4,5 t), l'Australie (4,7 t) et les États-Unis (5,5 t). En valeur absolue et par ordre d'importance, les principaux pays émetteurs sont les suivants : États-Unis (1 547 millions de tonnes équivalent carbone MteC), la Chine (839 MteC), la Russie (414 MteC), l'Inde (276 MteC), l'Allemagne (232 MteC) et à titre comparatif l'Union Européenne (875 MteC dont 105 pour la France et 232 pour l'Allemagne).

Ainsi, à bien des égards, la production d'électricité d'origine nucléaire revêt, au moins du point de vue de la lutte contre l'effet de serre, un caractère sinon indispensable du moins incontournable.

* Enfin, selon la plupart des prévisionnistes, la demande en énergie en France pourrait connaître dans les décennies prochaines une augmentation plus ou moins forte comme ceci a déjà été évoqué en introduction à cette partie du rapport. En ce qui concerne plus spécifiquement la demande en électricité deux scénarios sont retenus. Le scénario haut envisage une consommation en électricité de 720 TWh en 2050 soit environ 160 Millions de tep ; le scénario bas table sur une consommation de 535 TWh soit environ 120 Millions de tep. Dans tous les cas, ces possibilités de consommation sont supérieures à la consommation finale d'électricité en France enregistrée en 2000 qui était de 387 TWh soit 85 M tep (ou encore de 450 TWh de consommation totale).

Il semble que les perspectives d'évolution de la demande en électricité soient supérieures à toutes les autres formes d'énergie. A cet égard, l'électricité semble être l'énergie de l'avenir et ce pour plusieurs raisons. D'une part, cette forme d'énergie est neutre vis-à-vis des émissions de gaz à effet de serre ; d'autre part, sa production peut être de provenances multiples (sources fossiles-fissiles et renouvelables) et délocalisées ; enfin l'électricité se prête bien à une pénétration accrue et continue de ses usages. A ce propos, on table sur un taux de pénétration de 50 % dans la consommation énergétique des ménages contre 40 % aujourd'hui.

B - LES RISQUES DE VIEILLISSEMENT TECHNOLOGIQUE ET D'AFFAIBLISSEMENT DU POTENTIEL PRODUCTIF ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAIS

Le parc nucléaire français, basé sur la technologie éprouvée des réacteurs à eau pressurisée, présente l'avantage d'offrir, à l'heure actuelle, un degré de sûreté et de qualité de fonctionnement tout à fait satisfaisant.

Le parc nucléaire français, d'un âge moyen légèrement inférieur à 20 ans, constitue l'un des ensembles électronucléaires les plus jeunes au monde. Cependant, 23 des 58 réacteurs actuellement en service ont plus de 20 ans et plus précisément les quatre réacteurs de Fessenheim et de Bugey dépassent d'ores et déjà les 25 années de fonctionnement.

Par ailleurs, le dispositif nucléaire d'EDF présente une double spécificité. D'une part, il a été constitué rapidement ; ainsi, entre 1980 et 1990, l'équivalent d'une puissance installée de 50 GW a été rendue disponible. La conséquence de cet état de fait est ce qu'on appelle un "effet de falaise". Si la durée d'exploitation effective des réacteurs ne dépasse pas la durée de vie escomptée, c'est-à-dire 40 ans, 13 réacteurs seront arrêtés d'ici 2020 et 24 autres entre 2020 et 2025.

D'autre part, le parc nucléaire français est très standardisé : 34 réacteurs de 900 MW semblables, 20 réacteurs de 1 300 MW analogues et enfin quatre autres de 1 450 MW de caractéristiques voisines. Ceci a eu pour effet positif de permettre des économies d'échelle lors de la construction et de l'exploitation et donc d'autoriser un développement accéléré et la mise à disposition rapide d'une énergie électrique abondante.

Mais ce qui a constitué un avantage peut aussi, de l'avis de certains, représenter un handicap. En effet, tout incident dû à un vieillissement anormal risque alors de se répercuter sur un grand nombre de réacteurs et peut aboutir à un considérable amoindrissement des capacités de production.

Néanmoins, il convient de souligner que le parc nucléaire français vieillit bien - c'est heureux et flatteur pour la technologie française - à tel point d'ailleurs que l'allongement de la durée de vie moyenne de celui-ci constitue une forte probabilité. Pour autant, le risque d'aléas techniques généralisés doit être pris en considération non comme une certitude mais comme une hypothèse plausible.

Il convient de reconnaître que l'augmentation de la durée de vie du parc d'EDF est un enjeu économique majeur (amélioration du prix de revient et donc de vente du KWh) qui justifie une gestion attentive des réacteurs et le remplacement éventuel et progressif de composants dégradés. Toutefois, si l'équilibre économique des opérations de rajeunissement n'était pas assuré ou si la réglementation de sûreté imposait des contraintes nouvelles à l'impact financier excessif, le remplacement d'un réacteur ancien par un équipement moderne devrait pouvoir être effectué.

À ce propos, il peut paraître paradoxal de revendiquer la nécessité absolue d'un fonctionnement hyper sécurisé des installations électronucléaires et, dans le même temps, de défendre la possibilité d'une prolongation significative de la durée de vie des mêmes installations. Il y a là une forme de contradiction dont on peut considérer qu'elle pourrait viser dans le moyen terme à décrédibiliser l'utilité d'un renouvellement du parc nucléaire et dans le long terme à stigmatiser la dangerosité des unités électronucléaires usagées et, partant, la production d'énergie via le nucléaire.

La réglementation française, il faut le souligner, ne fixe pas de durée de vie maximale aux réacteurs nucléaires mais l'Autorité de sûreté prévoit des examens de sûreté approfondis tous les dix ans, un rôle critique étant donné aux troisièmes visites décennales, c'est-à-dire après 30 ans de fonctionnement qui commenceront

en 2009 pour les réacteurs les plus anciens. Si la quasi-totalité des réacteurs d'EDF n'a probablement pas à craindre les conclusions de cette forme d'inspection et sera autorisée à fonctionner dix années supplémentaires, en revanche, il est très possible qu'en 2020, lors de la quatrième visite décennale, certains réacteurs ne soient pas en mesure de dépasser le cap des 40 années de fonctionnement pour entrer dans un cycle de dix nouvelles années.

Dès lors, il est possible d'envisager qu'un réacteur de remplacement devienne de plus en plus nécessaire pour succéder aux actuels réacteurs à l'issue d'une durée raisonnable de fonctionnement, avec la perspective d'une croissance progressive des commandes au fur et à mesure de l'augmentation de l'âge moyen du parc.

À ce propos, les études entreprises sur des modèles de réacteurs révolutionnaires (ou de génération IV) ont débuté dès les années 1990. En l'état actuel des recherches, ces réacteurs du futur, à haute température, à neutrons rapides ou à sels fondus, ne pourront être mis au point (en termes de démonstrateur) guère avant les années 2030 et probablement plus tard pour ce qui est de leur généralisation.

Il existe donc un double écueil : le vieillissement programmé de l'actuel parc en fonctionnement et l'impossibilité de mettre en œuvre des technologies novatrices avant 2040 voire plus.

Ceci explique d'ailleurs pourquoi les constructeurs mondiaux de réacteurs (General Electric, Westinghouse, Framatome, Minatom...) privilégient l'approche évolutionnaire sur la base d'une amélioration significative des technologies à eau légère pressurisée ou bouillante comme l'EPR en France développé par le groupe AREVA.

Ces nouveaux réacteurs dits évolutionnaires ou de génération III⁵⁰, à des stades de développement différenciés, pourraient entrer en service à titre de démonstrateurs au plus tard en 2015. Il apparaît donc indispensable, au moment où le parc nucléaire français et plus largement mondial entamera son processus de renouvellement, que la France puisse disposer d'un démonstrateur ayant accumulé un certain nombre d'années de fonctionnement et d'expérience.

Cette situation ne s'applique pas à la Finlande qui vient d'acquérir une centrale de production d'électricité nucléaire de type EPR. En effet, dans ce cas, le groupe AREVA et ses associés se sont engagés auprès de l'opérateur finlandais TVO à mettre à disposition et à maintenir un potentiel de production déterminé. EDF n'est pas pour sa part dans une position comparable étant non seulement producteur d'énergie mais aussi concepteur de moyens de production d'électricité d'origine nucléaire. Dès lors, la disposition d'un démonstrateur apparaît indispensable à EDF pour bénéficier en temps utile du retour maximal d'expérience dans ce domaine.

Par ailleurs, la prolongation éventuelle de la durée de vie des centrales nucléaires actuelles n'est nullement incompatible avec la construction d'un démonstrateur. Au contraire, si l'on souhaite bénéficier d'un véritable éventail de choix au moment de déterminer la future politique énergétique de la France, ce d'ici

⁵⁰ Les premiers réacteurs expérimentaux installés en France dans les années 1960 sont considérés comme étant de génération I. Les réacteurs actuellement en service sont dits de génération II.

une quinzaine d'années, vers 2020, il faudra disposer pour l'EPR (ou n'importe quelle autre technologie) d'un indispensable retour d'expériences.

Ainsi, au plan énergétique, l'enjeu de la possession d'un modèle de réacteur expérimental de génération III est de niveau national. Au plan économique, l'enjeu est beaucoup plus large puisqu'il s'agit de disposer, sur un marché très étendu, d'une technologie dont l'efficacité, la fiabilité et la sûreté soient reconnues et exportables.

C - QUELS AVANTAGES À PRÉPARER UN RENOUVELLEMENT DU PARC NUCLÉAIRE FRANÇAIS

Les développements précédents ont mis en évidence plusieurs constats et probabilités :

- la demande énergétique devrait, selon toute vraisemblance, poursuivre sa croissance ;
- la question de la lutte contre les dérèglements climatiques et la limitation afférente des émissions de gaz à effet de serre constituent des priorités tant à l'échelle mondiale que nationale ;
- le potentiel électronucléaire français représente un acquis technologique et productif qu'il serait regrettable de dilapider ;
- le parc nucléaire français doit être renouvelé à moyen terme dans le sens d'une compétitivité et d'une sûreté accrues, et d'une production de déchets réduite ;
- les réacteurs de la quatrième génération même s'ils sont mis au point avec célérité, ne pourront prendre le relais des réacteurs actuels. Il pourrait s'écouler une trentaine d'années voire plus avant qu'une technologie de remplacement puisse être mise en œuvre.

Il est donc clair que la poursuite du programme électronucléaire français, difficilement réfutable, doit entraîner à terme la construction de nouvelles tranches nucléaires pour entamer le processus de remplacement de l'actuel parc. Toute la question est de savoir quand ces tranches devront être réalisées. Il semblerait que les instances gouvernementales s'orientent vers une accélération de la prise de décision en l'inscrivant dans la future loi d'orientation sur l'énergie qui devrait être débattue courant 2004.

Dans l'immédiat, le débat devrait davantage porter non sur la période à partir de laquelle ces tranches devront être mises en chantier mais bien plutôt sur les délais dans lesquels un réacteur de démonstration devra être mis en œuvre. Si cette décision intervient dans des délais relativement brefs, la seule technologie envisageable sera celle du réacteur EPR (European Pressurized water Reactor), réacteur dit de troisième génération.

Sans prendre parti, il est intéressant de souligner quels avantages ce type de réacteur comporterait.

En tout premier lieu, il faut rappeler qu'il s'agit d'une technologie éprouvée s'inscrivant dans la lignée technique des réacteurs actuellement en service.

Effectuée en coopération avec l'Allemagne, dès 1993, la conception de l'EPR a réuni les constructeurs Framatome et Siemens, EDF et les principaux électriciens allemands, ainsi que les autorités de sûreté des deux pays. Depuis la décision allemande (en date du 14 juin 2000) d'arrêter ses réacteurs après 32 années de fonctionnement, la mise au point du réacteur EPR est conduite par la France sous l'égide de Framatome ANP, qui a absorbé le département nucléaire de Siemens en décembre 1999.

L'EPR, quoique dans la lignée technologique des réacteurs aujourd'hui en service, représente une évolution significative dans le sens notamment d'une sûreté et d'une compétitivité accrues.

En ce qui concerne la sûreté, le cahier des charges est des plus exigeants. Selon les spécialistes, les études déjà menées auraient permis de diviser par 10 les risques d'accidents graves dont la probabilité passerait de 1 pour 100 000 ans à un pour un million d'années. Cela serait dû à un renforcement de la prévention des accidents de fusion du cœur et à la limitation de leurs conséquences éventuelles. Au plan des déchets, il est estimé que l'usage de l'EPR se traduirait par une diminution de l'ordre de 15 % des déchets à vie longue.

Au plan économique, les coûts de production apparaissent réduits notamment grâce à l'augmentation des taux de combustion, à l'allongement des cycles d'exploitation et à la réduction de la durée d'arrêt des tranches et des visites décennales. On évalue que l'amélioration des coûts de production permettrait d'abaisser de 10 % le coût de production du MW par rapport à celui du réacteur N4 de 1 500 MW dernièrement entré en activité en France. Toutefois, le rendement électrique demeurerait dans l'absolu encore faible, de l'ordre de 35 %.

Dès lors, le coût de production du MWh serait de 27,7 €/MWh par comparaison inférieur au cycle combiné gaz de dernière génération (33,9/ MWh).

Calculé sur une série de 10 tranches, démonstrateur compris, le coût d'investissement unitaire s'élèverait à 2,6 Milliards d'€. En cas d'une série de seulement 4 tranches, le coût de production du MWh de l'EPR ne serait encore que de 33 €/MWh, à égalité avec le cycle combiné à gaz, tout en demeurant beaucoup moins sensible que ce dernier aux variations du prix du combustible⁵¹.

Le premier exemplaire de l'EPR pourrait être construit dès 2007 et entrer en service en 2012. Dès lors, il serait possible d'accumuler avec une tête de série "démonstrateur" l'expérience d'exploitation indispensable pour lancer entre 2015 et 2020 une série de réacteurs EPR définitifs remplaçant les réacteurs susceptibles d'être arrêtés à partir de 2020.

De façon logique, le groupe AREVA, constructeur potentiel de l'EPR, milite pour sa réalisation, à la fois pour des raisons économiques et de stratégies industrielles et

⁵¹ Pour un MWh produit, le coût du combustible pour l'EPR serait de 4,2 € et de 25,2 € pour le cycle combiné à gaz selon les niveaux de prix pratiqués à la date de rédaction de ce document (4^{ème} trimestre 2003).

commerciales. L'EPR serait pour ce groupe une commande importante, surtout compte tenu de la conjoncture, et sa mise en service permettrait surtout à AREVA de disposer d'un démonstrateur qui représenterait un avantage de poids dans la bataille que s'approprient à livrer les grands constructeurs mondiaux que sont General Electric, Westinghouse et Minatom pour décrocher des commandes en Asie. Il est vrai qu'il serait très dommageable de perdre l'un de nos leaderships technologiques et la perspective de fourniture d'équipements de pointe. Il semble d'ailleurs qu'à présent la Chine ne souhaite pas retenir le modèle EPR, préférant des modèles éprouvés autorisant des coûts de construction réduits et une conduite d'exploitation qu'elle pourrait totalement maîtriser.

Une telle décision en faveur du lancement du démonstrateur EPR et in fine d'un programme de construction d'un certain nombre de tranches n'est pas sans susciter des débats.

Ainsi, la prise de décision de réaliser l'EPR marquerait, pour certains, le maintien du programme nucléaire pour plusieurs décennies, mode de production d'énergie auquel ils s'opposent. En outre, le développement de l'EPR ne constitue pas du point de vue de la production des déchets à haute activité et à longue durée de vie un pas décisif. À cet égard, le potentiel de diminution de la production de déchets induit par ce type de réacteur fait l'objet d'évaluations très différenciées.

Par ailleurs, les calculs de compétitivité mis en avant sont contestés car considérés comme trop optimistes (cf le point de vue de M. Dessus, expert déjà cité, dans le Monde du 22 octobre 2003).

Enfin, dernier argument, ce choix technologique aurait pour effet "d'assécher" les crédits consacrés à la recherche sur les énergies renouvelables.

Au-delà de ces débats, il faut convenir que l'entrée en fonctionnement dans des délais raisonnables, et pas pour autant lointains, d'un démonstrateur EPR permettrait de valider ou d'infirmer les hypothèses émises tant au plan technologique qu'économique et ce dans un contexte (à l'horizon 2010-2015) énergétique, économique et environnemental qui pourrait se révéler différent de celui que nous connaissons actuellement.

QUATRIÈME PARTIE

LA SITUATION ET LES PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES DE LA BASSE-NORMANDIE

L'objet de cette quatrième et dernière partie est d'opérer une présentation détaillée de la situation énergétique de la Basse-Normandie. Il s'agit donc successivement d'évoquer son bilan énergétique en termes de consommation et de production globales, ses spécificités énergétiques avec en tout premier lieu la présence d'une centrale nucléaire de production d'électricité et, au plan des énergies renouvelables, une filière bois-énergie en pleine croissance et, enfin, les politiques initiées au plan régional par les pouvoirs publics dans le secteur de l'énergie.

Pour conclure à la fois ce rapport et cette quatrième et ultime partie, quelques réflexions et orientations possibles en matière de politiques et d'actions régionales dans le domaine de l'énergie seront proposées.

En l'occurrence, dans cette problématique globale qu'est la question de l'énergie, les pouvoirs publics et en particulier les collectivités territoriales ne semblent disposer que de marges de manœuvre très réduites. Cependant, elles peuvent développer et mettre en œuvre des politiques d'accompagnement et de soutien efficaces dirigées notamment vers les économies et la maîtrise de l'énergie et en direction du développement des énergies renouvelables.

Enfin, la possibilité d'accueillir en Basse-Normandie le projet de réacteur expérimental EPR constitue une éventualité qu'il convient d'exposer dans ce document.

I - LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA BASSE-NORMANDIE

Dresser le bilan énergétique régional, aussi surprenant que cela puisse paraître, n'est pas sans poser des difficultés. En effet, que cela soit en matière de consommation ou de production, un certain nombre de zones d'ombres demeurent. Néanmoins, les données actuellement disponibles, même si elles datent quelque peu (1999) et souffrent d'approximations, permettent de donner à ce bilan une certaine consistance.

A - LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN BASSE-NORMANDIE

C'est dans ce domaine que les informations délivrées offrent le plus de disparités et d'incertitudes. En effet, il faut souligner qu'il n'existe à l'heure actuelle en la matière aucune véritable collecte régionale suivie. En général, les chiffres officiels procèdent soit d'études ponctuelles, soit d'extrapolations réalisées à partir de données nationales, issues pour la plupart de l'Observatoire de l'Énergie. De ce fait, les statistiques régionales relatives à la consommation d'énergie souffrent d'approximations et de discontinuité.

En ce qui concerne la Basse-Normandie, les données officielles reprises dans ce rapport sont caractérisées par deux principaux défauts : d'une part, elles sont anciennes car datant de 1999, et d'autre part, elles sont basées sur des données nationales qui ont été ensuite, via différents paramètres, régionalisées. Si la première imperfection relevée peut être considérée comme mineure s'agissant d'une matière où le tendanciel l'emporte sur le conjoncturel et l'aléatoire, en revanche, l'établissement de statistiques régionales par extrapolation de données nationales constitue une réelle entrave à la prise en compte des spécificités régionales. De surcroît, cette banalisation statistique s'oppose à la mise en œuvre d'une réflexion globale sur les problématiques et les perspectives énergétiques régionales.

Pour illustrer le caractère discutable et surtout non satisfaisant des statistiques disponibles en matière d'énergie au plan régional, il suffit d'opérer une comparaison entre la consommation finale d'énergie mentionnée dans le Schéma de Services Collectifs "Énergie" en 2000, soit 4,310 millions de Tep pour l'année 1992, et les données dernièrement proposées par l'Observatoire de l'Énergie pour l'année 1999, soit 3,399 millions de Tep. La différence enregistrée, de l'ordre de 0,9 million de Tep, n'est certainement pas la traduction d'une hypothétique récession économique et/ou de comportements plus économes mais bien de problèmes de collecte et d'établissement de statistiques.

En Ktep	Basse-Normandie	Part dans la consommation finale globale		Part de la B.Nie dans la consommation nationale
		en Basse-Normandie	en France	
Produits pétroliers	1 860	54,7 %	45,6 %	2,6 %
Gaz naturel	509	15,0 %	21,3 %	1,6 %
Électricité	698 (soit 8 112 Gwh)	20,5 %	20,2 %	2,2 %
Autres énergies	332	9,8 %	12,9 %	1,6 %
TOTAL	3 399	100,0 %	100,0 %	2,1 %

Tableau n° 21 - La consommation finale énergétique en Basse-Normandie en 1999 - éléments de structures -
Source : Observatoire de l'Énergie

Ainsi, selon les données les plus récentes (1999), qui procèdent d'analyses réalisées par l'Observatoire (national) de l'Énergie, la consommation finale d'énergie pour la Basse-Normandie a donc été évaluée à 3,4 millions de Tep. Le tableau n° 20 permet de distinguer, selon les types de produits énergétiques utilisés, la composition de cette consommation.

La consommation finale d'énergie par habitant s'établit en Basse-Normandie à 2,390 Tep contre 2,740 en France. Exprimée en termes de consommation primaire⁵², ce type de ratio est proche de 4 Tep et également légèrement inférieur à la moyenne française.

De façon détaillée, on observe une prééminence certaine en Basse-Normandie du recours aux produits pétroliers (carburants, fuels, ...), plus marquée encore qu'en France. Ceci est notamment imputable à une pénétration moindre de la desserte en gaz naturel.

La consommation en électricité est en revanche à un niveau quasi-identique qu'au plan national. En revanche, le recours aux autres énergies est plus important de 3 points en France. Il semble en particulier que l'absence d'utilisation industrielle de houille et de coke explique ce différentiel.

	1999
<u>Produits pétroliers</u>	1 860 tep
Dont gazole	739
essence	345
Fioul domestique	529
Fioul lourd	99
<u>Gaz naturel</u>	509 tep
<u>Électricité</u>	8 112 GW
<u>Autres énergies</u> (bois essentiellement)	332 tep
TOTAL (en tep)	3 399

Tableau n° 22 : La consommation finale d'énergie par type d'énergie en Basse-Normandie en 1999

Source : Observatoire de l'Énergie

Le gaz naturel a enregistré un fort accroissement (+63,7 %) dû à l'extension régulière de l'offre tandis que l'électricité a connu également une augmentation notable de sa consommation. À ce propos, le bilan réalisé régulièrement par le SDEC Énergie du Calvados souligne une augmentation de la consommation d'électricité dans ce département de 2,5 % par an en 2001, 2002 et 2003, résultat bien supérieur aux prévisions de croissance établies par EDF.

⁵² C'est-à-dire la consommation finale y compris les pertes et la consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie.

En revanche, le bois-énergie serait caractérisé par une baisse de son utilisation. Mais encore une fois, cette évolution procède d'extrapolations et non d'une comptabilité opérée au plan régional. Cette tendance à la diminution est d'ailleurs contestée par certains observateurs qualifiés de la question énergétique en Basse-Normandie.

Globalement, la consommation énergétique finale en Basse-Normandie aurait crû entre 1990 et 1999 de 3,4 %.

Il est également intéressant d'observer la structure de la consommation finale par grands secteurs économiques, et ce par rapport à la France. On remarque à cet égard un certain nombre de contrastes, évidemment imputables aux spécificités économiques et sociologiques de l'économie bas-normande.

Ainsi, pour les mêmes raisons que celles évoquées précédemment, le secteur industriel, quoique plus développé en moyenne en Basse-Normandie qu'en France (en termes de population active occupée), affiche une moindre part dans la consommation énergétique régionale⁵³.

En revanche, le secteur résidentiel-tertiaire est crédité d'une part plus élevée qu'au niveau national dans la consommation finale. Ce différentiel est en partie dû à l'existence d'un patrimoine immobilier ancien et à la pénétration de ce fait dans ce secteur plus lente des technologies économes en énergie.

	Basse-Normandie	France
Industrie	17,2 % 574 Ktep	29,0 %
Résidentiel - tertiaire	47,3 % 1 602 Ktep	40,1 %
Transports	32,5 % 1105 Ktep	30,1 %
Agriculture	~ 3% 110 Ktep	< 1 %

Tableau n° 23 - Structure de la consommation finale d'énergie par secteur économique en France et en Basse-Normandie en 1999

Source : Observatoire de l'Énergie

Enfin, du fait de son importance en Basse-Normandie, le secteur agricole, dans l'absolu faible consommateur d'énergie, l'est cependant de façon supérieure à ce qui est observé au plan national.

Au plan détaillé, le secteur industriel se fournit en priorité en électricité (soit en équivalent pétrole de l'ordre de 223 000 tonnes), puis en gaz naturel (172 000 tep), en produits pétroliers (161 000 tonnes), accessoirement en bois (13 000 tep) et en houille (5 000 tep). À ce propos, l'absence d'usine métallurgique de grande taille pèse significativement sur l'importance de la consommation énergétique régionale à des fins industrielles.

⁵³ L'ouverture du marché de l'électricité à la concurrence concernait en 2003, sur la base d'une consommation annuelle minimale de 7 GW, potentiellement 57 entreprises en Basse-Normandie (21 dans le Calvados, 15 dans l'Orne et 17 dans la Manche) et 2 entreprises dans le domaine du gaz (consommation annuelle supérieure à 15 millions de m³). En 2007, le marché sera ouvert à tous les clients, particuliers compris.

Le secteur résidentiel-tertiaire présente un profil énergétique beaucoup plus varié, assez équitablement réparti entre produits pétroliers (495 000 tonnes), électricité (458 000 tep), gaz naturel (335 000 tep), bois (275 000 tep) auxquels il faut ajouter charbon (19 000 tep) et chauffage urbain (20 000 tep dont une partie issue du bois-énergie sous forme de réseaux de chaleur).

En termes d'évolution de la consommation par secteur sur la période 1990-1999, le tableau n° 24 donne un aperçu des variations observées en Basse-Normandie.

	1990	1999	Évolution 1990/1999 (rappel France)
Résidentiel - tertiaire	1 235 Ktep	1 602 Ktep	+ 29,7 % (+11,1%)
Industrie	1 002 Ktep	574 Ktep	- 42,7 % (-0,5%)
Agriculture	113 Ktep	110 Ktep	- 2,7 % (0%)
Transports	935 Ktep	1 105 Ktep	+ 19,2 % (+18,5%)
TOTAL	3 285 Ktep	3 391 Ktep ⁵⁴	+ 4,2 % (+11,5%)

Tableau n° 24 - Évolution de la consommation d'énergie par secteur économique entre 1990 et 1999 en Basse-Normandie

Source : Observatoire de l'Énergie

Ces évolutions sont, en termes de tendance, relativement comparables à celles observées au plan national durant la même période. C'est le cas pour l'agriculture et les transports. La tendance à la hausse dans le résidentiel-tertiaire est également relevée au niveau national mais elle est toutefois moins importante (+ 11,1 %). Enfin, dans le secteur industriel, les données nationales sont stables mais la chute constatée en Basse-Normandie (- 42,7 %) est principalement due à la fermeture d'Unimétal-Normandie, unité sidérurgique grosse consommatrice d'énergie.

B - LA PRODUCTION D'ÉNERGIE EN BASSE-NORMANDIE

Si la Basse-Normandie ne représente que 2,1 % de la consommation finale française d'énergie, en revanche, sa production d'énergie primaire atteint 3,3 % de la production nationale. Elle doit cette proportion non négligeable⁵⁵ à la présence sur son territoire d'une centrale nucléaire, en l'occurrence celle de Flamanville. En conséquence, la production totale d'énergie primaire comptabilisée en Basse-Normandie (4,210 millions de Tep) est essentiellement d'origine électrique.

⁵⁴ Différence négative de 8 000 tep due aux modalités de répartition entre secteurs économiques.

⁵⁵ La Basse-Normandie ne représente que 2,4 % de la population française et 2,0 % du PIB national.

1°/ LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

La production d'électricité en Basse-Normandie est, pour les raisons précédemment exposées, quasi-exclusivement assurée par le centre nucléaire de production d'électricité de Flamanville. Le tableau n° 24 détaille, entre autres, les différentes sources de production d'électricité répertoriées au plan régional.

Néanmoins cette production présente la caractéristique d'être relativement fluctuante, les centrales nucléaires étant soumises à des opérations régulières et plus ou moins longues (de l'ordre de 60 à 120 jours) d'entretien et nécessairement de rechargement en combustible. Ainsi, si la production mentionnée pour l'année 1999 est de 14 940 GWh, les années 2000 et 2001 ont été marquées par une production record de 18 610 GWh.

Ainsi, la baisse observée entre les années 1990 et 1999 n'est que ponctuelle et ne correspond en aucune manière à une diminution des capacités productives du site de Flamanville. Bien au contraire, le coefficient de disponibilité des centrales nucléaires françaises, c'est-à-dire la capacité à produire de l'énergie électrique, est passé en une quinzaine d'années d'environ 70 % à plus de 80 % de leur potentiel productif maximal théorique.

La production hydroélectrique connaît aussi des fluctuations dues aux variations à la fois du débit annuel des cours d'eau (notamment pour les installations localisées sur le réseau hydrographique du massif ancien) et de la demande régulée au plan national en fonction de la disponibilité et du coût technico-économique de l'énergie ainsi produite.

En Basse-Normandie, la production hydroélectrique repose principalement sur les barrages de Rabodanges⁵⁶ sur la rivière Orne et de Vezins et de la Roche qui Boit sur la Sélune auxquels il faut ajouter un certain nombre de petites installations privées présentes sur la plupart des cours d'eau bas-normands (Touques, Orne, Vire, Sienne...). Ces unités hydroélectriques affichent une production fluctuante, évaluée à 27 GWh en 1997 mais à 65 GWh en 1998.

En 2002, les barrages EDF, déjà cités, ont produit à eux seuls 37 GWh. Pour mémoire, en 1990, ces ouvrages avaient produit 21 GWh sur les 31 GWh attribués à l'hydroélectricité dans la région.

⁵⁶ La concession hydroélectrique de Rabodanges court jusqu'en 2035, celle de Vezins expire en 2007. Une procédure de renouvellement est en cours.

	1990	1999	Δ
<u>Électricité</u>			
dont centrales de cogénération	0	116	-
dont nucléaire	15 834	14 940	5,6 %
Production totale hydraulique brute	31	60	+ 93,5 %
Production totale éolienne brute	0	0	0
Production primaire brute totale (en GWh*)	15 865	15 116	1,6 %
<u>Énergies renouvelables thermiques</u>			
Déchets urbains (en ktep)	-	23	-
Bois (en ktep)	345	288	16,5 %
Production totale	345	311	9,9 %
Production d'énergie primaire totale (en ktep)	4 474	4 210	- 5,9 %

* En termes d'équivalence un MWh = 0,26 tonnes d'équivalent pétrole (en pouvoir calorifique inférieur - PCI -).

**Tableau n° 25 - La production d'énergie primaire en Basse-Normandie
D'après données de l'Observatoire de l'Énergie**

La cogénération concerne une quinzaine d'installations répertoriées en Basse-Normandie. Elle représente, comme l'hydraulique, une très faible part de la production d'électricité en Basse-Normandie, soit moins de 1 % de la production totale régionale.

La production d'électricité à partir de l'éolien était en 1999 nulle. Elle ne fait que s'amorcer en Basse-Normandie et demeure, à l'heure actuelle, très faible mais elle devrait significativement croître dans les années à venir.

2°/ LE BOIS-ÉNERGIE

D'après les données proposées par l'Observatoire de l'Énergie, une régression de la consommation de bois à des fins thermiques serait observée en Basse-Normandie. Il s'agit d'une extrapolation qui reste à confirmer tant l'utilisation du bois de chauffage est présente dans la région. Concernant une habitation sur 3, à titre principal ou accessoire, l'utilisation du bois-énergie s'étend même à l'habitat collectif et au tertiaire. Ainsi, cette diminution reste sujette à caution.

Dans l'absolu, le bois-énergie constitue une source énergétique, généralement à des fins thermiques, non négligeable au plan régional puisqu'il correspond à 7 %

de la production d'énergie en Basse-Normandie. Cette importance est également attestée par le fait que les quantités produites en Basse-Normandie représentent 3 % de la production nationale en la matière. Il faut voir dans ces proportions la traduction d'un mode de vie régional encore empreint d'une certaine ruralité et la présence d'un gisement ligneux reposant surtout sur les haies relativement important.

3°/ LES AUTRES FORMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE

En dehors du nucléaire et du bois-énergie, les autres formes de production d'énergie sont très peu développées en Basse-Normandie. Les ressources énergétiques tirées de la méthanisation, du bio-carburant, de l'éolien, du solaire photovoltaïque ou thermique ne génèrent encore que de très faibles quantités d'énergie à tel point d'ailleurs qu'elles n'apparaissent pas dans le bilan de la production énergétique régionale.

Enfin, quelques informations supplémentaires peuvent être apportées. À fin 2001, la population desservie par le gaz naturel en Basse-Normandie était de 155 000 habitants (11 % de la population régionale). En termes de puissance installée, le nucléaire avec deux réacteurs représentait 1 940 MW, l'hydraulique 14 MW et les centrales thermiques industrielles 24 MW.

Également, il existait à fin 1997 en Basse-Normandie 16 réseaux de chauffage urbains pour une puissance installée de 750 MW et une longueur de réseau de 110 km. Enfin, la longueur des lignes à haute tension traversant le territoire bas-normand est de 9 651 km pour la haute tension et de 15 447 pour la basse tension.

II - LES SPÉCIFICITÉS ÉNERGÉTIQUES DE LA BASSE-NORMANDIE

Comme le bilan énergétique de la Basse-Normandie le montre, la production régionale d'énergie procède essentiellement du nucléaire et accessoirement, mais de façon non négligeable, des énergies renouvelables et en particulier du bois-énergie.

A - LE NUCLÉAIRE AVEC LE CENTRE DE PRODUCTION DE FLAMANVILLE

Outre un certain nombre d'unités industrielles et de recherche travaillant le domaine nucléaire (DCN Cherbourg-Octeville, COGEMA, GANIL...), la Basse-Normandie compte un centre nucléaire de production d'électricité situé à Flamanville.

1°/ LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'UNITÉ DE FLAMANVILLE

La déclaration d'utilité publique relative à l'installation et à la réalisation d'une centrale nucléaire à Flamanville est intervenue fin décembre 1977. Elle incluait 4 tranches de production. Les travaux de terrassement ont débuté dès janvier 1978 et le couplage au réseau a été effectué en décembre 1985 pour la 1^{ère} tranche et en juillet 1986 pour la seconde tranche.

Les deux tranches nucléaires sont identiques et indépendantes. D'une puissance unitaire de 1 300 MW, elles appartiennent à la filière des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP). Deux tranches supplémentaires doivent être construites ultérieurement sur le site de Flamanville.

Le raccordement au réseau national de transport d'électricité de 400 000 volts (400 kv) s'effectue du poste de Manuel, à proximité de Bricquebec, d'où l'électricité est redistribuée prioritairement vers Caen, le Nord-Cotentin et Rennes.

L'unité de production de Flamanville procure un emploi à 677 personnes dont environ 15 % de cadres et 60 % d'agents de maîtrise, de même qu'à 200 prestataires intervenant en permanence sur le site.

Le coût de sa réalisation a été estimé à environ 1,850 milliard d'euros (valeur 1986). En termes de contribution économique, outre les salaires (45 millions d'euros en 2003), la centrale nucléaire de Flamanville verse un montant total de taxes s'élevant à 25,3 millions d'euros soit 6 millions au titre des taxes foncières et 19,3 au titre de la taxe professionnelle. Par ailleurs, en 2003, le montant total des commandes passées par EDF-Flamanville aux entreprises extérieures s'est élevé à plus de 32 millions d'euros.

La centrale de Flamanville assure en moyenne 3,6 % de la production nationale d'électricité. De façon précise, elle a produit 16,6 TWh en 2002 et 17,6 TWh en 2003. Son taux de disponibilité, en croissance permanente, a atteint 80,9 % en 2003. A ce propos, l'unité 2 a atteint en 2003 une production record de 10 TWh.

Le cycle de production de l'année 2003 a été caractérisé par l'arrêt de l'unité n°1 pour une durée de 102 jours. Cette interruption programmée a permis de renouveler non seulement un tiers de l'uranium contenu dans le réacteur mais aussi de réaliser des contrôles et des opérations de maintenance pour s'assurer du bon fonctionnement des matériels et en particulier de procéder à l'amélioration du revêtement intérieur de la partie basse du réacteur et de réaliser l'épreuve hydraulique des générateurs à vapeur.

Cette opération a mobilisé 2 000 personnes prestataires extérieures à EDF. Une opération identique est menée courant 2004 sur l'unité n° 2.

2°/ L'IMPORTANCE DES PRÉOCCUPATIONS DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

Pour les centrales nucléaires, les questions de sécurité et de sûreté constituent des obligations permanentes de même que des impératifs de progrès. En ce sens, en 2003, l'unité EDF de Flamanville a consacré 54 000 heures à la formation de ses

salariés, cet effort représentant 10 % de la masse salariale et environ 5 % des heures travaillées. Dans le cadre de cette préoccupation, un simulateur de conduite vient d'être mis en service. Il permet de recréer toutes les situations de fonctionnement, y compris les plus délicates.

En termes de sûreté, en 2003, l'unité de Flamanville a comptabilisé 20 événements dont 16 ont été classés au niveau 0 de l'échelle INES⁵⁷ et 4 au niveau 1. Ces résultats demeurent comparables à ceux des années précédentes. Par ailleurs, le site a été concerné par 9 événements significatifs de sûreté déclarés par EDF de façon générique car pouvant concerner plusieurs sites. Parmi ces événements, 3 seulement ont été confirmés sur les installations d'EDF Flamanville.

Par ailleurs, la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) a procédé en 2003 à 16 inspections dont six de façon inopinée.

En ce qui concerne la sécurité, l'année 2003 a été marquée par un renforcement réglementaire de la sécurité des salariés travaillant sur le site. Ainsi, les limites d'exposition des travailleurs et du public ont été abaissées à un millisievert (mSv) par an pour le public et à 20 mSv par an pour les travailleurs exposés (contre 50 mSv auparavant). Il convient de souligner que, depuis 1996, EDF applique par anticipation ces nouvelles normes. À Flamanville, aucun intervenant n'a été exposé au-delà de 15 mSv depuis 1999.

En outre, depuis juillet 2002, l'Autorité de Sûreté a renforcé ses exigences en matière de transparence. EDF applique désormais, à titre expérimental, de nouveaux critères de déclarations des événements. Comme les événements significatifs en matière de sûreté, ceux liés à la radioprotection font désormais l'objet d'une procédure d'information. En 2003, la Centrale de Flamanville a déclaré 11 événements significatifs pour la radioprotection. Ils sont liés à des défauts de surveillance ou à des non respects d'accès à certaines zones.

3°/ UNE PRISE EN COMPTE ACCRUE DES QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES

Comme pratiquement toutes les installations industrielles, les centrales nucléaires produisent des déchets et effectuent des rejets. Compte tenu de la spécificité de ceux-ci et de leur radioactivité potentielle, la réglementation appliquée aux centrales nucléaires limite les rejets et impose une gestion rigoureuse des déchets.

⁵⁷ L'échelle internationale INES, mise en place depuis 1994, permet d'évaluer la sûreté. Elle classe les événements significatifs pour la sûreté en 8 niveaux numérotés de 0 à 7 : 0 incident d'aucune importance du point de vue de la sûreté, 1 anomalie, 2 incident, 3 incident grave, 4 accident n'entraînant pas de risque important hors du site, 5 accident entraînant un risque hors du site, 6 accident grave, 7 accident majeur.

Pour ce qui concerne la centrale de Flamanville, les rejets constatés en 2003 se sont révélés inférieurs aux limites réglementaires annuelles. Les effluents liquides ont affiché les résultats suivants :

- tritium 99,8 % de l'autorisation annuelle ;
- iodes 14,7 % de l'autorisation annuelle ;
- autres radioéléments 4,1 % de l'autorisation annuelle.

Pour les effluents gazeux, les données sont les suivantes :

- tritium 40,6 % de l'autorisation annuelle ;
- iodes 13,5 % de l'autorisation annuelle ;
- gaz rares 2,0 % de l'autorisation annuelle ;
- autres radioéléments 0,7 % de l'autorisation annuelle.

Des relevés quotidiens sont accomplis par EDF sur le site (air, eau de mer, eau de pluie, nappes phréatiques, végétaux, produits laitiers...). L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) procède également à des contrôles indépendants (500 contre-mesures en 2003). L'IFREMER intervient également dans ce cadre.

En ce qui concerne les rejets de tritium sous forme liquide, ceux-ci se situent quasiment au niveau de l'autorisation annuelle (99,8 % de celle-ci) ; la quantité produite s'explique par un fonctionnement très optimisé des réacteurs. En effet, plus on produit d'électricité, plus les rejets de tritium sont importants. De plus, depuis 2000, le nouvel arrêté ministériel réglementant les rejets fixe la limite annuelle pour le tritium à 60 000 gigabecquerels (GBq) contre 80 000 auparavant.

Par ailleurs, il faut préciser que l'impact du tritium sur l'homme est extrêmement faible. C'est l'un des radioéléments les moins toxiques, compte tenu de la très faible énergie des rayonnements émis et de son temps de transit dans le corps humain relativement court.

En outre, les mesures effectuées dans le cadre du programme de surveillance des centrales montrent que la quantité de tritium dans les eaux réceptrices est généralement inférieure à la limite de détention (36 bq/l). Cette valeur est 100 fois plus faible que la limite recommandée pour l'eau de boisson par l'Organisation Mondiale de la Santé.

En ce qui concerne les déchets nucléaires, il a été constaté en 2003 une augmentation des volumes comptabilisés en raison des travaux de maintenance accomplis sur l'unité de production n° 1. Ainsi est-on passé de 191 m³ de déchets à faible activité, en 2002, à 208 m³ en 2003. De plus, un audit a été mené en 2003 par l'Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA) concluant à une bonne gestion des déchets nucléaires sur le site de Flamanville.

Deux transports (par camions) de combustibles usés (uranium) ont été acheminés vers la COGEMA. Par ailleurs, à l'image des événements significatifs pour la radioprotection, sur demande de l'Autorité de Sûreté et à titre expérimental,

les événements relatifs à l'environnement sont désormais déclarés spécifiquement. En 2003, le site de Flamanville a déclaré un événement significatif pour l'environnement et deux écarts à l'arrêté de rejet.

D'une manière générale, depuis l'entrée en fonctionnement de la centrale, EDF-Flamanville a cherché à réduire significativement et constamment ses rejets. Ainsi, les rejets d'effluents liquides radioactifs (hors tritium) ont été diminués par 40 depuis 1986 et les rejets d'effluents gazeux radioactifs par 2.

Enfin, il faut signaler que la centrale nucléaire de Flamanville a obtenu la certification ISO 14001 pour ce qui a trait aux déchets classiques.

B - LA BIOMASSE, SOURCE D'ÉNERGIE EN BASSE-NORMANDIE

Source complémentaire de production d'énergie, la biomasse et en particulier le bois-énergie représentent de l'ordre de 7 % de la production énergétique totale de la Basse-Normandie selon les données communiquées par l'Observatoire de l'Énergie. Comme déjà souligné, l'estimation de la production énergétique attribuée à cette forme d'énergie semble probablement inférieure à la réalité.

À titre vraiment accessoire, seront également mentionnées la production d'énergie opérée à partir de la fermentation des déchets à des fins de méthanisation et la production de diester ou d'huile à partir du colza.

1°/ LE BOIS-ÉNERGIE

Par utilisation de la biomasse à des fins énergétiques, il faut surtout entendre en Basse-Normandie bois-énergie⁵⁸. Utilisé comme combustible, le bois provient pour les 3/4 des haies bocagères et pour le restant d'origines forestières. Il est cependant difficile de chiffrer les volumes de bois consommés à des fins énergétiques en Basse-Normandie du fait, d'une part de l'autoconsommation, et d'autre part, de l'existence d'un important marché de gré à gré qui échappe, par définition, à toutes statistiques.

Divers organismes procèdent néanmoins à des estimations. Ainsi, l'ADEME évalue le volume de bois consommé à 1,8 million de stères, et ce principalement par les foyers. Pour sa part, Biomasse Normandie considère a minima qu'environ 920 000 tonnes de bois sont valorisées chaque année dans la région à des fins énergétiques. L'Observatoire des Énergies estime que le bois-énergie utilisé annuellement en Basse-Normandie représente près de 290 000 tonnes d'équivalent pétrole.

Le bois couvrirait donc aujourd'hui environ 13 % des besoins énergétiques des ménages bas-normands, soit en appoint de chauffage électrique ou central, soit en énergie principale.

⁵⁸ L'essentiel des informations contenues dans ce développement est tiré du rapport du CESR sur la Forêt et la filière bois en Basse-Normandie - Juin 2003.

D'agrément au départ, le bois-énergie occupe une place non négligeable dans le chauffage résidentiel et à un degré moindre tertiaire. Il faut souligner que l'utilisation du bois de feu, de principalement rurale à l'origine, devient de plus en plus périurbaine. Cependant, le marché du bois de chauffage demeure peu organisé et l'approvisionnement pose parfois des difficultés en dehors des zones bocagères.

Parallèlement à cette forme d'utilisation domestique et individuelle, se développe une utilisation collective à l'instigation notamment de l'association Biomasse Normandie, créée en 1983 à l'initiative de la Chambre Régionale d'Agriculture.

Un plan bois-énergie et développement local a été lancé et soutenu en Basse-Normandie par l'ADEME en partenariat avec le Conseil Régional, l'animation de cette opération étant confiée à Biomasse Normandie. Ce plan se fixait comme objectif d'atteindre une puissance de 30 MW, qui correspondrait à 30 000 tonnes de bois brûlés par an, soit l'équivalent de 7 500 tep⁵⁹. Compte tenu des opérations réalisées et en projet, cet objectif pourrait être atteint en 2006.

Ramené à la population bas-normande, l'effort consenti au plan régional serait comparable à celui consacré par la Région Rhône-Alpes, territoire pourtant considéré comme étant en pointe au plan national dans ce type d'énergie. Deux autres régions mènent des actions similaires : Franche-Comté, et Champagne-Ardenne.

Début 2004, le Plan Bois-énergie en Basse-Normandie concernera une vingtaine de chaufferies réalisées principalement dans l'habitat collectif et le tertiaire.

Actuellement, 4 chaufferies collectives au bois de forte puissance alimentent un réseau de chaleur en Basse-Normandie :

- une à La Ferté-Macé datant de 1999 et d'une puissance de 2 MW. Elle alimente 450 logements collectifs HLM, un groupe scolaire, une salle de sport et un lycée technique ;
- une à Bayeux de 2 MW fournissant le chauffage à 470 logements sociaux et datant de 2001 ;
- une chaufferie centrale alimente depuis 2002 l'hôpital de St Hilaire du Harcouët et assure une partie des besoins thermiques d'un établissement scolaire ;
- une installation de 3,7 MW à Falaise datant de 2003. Sa consommation annuelle est estimée à 6 000 tonnes de bois.

On peut ajouter au titre des créations récentes celle d'une petite chaufferie destinée à alimenter la Maison du Parc Naturel Régional du Perche à Nocé. En 2005 et 2006, pourraient voir le jour des installations bois-énergie à Alençon (habitat collectif), La Ferté-Macé (future piscine, lycée et collège), Pontorson (hôpital), Bayeux, Vire.

⁵⁹ Cette consommation représente le bois-énergie utilisé dans les réseaux de chaleur ce qui n'est qu'une faible partie de la consommation totale de bois estimée par ailleurs en Basse-Normandie à 288 000 Tep.

2°/ LA PRODUCTION DE MÉTHANE

Il s'agit là d'un mode de production d'énergie bien moins développé que ne l'est le bois-énergie en Basse-Normandie. On dénombre deux installations importantes, une à Bayeux, datant de 1986, et l'autre à Cherbourg (1987). Ces infrastructures produisent de l'énergie à partir de déchets ménagers de façon directe et/ou de l'électricité à partir de la cogénération.

Cette technologie reste difficile à mettre en œuvre en deçà de quantités considérables de matières premières (de l'ordre de 30 000 à 40 000 tonnes par an) nécessaires pour parvenir à un certain seuil de rentabilité. De surcroît, la production de méthane est assez exigeante en technologie. Néanmoins, elle permet la production de gaz, d'électricité en cogénération, d'engrais et d'amendements organiques commercialisables.

Ces installations correspondent donc à des projets d'une certaine ampleur, nécessitant une maîtrise d'ouvrage publique et répondent in fine plus à une logique de traitement et d'élimination des déchets que de production d'énergie, le prix d'achat de l'électricité produite étant par exemple insuffisant pour générer une rentabilité directe de la production de méthane.

Il convient de signaler que la méthanisation est difficilement généralisable en agriculture, d'une part, en raison des quantités élevées de matières premières nécessaires ; d'autre part, parce que ce procédé ne résout en rien le problème de l'azote dans les sols ; enfin, parce que l'agriculture demeure dans la grande majorité de ses activités peu consommatrice d'énergie.

3°/ LES BIOCARBURANTS

Uniquement produits en Basse-Normandie à partir du colza, les biocarburants, et en particulier le diester, ne sont utilisés en quantité significative que par les bus du réseau de transport urbain de l'agglomération caennaise, par les Bus Verts dans le département du Calvados et à Alençon dans le département de l'Orne. Cultivé en Basse-Normandie, le colza reçoit une transformation à des fins énergétiques dans une unité industrielle située en Haute-Normandie.

Il existe par ailleurs des opérations individuelles ou à petite échelle (en CUMA) de fabrication d'huile de colza à des fins énergétiques, en remplacement du fioul pour les besoins de chauffage des exploitations ou encore comme carburant pour les engins agricoles⁶⁰.

Pour mémoire et en ce qui concerne la production de bio-carburants, environ 9 000 hectares (8 600 de colza et 400 de betteraves) en 2003 étaient valorisés à cette fin, la transformation étant réalisée dans une unité industrielle située en Haute-Normandie. En termes quantitatifs, les surfaces dédiées aux cultures énergétiques

⁶⁰ L'huile de colza considérée comme carburant, pour ne pas être soumise à la taxe intérieure sur les produits pétroliers (TIPP), doit être réservée à un usage strictement agricole à l'exclusion de tous déplacements. Dès lors, ce carburant exige pour être utilisé sur des tracteurs un système de double réservoir. Par ailleurs, ce type de carburant convient de façon médiocre aux moteurs turbocompressés, de plus en plus présents dans le parc des tracteurs agricoles.

permettent la production en Basse-Normandie d'environ 15 000 tep. Il s'agit cependant d'une production brute, c'est-à-dire déduction non faite de l'énergie nécessaire à l'usage du tracteur, à la production d'engrais et à la transformation en carburant. Ainsi, en termes de rendement net, la production bas-normande, sur la base de 9 000 hectares mis en valeur, n'est plus que de 7 800 tep⁶¹.

III - L'ACTION DE L'ÉTAT ET DES POUVOIRS PUBLICS DANS LE DOMAINE ÉNERGÉTIQUE EN BASSE-NORMANDIE

A - LES ACTIONS MENÉES PAR L'ADEME EN BASSE-NORMANDIE

Établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) a pour rôle de conseiller l'État dans la définition des politiques environnementales puis de contribuer à leur mise en œuvre.

Ses délégations régionales permettent une adaptation des politiques nationales aux territoires et à leurs spécificités. Plus particulièrement, la délégation bas-normande oriente son action dans le domaine de l'énergie dans trois filières : bois-énergie, solaire thermique et éolien. À cet égard, un Programme Régional de Maîtrise de l'Énergie et Développement Durable (PREMEDD), qui constitue l'annexe environnementale du Contrat de Plan État-Région, fixe les conditions de mise en œuvre d'actions communes entre l'ADEME, l'État et le Conseil Régional pour la période 2000-2006.

- Concernant **le bois-énergie**, les actions développées conjointement par l'ADEME et le Conseil Régional ont déjà été évoquées dans cette partie du rapport.

- Concernant **le solaire thermique**, les politiques menées par l'ADEME en relation avec le Conseil Régional visent particulièrement à favoriser l'équipement en chauffe-eau solaires individuels. Cette politique se traduit par des campagnes de sensibilisation, la formation des installateurs agréés et l'octroi d'aides financières. En 2002, 60 chauffe-eau ont été ainsi installés et 100 en 2003.

Il faut également évoquer les opérations au profit du séchage solaire des fourrages (5 installations aidées en 2002) qui connaissent une faveur grandissante chez les agriculteurs notamment par la qualité de séchage et de fourrage obtenue.

L'ADEME contribue aussi au développement de la production d'électricité via la technologie photovoltaïque. Ces installations permettent à des sites isolés de bénéficier d'une fourniture d'électricité et/ou de revendre tout ou partie de celle-ci vers le réseau.

⁶¹ Pour information, un hectare de colza produit l'équivalent de 1,37 tonne de carburant (en énergie brute) qui correspond en énergie nette à 0,87 tonne de carburant. Un hectare de blé produit l'équivalent de 1,76 tonne de carburant (en énergie brute) qui correspond en énergie nette à 0,04 tonne de carburant. Dans ce dernier cas, l'énergie nécessaire pour les engrais, la culture et le raffinage est de 1,72 tonne de carburant, d'où ce résultat pour le moins mitigé...

Comme cela a déjà été mentionné, l'impact énergétique de ces actions reste pour l'instant très limité, l'action de l'ADEME s'inscrivant surtout dans le long terme et dans une optique de vulgarisation et de sensibilisation à ces formes plutôt méconnues de production d'énergie.

• **L'éolien** constitue un autre secteur d'intervention de l'ADEME. Il s'agit dans le domaine des énergies renouvelables d'une forme de production d'électricité particulièrement prometteuse, susceptible de générer une énergie relativement abondante toute proportion gardée.

L'action de la délégation régionale de l'ADEME apparaît d'autant plus intéressante dans ce secteur énergétique que la Basse-Normandie offre un potentiel éolien tout à fait remarquable.

La fixation d'un système de prix d'achat garanti du KW/h éolien produit (déjà évoqué précédemment) a permis d'assister dans les départements disposant des plus importants potentiels éolien à une véritable "course au vent" de la part des opérateurs. À titre d'exemple, avant le 1^{er} septembre 2002, près de 200 projets, pour 1 100 MW de puissance installée, avaient fait l'objet d'une demande de raccordement. Cependant, il s'agissait de l'affichage d'une intention, les procédures administratives (enquête publique, étude d'impact obligatoire à partir de 2,5 MW, notice d'impact en deçà...) constituant autant d'obstacles à surmonter avant l'obtention d'une autorisation définitive, en l'occurrence le permis de construire.

Dans ce cadre, l'ADEME a développé une politique active de sensibilisation caractérisée en particulier par la tenue des Assises régionales de l'éolien fin 2002 et a mis en place des outils d'aide à la décision. Il en va ainsi de l'établissement d'une cartographie terrestre du gisement éolien en 2001 en Basse-Normandie. Il en ressort que 80 % de l'espace régional offrent un potentiel éolien exploitable, c'est-à-dire disposent d'un vent moyen à 60 mètres d'altitude d'une vitesse supérieure à 6 m/s.

De la même manière, une étude du potentiel éolien off shore du Cotentin a été opérée en 2002 à la demande conjointe du Conseil Régional et de l'ADEME et dont les conclusions ont été positives.

L'ADEME apporte également des financements contribuant à la réalisation de diagnostics énergie dans le patrimoine bâti (habitat collectif, tertiaire) ou d'études spécifiques portant entre autres sur l'éclairage public ou encore d'opérations diagnostic sur des territoires étendus comme le Parc Naturel Régional Normandie-Maine.

Par ailleurs, cet organisme met en place des contrats d'actions territoriales pour l'environnement et l'efficacité énergétique (contrat ATEnEE) en partenariat avec les Conseils Régionaux et la DATAR. Il s'agit d'opérations menées avec les Pays, les Agglomérations et les Parcs Naturels Régionaux pour améliorer la prise en compte de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie dans les politiques territoriales. Des discussions sont actuellement en cours avec les Parcs Naturels Régionaux Normandie-Maine et des Marais du Cotentin et du Bessin, avec les Pays de la Baie

du Mont-Saint-Michel (plus spécialement la communauté de communes de St James) et du Cotentin et avec la Communauté Urbaine de Cherbourg.

B - LA POLITIQUE MENÉE PAR LE CONSEIL RÉGIONAL DE BASSE-NORMANDIE EN FAVEUR DE L'ÉNERGIE

Dès le début des années 1980, le Conseil Régional de Basse-Normandie s'est intéressé au domaine de l'énergie et a orienté sa politique vers trois secteurs d'intervention :

- les énergies renouvelables avec un programme d'aide au bois-énergie et à la méthanisation, à la récupération-utilisation de la chaleur issue de l'incinération des déchets domestiques, et à l'énergie solaire ;
- les économies d'énergies, principalement en agriculture, à travers la réalisation de bâtiments en terre-paille et le financement de diagnostics thermiques ;
- l'amélioration de la desserte en gaz naturel.

L'action du Conseil Régional dans le domaine de l'énergie n'a cessé de se développer et d'évoluer au cours des années. Elle a notamment été axée sur la dépollution atmosphérique par une aide à l'amélioration des chaudières fixes de moyenne et forte puissance, sur le développement du chauffage solaire, et sur le bois-énergie, par convention avec l'ADEME et en liaison avec Biomasse Normandie. Cette dernière action, initiée de longue date par le Conseil Régional, s'inscrit désormais dans le cadre du Plan Bois-Énergie et Développement Local. En liaison avec l'ADEME, ce plan se fixe pour objectif d'atteindre une puissance installée de 30 MW qui correspondrait à la combustion annuelle de 30 000 tonnes de bois, soit 7 500 tonnes d'équivalent pétrole. Cet objectif, après une longue période de maturation, devrait être atteint d'ici 2006 compte tenu du succès que cette politique rencontre aujourd'hui.

En outre, au travers des financements accordés aux Parcs Naturels Régionaux, des opérations de diagnostic (éolien, bois-énergie, solaire...) sont mises en œuvre par les Parcs Naturels Régionaux Normandie-Maine et Parcs des Marais du Cotentin et du Bessin.

C - L'ACTION DES CONSEILS GÉNÉRAUX DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE

Parallèlement ou en liaison avec l'État, et/ou le Conseil Régional, les Départements mènent également des actions dans le domaine de l'énergie.

1°/ LE DÉPARTEMENT DU CALVADOS

Au sein des politiques et des actions menées par le Conseil Général du Calvados dans le domaine de l'énergie, l'accent semble avoir été mis récemment sur ce qui a trait au développement de l'éolien. Une charte et un schéma ont été, à ce

propos, conçus ; ils constituent, tant auprès des élus que des opérateurs, des outils opportuns d'aide à la décision et à la compréhension des problématiques liées à l'énergie éolienne. Le territoire départemental fait ainsi l'objet de zonages mettant en évidence le caractère plus ou moins adapté de certains secteurs géographiques à l'implantation d'aérogénérateurs. Il s'agit en l'occurrence d'éviter des localisations dans l'absolu par trop préjudiciables soit aux populations situées à proximité, soit à l'environnement.

En outre, le Conseil Général du Calvados a souhaité la réalisation d'un schéma comparable pour le domaine maritime. Le littoral calvadosien présente, outre un intéressant gisement éolien, des caractéristiques physiques propices à l'implantation d'éoliennes : pente douce et faibles profondeurs.

Pour mémoire, le Conseil Général prend en considération de façon croissante les opportunités offertes par le bois-énergie. Dans cet ordre d'idées, il compte doter la Maison de la Nature à Sallenelles (Baie de l'Orne) d'une chaudière à bois dont la présence et le fonctionnement serviraient de vitrine au développement des énergies renouvelables et en particulier de l'usage du bois à des fins thermiques.

Par ailleurs, pour valoriser les déchets issus de l'entretien des haies situées en bordure des axes routiers relevant de sa compétence, le Conseil Général compte favoriser l'emploi de cette ressource comme combustible.

Enfin, de façon régulière, en liaison avec le SDEC Énergie, il participe au financement de diagnostics énergie.

2°/ LE DÉPARTEMENT DE LA MANCHE

Le Conseil Général de la Manche s'est investi de longue date dans la politique en faveur du développement du bois-énergie. Cette politique est principalement axée sur l'amont de la filière via le financement d'équipements de broyage collectifs ou détenus par des associations d'insertion oeuvrant dans le domaine de l'environnement. En étroite relation avec le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin, cette politique est poursuivie et pourrait même s'étendre à l'incitation à l'acquisition par les petites entreprises et les particuliers de petites chaufferies utilisant le bois.

De façon logique, le Département mène en partenariat avec la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt et la Chambre Départementale d'Agriculture une action en faveur de la plantation de haies.

Enfin, dans le domaine de l'éolien, le Conseil Général de la Manche a initié la réalisation d'un guide à destination des élus locaux et de l'ensemble des acteurs opérant dans ce secteur : services de l'État, opérateurs, prestataires de services.... Ce document détermine notamment la sensibilité des paysages à l'implantation d'aérogénérateurs et produit des informations et des conseils afin d'aboutir à une appropriation de ces projets par les collectivités tant au plan institutionnel que social.

À terme, l'objectif est de tirer un parti optimal du gisement éolien tout en respectant la qualité paysagère reconnue de la plupart des micro-régions composant

le département. Au plan juridique et institutionnel, les facteurs limitants ou favorables à l'éolien devront être pris en compte dans les documents d'urbanisme (plans locaux d'urbanisme, schémas de cohérence territoriale), afin que ces divers paramètres revêtent une force juridique (notamment une opposabilité aux tiers).

Plus largement, le Conseil Général incite les communautés de communes à intégrer la compétence éolienne. C'est déjà le cas de cinq d'entre elles qui ont d'ores et déjà lancé des études pour définir les zones d'implantation les mieux adaptées aux contraintes locales. Les Pays devraient à leur tour s'associer à cette démarche.

3°/ LE DÉPARTEMENT DE L'ORNE

L'essentiel des politiques mises en œuvre par le Conseil Général de l'Orne dans le domaine de l'énergie repose sur la valorisation du gisement forestier départemental. À cet égard, le Conseil Général compte s'engager en faveur des petites chaufferies bois-énergie, installées chez les particuliers et dans les PME. Une convention est en préparation avec l'ADEME à ce propos.

Pour compléter sa politique de replantation des haies, le Département entend également tirer parti du gisement de bois déchiquetés d'origine bocagère. A ce propos, la création de plate-formes favorisant le stockage et la gestion de l'approvisionnement en bois-énergie serait encouragée par une participation financière départementale. Dans le même ordre d'idées, le Conseil Général se propose de participer à toutes éventuelles valorisations des bois déchiquetés issus de l'entretien des voiries communales.

Le Parc Naturel Régional Normandie-Maine, avec le concours du Conseil Général de l'Orne, étudie actuellement la possibilité de passer avec l'ADEME un contrat de type ATEnEE (dispositif déjà évoqué précédemment).

Enfin, dans le domaine éolien, le Département de l'Orne a l'intention de participer à l'établissement d'une charte et d'un schéma à l'instar de ce qui a déjà été réalisé dans le département du Calvados.

IV - QUELLES PERSPECTIVES POUR UNE POLITIQUE RÉGIONALE DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE ?

À l'issue de ce rapport, la question de la mise en œuvre d'une politique régionale de l'énergie se pose. Est-il possible d'élaborer et d'appliquer au plan territorial une politique globale incluant production, consommation et maîtrise de l'énergie?

Si l'on se place du point de vue d'une éventuelle indépendance énergétique régionale, la réponse est évidemment négative. Trop de situations objectives et de paramètres de natures internationale et nationale s'y opposent et rendent illusoirs toute volonté régionale de maîtriser de façon globale tant la fourniture que la consommation d'énergie.

Cela est particulièrement vrai au plan de la production. Il faut convenir que dans ce domaine les disponibilités en énergie sont, au plan régional, rarement diversifiées, généralement limitées à une forme d'énergie principale, comme en Basse-Normandie avec l'électricité d'origine nucléaire, voire quasi nulles comme en Bretagne⁶². De surcroît, l'exploitation des ressources énergétiques relève pour l'essentiel du niveau national et plus ou moins directement de l'État.

D'autres variables entrent également en ligne de compte. Il faut citer entre autres les fluctuations affectant les quantités et les prix des énergies, les décisions prises au niveau international (Protocole de Kyoto...) ou national (prééminence donnée en France au nucléaire) de même que l'importance des investissements nécessaires à l'exploitation d'une forme d'énergie, tous ces paramètres rendant donc utopique sinon illusoire toute volonté régionale de maîtriser la politique énergétique au plan territorial.

Il ne faut pas pour autant en déduire que l'influence des pouvoirs publics locaux est nulle. La contribution apportée par les collectivités locales au développement de l'usage du bois à des fins thermiques dans quelques régions françaises dont la Basse-Normandie en apporte la preuve. De même, l'implication des collectivités locales dans l'émergence de l'éolien notamment dans le cadre de la détermination des secteurs géographiques les mieux adaptés à cette forme de production d'énergie démontre le bien-fondé de leur intervention dans la politique énergétique.

À cet égard, il semble bien que la prise en compte par les collectivités territoriales des questions de production d'énergie puisse surtout s'exercer dans le domaine des énergies renouvelables (éolien, bois-énergie, solaire...), en particulier sous la forme de politiques d'accompagnement ou d'incitation. La participation des pouvoirs publics locaux à l'émergence de ces formes d'énergie relativement nouvelles est à de nombreux égards légitime :

- en ce sens, elle contribue tout d'abord à favoriser la montée en puissance d'énergies actuellement accessoires mais de nature à contribuer progressivement à la diversification de l'approvisionnement énergétique national ;
- elle apporte une aide financière et/ou logistique complémentaire, tout à fait indispensable à ces énergies qui ne bénéficient de la part de l'État que de crédits mesurés⁶³ ;
- caractérisées par une forte décentralisation des moyens de production, ces énergies présentent aussi un intérêt non négligeable pour les collectivités locales en suscitant notamment un complément d'activité économique, en engendrant des ressources fiscales (taxe professionnelle) et en induisant des économies infrastructurelles ;

⁶² La Bretagne produit 5 % de ses besoins en énergie et pourrait rencontrer à termes des difficultés d'approvisionnement en énergie électrique.

⁶³ Au travers d'un prix de rachat élevé du kw produit, l'éolien bénéficie néanmoins d'une aide tout à fait considérable. Cependant, cet avantage sera remis en cause dès lors qu'un certain seuil de puissance installée sera atteint au niveau national.

- enfin, la prise en compte de ces énergies renouvelables au niveau local constitue une participation à l'effort national de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre.

L'implication des collectivités locales dans les problématiques relevant de la consommation d'énergie apparaît également justifiée. Toutefois, elle semble a priori devoir surtout s'orienter vers des actions de diagnostic et de sensibilisation, c'est-à-dire en amont de la réalisation concrète d'économies d'énergie. Leurs possibilités d'intervention en matière de procédés et de technologies économes d'énergie semblent en effet plutôt limitées, les économies financières réalisées constituant à elles seules pour l'entrepreneur et le particulier un puissant facteur de motivation.

Cependant, la perception de la nécessité de réaliser des économies d'énergie chez les usagers demeure très relative et varie principalement avec le niveau du prix des combustibles, carburants, et autres produits énergétiques. Dès lors, les actions de sensibilisation menées par les pouvoirs publics, qu'ils soient nationaux ou locaux et pourvu qu'elles présentent une certaine permanence, sont seules de nature à inciter durablement les consommateurs à adopter ou à renouer avec des comportements plus économes.

Ainsi, les collectivités territoriales peuvent jouer un rôle dans le domaine de l'énergie et initier des politiques globales intégrant à la fois ce qui a trait à la production et à la consommation d'énergie. Mais compte tenu de leurs moyens dans l'absolu limité, leurs possibilités d'intervention doivent être ciblées et surtout complémentaires des politiques menées au plus haut niveau. Pour autant, l'intervention des collectivités territoriales et en particulier des régions présente un réel intérêt.

Trois axes d'actions ou d'interventions peuvent constituer des perspectives régionales en matière énergétique :

- consolider les politiques actuelles menées dans le domaine de la biomasse et en particulier de la filière bois-énergie ;
- favoriser le développement actuel de l'énergie éolienne ;
- prendre en considération le projet EPR s'il venait à faire l'objet d'une décision gouvernementale favorable.

Parallèlement à ces orientations que l'on peut considérer comme essentielles au plan de la politique énergétique régionale, d'autres domaines d'interventions peuvent également être pris en compte en Basse-Normandie.

Il est ainsi possible d'accompagner tout ou partie des actions initiées au plan national dans le domaine des économies et de la maîtrise de l'énergie. Cela suppose de relayer ou bien de participer aux campagnes de sensibilisation menées notamment par l'ADEME. Il est également possible d'envisager une prise en compte par les collectivités territoriales, communes ou établissements publics de coopération intercommunale des questions d'économie d'énergie soit dans le cadre de leur patrimoine propre ou de l'habitat collectif placé sous leur responsabilité (office public HLM), soit dans le cadre de leur politique de construction et de mise à disposition de bâtiments industriels relais.

Une éventuelle extension de la desserte actuelle en gaz naturel pourrait faire aussi l'objet d'une réflexion dans la mesure où elle répondrait à une demande industrielle et tertiaire confirmée.

Enfin, une plus grande diffusion du solaire thermique, dans le patrimoine public et privé devrait être favorisée, s'agissant d'une technologie désormais éprouvée et parfaitement intégrée par les professionnels chargés de son installation.

A - CONSOLIDER LES POLITIQUES ACTUELLES DANS LE DOMAINE DE LA BIOMASSE UTILISÉE À DES FINS ÉNERGÉTIQUES

Les actions entreprises depuis un certain nombre d'années par la plupart des collectivités territoriales dans le domaine de la biomasse doivent être poursuivies et même intensifiées dans la mesure où le gisement énergétique disponible en Basse-Normandie apparaît encore sous-utilisé. Il en va ainsi du bois-énergie et de l'usage énergétique du colza.

1°/ LE BOIS-ÉNERGIE, DE RÉELLES MARGES DE PROGRESSION

Il est ici intéressant de rappeler que l'utilisation à des fins thermiques du bois présente un certain nombre d'avantages.

Tout d'abord, le bois est une énergie renouvelable et peut être considéré comme inépuisable dans le cadre d'une gestion sylvicole adaptée. Sa consommation raisonnée n'entame pas le patrimoine des générations futures et permet d'économiser les énergies fossiles.

Au plan de la lutte contre l'effet de serre, sous certaines conditions, on peut considérer que la quantité de CO₂ dégagée lors de la combustion du bois est comparable à celle produite naturellement lors de sa décomposition, cette quantité de CO₂ correspondant par ailleurs à celle qui a été extraite de l'air pour la photosynthèse au cours de la croissance de l'arbre. Ainsi et théoriquement, le bilan du CO₂ produit peut être considéré comme neutre puisque l'utilisation du bois comme source d'énergie participe au cycle naturel du carbone.

En termes d'indépendance énergétique et de maîtrise des coûts de l'énergie, le bois-énergie présente également de réels avantages. En effet, dans une chaufferie bois, le coût du combustible n'intervient que pour 25 à 30 % des dépenses globales d'installation et d'exploitation contre 50 à 56 % pour les énergies fossiles. De concert avec la relative stabilité dans le temps du prix du bois-énergie, ces paramètres donnent à cette forme d'énergie un avantage réel. À titre d'illustration, lorsque le baril de pétrole passe de 20 à 30 dollars, la chaleur produite par le gaz ou le fioul subit une augmentation de + de 30 % alors que, dans le même temps, celle issue du bois avec appoint fioul ne varie que de 6 % !

Un autre avantage est que l'énergie-bois est localement plus pourvoyeuse en emplois que l'énergie fossile (trois fois plus selon Biomasse Normandie). À titre d'exemple 1,5 emploi permanent a été créé sur chacun des sites de la Ferté-Macé et Bayeux.

Cependant, la solution bois-énergie nécessite l'intervention financière des pouvoirs publics avec de l'ordre de 40 à 50 % de subventions. Avec un baril en dessous du seuil de 25 dollars, les projets ont des difficultés à trouver un équilibre économique. En outre, le chauffage collectif au bois doit faire face à un problème de fiscalité puisque, contrairement aux réseaux de chaleur gaz ou électricité pour lesquels la TVA sur l'abonnement est fixée à 5,5 %, la chaleur bois reste taxée à 19,6 %, ce qui est surprenant à l'heure où les énergies renouvelables sont encouragées.

Il faut aussi souligner que le chauffage au bois demeure le meilleur moyen de traiter les déchets de bois. Compte tenu de l'interdiction du brûlage à l'air libre, bon nombre d'entreprises pour éliminer leurs produits bois connexes sont dans l'obligation de payer pour se débarrasser de leurs déchets en décharge.

Pour compléter ce rapide aperçu de l'intérêt de posséder et de développer en Basse-Normandie la filière bois-énergie, il faut signaler l'existence d'une structure, Biocombustibles SA, qui regroupe 25 entreprises des secteurs fournissant le bois, des professionnels de la collecte et de la valorisation des déchets ainsi que des associations comme Rivières et Bocages ou le CLEARC⁶⁴. Biocombustibles SA garantit aux exploitants de chaufferie bois un approvisionnement pérenne et un combustible répondant à des normes de qualité.

Parallèlement au chauffage collectif au bois, il semble utile de développer les usages individuels ou semi-individuels du bois-énergie, ceux à quoi l'ensemble des pouvoirs publics s'emploient déjà en Basse-Normandie. Pour des raisons pratiques et en particulier de nécessités de stockage, ce type d'opérations et d'installations s'adresse surtout aux exploitants agricoles pour des usages à la fois professionnels et domestiques. À ce propos, 120 chaudières bois ont été déjà installées chez des agriculteurs dans le cadre d'un programme interrégional Bretagne-Basse-Normandie-Pays de la Loire soutenu par l'ADEME. De façon comparable, les agriculteurs manchois du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin sont aidés dans leur équipement en installations de chauffages mixtes.

L'extension de cette forme de chauffage à d'autres secteurs semble cependant se heurter à des questions pratiques : présence d'un gisement suffisant, déchetage, stockage...

Toutefois, même si les potentialités de développement de cette forme d'énergie sont conditionnées dans l'absolu par le rythme de renouvellement de la biomasse ligneuse, il ne faut pas pour autant en déduire que cette forme d'énergie dispose d'un potentiel de croissance particulièrement élevé. Globalement, Biomasse Normandie estime que 150 000 à 200 000 tonnes de bois supplémentaires pourraient être mobilisables à court terme.

⁶⁴ Comité Local pour l'Environnement et l'Aménagement Rural et Côtier.

2°/ ACCROÎTRE LA PRODUCTION VÉGÉTALE À DES FINS ÉNERGÉTIQUES

La production et la transformation de végétaux à des fins énergétiques sont surtout axées en Basse-Normandie sur la production de diester. Il semblerait intéressant d'explorer également les possibilités offertes par une autre valorisation reposant en l'occurrence sur l'extraction et l'utilisation d'huile de colza.

Sur la base d'une production locale, à l'échelle de quelques communes ou d'un canton, il serait possible en la matière d'obtenir une énergie sur les exploitations agricoles soit comme carburant, soit comme combustible, ce dernier usage étant de loin le plus intéressant.

Cette opération permet tout d'abord de contribuer à la lutte contre les excès d'azote dans le sol par le biais d'une culture hivernale du colza. En recouvrant les sols nus, le colza limite les phénomènes de lessivage des sols. Elle autorise bien entendu une production énergétique dont le coût de revient est inférieur d'environ 10 % à 15 % au prix du fuel domestique. Elle contribue à la limitation des émissions de gaz à effet de serre. Elle assure une activité hivernale aux CUMA pour lesquelles l'hiver constitue une période de sous-emploi. Enfin, elle génère une production de tourteaux pour l'alimentation animale en remplacement du soja dont on importe par ailleurs des quantités considérables.

Le développement de ce type d'énergie ne requiert pas des technologies sophistiquées ; il est seulement nécessaire de mettre en œuvre des presses et des dispositifs de filtrage, de préférence de façon collective afin d'optimiser les investissements matériels nécessaires.

Les industriels de la transformation du colza en produits énergétiques sont peu intéressés par cette forme de production, faute d'un niveau élevé de productivité, lequel imposerait, il faut le souligner, l'emploi d'engrais, ce qui nuirait par ailleurs à l'équilibre écologique d'une telle opération. Il s'agit donc d'encourager au plan régional des dispositifs collectifs de faible envergure regroupant un nombre pertinent d'agriculteurs, sachant que le Conseil Régional dispose d'ores et déjà de lignes de crédits susceptibles de répondre à une telle demande.

B - FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT ACTUEL DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Au plan régional, au sein de l'ensemble des énergies dites renouvelables, la production d'énergie de source éolienne reste confidentielle mais un grand nombre de projets sont actuellement en cours d'instruction administrative ou font l'objet d'études préalables.

En effet, la Basse-Normandie dispose d'un gisement éolien considérable. Ainsi, le potentiel régional éolien à terre est important et permettrait d'accueillir 10 à 15 % de la puissance totale installable en France à l'horizon 2010 soit environ 700 MW. Le gisement éolien off shore régional, de l'ordre de 2 000 à 3 000 MW, permettrait l'installation de 300 à 400 MW complémentaires d'ici 2010. Sur ces bases, la production annuelle d'électricité de source éolienne se situerait aux environs de

2,5 TWh. Il faut cependant préciser que la puissance installée raccordable dans l'état actuel du réseau ne pourrait être que de 1 000 MW.

À la date de rédaction de ce document (1^{er} semestre 2004), un seul aérogénérateur de puissance significative est en fonctionnement ; il s'agit d'une installation située à Gavray (50) d'une puissance nominale de 0,225 MW. Trois autres éoliennes de faible puissance sont également présentes à Lengronne (50) pour 0,100 MW, à Carpiquet (14) pour 0,070 MW (non raccordée au réseau) et à Montchauvet (14). Ainsi, la puissance totale installée en Basse-Normandie, et non la production d'électricité d'origine éolienne, est de 0,4 MW à mi 2004.

Des permis de construire ont été accordés à trois projets :

- à Sortosville-en-Beaumont (50) pour 5 éoliennes d'une puissance totale de 7,5 MW, en cours de construction ;
- à Clitourps (50) pour 6 machines d'une puissance totale de 4 MW ;
- à Saint Martin des Besaces (14) pour 2 machines pour 4,6 MW.

Des permis de construire sont en cours d'instruction :

- Sourdeval (50) 1 machine pour 1,2 MW ;
- Vezins (50) 1 machine pour 0,25 MW ;
- Gavray (50) 1 machine pour 2 MW ;
- Amayé sur Seulles (14) 3 machines pour 4,5 MW ;
- Ri, Ronai (61) 5 machines pour 12 MW ;
- Fierville-Bray, Airan, Vieux-Fumé,
Condé sur Ifs (14) 14 machines pour 32,2 MW ;
- Airan (14) 5 machines pour 10 MW ;
- Lengronne (50) 1 machine pour 7,2 MW ;
- Rauville la Bigot (50) 2 machines pour 0,5 MW ;
- Ste Marie du Mont (50) 1 machine pour 0,25 MW.

Globalement, de façon quasi certaine, la Basse-Normandie disposera à court terme d'une puissance installée de 16,5 MW elle-même supérieure aux dispositifs hydroélectriques actuels. Toutefois, tous les projets n'aboutissent pas. Ainsi, 8 projets ont vu leur permis de construire refusés (tous dans la Manche) concernant 10 éoliennes et une puissance installée de 17 MW. On observera que l'implantation dans certaines zones présente un véritable défi environnemental et paysager difficile à relever. C'est le cas de la région de la Baie du Mont St Michel. Par ailleurs, aucun dossier off shore n'a encore été déposé.

Enfin, des projets, nombreux, sont à l'étude : St Pierre Canivet (14) pour 11 machines, St Rémy des Landes (off shore) dans la Manche pour 20 machines, Céaucé (61) pour une puissance installée de 12 MW...

Concernant la diffusion de cette forme de production d'énergie, deux observations doivent être faites. D'une part, le niveau "d'acceptabilité sociale" demeure très mitigé, les particuliers considérant, à tort ou à raison, que la présence

de ces dispositifs, d'une hauteur parfois supérieure à 100 m, est de nature à altérer la qualité paysagère de leur zone d'implantation et à affecter la valeur monétaire du patrimoine bâti. D'autre part, et peut être consécutivement à cette première remarque, les délais d'instruction par les services administratifs compétents sont considérés par les opérateurs⁶⁵ comme plutôt longs et à certains égards rebutants. Toutefois, la question de l'intégration paysagère apparaît essentielle, conditionnant souvent l'avis favorable de la commission départementale des sites. En ce sens, la qualité de l'approche environnementale des opérateurs est déterminante.

Pour mémoire, l'implantation d'éolienne est soumise à des contraintes réglementaires et notamment à l'obligation d'un permis de construire délivré exclusivement par le Préfet pour les machines dont les mâts sont d'une hauteur supérieure à 12 m. En outre, pour toutes les éoliennes dont la puissance est supérieure à 2,5 MW, une étude d'impact est imposée ; pour des puissances inférieures, une simple notice d'impact est demandée. Également, une enquête publique est obligatoire pour toute installation d'éolienne d'une hauteur supérieure à 25 m.

Au-delà de ces contraintes réglementaires, il apparaît souhaitable que rapidement soit unifié au plan régional le contenu de l'ensemble des documents départementaux existants ou à venir établissant d'une part un code de bonne conduite (charte) du développement de l'éolien, d'autre part, un schéma cartographique des zones plus ou moins adaptées à cette valorisation énergétique.

C - PRENDRE EN CONSIDÉRATION LE PROJET EPR EN CAS DE DÉCISION FAVORABLE DU GOUVERNEMENT

Au moment où la rédaction de ce rapport s'achève c'est-à-dire à la fin du premier trimestre 2004, aucune décision gouvernementale, favorable ou défavorable à la réalisation d'un démonstrateur du réacteur EPR (European Pressurized water Reator), n'a encore été prise.

Considéré dans les conclusions du Débat sur l'Énergie mené fin 2003 comme d'une urgence toute relative, le sort du projet de réalisation d'un réacteur nucléaire de troisième génération dit EPR sera probablement tranché à l'occasion de la future loi d'orientation sur les énergies. La nécessité de réaliser ce réacteur, technologiquement élaboré par le groupe AREVA, est, selon ses partisans, justifiée, d'une part par l'arrivée en fin de cycle de production, à partir de 2020, de la plupart des réacteurs nucléaires actuellement en service et, d'autre part, par la mise en service n'intervenant pas avant 2040, des réacteurs de quatrième génération. La continuité de la production d'énergie électrique implique dans ce cas de figure la nécessité d'une étape intermédiaire, en l'occurrence le réacteur EPR, lequel doit

⁶⁵ Les principaux opérateurs soutenant des projets éoliens en Basse-Normandie sont SIIF Énergie (EdF), Valorem, Ventura (à capitaux allemands), Intervent (id), Énergie France Éolienne (id), Zephyr (à capitaux franco-allemand), et pour l'off shore, Éolres (groupe Total).

reposer sur un démonstrateur dont la construction doit intervenir dans les meilleurs délais.

En cas de décisions favorables intervenant courant 2004, le calendrier de réalisation pourrait être le suivant :

- obtention des autorisations d'ici 2006-2007 ;
- construction de l'EPR de 2006 à 2011 ;
- premiers renouvellements dès 2015 au sein du parc nucléaire français, soit après trois années de fonctionnement et de retour d'expérience de l'EPR.

Les opposants à ce projet soulignent les problèmes notables que l'EPR pourrait générer tant en termes de radioactivité que de terrorisme du fait d'un emploi considérable du plutonium sous forme de combustible mox, mélange de plutonium et d'uranium. En outre, ils considèrent que ce réacteur, et plus largement le maintien voire l'accroissement de la production d'électricité de source nucléaire qu'il induirait, ne tiennent pas compte des programmes d'économie d'énergie actuellement en projet. Ils ajoutent qu'il aurait un faible impact sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre au prix en revanche d'un accroissement de la masse des déchets à haute activité.

Notons néanmoins que la Finlande, dont la sensibilité aux problèmes environnementaux ne peut être niée, a choisi après un long débat démocratique de s'équiper d'un réacteur de type EPR.

Quels que soient les arguments développés, une décision sera prise par le Gouvernement. Si elle est favorable à la construction d'un démonstrateur du réacteur EPR, un site sera choisi au sein des trois ou quatre régions candidates. Dès lors, la Basse-Normandie pourrait postuler à la localisation de ce grand projet industriel et énergétique d'un coût global inférieur à 3 milliards d'euros et susceptible de générer pendant 5 ans environ 2 000 emplois⁶⁶.

En tout état de cause, dimensionné dès l'origine pour quatre réacteurs de 1 300 MW, le site de Flamanville, qui n'en possède actuellement que deux, dispose de l'espace nécessaire pour accueillir ce démonstrateur. Le département de la Manche, et plus particulièrement le Nord-Cotentin, qui a contribué d'une manière décisive au développement du nucléaire civil et militaire, avec la COGEMA et la DCN de Cherbourg-Octeville, a l'expérience des grands chantiers tout en possédant des entreprises industrielles et une main d'œuvre qualifiées qui peuvent participer à la réalisation à Flamanville du démonstrateur EPR.

Certes, si le choix d'implantation se portait sur Flamanville, de nouveaux couloirs de lignes devraient être créés pour connecter aux réseaux l'énergie électrique supplémentaire ainsi produite et ce dans des conditions économiques et environnementales acceptables pour les populations et les activités concernées par ce nouveau tracé de lignes à haute tension.

⁶⁶ Sans compter 500 emplois supplémentaires de personnels EDF pour assurer l'exploitation de l'EPR.

À ce propos, la production du réacteur EPR pourrait utilement compléter l'alimentation en électricité de l'ouest de la France et en particulier de la Bretagne très déficitaire en énergie électrique. La construction du démonstrateur EPR à Flamanville permettrait d'améliorer significativement cette situation source de déséquilibre permanent pour le réseau national.