

Division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050

Sous la présidence de **Christian de BOISSIEU**

En application de la loi du 11 mars 1957 (article 41) et du code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans l'autorisation expresse de l'éditeur. Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif et collectif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre.

© La Documentation française – Paris, 2006
ISBN : 2-11-006280-0

Sommaire

Introduction.	5
Avant-propos	9
Chapitre 1	15
Que disent les scénarios?	
Principaux enseignements à en tirer	
Scénarios examinés par le Groupe « Facteur 4 »	17
Principaux enseignements.	19
Chapitre 2	31
Quelle stratégie pour le chemin « Facteur 4 »?	
Comment faire évoluer les comportements?	
Quel rôle pour les politiques publiques?	
Le territoire pertinent :	
la France comme cœur de cible	33
Une stratégie Facteur 4 :	
le chemin existe-t-il et est-il faisable	37
Apposer des jalons sur le chemin pour bien	
en préciser les étapes	38
Quelle stratégie pour emprunter le chemin	39
Données pour agir : à l'écoute du public,	
de ses échelles de valeur	47
Politiques publiques	51
Comment modifier les comportements	
individuels par rapport au « signal prix	
du carbone » : comment passer d'un thème	
à très forte technicité (le « réchauffement	
climatique ») à des décisions partagées	54
Une véritable ingénierie sociale pour modifier	
les comportements de chaque citoyen	58

Pour un engagement collectif fort qui injectera du sens autour des trois domaines du bâtiment, des transports et de la recherche : quelques défis à relever . . . . .	.65
Exemplarité des Pouvoirs publics et lisibilité de l'action . . . . .	.68
Chapitre 3 . . . . .	.71
Facteur 4 dans un contexte international et européen.	
Expériences étrangères, comportements stratégiques, contraintes et opportunités, notamment en Europe	
Royaume-Uni . . . . .	.73
Allemagne . . . . .	.77
Pays-Bas . . . . .	.79
L'Union européenne . . . . .	.80
États-Unis : État de Californie . . . . .	.86
Vue d'ensemble des objectifs de réduction des émissions de GES dans le cadre des principaux travaux étrangers réalisés (2002-2006) . . . . .	.87
Chapitre 4 . . . . .	.89
Recommandations	
Recommandations de nature stratégique . . . . .	.91
Recommandations sur la cohérence d'ensemble des politiques publiques . . . . .	.93
Recommandations sur la mobilisation générale des secteurs et des acteurs . . . . .	.94
Annexes . . . . .	.105

Introduction

Diviser par 4 les émissions françaises de gaz à effet de serre (GES) à l'horizon 2050 est un objectif ambitieux et volontariste affiché par notre pays, et qui mêle tout un ensemble de considérations – techniques, technologiques, économiques, sociétales...–, avec en toile de fond des choix et des enjeux majeurs pour les politiques publiques.

Le Facteur 4 oblige à penser et à agir à long terme, dans un monde où tant de forces ont tendance à nous ramener vers le court terme. Le succès légitime et durable du concept de développement durable y pousse déjà, avec l'accent mis sur les questions d'environnement, de pollution et de climat, le thème central et mobilisateur de la solidarité entre générations, l'exigence de la bonne gouvernance (publique et privée), etc. Imaginer l'horizon 2050 requiert des efforts supplémentaires, et de se tourner d'abord vers les scientifiques pour leur demander à cette échéance lointaine – mais qui se prépare aujourd'hui – ce qui est avéré, ce qui l'est moins et ce qui ne l'est pas du tout. La démarche suppose de s'interroger dans un premier temps sur les relations entre les émissions de GES et le changement climatique. Mais elle touche à de nombreux autres aspects.

Puisque «*à long terme nous sommes tous morts*» (Keynes), un rapport comme le nôtre ayant comme cible 2050, donc bien au-delà de l'horizon du Protocole de Kyoto, doit se préoccuper de la question du cheminement vers l'objectif final et des rendez-vous intermédiaires. Pour ces rendez-vous, il faudra développer la méthodologie et les indicateurs de performance appropriés, assurer la lisibilité et la cohérence des actions.

Qu'attendre des scénarios à long terme? Qu'ils encadrent un peu le raisonnement sans étouffer l'imagination, la créativité et le volontarisme. On se doute bien que les émissions de GES vont dépendre de tout un ensemble de variables, parmi lesquelles figurent la croissance économique, et la démographie. Pour ces paramètres essentiels, au fur et à mesure que l'horizon de l'analyse s'éloigne, les prévisions se transforment en hypothèses plus ou moins fiables, plus ou moins normatives. On sait aussi que l'énergie représente autour de 70 % des émissions de GES et de la solution de la division par 4. Il n'est pas étonnant que les divers scénarios branchés

sur le Facteur 4 soient avant tout, mais heureusement pas seulement, des scénarios énergétiques.

En creux, par leur difficulté à les intégrer convenablement, les scénarios font aussi ressortir l'importance de deux grandes catégories de points de bifurcation : les changements technologiques et l'évolution des comportements. La vision schumpétérienne des changements technologiques paraît s'imposer ici comme ailleurs : le progrès technique n'est pas un processus linéaire, les innovations de processus interviennent par grappes, avec des sauts qualitatifs à la clef, et il est fort difficile d'anticiper les inventions de demain et de modéliser la genèse des nouvelles technologies à l'horizon 2050 pour les transports (automobiles, aérien...), pour l'habitat, pour l'industrie ou la filière forestière, agricole et agro-alimentaire (avec les espérances ouvertes par la biomasse et les biocarburants), etc. Nous sommes entrés dans un monde de ressources rares, comme en témoignent les tensions dans le secteur de l'énergie, les défis sur l'accès à l'eau, à l'air non pollué. L'espace des biens « libres » s'est considérablement rétréci, autre façon de dire que celui des biens « économiques » caractérisés par la rareté s'est élargi. Parmi les raretés ressenties aujourd'hui, il faudrait essayer de pressentir celles qui sont transitoires et celles qui, au contraire, vont être durables. Pour partie –et pour partie seulement- certaines raretés d'aujourd'hui reflètent notre incapacité collective à anticiper les bifurcations technologiques de demain. Quant aux comportements, individuels ou collectifs, ils vont jouer le rôle décisif pour la réalisation ou non de la division par 4. Ce qui renvoie à l'étude de la dynamique de ces comportements, à l'importance de la formation et de l'information, au rôle exact des politiques publiques pour les infléchir dans telle ou telle direction. En mêlant technologies et comportements, on retrouve les défis bien connus et essentiels relatifs aux économies d'énergie et à l'amélioration, déjà enregistrée depuis les chocs pétroliers des années 1970 mais pas achevée, de l'efficacité énergétique.

Un autre défi important de la problématique du Facteur 4 consiste justement à articuler deux approches complémentaires : une analyse verticale où sont déclinés l'un après l'autre les principaux secteurs concernés – l'industrie, les transports, le bâtiment, l'agriculture... – et une démarche transversale, touchant tous les secteurs, débouchant en particulier sur des questions de régulation publique. A ce propos, l'étude des voies et moyens au service de l'objectif de la division par 4 pose frontalement le choix, qui relève clairement de l'économie politique et de la politique au sens le plus large, de l'équilibre souhaitable entre le recours

aux mécanismes de marché (exemple, entre autres, des marchés du CO₂, de la fiscalité environnementale,...) pour infléchir les comportements, l'adoption de réglementations pour encadrer les comportements.

Le climat et l'environnement font partie des biens collectifs mondiaux. Cela était déjà le cas avant la mondialisation, et l'est encore plus avec elle. Un pays comme la France peut sur ces sujets montrer l'exemple, espérer entraîner certains de ses voisins européens. Mais la réponse aux défis posés doit être mondiale. Commençons au moins par nous coordonner un peu plus à l'intérieur de l'Europe. Plus d'un an après le double non français et néerlandais, une manière concrète de relancer l'Europe et de mobiliser les citoyens et les opinions publiques serait de se fixer en commun quelques objectifs relatifs à l'énergie et à l'environnement. Les politiques relatives à ces thèmes vont rester pour partie nationales, en application de la subsidiarité. Il serait absurde de fixer des préalables en termes de convergence : les États membres ne sont pas près, par exemple, de donner le même poids au nucléaire et donc de converger vers le même « mix » énergétique. Par contre, nous pourrions espérer plus de cohérence et de compatibilité *ex ante* entre les politiques nationales dans l'UE. Échanger de l'information est le premier stade de la coordination. Sous cet angle, nous remercions nos amis britanniques, tout spécialement Nick Stern et son équipe auprès du Chancelier de l'Échiquier, pour nous avoir exposé leur problématique de la division par 4, très proche de la démarche française. Des initiatives communes doivent ainsi être recherchées, certains pays plus en retrait aujourd'hui pouvant progressivement évoluer. Une coopération renforcée¹ – on peut toujours rêver! – pourrait même être suscitée sur ces sujets qui engagent l'avenir de la planète et de nos descendants.

Le Président du Groupe de travail «Division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050», dit Groupe «Facteur 4»

Christian de Boissieu

(1) Au sens de l'article 11 du Traité instituant la Communauté européenne.

Avant-propos

Le Facteur 4 est un concept introduit par Ernst Ulrich von Weizsäcker², Amory B. Hunter et L. Hunter Lovins³ dans un rapport⁴ au Club de Rome, publié en 1997. Il préconise de multiplier par deux le bien-être en divisant par deux l'utilisation des ressources naturelles. À l'origine il s'agit donc d'un concept qui s'applique à un champ plus large que les émissions de GES² et qui concerne un objectif relatif (contenu du PIB en ressources naturelles). L'expression a été ensuite reprise dans le cas des émissions de GES. En retenant des hypothèses simplifiées et en se limitant au CO₂, le raisonnement est le suivant :

- selon le GIEC⁵ (voir graphique ci-après), pour une stabilisation de la concentration atmosphérique en CO₂ à 450 ppm, la croissance de la température s'établirait dans une fourchette comprise entre 1,5 et 3,9° C. Autrement dit, la probabilité pour qu'on reste en dessous de 2° C pour une concentration de 450 ppm est largement inférieure à 50 %. Cet objectif de 450 ppm est sans doute le plus bas qu'on puisse se fixer puisque nous sommes aujourd'hui à 382 ppm avec une croissance proche de 2 ppm par an qui ne s'atténuerait que progressivement, même si nous supprimions toute émission ;
- pour stabiliser à 450 ppm, il faut avoir réduit les émissions annuelles en 2050 à 4 Gt de carbone, soit, pour une population actuelle de 6,5 milliards d'habitants, 0,6 t de carbone par habitant et par an. La France, avec 61 millions d'habitants, aurait droit, pour une répartition proportionnelle au nombre d'habitants, à 38 Mt de carbone, c'est-à-dire une division par quatre par rapport à ses émissions actuelles (140 Mt C).

(2) Fondateur de l'Institut Wuppertal pour le Climat, l'Environnement et l'Énergie (Allemagne).

(3) De l'Institut Rocky Mountain (Colorado, États-Unis).

(4) « *Factor 4 : Doubling wealth – halving resource use, A report to the Club of Rome* », Earthscan Publications Ltd., Londres, 1997.

(5) GIEC = Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (en anglais IPCC).

Il existe une marge d'incertitude importante à propos de la quantité de réchauffement qui résulterait d'une concentration stabilisée des gaz à effet de serre, quel que soit le niveau

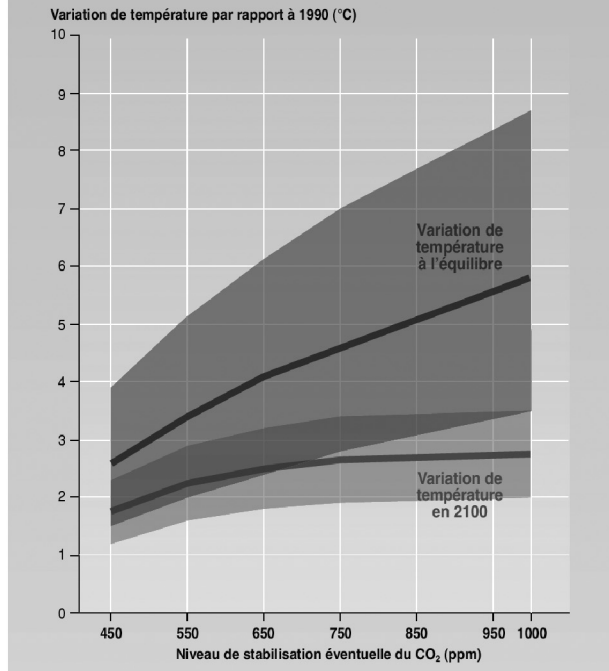


Figure RID-7 : La stabilisation des concentrations de CO₂ diminuerait le réchauffement, mais il est difficile de quantifier cette diminution avec certitude. Les variations de température par rapport à 1990 en (a) 2100 et (b) à l'équilibre sont estimées à l'aide d'un modèle climatique simple pour les profils WRE comme indiqué à la Figure RID-6. Les estimations minimales et maximales pour chaque niveau de stabilisation supposent une sensibilité du climat de 1,7 et 4,2 °C respectivement. L'axe est une moyenne des estimations minimales et maximales.

Source : Troisième rapport d'évaluation du GIEC (2001)

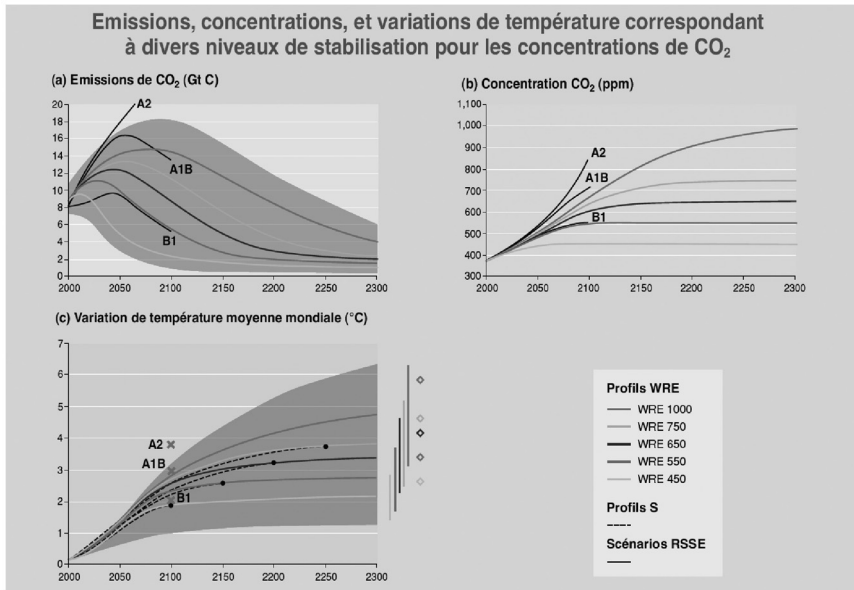


Figure RID-6 : La stabilisation des concentrations de CO₂ exigerait des réductions considérables des émissions au-dessous des niveaux actuels et ralentirait le rythme du réchauffement.

- (a) *Emissions de CO₂* : les chemins temporels des émissions de CO₂ susceptibles de conduire à la stabilisation de la concentration atmosphérique du CO₂ à des niveaux différents sont estimés pour les profils de stabilisation WRE par la modélisation du cycle du carbone. La partie ombrée représente la fourchette d'incertitudes.
- (b) *Concentrations de CO₂* : Les concentrations de CO₂ spécifiées pour les profils WRE sont représentées.
- (c) *Variations de température moyenne mondiale* : Les variations de température sont évaluées à l'aide d'un modèle climatique simple pour les profils de stabilisation WRE. Le réchauffement se poursuit au-delà du point de stabilisation des concentrations de CO₂ (indiqué par des points noirs), mais beaucoup plus lentement. La simulation suppose que les émissions de gaz autres que le CO₂ suivent la projection A1B du RSSE jusqu'en 2100 et restent constantes par la suite. Ce scénario a été choisi en raison de sa position centrale dans l'éventail de scénarios du RSSE. Les lignes en pointillés représentent les prévisions des variations de température pour les profils S (ne figurant pas sur les graphiques (a) ou (b)). La partie ombrée illustre les effets d'une fourchette de sensibilité du climat pour les cinq cas de stabilisation. Les barres verticales colorées à droite représentent l'incertitude pour chaque cas de stabilisation en 2300. Les losanges à droite représentent le réchauffement moyen à l'équilibre (très long terme) pour chaque niveau de stabilisation du CO₂. Les émissions et concentrations de CO₂ et les variations de température sont également indiquées pour trois des scénarios du RSSE à des fins de comparaison.

Source : Troisième rapport d'évaluation du GIEC (2001)

L'expression « Facteur 4 » n'est en fait directement mentionnée dans aucun rapport du GIEC. Il ne figure pas plus dans un texte réglementaire de l'Union européenne qui définirait la stratégie de long terme face au changement climatique. Par ailleurs, les pays ayant formulé des engagements ou des objectifs de long terme n'utilisent pas cette référence.

Pour être bien compris, notamment à l'étranger, il y a donc intérêt à s'accorder sur ce que recouvre précisément l'objectif « Facteur 4 ». L'arithmétique simplifiée du Facteur 4 figurant ci-après rappelle les principaux points sur lesquels il est souhaitable d'avoir une vision partagée.

- Le champ couvert :
 - CO₂ ou ensemble des GES ? Le CO₂ ne contribue qu'à hauteur de 70 % aux émissions anthropiques françaises de GES. Les mêmes effets d'une réduction d'un Facteur 4 des émissions du seul CO₂ peut être obtenu en réduisant les émissions de l'ensemble des GES en raisonnant en équivalent CO₂. Cela offre l'avantage d'un champ plus large de mesures pour atteindre l'objectif. Dans le cas du méthane (CH₄), cela permettrait aussi d'obtenir un effet plus rapide sur la limitation des concentrations en GES dans l'atmosphère en raison de sa durée de vie plus courte comparée à celle du CO₂. **De façon générale, si on veut atteindre le Facteur 4, il convient d'agir sur l'ensemble des six GES concernés⁶.**
 - Émissions de GES «brutes» ou après prise en compte des puits de carbone ? Si on se réfère aux émissions brutes, on s'enlève la possibilité d'utiliser les potentiels de la séquestration du carbone via l'agriculture et la forêt qui sont loin d'être négligeables à long terme. Il convient donc d'appliquer l'objectif du Facteur 4 aux émissions après déduction de la séquestration du carbone par l'agriculture et la forêt et ultérieurement, lorsque cela sera possible et si cela s'avère souhaitable, via le captage et stockage géologique. Il existe cependant un bémol du fait qu'une forêt non exploitée ou mal entretenue perd en efficacité d'absorption (pourrissement de la biomasse dégageant du méthane).
- La définition de l'objectif :
 - Année de référence de l'objectif. Par souci de clarté, même si c'est relativement secondaire du point de vue de l'effort à accomplir, il serait bon de s'accorder précisément sur une année de base par rapport à laquelle est fixé l'objectif Facteur 4. Le plus commode serait de prendre 1990 qui est déjà utilisé pour Kyoto.
 - Engagement ou objectif ? En matière d'émission de GES, les accords internationaux limitent nos droits d'émission jusqu'en 2012. À cet horizon, les objectifs sont devenus des engagements. Il est utile de clairement distinguer l'objectif Facteur 4 des engagements auxquels est tenu un pays.
 - Objectif absolu ou relatif ? Ce sont bien les émissions absolues de GES qui agissent sur la concentration atmosphérique de GES. Le Facteur 4 doit donc concerner les émissions abso-

(6) Ces six gaz sont le CO₂, le CH₄, le N₂O, et les PFC, HFC, SF₆.

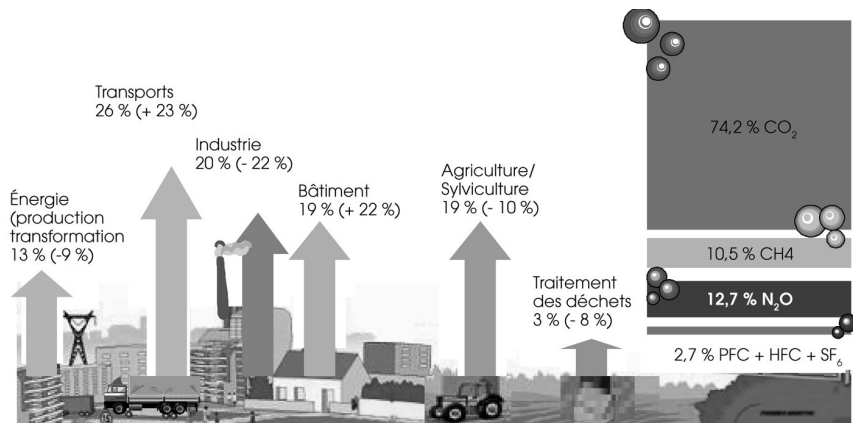
lues, ce qui signifie qu'il sera d'autant plus contraignant qu'il y aura de la croissance économique et démographique. Cela ne préjuge pas de la forme (relative ou absolue) que pourront prendre les engagements futurs.

– Objectif français, européen ou des pays développés ? Les accords de Kyoto et de partage de la charge entre les pays européens, différencient les engagements pris par les différents pays à partir de deux considérations principales : leur niveau de développement et leur « mix » énergétique. Implicitement, en prenant à son compte l'objectif Facteur 4, la France supprime à l'horizon 2050 une telle différenciation en se fixant un objectif de long terme en partie déconnecté de ses engagements de moyen terme. Il convient de noter la nécessité d'une coordination de long terme entre pays développés sans laquelle le Facteur 4 perd sa réelle signification.

En France, le concept Facteur 4 a été énoncé en premier par le Président Jacques Chirac suivi par le Premier ministre, Jean-Pierre Raffarin. Celui-ci a déclaré, lors de l'ouverture de la 20^{ème} session plénière du GIEC, le 19 février 2003 à Paris, qu'il faut « diviser par deux les émissions de GES avant 2050 à l'échelle de la planète » ; pour la France, pays industrialisé, « cela signifie une division par quatre ou par cinq. En vertu du principe de responsabilité commune mais différenciée, nous devons montrer l'exemple en matière de mise en œuvre des politiques domestiques de lutte contre l'effet de serre ». Cet objectif a été ensuite repris dans l'article 2 de la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique du 13 juillet 2005.

Plus globalement, au niveau international, l'enjeu d'une stratégie de type Facteur 4 est de voir les gouvernements reprendre le contrôle de leur futur énergétique. Les changements dans les modes de production et de consommation devront être majeurs (l'ampleur du chantier à mener s'agissant des bâtiments existants ou de l'automobile suffit pour s'en convaincre). Il s'agit donc bien d'écrire, et non d'essayer de décrire, le futur à l'horizon 2050. Il s'agit bien de politique et non de prévision.

Émissions de GES⁷ en France (y compris DOM/COM) en 2004, par secteur, hors UTCF⁸ (entre parenthèses, l'évolution depuis 1990)



source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, février 2006)

(7) GES : gaz à effet de serre.

(8) UTCF : Utilisation des terres, leur changement et la forêt (LULUCF en anglais).

Chapitre premier

Que disent les scénarios ?

Principaux
enseignements
à en tirer

L'approche par les scénarios, même à un horizon aussi éloigné que 2050, a l'avantage de cadrer un peu les raisonnements. Certes, les aspects qualitatifs jouent un rôle central, probablement d'autant plus important que l'horizon est lointain, et beaucoup d'éléments à prendre en considération ne sont pas, directement ou indirectement, quantifiables. La comparaison de différents scénarios est, en soi, un exercice intéressant car elle permet de mettre en évidence les points de convergence, de divergences et de bifurcations qui expliquent en quoi et pourquoi ces scénarios se distinguent les uns des autres.

Les hypothèses macro-économiques à long terme occupent une place déterminante lorsqu'il est question de faire de la prospective éloignée pour l'énergie et les GES, qu'il s'agisse du sentier de croissance, de la dynamique démographique mondiale, européenne et française, etc. En ce qui concerne les hypothèses relatives à la croissance économique, le Groupe «Facteur 4» a pris acte de celles qui sont introduites dans les divers scénarios lorsqu'elles sont explicitées. Il n'a pas construit son propre sentier de croissance d'ici à 2050. Mais les réflexions du Groupe «Facteur 4»⁹ s'inscrivent clairement dans un raisonnement où la croissance demeure un objectif souhaitable. Ce n'est donc pas par des schémas de «décroissance» qu'est conçu ici le cheminement vers le Facteur 4. La démarche adoptée vise, de façon générale, à réduire le contenu en GES (spécialement en CO₂) de la croissance.

Scénarios examinés par le Groupe «Facteur 4»

L'objectif de la prospective énergétique consiste à établir des bilans énergétiques, cohérents en offre et en demande d'énergie, pour des horizons de 10, 20, 30 voire 50 années dans le futur. Les scénarios examinés par le Groupe «Facteur 4» ont porté essentiellement sur l'énergie, dont les émissions sont responsables actuellement de 73 % des émissions de GES de la France.

(9) Certains membres du Groupe, considérant que le PIB ne saurait être un bon indicateur de bien-être, estiment néfaste de prendre comme objectif de politique économique tant la croissance que la décroissance du PIB, mais s'accordent sur la baisse de consommation d'énergie et de matières premières, ainsi que, bien sûr, des émissions de gaz à effet de serre.

Depuis deux à trois ans, de nombreux scénarios descriptifs à l'horizon 2050 sont disponibles, tant pour la France que pour le Monde, soit en provenance d'entreprises du secteur de l'énergie, soit de consultants ou experts du sujet. Le Groupe «Facteur 4» a néanmoins privilégié quelques scénarios basés sur des modèles et a auditionné leurs porte-parole :

- Prospective transport à 2050 du CGPC¹⁰
- DGEMP-OE (2005) Facteur 4
- Greenpeace (Dr Wolfram Krewitt)
- MIES (2004) Facteur 4 par Pierre Radanne
- Négawatt
- «Division par 3» par Henri Prévot

La panoplie des scénarios étudiés par le Groupe «Facteur 4» n'est pas complète : toutes les combinaisons envisageables de filières énergétiques qu'on peut considérer comme compatibles avec un objectif de type Facteur 4 – à savoir, énergies renouvelables, nucléaire avec gestion des déchets, sobriété et efficacité, énergies fossiles avec CSC¹¹ – n'ont pas été testées. Il y a également une place à rechercher pour de nouvelles technologies de l'énergie, telles que le stockage de l'électricité, l'hydrogène (notamment pour stocker l'électricité d'origine intermittente, notamment éolienne) ou la «génération 4» de centrales nucléaires, qui pourraient apporter des degrés de liberté supplémentaires, sous réserve qu'elles soient acceptables et durables.

Un enseignement immédiat qui peut être tiré des scénarios examinés est la mise en évidence, en s'inspirant d'une classification proposée dans le rapport Facteur 4 de la MIES par Pierre Radanne, des «interdits», des «incontournables» et des «besoins de rupture technologique» :

- a) Des «interdits» :
- différer la mise en place d'infrastructures compatibles avec les fortes économies d'énergie à réaliser, notamment dans le bâtiment et les transports,
 - consommer de façon importante des énergies fossiles à des fins thermiques,
 - consommer de façon importante des énergies fossiles pour produire de l'électricité, sauf si cette production est couplée avec du CSC et si celui-ci a été considéré comme acceptable du point de vue environnemental,
 - maintenir la prépondérance du pétrole dans les transports.

(10) CGPC : Conseil général des Ponts et Chaussées.

(11) CSC : captage et stockage géologique du CO₂.

b) Des « incontournables » :

- accroître l'efficacité énergétique dans tous les secteurs, et particulièrement dans l'habitat existant,
- économiser l'électricité en usage « de pointe »,
- modifier structurellement les comportements et les infrastructures dans les transports,
- transformer l'offre, en ayant un recours privilégié aux technologies non émettrices de gaz à effet de serre, à venir ou déjà disponibles, telles que les énergies renouvelables et le nucléaire¹².

c) Trois opportunités, basées sur des évolutions ou « ruptures » technologiques qui pourraient s'avérer indispensables si l'application des principes « interdits »/« incontournables » précités ne suffisait pas :

- développement de technologies TBE (« très basses émissions ») pour la consommation d'énergie dans toutes les activités humaines,
- stockage de l'électricité et/ou développement des usages de l'hydrogène,
- CSC.

Principaux enseignements

De manière générale, la question de la faisabilité de tel ou tel chemin (ou stratégie) de réduction des émissions est souvent omise. On risque, en se focalisant sur le « Facteur 4 en 2050 » de renforcer la vision que, si l'on a les « bonnes » technologies en 2040, on pourrait aisément corriger le tir et ramener nos émissions globales en 2050 au niveau approprié, c'est-à-dire une division par quatre pour la France. Or, cette vision est erronée, sauf à supposer que cette technologie sera compétitive et s'imposera à tous sans coût excessif et sans inertie du capital mobilisé.

Le Groupe « Facteur 4 » a une vision consensuelle sur des préoccupations que les pouvoirs publics auront à prendre en compte, malgré la difficulté de considérer un horizon aussi lointain que 2050 :

(12) Le nucléaire n'a pas fait unanimité au sein du Groupe en tant que solution compatible avec un développement durable.

- la mise en œuvre **rapide de politiques et mesures** qui permettront d'asseoir les « incontournables », de façon progressive et acceptable,
- un **investissement massif dans la R & D**, indispensable pour atteindre les « ruptures » technologiques et, pour la France, d'en obtenir une maîtrise commerciale, le moment venu,
- l'incitation à la mise en œuvre rapide des **résultats de cette R & D**, par exemple par la création d'infrastructures, l'intégration dans des politiques publiques, etc.

Par contre des visions assez différentes se sont exprimées au sein du Groupe « Facteur 4 » sur d'autres aspects :

- la répartition des efforts entre demande et offre d'énergie,
- le « mix » énergétique futur, un consensus n'ayant pu être atteint au sein du Groupe sur la place future du nucléaire et du CSC,
- la nature des moyens à mettre en œuvre.

L'offre d'énergie d'ici 2050

Cette partie est celle où se révèle la plus grande diversité d'opinion, à différents niveaux.

Le « mix » énergétique de 2050

Une première question, a priori non consensuelle, porte sur la disponibilité des ressources. Néanmoins, un consensus n'est pas forcément déterminant puisque la question du « pic du pétrole » (« peak oil ») ou du « pic du gaz » (« peak gas ») ne se pose pas de manière cruciale face au défi du Facteur 4. En effet, la lutte contre le changement climatique a pour effet de réduire la consommation d'énergies fossiles et donc de repousser ces « pics », sauf si le CSC devait se développer de manière intensive. Par contre, les autres énergies peuvent être confrontées à des problèmes d'approvisionnement. Ainsi, pour l'uranium, une relance trop rapide du nucléaire pourrait se heurter dans un premier temps à la faiblesse de l'activité d'exploration-production des vingt dernières années. D'autre part, pour certaines énergies renouvelables, il existe des problèmes de développement de filières ainsi que des conflits d'usage potentiels avec l'habitat, l'eau et l'alimentation, les paysages.

Ce constat aboutit à la conclusion que les forces du marché ne régleront pas seuls le problème du Facteur 4, comme sous-produit de l'épuisement des ressources énergétiques fossiles (cf. règle dite de Hotelling), ne serait-ce que parce que les calendriers des deux phénomènes sont très différents. Il faut donc engager une action régulatrice forte spécifique face au défi du climat.

Il ne faut pas non plus compter sur les prix hors taxes de l'énergie pour mener au Facteur 4. Les fondamentaux du secteur énergétique mondial ne prennent pas en compte la contrainte sur le CO₂. Le risque est donc réel de voir se développer de façon excessive, face à un prix croissant du pétrole et du gaz, des alternatives beaucoup plus intensives en CO₂ (sables asphaltiques, schistes bitumineux, combustibles de synthèse réalisés à partir du charbon ou CTL («Coal To Liquid»)).

La synergie entre sécurité énergétique et Facteur 4 fonctionne même plutôt bien : on peut montrer qu'une stratégie de réduction des émissions des CO₂ prolonge la durée de vie des gisements d'hydrocarbures conventionnels et permet ainsi d'alléger des tensions sur ces marchés.

Les scénarios s'accordent à donner une place, nettement supérieure à celle d'aujourd'hui, aux énergies renouvelables. Mais des divergences entre scénarios apparaissent sur la limite acceptable, pour la France comme pour le reste du Monde, de façon à concilier les différents usages – alimentaires, énergétiques, résidentiels, etc. – du sol.

S'agissant de l'électricité, le secteur électrique européen manque sans doute de visibilité sur les objectifs qui lui seront attribués dans les 20-30 années à venir. En effet, l'allocation actuelle de quotas de GES porte jusqu'à fin 2007 et la suivante ne couvrira que cinq années. Des travaux menés à l'AIE¹³ montrent qu'à tout prendre, il vaut mieux, pour un industriel, attendre avant de connaître son allocation, plutôt que d'investir et de risquer d'en être pour ses frais. Selon le même raisonnement, une fois reçue l'allocation pour cinq ans, il vaut toujours mieux attendre la suivante. Donner une allocation sur une plus longue période est donc un impératif, les industriels ayant besoin de visibilité.

Il paraît nécessaire, pour la pleine efficacité du marché de quotas de GES, que les nouveaux entrants soient réellement contraints à des choix les plus économes en émissions de CO₂ possibles. La suppression de toute

(13) AIE : Agence Internationale de l'Énergie.

allocation gratuite serait la solution idéale, mais l'économie générale de cette option est peu favorable. Elle serait plus favorable si, en parallèle, on permettait aux installations qui ferment de garder, pour une durée à définir, les allocations dont ils disposent - voire de les vendre. Il n'y aura pas, autrement, cette dynamique de modernisation de l'appareil de production électrique et industriel. L'allocation gratuite perpétuelle crée une subvention à maintenir les anciennes centrales et unités en place, et ce n'est pas la solution.

La présence du nucléaire comme sérieuse option, dans certains pays, pour répondre à l'effet de serre n'y change rien : le renchérissement des alternatives carbonées (gaz ou charbon, avec ou sans captage du carbone) fait que tous nos excédents d'électricité nucléaire trouveront un marché très profitable dans le reste de l'Europe¹⁴.

Effets du progrès technique

Les progrès techniques à attendre d'ici 2050 sont nombreux et essentiels dans la lutte contre le changement climatique. Certaines technologies sont bien identifiées mais demandent encore des efforts de mise au point et de transfert vers le marché, comme par exemple les moteurs hybrides rechargeables dans les transports. D'autres, portant par exemple sur le stockage d'hydrogène ou, mieux, d'électricité, le photovoltaïque, le nucléaire de 4^{ème} génération ou la fusion (après 2050 pour sa commercialisation pour cette dernière), pourraient apporter des opportunités considérables. Sur les technologies classiques, l'association du CSC avec la mise en exploitation de gisements non conventionnels peut également apporter un long répit avant l'inévitable épuisement des ressources énergétiques fossiles.

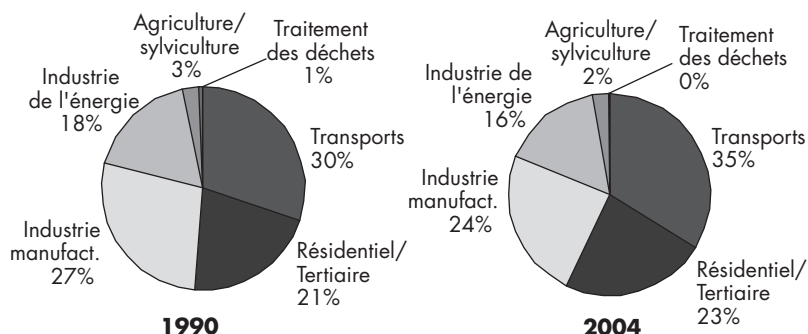
Néanmoins, toutes ces innovations doivent être compatibles avec le développement durable et elles comportent un risque de ne pas voir le jour de façon satisfaisante dans le cadre du calendrier qu'impose le Facteur 4. En outre, l'incertitude qui réside sur la nature des solutions que pourra apporter d'ici 2050 le progrès technique dans la lutte contre le changement climatique, et sur leurs coûts, rend l'exercice du Groupe « Facteur 4 » particulièrement difficile.

(14) Une analyse plus complète figure dans l'étude « Learning from the critics », AIE (2005).

La demande d'énergie d'ici 2050

L'observation du passé témoigne que les secteurs d'activité de l'économie française se sont comportés de manière contrastée, tant en ce qui concerne la consommation d'énergie que les émissions de GES, sans d'ailleurs que les deux n'aient évolué systématiquement dans le même sens. Les transports sont ainsi dans une tendance à la hausse, alors que l'industrie et la production d'électricité ont sensiblement diminué leurs émissions. Dans le futur, la répartition des évolutions par grands secteurs se modifiera car les « gisements » d'économies d'émissions se sont réduits, notamment dans l'industrie.

Origine des émissions de CO₂ en France (métropole + DOM/COM), par secteur, hors UTCF, en 1990 et en 2004



Source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, mis à jour en février 2006

Concernant la demande, la technologie a un rôle important, mais elle comporte un risque d'effets «rebonds» par lesquels des progrès sur l'efficacité énergétique sont diminués ou annulés par des comportements moins économes. Il est donc nécessaire d'engager des modifications de comportement, tant pour les entreprises, que pour les pouvoirs publics et les ménages.

Une politique ambitieuse de maîtrise de l'énergie (MDE) prend ici tout son sens, sur le court comme sur le long terme. Sur le court terme, les options de MDE sont à la fois très nombreuses, souvent peu onéreuses et disponibles relativement rapidement. La publication de l'AIE «Cool appliances» indique le potentiel significatif dans le seul secteur de l'électro-ménager, à des coûts de réduction négatifs, sur la base d'une réglementation qui imposerait que la norme minimum oblige les constructeurs à

mettre sur le marché des équipements à moindre coût en terme de cycle de vie du produit. Ainsi, le marché ne fournirait que des produits reflétant une innovation qui garantit que le service énergétique (froid, cuisson, etc.) est fourni à moindre coût, facture d'électricité et/ou de gaz comprise. Ceci est de nature à éliminer les problèmes dits de locataire-propriétaire, ou « split incentives ». Dans l'habitat existant, l'industrie offre de nombreuses pistes d'amélioration de l'efficacité thermique des bâtiments, comme le double vitrage à isolation renforcée, dont le surcoût par rapport aux solutions classiques est rapidement remboursé sur la durée de vie de l'équipement.

Le G8, à Gleneagles en 2005, a fait de la MDE une véritable profession de foi, à juste titre. L'intérêt de cette stratégie est, qu'en outre, elle est vitale pour permettre la pénétration massive de technologies d'offre énergétique propre. S'agissant de l'électricité, il serait illusoire de croire que la viabilité du CSC serait équivalente dans un monde où, disons, la Chine aurait une capacité électricité-charbon de 800 GW, et dans un monde où cette capacité serait réduite de 30 à 50 % grâce à la MDE (ces chiffres n'étant qu'illustratifs). Quel que soit le régime en place, les acteurs producteurs d'électricité auront à faire face à des dépenses en capital considérables pour le CSC, et ils renâcleront d'autant plus que la capacité d'électricité en question sera très importante et que, par conséquent, le coût de captage sera encore plus élevé (le coût marginal est, dans ce cas comme dans bien d'autres, croissant). En limitant l'ampleur des efforts à fournir du côté de l'offre, on rend plus acceptable ces stratégies technologiques. Sans MDE, on ira moins vite, et moins loin, dans la réduction des émissions de GES.

Modification des comportements

La question des comportements des citoyens paraît être la question la plus délicate à traiter dans les scénarios de demande d'énergie, par comparaison avec l'évolution des parcs ou des consommations unitaires. En effet, pour ces deux derniers, les analyses sont basées sur des séries statistiques longues qui permettent de calculer des élasticités et de prévoir des évolutions. Par contre, les ruptures de comportements, prises en compte par plusieurs scénarios, posent le problème de leur acceptation par des citoyens ou par des entreprises qui ne sont pas toujours aussi disciplinées qu'on pourrait l'espérer. Une façon de convaincre en informant, en associant et en incitant, en répartissant la charge auprès de toutes les couches de la Société et des milieux économiques, pourrait être incarnée par un « pacte national sur le carbone » tel que celui proposé par la CFDT.

L'effet «prix» des produits et services sur les consommations d'énergie est indéniable, mais les élasticités sont relativement faibles et controversées. Il est donc nécessaire d'envisager divers moyens d'orienter les comportements dans la «bonne» direction. A cet égard, le consommateur individuel ou professionnel ne dispose pas, bien souvent, de l'information en temps réel sur les prix ou sur la possibilité de substituer son énergie, au moment adéquat, vers une énergie moins carbonée. Les technologies de l'information permettent d'envisager qu'une telle information puisse être délivrée dans un futur proche à grande échelle.

Les scénarios disponibles ont du mal à prendre en compte l'impact d'une modification de comportements qui est souvent appréciée abstraitement à partir de coefficients techniques ou d'élasticités. Le Groupe «Facteur 4» n'a pas été en mesure, faute de temps, de se mettre d'accord sur des éléments quantitatifs concernant les réductions d'émission de CO₂ induites par de telles modifications. Il serait en outre souhaitable que des sociologues se penchent sur cette question qu'on pressent complexe, malgré la tentative d'argumenter par des «y a qu'à» ou des «quand on veut, on peut». Des exemples sont souvent cités, comme la réduction du tourisme «exotique» par avion, mais le droit au voyage est souvent considéré comme un progrès imprescriptible de l'humanité; le développement du télétravail représente également une option, à condition d'intégrer le fait que la présence de collègues peut être considérée comme une externalité positive du travail (des solutions hybrides en cours d'expérimentation, avec des centres d'accueil, constituent peut-être un bon compromis). D'autre part, les «effets rebond» d'une modification de comportement ne sont pas à exclure, même s'ils sont controversés, comme l'éloignement du lieu de travail pour l'habitat des personnes en télétravail, la multiplication des petits déplacements en mobylette ou petit véhicule pour satisfaire des commandes passées par Internet, etc.

De façon générale, il serait utile de procéder à un recensement des modifications acceptables des comportements, en terme de fonction d'utilité globale des citoyens ou des entreprises, qui auraient une influence significative sur les émissions de CO₂. Dans le domaine des transports beaucoup d'espoirs sont placés sur ce thème et il existe sans doute un «gisement» important à exploiter. On cite souvent la sévérité accrue du contrôle des vitesses limites des voitures qui a fait baisser substantiellement les consommations de carburant en 2003 en France. Le double dividende pour la société - moins de morts et blessés, moins de consommation de pétrole importé - est exemplaire. On remarque également que la moitié des

déplacements en voiture se font sur des distances de moins de 3 km, ce qui permet d'imaginer des substituts faciles, à condition d'accepter le principe d'un changement d'habitudes.

Un exemple de domaine à défricher est l'attitude, qu'on rencontre assez souvent, parmi les cadres dans les entreprises et administrations, de considérer un voyage professionnel comme une récompense ou une reconnaissance. La coutume des cartes de fidélisation (« Fréquence Plus » par exemple) contribue à entretenir cet état d'esprit, alors que les progrès des technologies de l'information permettraient souvent d'éviter de tels déplacements lorsqu'ils n'ont pas un objectif spécifique (commercial, technique,...). Il faudrait s'attacher à comprendre les raisons de ce comportement qui satisfait tant l'employé (valorisation de son ego, désir de liberté,...), que l'employeur (motivation des salariés, ouverture sur l'extérieur,...), pour le cas où son coût serait tel que cela reviendrait à le limiter ou l'interdire.

Le comportement citoyen est à promouvoir dès le plus jeune âge, à l'école, par une sensibilisation et un enseignement appropriés : il sera plus facile à une communauté ainsi préparée de s'orienter vers les meilleures solutions, mais ce ne sera pas suffisant. Les scénarios montrent, en prolongement d'une tendance historique, que le pouvoir d'achat augmente plus vite que le prix des énergies sur le long terme, à moins de créer une fiscalité écologique qui compense ou même dépasse l'écart. L'acceptabilité de cette évolution est certainement un défi, dans une époque favorable à l'individualisme et au consumérisme.

Effets du progrès technique

Les scénarios manquent de précision, mais c'est bien normal, sur les effets du progrès technique. Lorsqu'il s'agit de techniques fixes comme l'isolation d'un bâtiment, le chauffage, la climatisation, etc., on peut assez facilement prédire des progrès qui peuvent aller jusqu'aux « bâtiments à énergie positive » qui produisent plus qu'ils ne consomment. L'incertitude ne porte en fait que sur le rythme de diffusion de technologies qui sont disponibles ou proches de l'être. Mais cette incertitude est rarement exprimée et le rythme de diffusion est en général considéré comme une variable d'ajustement à disposition des pouvoirs publics. Or le besoin d'énergie comporte des inconnues liées à de nouveaux usages, par exemple pour la santé, les loisirs, la vie courante (téléphones mobiles, lecteurs MP3, véhicules 4x4, pavillons plutôt qu'appartements, etc.). Certains usages peuvent

être modelés ou interdits par les Pouvoirs publics, mais se pose alors la question du rôle de l'État.

Objectifs de politique publique

De l'analyse des scénarios, il apparaît que toute politique publique en faveur du Facteur 4 devrait comporter trois volets inséparables :

- nouvel élan à la maîtrise de l'énergie,
- soutien ambitieux à la R & D,
- mise en place de tous les instruments économiques disponibles en veillant à minimiser les effets pervers éventuels.

Une telle politique est urgente à mettre en place car tout retard rend plus difficiles les efforts ultérieurs.

Les Pouvoirs publics doivent montrer l'exemple : l'Etat et les collectivités locales, en tant que gros consommateurs d'énergie, de biens et de services, ainsi qu'en tant que prescripteurs de marchés publics.

La perte éventuelle de compétitivité des entreprises françaises en raison de leur adaptation à un « mix » énergétique plus coûteux est à traiter de manière attentive. Le Groupe « Facteur 4 » reconnaît toutefois qu'il existe des effets positifs pour les entreprises qui s'adaptent en premier (« first mover advantage »). Par contre, le surcoût des politiques climatiques, qui paraît relativement mineur à certains, comparé à celui des variations de taux de change, peut être jugé excessif par d'autres. Une solution évoquée consisterait à mettre en place un système d'ajustement de taxes aux frontières, en exemptant la production exportée vers les pays « permissifs » et en taxant plus fortement les importations de matériaux intensifs en gaz à effet de serre. Il resterait néanmoins à s'assurer qu'un tel système est acceptable en termes de complications administratives et qu'il est compatible avec les règles de l'OMC.

Trois types de moyens peuvent être mis en place par les pouvoirs publics pour agir sur la demande d'énergie : la réglementation, les incitations (subventions, information,...) et les instruments économiques (fiscalité, certificats,...).

Les instruments économiques disponibles sont nombreux et certainement puissants pour leurs effets, mais leur usage peut être dangereux

pour l'économie s'il n'est pas dosé de façon adéquate et leur acceptation demande de grands efforts de pédagogie et de persuasion auprès des citoyens.

Compte tenu de l'hétérogénéité de situation entre les secteurs d'activité économique, le Groupe «Facteur 4» s'accorde sur le fait qu'il ne suffit pas d'égaliser entre secteurs les coûts marginaux de réduction d'émissions (par une taxe CO₂ ou des permis d'émission négociables) et que sensibilisation et information sont nécessaires mais pas suffisantes.

L'égalité des coûts marginaux n'est en effet pas envisageable, sauf sur des secteurs homogènes (ce qui est loin d'être le cas par exemple dans l'industrie). On peut et on doit accepter des mesures plus coûteuses dans certains secteurs (infrastructures de transports, par exemple), car elles auront des effets structurants de long terme, et on peut chercher à limiter l'effort imposé à des secteurs exposés à la concurrence internationale. Néanmoins, si on veut minimiser au maximum le coût des efforts environnementaux, il faut s'efforcer de limiter également au maximum le différentiel entre les coûts marginaux de réduction imposés aux différents secteurs.

Il faut des réglementations ambitieuses et réellement appliquées, il faut aussi augmenter le coût de l'énergie, d'autant que celui-ci tend à baisser sur le long terme par rapport au pouvoir d'achat.

La productivité horaire du travail (ratio production/heures travaillées) est relativement élevée en France, comparée à d'autres pays OCDE, alors que la productivité du capital (ratio production/capital) est plutôt faible. Ceci revient à dire que la France utilise relativement moins de travail et plus de capital, par rapport aux autres pays étudiés. La recherche du Facteur 4 serait particulièrement bénéfique en France dans les secteurs d'activité intensifs en emploi (récupération des déchets, transports en commun, bâtiment,...). Un problème réside dans le fait que les dépenses en énergie sont, dans le budget des ménages, proportionnellement plus élevées pour les ménages pauvres que pour les ménages riches. Il sera donc nécessaire de prévoir des systèmes «redistributifs».

Il convient de noter qu'en déroulant les secteurs les uns après les autres, on risque de passer à côté de certaines synergies et opportunités – industrielles, entre autres – qui se font jour lorsque l'on a une approche un peu plus intégrée. C'est l'objet des travaux «*Scénarios sous contrainte*».

carbone - Quels enjeux pour l'industrie » menés par EPE (Entreprises pour l'Environnement) et l'IDDRI (Institut du Développement Durable et des Relations Internationales), avec les modélisateurs du CIRED, du LEPID-EPE et un groupe d'industriels qui tentent d'explorer toutes les dimensions industrielles de ces scénarios, au-delà des améliorations à apporter à leur propres procédés de production.

Il existe, dans le panorama global des solutions à la gouvernance globale du climat, des solutions sectorielles, dans lesquelles les multinationales françaises ne seront pas en reste. Ces acteurs jouent un rôle qui pourrait être moteur dans l'avancée d'une stratégie de fortes réductions.

Conclusion pour l'économie française

Une vision positive de la transition dans le Facteur 4 apparaît si on admet que l'adaptation de l'économie et de la société française est possible et que le bien-être de la population peut continuer de s'accroître en dépit de ce handicap.

Puisque l'optique privilégiée ici n'est pas de peser sur la croissance de moyen-long terme du PIB (cf. les schémas de « décroissance »), mais de mieux la maîtriser et d'en réduire le contenu en GES (et en particulier en CO₂), l'élaboration de stratégies à long terme et fortement volontaristes devient encore plus cruciale.

La France peut se positionner dès maintenant pour développer son offre de produits et services qui seront de plus en plus demandés au niveau mondial pour lutter contre le changement climatique. Il convient en outre d'examiner les conséquences pour l'agriculture et l'énergie hydraulique du changement climatique à venir.

Alors qu'elle a été peu dotée par la nature en ressources énergétiques fossiles, la France a la chance de bénéficier d'un territoire assez vaste, relativement peu peuplé et peut-être moins menacé que d'autres par le changement climatique, hormis les DOM-TOM.

S'agissant de l'agriculture, grâce à la photosynthèse, les surfaces agricoles et forestières constituent autant de capteurs d'énergie lumineuse, qui, non seulement agissent comme des panneaux solaires, en pouvant restituer cette énergie sous forme d'électricité ou de chaleur, mais produisent

également des molécules organiques capables à terme de se substituer à tous les usages de la pétrochimie. Cette biomasse sera apte à fournir une bonne part des carburants liquides et des bio-plastiques de demain.

Par ses aptitudes à la substitution de produits émetteurs de gaz à effet de serre, et par sa capacité à «séquestrer» le carbone atmosphérique, la production de biomasse agricole et forestière est une opportunité qui mérite d'être encouragée, dès maintenant, par des politiques publiques cohérentes et volontaristes. Ainsi, la récente Loi d'orientation agricole a, dans son article 43, inscrit cette volonté du gouvernement et du Parlement, de faire participer pleinement les secteurs agricole et forestier à la lutte contre l'effet de serre, y compris à travers l'ensemble des mécanismes de marché qui seront amenés à se développer pour inciter les acteurs économiques à s'engager dans cette voie.

Chapitre 2

Quelle stratégie pour le chemin « Facteur 4 » ?

Comment faire évoluer
les comportements ?

Quel rôle pour les
politiques publiques ?

Le territoire pertinent : la France comme cœur de cible

Le chemin et la problématique 2050 ne sont pas de même nature au plan national, européen et planétaire

Poser à l'échelle de la France la problématique Facteur 4 suppose d'avoir bien à l'esprit le caractère tout relatif avec lequel se présentent les enjeux selon les territoires.

Le cas des pays émergents

Des pays émergents tels la Chine et l'Inde sont confrontés à des perspectives de croissance fulgurantes sans le handicap de devoir s'attaquer à un parc existant (de voitures, de bâtiments...). Par ailleurs, la disponibilité en réserves de charbon en Chine se compte en siècles et non en décennies. L'utilisation de ce charbon, selon qu'elle se réalise avec ou sans mise en œuvre d'un captage et stockage du CO₂, a des conséquences très importantes sur le profil d'émissions en GES de la planète.

La division par 4 de nos émissions apparaît ainsi nécessaire mais toute stratégie Facteur 4 doit être conçue en ayant parfaitement intégré les perspectives de développement de pays tels que la Chine et l'Inde.

Le cas des pays les moins avancés

Les mesures de réduction (Facteur 4) des émissions paraissent essentielles par rapport aux mesures d'adaptation au changement climatique, mais pour certains pays la mécanique est déjà engagée de manière irréversible avec des conséquences qui conduisent à inverser les priorités.

Les conséquences du réchauffement climatique toucheront inégalement les pays avec des conséquences souvent plus importantes pour les pays déjà les plus défavorisés : élévation plus importante des températures moyennes que les 2° C annoncés en moyenne mondiale, famine...

Pour ces pays, l'adaptation aux conséquences du réchauffement climatique revêt un caractère d'urgence beaucoup plus que les mesures de limitation des émissions.

Pour beaucoup de PMA (pays les moins avancés), les projets susceptibles d'être montés sont souvent très simples et appellent des modes de gestion (reconnaissance des contributions de ces projets au plan international) simplifiés.

A l'inverse, une partie conséquente des revenus de certains de ces pays, lorsqu'ils sont dépourvus de réserves minières, est constituée par l'exploitation des forêts. La reconnaissance ou non (avec des conséquences financières) au plan des négociations internationales de la « déforestation évitée » peut avoir des conséquences très importantes dans le bilan des contributions des pays à la lutte contre le changement climatique.

Impact des mécanismes de flexibilité dans l'équilibre international

Des initiatives européennes en matière de **mécanismes de flexibilité** (MDP et MOC) ont été mises en place de nature à répartir de manière optimale sur la planète les investissements plus sobres en émissions mais :

- les projets MDP (mécanismes de développement propre) restent insuffisants en volume pour compenser les disparités précitées au niveau mondial : ils ne représentent en fait que quelques pourcents des investissements dans le monde ;
- la localisation même des projets n'est pas également répartie sur la planète : l'implantation des investissements MDP résulte des forces du marché et de l'attractivité des pays hôtes et on peut constater des mouvements déviants : pour ne citer que l'Amérique latine le Brésil capte l'essentiel des investissements dans cette région au détriment de pays voisins.

Impact d'une stratégie Facteur 4 au niveau des seuls pays industrialisés

L'objectif de la France, en s'appuyant sur les évaluations du 3^e rapport d'évaluation du GIEC, est de faire en sorte que les concentrations atmosphériques de CO₂ ne dépassent 450 ppm pour éviter que la température moyenne du globe ne s'élève de plus de 2° C : il faut diviser

par deux les émissions mondiales de GES en 2050, ce qui devrait conduire, et la France se le fixe comme objectif, les pays industrialisés à réduire leurs émissions par un facteur quatre à cinq sur la même période. Mais gardons-nous de penser que l'action des seuls pays industrialisés suffira : même si nous réduisons la demande d'énergie de 30 % dans les pays développés, cela représenterait seulement de l'ordre de 10 années de croissance de la demande mondiale.

Pour un cadre de négociations internationales et européennes optimal

Sur le plan planétaire, l'objectif Facteur 4 devient un objectif facteur 2 ainsi formulé :

« Maîtriser la croissance des émissions mondiales de gaz à effet au cours des 20 prochaines années, et ensuite les réduire jusqu'au niveau de 50 % des émissions de 1990 en 2050, et poursuivre la réduction au cours du reste du siècle pour vraiment faire face aux changements climatiques. »

Compte tenu de leurs responsabilités historiques, de leurs émissions toujours élevées, et de leurs capacités, les pays développés doivent agir les premiers avec l'objectif Facteur 4. En parallèle, il faut transformer les trajectoires de développement des pays en développement – notamment les pays émergents. L'enjeu principal est d'influer sur les choix d'investissement dans les systèmes énergétiques, les infrastructures et autres grands équipements à longue durée de vie, au cours des 20-30 ans à venir afin de privilégier les choix compatibles avec un développement sobre en carbone, et de se prémunir suffisamment tôt face aux impacts annoncés des changements climatiques.

Cela nécessitera entre autres une collaboration renforcée sur le développement et la diffusion des énergies « décarbonées » (renouvelables, nucléaire) et des technologies peu émettrices en gaz à effet de serre (efficacité énergétique, utilisation efficace des énergies fossiles avec notamment le recours au captage et stockage de CO₂...). Les partenariats bilatéraux et multilatéraux qui se mettent en place actuellement peuvent constituer un volet central d'un tel paradigme de coopération sur les technologies, mais ils ne suffisent pas. L'objectif devra être de passer directement aux technologies propres.

La Convention Climat – avec une participation presque universelle – constitue à cet égard le forum privilégié d'échanges sur l'action mondiale de lutte contre les changements climatiques. Il conviendra de prévoir une « coordination légère » des partenariats sur les technologies par la Convention Climat.

Le Protocole de Kyoto, comme outil de mise en œuvre de la Convention, restera au cœur de la réponse mondiale aux changements climatiques. Il faut renforcer les incitations prévues déjà par le Protocole de Kyoto : conforter le MDP et explorer des options pour de nouveaux mécanismes de marché, dont des options reposant sur une approche sectorielle, ou qui accordent aux pays un objectif non contraignant mais incitatif.

Mais il faut que la problématique Climat soit également portée dans les autres tables de négociation couramment concernées par les questions économiques quitte à en adapter le périmètre. A terme, la lutte contre les changements climatiques implique une transformation de l'économie et de la société mondiales – un défi majeur qui dépasse de loin le seul aspect « environnement » ou « climat ». A titre d'exemple, la France a déjà clairement établi le lien entre le climat et l'énergie dans son mémorandum de janvier 2006. Il importe de poursuivre ce chemin, notamment pour intégrer pleinement le climat dans toutes les instances (Banque mondiale, G8,...).

Il s'agit aussi d'intégrer pleinement la lutte contre les changements climatiques – l'atténuation et l'adaptation – dans les politiques de coopération, entre autres par recours aux nouveaux outils « carbone » aux politiques de coopération. A titre d'exemple, les pays industrialisés pourraient s'engager à réaliser un certain nombre de projets MDP dans les pays les moins avancés (notamment en Afrique), ce qui aurait une certaine valeur de démonstration. Une telle approche pourrait également inclure des projets apparentés au MDP mais qui ne respectent pas tous les critères actuels (à l'instar du fonds biocarbone de la Banque mondiale qui achète des crédits de projets agricoles ou forestiers actuellement non éligibles au MDP). Une collaboration, notamment avec les pays les plus pauvres, pour faire face aux impacts des changements climatiques, s'impose par une logique de solidarité.

La dimension européenne

Sur le plan communautaire, la France devra défendre l'approche Facteur 4 et prôner son intégration dans la position communautaire. La Commission européenne prépare actuellement un livre vert sur les changements climatiques qui comportera la prochaine phase de son analyse des coûts et des avantages d'action conforme à la commande du Conseil européen. La France pourra proposer que le Conseil européen du printemps 2007 lance un travail qui pourra s'inspirer non seulement des travaux de la Commission, mais aussi des études des Etats membres qui concourent aux mêmes objectifs.

L'Union européenne a anticipé la mise en œuvre du Protocole de Kyoto en créant un système d'échange de quotas d'émission. Le groupe a souhaité que, dans le souci d'offrir une visibilité suffisante relativement à la contrainte carbone et ainsi ne pas freiner les décisions d'investissement, toutes dispositions soient recherchées pour garantir des règles claires et stables dans le temps en matière d'allocation de quotas. A l'occasion de sa présidence européenne au 2^{ème} semestre 2008, (la présidence française suivante ne sera qu'en 2020 !) un cheval de bataille de la France doit consister à donner un signal clair de sa volonté de pérenniser les instruments de marché au delà de 2012 : la France pourrait se porter acquéreuse de crédits CO₂ dans une vision après 2012.

Une stratégie Facteur 4 : le chemin existe-t-il et est-il faisable

Une des questions posées au Groupe «Facteur 4» dans la lettre de mission était : est-ce que le Facteur 4 est faisable ? La réponse du groupe est OUI.

Une seconde question est «Est-ce que c'est facile ?» et la réponse est clairement NON.

Le Groupe «Facteur 4» a procédé à l'audition de nombreux experts, s'est vu présenter de nombreux scénarios très «contrastés» dans leurs hypothèses. Il en est ressorti conforté dans la nécessité d'une grande

modestie lorsqu'il s'agit de réfléchir à des stratégies à 50 ans : si on était en 1906, aurait-on imaginé deux guerres mondiales ? En 1906, en matière d'énergie on ne connaissait pour l'essentiel que le charbon...

Le rapport n'entend donc pas imposer un « dire d'expert » qui serait immédiatement contredit.

La pluralité du Groupe « Facteur 4 » le rend par contre légitime à s'exprimer sur les conditions qui permettraient de rendre plus facile l'atteinte de l'objectif Facteur 4.

Ces conditions peuvent ressortir d'une part de questions sociétales, de comportement, d'autre part de questions économiques et financières. Elles peuvent également conduire à s'interroger sur le rôle des Pouvoirs publics dans un cadre international.

Apposer des jalons sur le chemin pour bien en préciser les étapes

Pour réussir Facteur 4 en 2050, **on ne peut attendre 2040 pour agir.**

Le terme « Facteur 4 en 2050 » peut prêter à confusion : on risque, en se focalisant sur le « Facteur 4 en 2050 » de renforcer la vision que, si l'on a « la » technologie en 2040, on pourra aisément corriger le tir et ramener nos émissions globales en 2050 au niveau approprié - une division par 4 pour nous.

Or on ne peut attendre 2040 ! En effet, le CO₂, le N₂O et certains gaz fluorés ont une durée de vie longue dans l'atmosphère (plus de 100 ans). Cela signifie qu'il faut consentir des réductions draconiennes des émissions de GES dans les 50 ans à venir. Selon le 3^{ème} rapport d'évaluation du GIEC, pour stabiliser à terme les concentrations des GES à 550 ppm équ. CO₂ (CO₂ : 450 ppm), il faut diviser par deux les émissions mondiales de GES d'ici 2050, en les faisant décroître dès 2020 pour qu'elles atteignent leur niveau de 1990 en 2050. En d'autres termes, les émissions de GES doivent atteindre leur point culminant (pic) avant 2020 et la courbe doit

commencer à s'infléchir à cet horizon. Comme il s'agit d'un phénomène cumulatif, plus nous agissons tard, plus il sera difficile de revenir à un niveau d'émissions absorbable par la biosphère, plus les concentrations atmosphériques seront élevées et plus les effets perturbateurs (le changement climatique) seront importants.

2050 est donc un problème de chemin où toutes les étapes sont essentielles et influencent les étapes suivantes. Il importe d'agir et d'agir vite mais dans certains secteurs les technologies ne sont pas encore disponibles :

D'ici 15 ans, les hybrides rechargeables, le stockage embarqué de l'électricité à haute densité (lithium), la fabrication d'hydrocarbures de 2^{ème} génération pourront sûrement créer des ruptures... Mais nous peinons à savoir parler sans trop rêver de progrès qu'il faut réaliser et mettre en œuvre d'ici là.

La pile à combustible est un défi plus grand encore...

Quelle stratégie pour emprunter le chemin

Premier impératif : la sécurité énergétique

L'impératif de sécurité énergétique est une des composantes fondamentales de toute réflexion sur l'avenir de l'industrie. Or la problématique a profondément changé depuis quelques décennies : **la réponse des prochaines décennies sera forcément formulée sous forme de bouquet énergétique :**

- les bouquets énergétiques des différents pays seront sous toute vraisemblance fortement contrastés compte tenu des spécificités de chacun d'entre eux ;
- **le nucléaire** : l'énergie nucléaire en Europe représente 6% de l'énergie finale, 2% dans le monde, 17% de l'énergie finale en France. Au vu de ces pourcentages, il n'apparaît pas justifié, pour bâtir une stratégie climat, de centrer le débat sur l'énergie

nucléaire. Les thèmes sur lesquels il importe de se mobiliser rapidement sont pour la France dans le bâtiment existant, les transports et dans la croissance de la cogénération dans l'industrie ;

- **Le charbon** n'est pas une énergie du passé mais sous la condition essentielle d'une non utilisation sans captage et stockage du CO₂ ;

- **Les énergies renouvelables** (solaire, éoliennes...) si souvent mises en avant ne constitueront pas la panacée et la solution à tous les problèmes : «le soleil ne brille pas la nuit et le vent ne souffle pas en permanence». Sauf à faire des progrès en rupture sur le stockage de l'électricité, il apparaît peu probable que le solaire et l'éolien, notamment du fait de la puissance installée requise pour assurer une production garantie donnée, puissent à eux seuls assurer l'électricité de base ;

- Le recours en France à la **biomasse**, forestière dans un premier temps, aux fins de production d'électricité et de chaleur, devra, pour respecter les objectifs de la loi sur l'énergie, être massif, ce qui suppose le développement d'unités suffisamment bien réparties sur le territoire ;

- Le développement des **biocarburants** n'est qu'un élément d'une politique énergétique : la consommation mondiale de biocarburants représente aujourd'hui environ 15 Mtep, alors que la consommation mondiale de pétrole est de 3 500 Mtep/an ;

- **le gaz** : en 2050 le bouquet énergétique devrait comprendre une part d'énergie à partir de gaz naturel. Son décalage en terme de disponibilité par rapport au pétrole pourrait constituer une transition vers une énergie moins carbonée ;

- le réseau électrique du pays pourrait être très sensiblement différent de ce qu'il est actuellement : le **réseau électrique a été conçu pour distribuer l'énergie** des centrales vers les lieux de consommation, et **non pour accepter des quantités importantes** d'électricité décentralisée à redistribuer, justifiant un programme d'adaptation du réseau de distribution. On remarquera en outre qu'en terme de compétences, les installateurs d'appareils de chauffage ne sont pas forcément en mesure de prendre en charge la partie électrique du système et son raccordement au réseau.

Remarque : un renchérissement du prix du pétrole n'est pas forcément une bonne solution pour optimiser le bouquet vis-à-vis des émissions de GES (si c'est l'occasion de promouvoir les carburants de synthèse, dont le coût de fabrication serait alors concurrentiel, sans se préoccuper de la séquestration du CO₂)

Une mobilisation nécessaire mais différenciée des acteurs

La logique qui doit prévaloir doit tenir compte de la réalité du signal prix du carbone et des externalités sociales et économiques induites dans les autres politiques. L'Etat doit affirmer sa volonté de préserver cette lisibilité bien au delà de 2012 : cela passera, pour convaincre chaque citoyen, par un engagement collectif fort et pour les industriels par une confiance affirmée envers les instruments de marché gages de flexibilité.

Le secteur diffus du transport et du bâtiment

Les émissions CO₂ des secteurs du **transport et du bâtiment** dépassent désormais 50 % du total des émissions françaises. Ces émissions résultent d'une multitude de décisions individuelles sur lesquelles il importe d'influer.

L'argument essentiel dont il faut convaincre chaque citoyen est clair : on peut concilier croissance économique, plaisir de vivre et augmentation du confort avec une efficacité énergétique accrue. Il importe, en matière de gestion des comportements, **de passer d'une logique :**

[croissance du plaisir de vivre, attente de confort]
nécessite

[croissance du besoin de chaleur, d'électricité, de transport]

à une logique :

[croissance du plaisir de vivre, attente de confort]
compatible avec

[efficacité énergétique + maîtrise du besoin de chaleur,
d'électricité, de transport]

Chaque citoyen ne pourra se convaincre de la réalité et de la nécessité de cette mutation que s'il a le sentiment de ne pas être interpellé isolément mais qu'il s'agit bien d'une impulsion collective : «j'accepte de faire si chacun le fait également».

Cette adhésion suppose des signaux forts adressés aux citoyens sur la réalité du changement engagé : ce sera dans les transports de personnes une mobilisation forte de la recherche sur les nouvelles technologies, ce sera dans le bâtiment où les technologies existent déjà pour la plupart un élan fort impulsé dans la réhabilitation du bâtiment existant autour d'un Plan ambitieux d'efficacité énergétique.

Industrie et énergie

Les plus fortes contributions aux réductions ont été actuellement le fait de **l'industrie et de l'énergie** : aussi bien par effet indirect de réglementations hors GES qu'au travers de l'introduction d'une contrainte carbone en Europe dès 2005 par anticipation du Protocole de Kyoto (1^{ère} période d'engagement 2008-2012). Les installations industrielles et de production d'énergie couvertes par le Plan national d'allocation de quotas représentaient plus de 20 % des émissions françaises de CO₂.

Il importe de pérenniser le signal prix du carbone : c'est une condition indispensable pour concilier la contrainte carbone et la compétitivité des entreprises. La contrainte carbone influe sur les décisions d'investissement des entreprises : il faut offrir un maximum de visibilité aux entreprises vis-à-vis du signal prix du carbone pour leur permettre d'opérer les bons choix. Les options et recommandations peuvent ainsi s'exprimer :

- **préserver les mécanismes de flexibilité introduits par le Protocole de Kyoto dans une logique moyen terme ;**
- **allonger l'horizon temporel des MDP.**

On peut réconcilier compétitivité et environnement si on calibre bien les échelles de temps. Les industriels ont besoin de visibilité : ceci ne va pas jusqu'à avoir la valeur du CO₂ dans 30 ans mais par contre un engagement fort des gouvernements :

- allonger les périodes couvertes par chacune des allocations, en fixant une cible de long terme de réduction des émissions aux industriels compatible avec l'objectif du facteur quatre ;
- unifier les règles d'allocation des quotas entre pays ;
- systématiser les possibilités de transférer les quotas non utilisés sur une période pour les périodes suivantes, afin d'intégrer les anticipations de long terme dans la formation du prix de marché du CO₂.

L'industrie et la recherche peuvent accompagner l'évolution de la demande des consommateurs et les modifications de comportements. On peut ébaucher, sans viser l'exhaustivité, **certaines actions qui justifieraient une mobilisation de l'industrie et de la recherche pour répondre à la demande dès qu'elle s'exprimera** :

- recherche sur la fabrication de biocarburants de 2^{ème} génération : la fabrication de biocarburants à partir de « la plante entière » constitue la solution durable de fabrication de carburants à partir

de la biomasse avec des volumes à en attendre sans concurrence avec les cultures alimentaires ;

- pile à combustible : si le principe en a été découvert en 1839 (William Grove), les premières applications pratiques des piles à combustible datent des années 1960. Aujourd'hui elles représentent une solution technologique séduisante pour la cogénération stationnaire d'électricité et de chaleur ainsi que pour la production d'électricité stationnaire ou embarquée. Elles n'émettent pas de GES et leur rendement global est excellent. Parmi elles les piles à membrane échangeuse de protons PEMFC focalisent l'attention des constructeurs automobiles, avec des puissances de 50 kW (véhicules particuliers) à 120 kW (bus). Différents verrous technologiques entraînant des coûts rédhibitoires s'opposent pour le moment à la diffusion de telles piles ;
- véhicule hybride rechargeable sur poste fixe (avec batterie de grande capacité) : la pénétration de l'électricité dans la fonction transport terrestre non pas sous forme de voiture électrique mais d'hybride rechargeable peut, en assurant pendant une ou deux décennies la transition dans l'attente de nouvelles technologies (pile à combustible), changer considérablement l'avenir de l'automobile ;
- conforter la présence française et sa compétitivité dans la fabrication de matériaux et équipements performants dans le bâtiment. Outre le marché du neuf, la réhabilitation massive du bâtiment existant constitue le défi essentiel pour espérer respecter le Facteur 4 et constitue un marché de plusieurs centaines de milliards d'euros d'ici à 2050 ;
- captage et stockage du CO₂ : c'est une technologie indispensable pour permettre de produire de l'énergie à partir du charbon dans des conditions satisfaisantes en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Deux objectifs sont à atteindre : d'une part la réduction des coûts de captage et d'autre part la démonstration concrète de la faisabilité du stockage géologique du CO₂ en grandes quantités, dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Émissions de l'agriculture et de la forêt

Il faut dans ces domaines se garder d'avoir des idées toutes faites. Ainsi malgré l'intensification de l'agriculture et sa mécanisation, l'intensité énergétique et en intrants (e.g. minéraux) rapportée au quintal produit baisse régulièrement et, significativement, depuis 20 ans, de plus de 1 % par an.

Les secteurs de l'agriculture et de la forêt se prêtent tout à fait à une approche Facteur 4 compte tenu de l'inertie des changements et du temps pour que ces changements (plantations,...) produisent leur plein effet. Au demeurant la **loi d'Orientation agricole du 5 janvier 2006** présente un cadre rénové destiné à mieux valoriser le potentiel de la forêt française en dynamisant sa gestion.

La loi reconnaît l'intérêt des mécanismes de marché dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées au secteur forestier (commercialisation de crédits d'émission d'équivalents CO₂) (art. 43). Cette reconnaissance est très utile pour permettre de mobiliser complètement le potentiel disponible. Le secteur de la forêt contribue significativement à la réduction des émissions, soit par la séquestration de carbone dans les forêts et dans le bois utilisé comme matériau, soit par la substitution d'énergies fossiles quand le bois est utilisé comme source d'énergie.

Il faut opter pour une gestion raisonnée avec un arbitrage opéré entre les usages du sol, la part éventuellement importée. Les réponses ne sont pas uniques et il importe d'aborder la question **en termes concrets en tenant compte des spécificités des territoires et de privilégier les expérimentations.** On peut notamment développer au plan local des **circuits courts** entre la récupération du méthane des lisiers et les réseau des collectifs de chaleur.

De ce point de vue, la démarche de mise en place de chaufferies bois dans 1000 communes forestières (il y en a environ 12000 en tout) est très **pédagogique** (même si en terme de diminution de GES elle reste relativement modeste).

Pour illustrer le potentiel offert par la biomasse, on peut, à grands traits, tenir le raisonnement suivant en considérant un « chemin » vers le Facteur 4 composé de :

- 1/3 de réductions de consommations d'énergie,
- 1/3 de « biologie »,
- 1/3 de sauts technologiques.

Quelques ordres de grandeur permettent alors de bien apprécier la part « biologie » :

- Pour capter chaque année dans l'atmosphère 100 Mt CO₂, il suffit de disposer de 5 M ha de « forêts » productives et exploitées

(à 20 m³/ha/an) plantées sur des terres (agricoles ou forestières) pas ou peu valorisées à ce jour : ces surfaces sont accessibles, sans même compter la Guyane ;

- Ces « lignocultures » produiront elles-mêmes 100 Mm³/an de « matériaux fibreux cellulosiques » (dont nous allons très vite manquer) pouvant remplacer dans certains cas des matériaux plus énergivores (acier, béton...) et prolonger comme matériaux le puits de carbone dû à la photosynthèse en donnant in fine (ou immédiatement pour les coproduits) une valeur énergétique « renouvelable » de l'ordre de 25 Mtep/an (bio-chaleur, biocarburants de 2^{ème} génération...) (remarque : l'effet de bio stockage dans le sol n'est pas pris en compte).

On tient donc, à travers une nouvelle économie intensive de la production et de la valorisation de fibres de cellulose, un instrument remarquablement efficace, très peu coûteux, et à multiples bénéfiques, pour :

- capter du CO₂ atmosphérique ;
- le stocker en remplaçant des matériaux « énergivores » et non renouvelables ;
- le « restituer » (30 ou 40 ans plus tard) à l'atmosphère en récupérant au passage l'énergie (renouvelable) de la cellulose.

Plus généralement, toutes solutions permettant d'offrir quelques années de « répit » et ainsi de permettre aux comportements d'évoluer et aux sauts technologiques de s'imposer sur le marché doivent susciter l'intérêt. La présentation qui vient d'être faite montre plusieurs usages possibles de la biomasse. Il apparaît très important, compte tenu des potentiels en présence, de ménager une certaine flexibilité dans l'utilisation de la biomasse et de ne pas privilégier une unique filière. Par exemple, **l'usage possible de la biomasse comme source de chaleur ou pour fabriquer des biocarburants dans l'attente de la pleine maturité de la deuxième génération de biocarburants (« plante entière »).** Des expérimentations doivent être préconisées en s'appuyant sur la spécificité de chaque territoire pour valoriser des circuits courts économiquement acceptables d'utilisation de la biomasse.

Les projets domestiques

Les projets domestiques pourraient être une possibilité de faire accéder les secteurs non couverts par le PNAQ au signal prix du carbone et inciter à la réalisation de projets plus sobres en émissions de GES que les projets initialement envisagés. La mise en place de projets domestiques CO₂

permettrait de créditer les actions de réduction d'émission conduites dans les secteurs non couverts par la directive européenne des quotas comme le transport, l'agriculture et le bâtiment. Ce serait un moyen de stimuler financièrement l'engagement de ces secteurs, à l'origine de 70 % des émissions françaises de gaz à effet de serre (en 2004), dans des projets à intensité carbone réduite. Bien que ceux-ci soient a priori neutres par rapport à nos objectifs Kyoto, les projets domestiques peuvent impulser une dynamique et avoir des effets positifs sur le plus long terme (par exemple avec un effet d'entraînement et de diffusion du progrès technique).

Deux éléments pourraient contribuer à faciliter l'atteinte par la France de ses engagements au titre du Protocole de Kyoto :

- Le fait de créditer les projets à raison non d'une UQA¹⁵ pour 1 t CO₂ évitée, mais d'une fraction (1/2 pour 1, 1/4 pour 1, etc.);
- L'émulation que pourraient générer les projets domestiques innovants dans les secteurs concernés par les projets.

On vient ainsi de dresser un panorama des enjeux des principaux secteurs. Chaque citoyen dans ses décisions individuelles joue désormais un rôle majeur.

Chacun des secteurs devra à sa façon contribuer à la nécessaire sensibilisation du citoyen : l'industrie en faisant en sorte que les technologies soient au rendez-vous, l'agriculture et la forêt en valorisant de manière raisonnée à l'échelon local les ressources de la biomasse.

Ces préalables sont indispensables pour accompagner les modifications de comportement du consommateur. On va dans ce qui suit analyser à partir de l'enquête annuelle de l'ADEME les représentations et motivations du public.

(15) UQA : unité de quantités attribuées

Données pour agir : à l'écoute du public, de ses échelles de valeur

La perception par le public du changement climatique (« l'effet de serre »)

L'effet de serre, un danger sous estimé par le public

Au travers de l'enquête annuelle commandée par l'ADEME sur la perception de l'effet de serre, le premier constat est que les représentations évoluent très lentement, de 2 à 4 % par an.

Les enjeux prioritaires, soit la lutte contre la pollution de l'air et celle de l'eau, sont très stables, avec 20 % des choix chacune, sur six ans. La lutte contre l'effet de serre progresse pour la première fois dans l'enquête 2005 au troisième rang des préoccupations (13 %).

Il y a une tendance lente mais uniforme à estimer que le réchauffement de l'atmosphère dû à l'effet de serre est une « certitude pour les scientifiques », de 60 % en 2000 à 71 % en 2005.

Mais plus de 40 % des sondés estiment en même temps qu'« aujourd'hui, personne ne peut dire avec certitude les vraies raisons du désordre du climat ».

Les personnes disposant d'un moindre niveau d'études ainsi que les générations les plus anciennes tendent à imputer les désordres climatiques à des « phénomènes naturels tels qu'il y en a toujours eu » (respectivement 23 % et 28 %), ceux qui ont suivi des études supérieures universitaires donnent majoritairement une réponse d'incertitude (52 %). Les jeunes (15 à 24 ans) sont ceux qui imputent le plus les désordres du climat à l'effet de serre.

Les résultats (enquête Eurobaromètre 2004) entre pays sont très contrastés y compris entre les citoyens des pays de l'ex-Union européenne à 15 : alors que le changement climatique est la première préoccupation

en Suède, en Allemagne, au Luxembourg, aux Pays-Bas, en Finlande ou en Autriche, il est au quatrième rang des sujets d'inquiétude en France ou en Espagne et à un rang bien inférieur pour les nouveaux pays de l'Union européenne.

La complexité du phénomène

A la question «*En quoi consiste selon vous l'effet de serre ?*», un quart des répondants évoque la pollution comme cause première de l'effet de serre, cette pollution étant souvent perçue comme un mécanisme de production de chaleur qui réchauffe directement l'atmosphère. Un autre quart lie directement l'effet de serre et le trou dans la couche d'ozone.

Seules 14 % des personnes interrogées s'approchent de l'explication établie de l'effet de serre en évoquant une accumulation de gaz qui empêche l'évacuation de la chaleur ou l'accumulation de gaz carbonique.

En cohérence avec cette compréhension de l'effet de serre, les activités qui apparaissent comme les causes premières de l'effet de serre sont les activités industrielles, le transport, la destruction des forêts et les bombes aérosols.

La hiérarchie des causes perçues évolue peu de 2000 à 2005 à l'exception du chauffage des bâtiments dont le taux de réponses «*contribue beaucoup*» + «*contribue assez*» passe de 39 % en 2000 à 64 % en 2005.

Pour remédier à l'effet de serre, une écrasante majorité des sondés estime qu'une modification des comportements individuels est indispensable et domine très largement l'espoir dans le progrès purement technologique (75 % contre 12 %).

Les valeurs

Les valeurs sont des idéaux et des préférences essentielles qui prédisposent les individus à agir dans un sens donné et qui structurent leurs représentations et leurs actions. Aussi apparaissent-elles éminemment déterminantes dans la dynamique sociale.

Les comportements (qu'ils soient des comportements de consommation, d'engagement, de sociabilité ou autres) ne sont pas exclusivement

déterminés par les valeurs. Il faut distinguer le registre des valeurs de celui des comportements, ceux-ci étant le résultat d'un compromis en permanence évolutif entre, d'un côté, ce à quoi les individus aspirent et, de l'autre, les opportunités et les contraintes que le contexte dans lequel ils vivent offre à la satisfaction de leurs aspirations.

Pour suivre l'évolution des valeurs, les indicateurs disponibles sont principalement les sondages et enquêtes. Il faut à cet égard :

- disposer de séries temporelles sur plusieurs années de questions identiques ;
- prendre en compte la propension des personnes sondées à se présenter sous leur meilleur jour dans les réponses.

Il ne suffit pas de disposer d'enquêtes identiques répétées à intervalles réguliers. Il faut aussi distinguer dans les évolutions enregistrées ce qui est imputable à :

- un effet d'âge ou de vieillissement : le résultat observé varie avec l'âge, quelle que soit la génération considérée ;
- un effet de génération : le résultat observé est caractéristique d'une génération ; bien qu'elle vieillisse, celle-ci restera attachée aux valeurs qui la caractérisent ; le changement social provient principalement du renouvellement des générations ;
- un effet de période : le résultat de l'enquête est fortement déterminé par la conjoncture du moment.

Vis-à-vis d'un comportement sobre en consommation d'énergie et de matière, pour Daniel Boy, deux valeurs motrices peuvent être distinguées :

- celle de l'«égoïsme» : il s'agit de répondre à son intérêt économique propre, qui ne gâche pas et qui tend plus à épargner qu'à dépenser pour rien ; cette valeur est plutôt ancrée chez les personnes qui ont connu le «vieux monde» et l'économie de la rareté ;
- celle de l'«éthique», qui agit pour le bien de la planète ou de l'humanité ; cette valeur est plus représentative des jeunes et des plus cultivés, mais elle s'exprime moins dans les faits et les comportements de consommation car les jeunes ne sont généralement pas maîtres du foyer.

L'égoïsme

Les enquêtes montrent que la majorité des gens ne regardent pas leur consommation d'eau, de gaz ou d'électricité, d'autant que la forfaitisation rend illisible la consommation de chaque usage. D'où l'importance, pour favoriser ces comportements, que l'information des consommations et leur coût soient accessibles en temps réel pour permettre la maîtrise.

La question reste de savoir comment transmettre et réinstaller cet apprentissage du comportement économe chez des générations plus jeunes qui, ayant connu l'économie de l'abondance, ne sont pas sensibilisées à l'existence de pratiques plus économes ou encore au coût des services de base (eau, énergie).

L'éthique

Le succès de la Logan (véhicule à bas prix initialement conçu pour les pays de l'Est) ou le maintien du marché de la brosse à dents classique par rapport à sa version électrique peuvent être vus comme des signes de comportements de consommation plus minimalistes.

Ce comportement de consommation de ce qui est « juste suffisant » pour rendre le service, même quand on a les moyens de s'offrir mieux, peut tout autant relever de valeurs éthiques (consommation du juste nécessaire) que de l'égoïsme (le prix, moins dépenser).

Ce qui relève d'un cocktail d'altruïsme et d'égoïsme, l'achat d'une lampe à basse consommation ou d'un réfrigérateur économe, rentable pour soi et bon pour le bien commun, est probablement ce qui a le plus de chances de fonctionner. Encore faut-il que les consommateurs puissent clairement connaître le coût d'usage de leurs différentes formes de consommation énergétique.

L'expérience montre que la pression sociale ne s'exerce sur les comportements (trier les déchets ou ne pas jeter ses papiers par terre) que quand la majorité a intériorisé la règle. Une question est : comment bascule-t-on sur un comportement éthique ?

Les comportements

Les femmes plus que les hommes assument les comportements d'économies d'énergie au sein du foyer (éteindre les appareils électriques qui restent en veille, équiper le logement de lampes à basse consommation ou baisser la température du logement).

En revanche, alors que pour les trois quarts de la population les mesures qui paraîtraient les plus efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre concernent le transport, « *utiliser les transports en commun* » apparaît hors de portée pour la majorité. Les femmes sont en général plus nombreuses à approuver des mesures réglementaires sur la mobilité pour lutter contre l'effet de serre comme « *limiter la vitesse sur autoroute à 110km/h* » ou « *limiter la vitesse des automobiles dès leur fabrication* ». Elles apparaissent en général plus prudentes ou plus sensibles aux risques (ce sont plutôt les femmes qui achètent principalement des 4x4, l'accident automobile étant un risque plus avéré que le réchauffement climatique) que les hommes.

Les personnes les plus éduquées sont les moins favorables à « *stopper la construction de nouvelles autoroutes pour affecter cet argent au transport ferroviaire* », « *baisser la vitesse limite sur autoroute à 110km/h* », « *interdire la climatisation dans les voitures* » et surtout « *taxer le transport aérien pour favoriser le transport par train* ». Elles sont en revanche plus favorables que les autres catégories à « *mettre une taxe sur les véhicules qui consomment beaucoup d'énergie* ».

Pour Jacques Lesourne, les principaux facteurs de changement de comportements sont les contraintes, c'est-à-dire les prix ou la peur. La peur peut être celle d'un risque qui n'est pas encore avéré pour nos concitoyens dans le cas de l'effet de serre ou la peur du gendarme c'est-à-dire le respect de la réglementation.

Politiques publiques

Lorsque l'on demande : « *À qui faites vous le plus confiance, en premier, pour obtenir des informations fiables sur l'effet de serre ?* », la réponse est : les scientifiques et les associations de défense de l'environnement (43 % et 33 %).

Les Pouvoirs publics (État, collectivités locales) ne sont presque pas cités, tout comme les médias (6 % dans les deux cas). Cette tendance, préoccupante, apparaît dans d'autres pays comme le Royaume-Uni et l'Allemagne (pour le Parlement uniquement). En revanche dans des pays comme les Pays-Bas, la Suède ou le Danemark l'évolution est inverse.

Information

L'information sur la consommation des appareils que l'on achète est à l'évidence une mesure de bon sens que ne peuvent que plébisciter les consommateurs.

L'évolution du marché des réfrigérateurs et congélateurs en Europe plaide pour que l'étiquette «*énergie*» soit rendue obligatoire pour tout équipement de consommation énergétique (voir graphique en annexe).

L'éducation des jeunes pourrait jouer un rôle important car s'ils tendent à être les plus convaincus des risques liés à l'effet de serre, ils n'ont pas forcément une idée claire, encore moins que les adultes, de ce qu'est un comportement économe en énergie et des consommations relatives des différents objets qu'ils utilisent au quotidien.

Acceptabilité du contrôle

L'exemple des radars automatiques montre que la normalisation des comportements est acceptée quand il y a, d'une part, un danger avéré, comme celui de la vitesse routière, d'autre part, le contrôle. Le problème est que l'effet de serre n'est pas encore un danger avéré pour une majorité de la population.

La maîtrise de l'information en temps réel et celle des coûts d'usage (compteurs, tableaux de bord) sont probablement les principales pistes pour éviter «l'effet rebond» c'est-à-dire la propension à multiplier les appareils domestiques quand leur coût diminue.

Réglementation/fiscalité

La réglementation est généralement perçue comme plus équitable que les actions fiscales. Il est plus facile d'imposer une norme sur des objets neufs, comme brider les voitures dès la fabrication, que d'en contrôler l'usage que l'on fait de cet objet (comportement de conduite par exemple).

Réglementer le niveau minimal de performance énergétique des appareils est déjà appliqué pour les appareils électriques dans la plupart des pays de l'OCDE (l'Europe est en retard dans ce domaine avec une réglementation minimale sur les appareils de production de froid essentiellement).

Mais plus le nombre d'acteurs sur un type d'équipement est important, plus la réglementation est difficile à faire appliquer. Le fait que le taux d'application de la réglementation thermique de 1998 n'atteint que 30 % en maison individuelle montre que la réglementation trouve rapidement ses limites quand elle concerne un nombre important de personnes et que le contrôle est coûteux et difficile.

Les mesures fiscales peuvent souvent être mises en œuvre plus rapidement (dans les limites des engagements européens). Si le bénéfice financier résultant de ces mesures était proposé directement plutôt qu'un crédit d'impôt à venir, la mesure n'en serait que plus lisible donc efficace.

Compte tenu que peu de gens calculent leur consommation énergétique, les taxes à l'achat sur les objets qui consomment le plus sont souvent plus efficaces. Ainsi, le Danemark¹⁶ a mis en place de lourdes taxes à l'achat sur les véhicules (près de 200 % en 1998) ce qui a eu pour effet de restreindre le taux de motorisation mais aussi de créer un parc automobile moins puissant que celui de ses voisins européens.

Mais l'accroissement de la fiscalité sur les carburants ou l'énergie, à condition d'une prise de conscience du coût d'usage, permet d'infléchir à la fois l'acte d'achat vers des produits de consommation plus sobre mais aussi de modifier le comportement d'usage (le réglage de la chaudière, la conduite ou le nombre de kilomètres parcourus en automobile).

L'action sur les prix de l'énergie apparaît comme l'un des meilleurs leviers pour Jacques Lesourne, en allégeant les conséquences

(16) «Automobile et effet de serre», Les Cahiers du CLIP n° 12, mars 2001.

sociales éventuelles pour les plus défavorisés. De même, c'est bien une hausse progressive et continue des taxes sur les énergies fossiles (le montant de la taxe étant proportionnel aux quantités de CO₂ émises) pour lesquelles plaident J.-M. Jancovici et A. Grandjean dans leur récent ouvrage «*Le plein s'il vous plaît*» (Le Seuil, 2006) pour faire face à la fois au défi climatique et à la déplétion pétrolière.

Comment modifier les comportements individuels par rapport au « signal prix du carbone » : comment passer d'un thème à très forte technicité (le « réchauffement climatique ») à des décisions partagées

Les conditions d'appropriation du thème du changement climatique par le public

S'agissant du changement climatique, une difficulté est que l'on traite d'un domaine d'une technicité très importante. On a donc besoin de se reposer sur le dire d'expert (la confiance du public envers le scientifique est importante). Mais, l'expertise ne suffit pas à la décision politique : les décisions politiques ne sont pas toujours celles que l'expertise impose, car d'autres facteurs entrent souvent également en ligne de compte (critères économiques, budgétaires, sociaux...).

Une bonne décision est une décision qui certes fait avancer les choses mais qui également reçoit une certaine acceptabilité au sein de la société. Rémi Barré (professeur au CNAM) parlait de la nécessité de tremper (au sens de la trempe d'un métal) les connaissances scientifiques dans un bain social afin qu'elles soient utilisables pour les décisions publiques.

Ensuite se pose la question de l'acceptabilité des décisions publiques par chaque citoyen pris individuellement : à l'autre bout de la chaîne, chaque citoyen détient, en choisissant son mode de transport, son habitat... une part de décision qui influera sur le total des émissions des transports et du bâtiment. Il est souvent peu conscient de l'enjeu de ses décisions.

Pour aboutir à des décisions partagées, il faut une socialisation de la connaissance, c'est-à-dire qu'il importe pour une bonne appropriation de la connaissance scientifique par les acteurs de passer par la critique de la connaissance (les données, les conditions expérimentales, les conditions de validité...), par une obligation de transparence et une exigence de débat.

Les conférences de citoyens ont ainsi un défi à relever pour ne pas tenir ce qui ne serait qu'un simulacre de débat.

Ainsi entendre susciter l'adhésion par le catastrophisme est un leurre : la crise est une manière de prendre le pouvoir sans convaincre ; elle ne suscite pas le consensus et les intérêts divergents (riches pauvres ; dominants dominés) persistent.

La question est importante, parce qu'à défaut d'une bonne appropriation par le public du risque climatique, la lutte contre le changement climatique apparaît comme générant des surcoûts non justifiés et déconnectés des réalités. Dans notre société actuelle de connaissance et d'information, la communication est nécessaire pour initier l'action. Or, malgré tous les efforts de pédagogie, la communication trouve ses limites devant un risque planétaire, donc susceptible d'intervenir partout et nulle part, de revêtir la forme d'un événement extrême (l'emballement climatique) ou d'une lente évolution (le « réchauffement climatique »), à un horizon indéterminé s'il s'agit d'événement extrême. A quel horizon de temps se situe la menace ? le nombre de morts se compte-t-il en centaines ou en milliers ? et selon quelle localisation ?

Face à un tel problème de risque collectif avec une responsabilité éclatée, la question peut se résumer à « comment aboutir à une société plus solidaire ? »

Deux propositions sont faites pour progresser et rendre la perception du risque et la stratégie adoptée face à ce risque moins brouillées :

- Confier, par exemple, à la CNDP (commission nationale du débat public), le soin de **mener un grand débat public, en associant les médias, sur le risque d’emballement climatique** ;
- construire collectivement une vision de l’horizon souhaitable à moyen terme, tel que 2020, un projet d’avenir qui suscite l’adhésion de chacun.

La recherche de jalons communs vers 2050 : 2020 comme année charnière

Pourquoi 2020

Les années qui passent ont vu des clivages de plus en plus importants se creuser entre grandes catégories d’acteurs économiques et avec la société civile : les horizons temporels auparavant assez voisins se sont fortement différenciés

La période de l’après-guerre semblait caractérisée par une profonde homogénéité du rapport au temps des différents types d’acteurs limitant les divergences d’intérêts : les industriels avec une stratégie et une visibilité à 20 ans, l’Etat avec une planification macroéconomique mieux maîtrisée car avec des échanges internationaux faibles, une vie privée avec la recherche d’une stabilité familiale et un emploi à vie.

Cette homogénéité du rapport au temps entre les différents acteurs s’est progressivement délitée. Plus, chaque acteur balance en permanence entre plusieurs horizons temporels.

Ce qui caractérise la période actuelle c’est soit un raccourcissement de l’horizon temporel (le citoyen exige de plus en plus une satisfaction immédiate de ses besoins) soit son extrême allongement (dans un monde instable, le citoyen ressent un besoin fort de sécurité pour lui et ses enfants). Ces deux rapports au temps sont en conflit. Et le politique ne parvient pas à réaliser une synthèse.

De même, l’élu, soumis à une forte attente de résultats immédiats, est confronté à des enjeux (croissance démographique, pérennité des ressources énergétiques) qui ont un horizon temporel couvrant plusieurs

générations. De très fortes divergences existent dans les exercices de prospective réalisés à ces horizons.

Il faut reconstruire de l'homogénéité : du rapport au temps des acteurs, de l'arrivée des technologies, de recombinaison des bouquets énergétiques. **Il faut resynchroniser.**

2020 année charnière pour synchroniser les acteurs et bâtir une vision partagée

- en terme d'horizon, il paraît essentiel de faire comprendre que ce que l'on fera entre aujourd'hui et 2020 aura clairement des conséquences sur l'intensité des chocs que l'on va enregistrer ;
- si 2050 apparaît de prime abord une vue de l'esprit pour tout esprit opérationnel non versé à la problématique Climat, tout **industriel** dira que 2020 c'est demain pour lui ;
- 2020 : 15 ans c'est l'horizon de nombreux **schémas directeurs** et donc un horizon politique crédible pour des stratégies concertées entre acteurs de la gouvernance ;
- pour un **particulier ou un banquier** 15 ans c'est l'horizon d'un prêt pour construire une maison ou réaliser un investissement lourd. Or agir sur les comportements ne se limite pas aux gestes au quotidien mais aux décisions d'investissement : l'horizon 2020 est pertinent pour impulser et donner visibilité à une politique ambitieuse de maîtrise de l'énergie ;
- compte tenu de la longue durée de vie des GES dans l'atmosphère, **il faut faire décroître les émissions mondiales de GES dès 2020** pour qu'elles atteignent leur niveau de 1990 en 2050 et donc si on veut réussir la finalité de la division par 2 des émissions en 2050 (par 4 dans les pays industrialisés). Les émissions de GES doivent atteindre leur point culminant (pic) avant 2020 et la courbe doit commencer à s'infléchir à cet horizon. De nombreux pays ou parties prenantes se sont d'ailleurs prononcées en terme d'objectifs de réduction pour l'horizon 2020 ;
- **10 - 15 ans est un horizon acceptable en terme de résultats de recherche** : 2020 apparaît ainsi comme la possibilité de confronter les technologies totalement matures et les technologies qui ne sont pas encore aujourd'hui « sorties des laboratoires » et qui occuperont alors une part significative sur le marché.

Ainsi, en conclusion, 2020 apparaît comme un horizon pertinent pour susciter un débat entre tous les acteurs et les rendre parties prenantes.

Il importe à ces fins d'élaborer une vision partagée de 2020 entre tous les acteurs en visant une réduction (à chiffrer par l'Etat selon une méthode simple et cohérente avec le - 3 % annuel de la loi de programmation des orientations de politique énergétique) des émissions de gaz à effet de serre et faire en sorte que les objectifs de résultats portent sur cette échéance 2020.

Une véritable ingénierie sociale pour modifier les comportements de chaque citoyen

Pour une ingénierie sociale menée comme une véritable stratégie marketing inscrite dans la durée

Agir sur les comportements suppose d'aller bien au delà d'actions sur les comportements élémentaires (les gestes au quotidien...) et inclut des actions qui sont de l'ordre de l'investissement.

L'articulation entre plaisir de vivre, attente de confort et efficacité énergétique et environnementale est une question clé dans les années à venir.

Le progrès qui nous est demandé va durer plusieurs décennies. Le passé nous apprend que les mouvements de «yo-yo» viennent souvent contrarier les évolutions : tous les efforts accomplis pour agir sur les comportements restent très fragilisés par toute embellie (pouvoir d'achat, contre-choc pétrolier...) :

L'amélioration du pouvoir d'achat des ménages peut rendre ceux-ci moins sensibles aux signaux prix et insuffler des comportements

plus laxistes : par exemple une attitude assez peu vigilante vis-a-vis des consommations d'énergie et un goût immodéré pour les déplacements, notamment ceux liés aux loisirs (le rythme actuel de croissance de la mobilité aérienne apparaît insoutenable).

Chocs et contre-choc pétroliers génèrent un relâchement des efforts et une dégradation du comportement des consommateurs et la perte de recherche d'efficacité énergétique de certains équipements (voitures notamment). Un changement durable de comportement du consommateur est nécessaire pour économiser l'énergie et satisfaire les besoins futurs en énergie. Ce changement ne se fera par nécessité si le prix de l'énergie augmente. Comment rééquilibrer la fiscalité pour favoriser les comportements neutres en carbone ? Plutôt que des blocages réglementaires, il importe de s'interroger sur les « cliquets » possibles pour éviter des retours en arrière.

Comme pour les industriels, les particuliers ont aussi besoin d'une certaine visibilité pour décider des bons investissements. **Toute solution qui permettrait de « lisser » l'évolution des prix de l'énergie apparaît souhaitable.**

Pour ce qui est des instruments, le groupe a considéré que s'en tenir à baisser les taxes quand les prix augmentent est une mauvaise solution. Il faut capter le bénéfice lors d'une baisse des prix de l'énergie.

Ces régulations posent la question des conditions de redistribution des recettes éventuelles qui résulteraient de la mise en œuvre de cette mesure.

Le Groupe « Facteur 4 » suggère que le Groupe sur les instruments de politique économique présidé par M. Landau réfléchisse aux conditions de rééquilibrage de la fiscalité de l'énergie qui favorise de manière durable les comportements sobres en carbone.

Cette visibilité paraît apporter une réponse au moins partielle pour inciter le citoyen à investir « dans le durable » et rapidement. Aussi bien dans les transports que dans le bâtiment, ce n'est pas avec des marchés ni les technologies émergentes que l'on va résoudre la totalité des problèmes. Qu'on en juge :

- si on orientait tous les achats de véhicule vers les véhicules sobres du catalogue des constructeurs, on gagnerait immédiatement 20 % dans les émissions ;
- si on s'intéresse au chauffage et à la production de chaleur, on rappelle que sur 30 millions de logements en France, il y a 20 millions de logements individuels dont près de 12 millions de chaudières individuelles (le reste est à chauffage électrique, bois ou autre). On change de chaudière tous les 12 à 15 ans ce qui représente 900 000 chaudières par an. Si on mettait en place des outils performants, on pourrait gagner relativement rapidement en performance ;
- le coût de travaux de rénovation aux fins d'efficacité énergétique d'un logement est du même ordre de grandeur que le coût d'acquisition d'un véhicule. Il importe de briser le primat du « mimétisme et différenciation » dans les décisions d'investissement. Si on voulait illustrer ces propos on pourrait dire en simplifiant : **« 4x4 ou travaux de rénovation énergétiques moins voyants : comment donner envie de disposer d'une maison sobre en carbone ».**

Il faut une politique volontariste et forte qui interpelle la mobilité et les comportements d'achats.

Enfin le Groupe «Facteur 4» a souhaité illustrer la nécessaire modestie qui devait entourer toute stratégie en identifiant deux thèmes suscitant de vives interrogations :

- ne disait-on pas dans les années 60 que le développement des télécommunications allait réduire les déplacements physiques ? **La relation entre les télécommunications et les déplacements physiques** met en évidence des tendances contradictoires observables : les TIC peuvent se substituer à des déplacements physiques mais à l'inverse leur développement étend géographiquement notre village relationnel, faisant grandir notre désir de rencontres et de connaissances nouvelles : alors cela génère une explosion des déplacements individuels sur longue distance (notamment transport aérien) et un accroissement du transport de marchandises. A titre illustratif l'achat via Internet donne le sentiment d'une marchandise à portée de main ;
- **saturation des besoins du public** : nous commençons à dépasser le stade de la société de consommation, avec la saturation de certains usages et besoins. Le taux d'équipement des

ménages paraît continuer à augmenter : peut-on considérer que l'on est proche de la saturation dans la satisfaction des besoins ?

Toutes ces questions constituent des formes nouvelles d'interpellation des politiques publiques. Le changement climatique, thème d'une grande complexité a été très tôt investi par les scientifiques. En énumérant des interrogations fortes sur les raisons profondes du comportement des individus et sur ce qui pourrait l'amener à en changer, **on rentre désormais clairement dans le domaine de l'ingénierie sociale. Et il appartient de s'emparer de ces enjeux essentiels avec le même professionnalisme qui anime les grandes industries en matière de marketing, d'opérer des segmentations pertinentes pour une stratégie aussi efficace que possible.**

Le Groupe «Facteur 4» préconise de bâtir, à propos de ces problématiques de climat et efficacité énergétique, une compétence en matière d'ingénierie sociale à l'image des professionnels du marketing dans les grandes entreprises pour avoir de véritables stratégies produits ou gammes de produits.

La modification des comportements n'appelle pas de réponse unique et il importe de mobiliser les acteurs de proximité pour orienter les décisions individuelles d'investissement

Les réseaux bancaires

Les réseaux bancaires offre un maillage très fin du territoire et dispose d'une force de communication très efficace vis-à-vis du public. Mettre à leur disposition un produit d'appel fort dédié au Climat (un livret Climat partiellement défiscalisé) pourrait permettre de les mobiliser.

Les élus locaux

La collectivité locale est responsable de l'organisation du territoire, de l'aménagement de l'espace aux niveaux intercommunaux, communaux et de quartiers. Elle délivre les permis de construire, a un rôle déterminant pour impulser des stratégies territoriales en matière d'énergie

ainsi que pour organiser les déplacements et les transports ; elle réalise des infrastructures, les accompagne, les coordonne et les régleme.

De la cohérence énergétique et climatique de cet ensemble dépendront largement les consommations énergétiques du territoire. Par ses choix en matière d'aménagement et d'urbanisme, la collectivité locale :

- détermine les futures consommations d'énergie des habitants de son territoire ;
- rend le territoire plus ou moins vulnérable face aux risques naturels.

L'enjeu est de taille : il s'agit de planifier le futur en intégrant les conséquences possibles du changement climatique. Cela implique une vision prospective et dynamique du territoire.

Le rôle des élus locaux et de leurs services au regard du changement climatique peut ainsi viser la satisfaction de deux objectifs :

- Intégrer les dimensions énergétique et climatique :
 - dans les documents et politiques d'urbanisme de planification (SCOT, PLU, PLH...),
 - dans les documents et politiques d'urbanisme opérationnel (zones d'activité, opérations de renouvellement urbain) ;
- Contenir l'étalement urbain pour réduire les consommations d'énergie :
 - orienter, de façon volontariste, la localisation des activités, des équipements et des zones résidentielles pour limiter l'étalement urbain,
 - favoriser les opérations de renouvellement urbain, la réutilisation des friches urbaines, la valorisation du patrimoine,
 - sensibiliser les décideurs et le grand public en les informant clairement sur les inconvénients de l'étalement urbain existant (coût des équipements urbains, temps de transport, ségrégation spatiale etc.),
 - limiter l'implantation des grands projets commerciaux, industriels et de loisirs sur des zones périphériques et/ou non desservies efficacement par les transports en commun,
 - limiter la dispersion des activités et des lieux de résidence, maintenir les écoles de manière équilibrée sur le territoire au lieu de concentrer les établissements sur la ville-centre,
 - rendre la ville agréable et attirante sous un climat futur plus chaud, en créant des espaces ouverts adaptés à la vie en extérieur.

Les médias

On pourrait volontiers disserter longuement sur la responsabilité des médias plus volontiers versés à vanter les performances et le design des tous derniers bolides plutôt que les grammes de CO₂ émis au kilomètre obligatoirement apposés en (petits) caractères sur les affiches publicitaires. Ce n'est pourtant que la traduction bien comprise des professionnels du marketing automobile du fait que le CO₂ n'est pas encore actuellement un « argument de vente ».

Quant à la préférence souvent mise en avant sur le paraître (le « 4x4 » dans Paris) par rapport à des travaux de rénovation énergétique de son logement moins voyants, (le coût total de travaux de rénovation d'un logement peut être du même ordre de grandeur au niveau de l'investissement initial que l'acquisition d'un véhicule), les professionnels de la grande distribution ont plutôt des propos rassurants : les mentalités évoluent, on se rend plus volontiers en couple dans de tels magasins et l'achat coup de cœur cède de plus en plus la place à l'achat qui fait économiser l'énergie. Quant aux rouages qui animent de tels comportements, engager des travaux lourds de rénovation est désormais perçu comme une manière d'investir utile pour ses enfants.

Les artisans

Les artisans du bâtiment notamment, surtout lorsque leurs carnets de commande sont satisfaisants, n'ont a priori pas d'intérêt évident à détourner leurs moyens humains pour les envoyer en formation sur des technologies de pointe plus coûteuses pour le public et qu'ils maîtriseront imparfaitement.

Ils constituent pourtant un maillon essentiel de proximité des consommateurs par la nature des conseils qu'ils pourront prodiguer.

Le groupe a estimé qu'il importait d'engager un plan ambitieux de formation des artisans et PME dont il a entendu précisé quelques incontournables du cahier des charges, laissant aux pouvoirs publics le soin de le traduire de manière opérationnelle :

- Modularité, proximité et émulation : monter des formations courtes et régulières dans les départements (chaque artisan aura une cinquantaine de kilomètres maximum pour se rendre sur le lieu de formation et pourra y rencontrer ses collègues) ;
- ces formations déboucheront sur des acquis validés ;

- valider également les acquis de l'expérience des artisans ;
- déboucher par validation de ces différents acquis sur une certification des compétences sur certains procédés constructifs ;
- valoriser les démarches volontaires de formation des artisans (par un label par exemple ou un avantage fiscal).

Il importe de bâtir une véritable compétence collective des maîtres d'œuvre du bâtiment par rapport aux procédés et équipement efficaces énergétiquement.

Les associations

Le mouvement associatif, déjà largement engagé dans de multiples actions, sera partie prenante pour s'engager dans toute grande politique publique d'information et de sensibilisation et ainsi accompagner les différentes dispositions concernant les actions de proximité.

La grande distribution (magasins de bricolage, électroménager...)

Les magasins de bricolage bénéficient de plus en plus d'une image de professionnalisme. Ils peuvent avoir un rôle à jouer important pour promouvoir les conseils au bon moment auprès des particuliers pour les inciter avant tous travaux ou équipements lourds à avoir une approche globale des chantiers à étaler dans le temps pour leurs logements. Les contacts pris auprès de la grande distribution sont très positifs.

Pour un engagement collectif fort qui injectera du sens autour des trois domaines du bâtiment, des transports et de la recherche : quelques défis à relever

Bâtiment : un Plan ambitieux d'efficacité énergétique du bâtiment existant avec un objectif de d'efficacité pour 2020 à apprécier

Il y a une politique qui fait l'unanimité : elle porte sur les enjeux constitués par le parc de bâtiments existants tout autant que sur les constructions nouvelles : 40 % de l'énergie en Europe vont sur le bâtiment. Enjeux car outre celui de viser rapidement une réduction des émissions de GES, les investissements sous-tendus sont énormes (plusieurs centaines de milliards d'euros d'ici à 2050) et le retard de la France sur ses voisins européens est réel, d'où un risque de voir s'éroder des parts de marché. C'est donc une priorité.

La recommandation du Groupe «Facteur 4» est donc claire : il faut avancer résolument, **faire mettre en place un Plan très ambitieux dans le secteur du bâtiment** : imposer des règles strictes pour le neuf, provoquer une intégration entre les énergies renouvelables et le bâtiment et une véritable prise de conscience par l'ensemble de la population de l'urgence à agir sans céder à la précipitation mais à la recherche impérieuse de l'efficacité énergétique.

Ce Plan devrait comporter des mesures phares et des indicateurs chiffrés de résultats. Sans viser l'exhaustivité on citera :

- une mobilisation de tous les acteurs de proximité autour de la réussite de ce Plan ;
- un produit bancaire (**livret Climat**) majoritairement dédié aux actions d'efficacité énergétique du bâtiment ;
- un objectif de l'ordre de 50 kWh/m² en énergie primaire sur les rénovations ;
- un accent mis sur le **logement social** ;
- un programme ambitieux de formation des artisans et PME du bâtiment ;

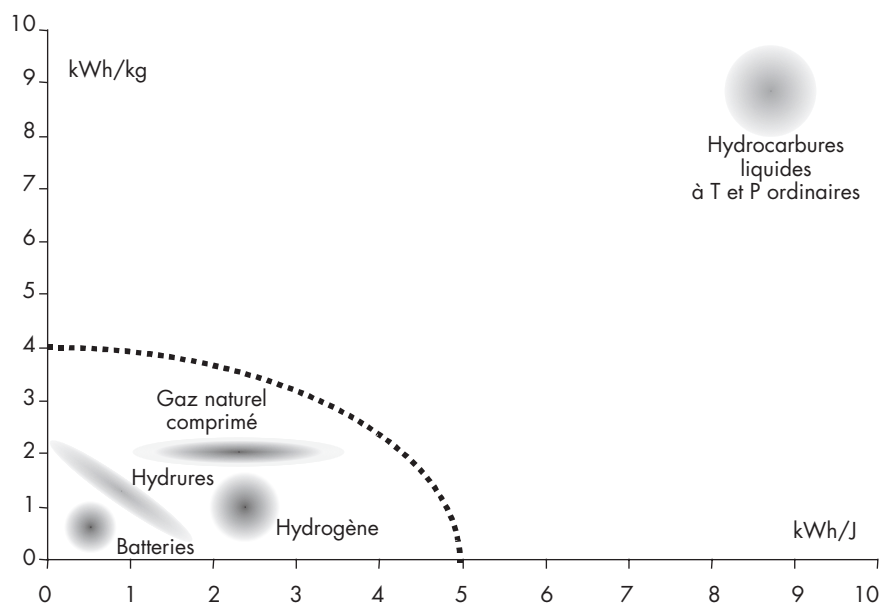
- **un outil de suivi** et de régulation fin et performant à partir des données remontées des DPE¹⁷ et une connaissance fine du parc existant et de ses performances.

Transports

Si le domaine reste très ouvert aux nouvelles technologies, plusieurs scénarios d'évolution sont possibles qu'il s'agisse de l'évolution des carburants ou de la motorisation des véhicules : biocarburants, voiture hybride, puis rechargeable, etc. Dans les transports encore plus qu'ailleurs, la densité énergétique est un concept économique clé.

Il faut une politique volontariste de diversification notamment pour aboutir d'ici à 2050 à un mix de carburants liquides (avec hydrogénation possible de certains carburants) acceptable du point de vue des émissions de GES. Ceci pourrait être complété par des motorisations électriques pour les plus courtes distances.

Densités volumiques et pondérales comparées pour quelques carburants



Source : Pierre-René Bauquis, Total Professeurs Associés

(17) DPE : diagnostic de performance énergétique

Il importe d'agir sur le carburant mais aussi sur la **motorisation** des véhicules :

- viser un engagement clair et réaliste des constructeurs au niveau européen avec une flexibilité inspirée du marché du carbone : un objectif exprimé en gCO_2/km en 2020 serait souhaitable (a priori moins de $100 \text{ gCO}_2/\text{km}$).
- par rapport à cette cible à exprimer en gCO_2/km , introduire un marché de crédits carbone entre constructeurs (marché fermé) en se donnant 3 ans pour le rendre effectif (démarrage effectif pour les véhicules mis en circulation en 2010 ce qui permet au demeurant de valoriser la mise sur le marché de l'hybride diesel).

L'effort de recherche doit bien sûr également concerner les transports de marchandises.

Le groupe a par ailleurs tenu à affirmer son intérêt pour plusieurs **dispositions formulées par la FNAUT**, association regroupant des usagers des transports et que l'on retrouvera dans les recommandations.

Transport aérien et tourisme

La question concerne essentiellement la croissance irrésistible du transport aérien à l'international : les émissions aériennes et maritimes à l'international ne sont pas prises en compte dans les engagements du protocole de Kyoto. Or la croissance du trafic aérien international, lequel n'est concurrencé par aucun autre mode de transport, est très importante : dans le cadre des travaux qu'elle avait engagée à l'occasion de la présidence européenne en 2005, la Grande Bretagne avait calculé que les émissions dues au transport aérien, représentant actuellement quelques pourcentages de ses émissions totales, représenteraient 25 % des émissions totales en 2030.

Ces remarques ne doivent néanmoins pas faire oublier l'impact économique du tourisme : **le tourisme** procure 10 % des devises des pays en voie de développement et donne du travail à 5 à 15 % de la population à travers le monde.

Si on considère plus particulièrement l'Hexagone, il importe d'évaluer le devenir du tourisme français face aux enjeux du changement climatique et bâtir une stratégie sectorielle écologiquement et socialement acceptable.

Recherche

Un doublement par rapport au PIB des efforts de recherche en matière d'efficacité énergétique dans le bâtiment et l'automobile est apparu nécessaire au Groupe «Facteur 4».

Une évaluation régulière et publique des résultats de ces engagements sera réalisée.

Exemplarité des Pouvoirs publics et lisibilité de l'action

Exemplarité des Pouvoirs publics

Les bâtiments publics

L'Etat, ses établissements publics et les collectivités locales ont un rôle pédagogique essentiel à jouer vis-à-vis du public en appliquant aux bâtiments dont ils ont la propriété ou ceux qu'ils occupent des audits indiquant notamment l'efficacité énergétique des locaux. Une campagne audit (campagne Display) et travaux (commencer par les locaux d'enseignement et les locaux recevant du public) doit être engagée.

Les flottes publiques de véhicules

La sobriété en émissions CO₂ des véhicules constituant les flottes publiques est à l'évidence une règle imposée. Il importe de veiller à ce que les objectifs actuels (140 gCO₂/km) soient régulièrement revus pour anticiper l'évolution du parc circulant.

Les investissements publics

Il est apparu hautement souhaitable que des bilans carbone soient systématiquement réalisés par les Pouvoirs publics avant d'engager des investissements publics **avec l'objectif de leur garantir une neutralité carbone** (principe déjà mis en avant dans le volet territorial des futurs contrats Etat-Région).

Lisibilité de l'action publique

Il importe de donner en permanence une lecture de l'architecture d'ensemble et une bonne visibilité.

Parlementaires

La LOLF a introduit la possibilité de créer, pour les grandes politiques transversales de l'Etat, des outils permettant de « tracer » la contribution des différents programmes à la satisfaction d'un enjeu transversal : tel est le cas de politiques comme la sécurité routière, l'action à l'international, la politique de la ville...

La politique Climat ressort d'une telle approche et doit donner lieu à mise en place d'un **document de politique transversal** Climat qui accompagnera chaque année le projet de loi de finances présenté au Parlement.

Vulgariser l'indicateur CO₂

La politique Climat a un atout : offrir la possibilité de « lire » avec une unité non contestable (les réductions d'émissions de CO₂) l'efficacité des différentes mesures mises en place.

Il importe de rendre cet indicateur aussi familier que possible au citoyen, de « **démocratiser l'inventaire des émissions de GES** » de telle sorte que chaque année, chacun ait accès à un tableau de bord aussi lisible que possible et ainsi puisse comprendre les résultats obtenus et les efforts à faire.

De la même manière, même si la problématique CO₂ est planétaire, offrir à chacun une clé de lecture de ses investissements ainsi que du bilan carbone des investissements publics décidés localement apparaît souhaitable pour une bonne appropriation par chacun de l'opérationnalité de la stratégie mise en place. Ceci plaide pour la généralisation des **inventaires régionaux** d'émissions de GES.

Inscrire l'action dans la durée : pour une loi Climat?

Enfin, même si le concept ne peut que susciter de prime abord quelque réserve parce que ce n'est pas une fin en soi, pourquoi ne pas, en prolongement de la Loi sur l'air qui a innové il y a 10 ans en tirant les leçons de l'impact sanitaire avéré des polluants locaux réglementés pour générer des démarches de PRQA (plan régional de la qualité de l'air) et de PPA (plan de protection de l'atmosphère) à l'échelle des régions et agglomérations, marquer l'engagement de la nation par une véritable Loi Climat, fédératrice et gage de cohérence de l'action sur la durée ? La responsabilité de l'homme dans le réchauffement climatique et la crédibilité de plus en plus grande des connaissances scientifiques sur la réalité du phénomène de risque d'emballement climatique constituent des fondements possibles d'une loi Climat qui constituerait l'architecture de la stratégie Climat de la Nation. En tout état de cause un tel projet ne pourrait s'imaginer qu'une fois la stratégie élaborée et en phase de déploiement.

Chapitre 3

Facteur 4 dans un contexte international et européen.

Expériences étrangères,
comportements
stratégiques, contraintes
et opportunités,
notamment en Europe

Plusieurs pays ont engagé ces dernières années des travaux en rapport plus ou moins direct avec le Facteur 4. Certains se sont engagés dans l'élaboration de scénarios basés sur des objectifs ambitieux de réduction des émissions à long terme. À ce jour, les pays les plus actifs dans ce domaine sont le Royaume-Uni et l'Allemagne. La présence française dans tous les forums, institutionnels, professionnels ou autres, est d'autant plus importante qu'une stratégie pour le Facteur 4 ne peut être qu'internationale, et européenne en particulier.

Royaume-Uni

Livre blanc sur l'énergie (2003)

Le gouvernement britannique a publié, le 24 février 2003, un Livre blanc («*Notre avenir énergétique - Vers une société sobre en carbone*»). Ce document, élaboré par les Ministères britanniques du Commerce et de l'Industrie (DTI) ainsi que de l'Environnement (DEFRA), présente une vision stratégique à long terme pour la politique énergétique du Royaume-Uni. Il fixe notamment un objectif national : s'engager sur une voie permettant une réduction de 60 % des émissions de GES d'ici 2050 (soit un niveau d'émissions ne dépassant pas, à cette échéance, 65 MtC par an), avec la réalisation de progrès réels d'ici 2020 (-11 % à -18 %). Cet objectif s'appuie sur une recommandation de la Commission Royale sur la Pollution de l'Environnement (RCEP), formulée dans un rapport de juin 2000. Des mesures sont proposées dans les domaines clés (production et utilisation d'énergie, transports, bâtiments,...).

Le rapport affirme que l'efficacité énergétique sera sans doute le moyen le moins coûteux et le plus sûr de réaliser l'ensemble de ces objectifs. Les énergies renouvelables joueront également un rôle important dans la réduction des émissions de carbone, tout en renforçant la sécurité d'approvisionnement énergétique et améliorant la compétitivité industrielle du pays à mesure que celui-ci mettra au point des technologies, produits et procédés plus propres.

Le livre blanc propose des mesures qui permettraient d'aller vers une réduction des émissions de GES de 60 % à l'horizon 2050. Le document souligne que l'option qui consisterait à laisser les actions « jusqu'à

la dernière minute» n'est pas une options sérieuse. Si l'action n'est pas engagée dès maintenant, il faudra opérer des changements plus drastiques et plus perturbateurs ultérieurement. L'action doit être précoce, bien planifiée afin de fournir un cadre au sein duquel les entreprises et l'économie en général peuvent s'adapter au besoin de changement. Ceci encouragera la mise au point de technologies nouvelles pour contribuer à réaliser les réductions d'émission nécessaires.

Sur la base des politiques existantes, y compris l'impact intégral du Programme sur le changement climatique (CCP), adopté en 2000, les émissions de carbone à l'horizon 2020 sont estimées à environ 135 MtC, selon le Livre blanc. Pour garantir la réalisation de progrès réels vers une réduction de 60 % à l'horizon 2050, le Gouvernement devrait viser une réduction supplémentaire des émissions de carbone comprise entre 15 et 25 MtC d'ici 2020 (-20 %).

Les options envisagées pour réaliser une réduction supplémentaire de 15-25 MtC d'ici à 2020 sont les suivantes :

Options	Estimations de réductions (*) (en MtC)
Efficacité énergétique dans le secteur résidentiel	4-6
Efficacité énergétique dans les secteurs industriel et tertiaire ainsi que dans le secteur public	4-6
Secteur des transports : - poursuite de l'adoption d'accords volontaires en matière de véhicules - utilisation de biocarburants pour le transport routier	2-4
Recours accru aux énergies renouvelables	3-5
Système communautaire d'échange de quotas d'émission	2-4

(*) Les chiffres représentent des réductions en dessous de la base de 135 MtC (projection du niveau des émissions d'ici à 2020). Source : DTI/DEFRA (2003).

Impacts probables sur l'économie britannique d'une réduction des émissions de 60 % en 2050

Selon les résultats des analyses réalisées sur l'impact d'une réduction des émissions de 60 % en 2050, dans l'hypothèse où l'ensemble des pays industrialisés agiraient de concert, le coût de mise en œuvre des actions pour lutter contre le changement climatique serait minime, soit l'équivalent de 0,5 à 2 % du PIB britannique de 2050 (lequel aura triplé d'ici là). Cette estimation ne prend pas en compte les coûts évités par l'action mise en œuvre pour lutter contre le changement climatique.

Des travaux de modélisation montrent cependant que les coûts engendrés par le passage à une économie sobre en carbone seraient plus élevés :

- si les objectifs de réduction étaient extrêmement sévères,
- si l'échéance fixée pour la réalisation de ces objectifs était trop courte,
- s'il n'était pas fait recours à des politiques telles que les échanges de quotas d'émission ou d'autres instruments économiques,
- si l'option de l'efficacité énergétique n'était pas exploitée.

Efficacité énergétique

Le Gouvernement britannique estime que l'efficacité énergétique pourra contribuer à hauteur d'environ 50 % à la réduction supplémentaire de 15-25 MtC nécessaire à l'horizon 2020. Pour réaliser ces économies d'énergie, il faut mettre en œuvre un ensemble de mesures dans plusieurs domaines clés de l'économie, dont l'énergie aux fins de chauffage, d'éclairage et de production d'électricité pour les bâtiments, ce qui représente environ la moitié de la consommation totale d'énergie du Royaume-Uni.

Production d'électricité

Si le Royaume-Uni veut atteindre une réduction de 60 % des émissions de carbone d'ici à 2050, il faudra tabler sur une part probable des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité comprise entre 30 et 40 %, voir plus peut-être. Le Livre blanc propose de doubler la part des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité (éolien terrestre et off-shore biomasse, options ayant le meilleur rapport coût-efficacité pour réduire les émissions de CO₂ à plus long terme), pour le faire passer de 10 % en 2010 (objectif fixé en 2000) à 20 % de la production totale d'électricité à l'horizon 2020 et de mettre en place des politiques pour y parvenir.

Projet « Réduction de 40% dans le résidentiel » (2005)

L'Environmental Change Institute (ECI, rattaché à l'Université d'Oxford) a construit un scénario permettant une réduction des émissions de CO₂ de 40% d'ici 2050 pour le secteur résidentiel (base 1996). Elaboré dans le cadre d'un projet de recherche (40% House Project) relevant du programme Avenir sobre en carbone (Lower Carbon Futures) mené par l'ECI, le scénario proposé vise à contribuer à la réalisation de l'objectif de réduction de 60% d'ici 2050 fixé par le Livre blanc britannique sur l'énergie. Il identifie les politiques à mettre en œuvre en prenant en compte :

- le besoin d'intégrer une utilisation plus rationnelle de l'énergie avec des technologies sobres en carbone (pompes à chaleur, chauffe-eau solaire, photovoltaïque, cogénération,...),
- l'impact potentiel du changement climatique sur la demande de chaleur et de froid (climatisation),
- les options pour réduire toute augmentation de la demande de froid,
- les possibilités de réduction de la consommation des appareils électroménagers individuels afin de baisser la consommation de pointe.

Le scénario a été présenté lors d'une conférence, organisée par l'ECI, qui a eu lieu à Londres le 23 mars 2005.

Projet Tyndall

Le Centre Tyndall pour la Recherche sur le Changement Climatique a été créé en 2000 pour identifier, analyser et diffuser les options visant à réduire les émissions de GES et examiner la durabilité de ces options dans le contexte du développement durable à l'échelle planétaire, nationale et locale. Dans le cadre d'un vaste programme de recherche intitulé «*Décarboner le Royaume-Uni*» impliquant 17 projets individuels, le Centre Tyndall a examiné diverses options (technologies sobres en carbone, politiques publiques, modification des comportements,...) pour permettre au Royaume-Uni de parvenir à son objectif de réduction de -60% des

émissions de CO₂ d'ici 2050. Pour ce faire, les chercheurs ont élaboré des scénarios : il s'agit des premiers scénarios à pleinement intégrer le système énergétique et à prendre en compte les émissions de CO₂ des transports aériens, maritimes et terrestres. Les scénarios incorporent les perspectives des experts en énergie, des ingénieurs, des économistes, des scientifiques, des sociologues et des experts en environnement. Selon le Centre Tyndall, le fait que les gouvernements nationaux n'aient pas à ce jour pris en compte les émissions de CO₂ des soutes aériennes et maritimes internationales a conduit à une importante sous-estimation des actions nécessaires pour réaliser une réduction de 60%. Les résultats obtenus montrent que même une réduction réelle de 60% des émissions de CO₂ au Royaume-Uni est viable sur les plans technologique, social et économique. Les résultats du programme de recherche ont été présentés à une conférence à Londres le 21 septembre 2005.

Allemagne

Scénarios politiques à l'horizon 2030

Une étude commandée par l'Agence fédérale de l'Environnement (UBA) a été réalisée par quatre Instituts de recherche de grande renommée – Institut allemand de Recherche économique (DIW), le Centre de Recherche Jülich, l'Institut Fraunhofer Techniques des systèmes et Recherche sur l'innovation (ISI) et l'Institut d'Ecologie appliquée (Öko-Institut) et publiée en septembre 2004. Des scénarios ont été construits afin d'analyser des stratégies de réduction des émissions à long terme (2030). Les résultats montrent que des options technologiques existent permettant de réaliser une réduction de 30 à 40% des émissions de CO₂ d'ici 2030. Pour atteindre cet objectif ambitieux, des mesures doivent être mises en œuvre dans tout le système de production énergétique. Les coûts des différentes stratégies de réduction des émissions sont étroitement liées aux mesures adoptées dans le cadre des politiques énergétiques et de lutte contre le changement climatique.

Étude : 21 propositions pour la politique de lutte contre l'effet de serre au 21^{ème} siècle

Une analyse effectuée par l'UBA et publiée en mars 2006 présente une conception de la politique de lutte contre l'effet de serre basée sur 21 propositions (Thesen). A partir des changements climatiques déjà observés et projetés à l'avenir ainsi que des justifications scientifiques pour la fixation d'objectifs de réduction des émissions de GES, l'étude propose des objectifs au niveau global (propositions 1 à 10), dont une réduction des émissions par habitant à un niveau inférieur à 2t éq CO₂ d'ici 2100. Ensuite, l'étude esquisse avec quels moyens (mesures et instruments) ces objectifs pourraient être réalisés en Allemagne (propositions 11 à 20). Les principaux objectifs proposés pour l'Allemagne sont les suivants :

- une réduction de 80 % des émissions de GES d'ici 2050 est techniquement faisable et économiquement viable en grande partie grâce à un recours accru aux énergies renouvelables et à une importante amélioration de l'efficacité énergétique. L'utilisation des gaz fluorés n'est pas nécessaire grâce à la mise en œuvre de technologies respectueuses du climat. Des mesures abordables en termes de coûts (par exemple, la rénovation énergétique de bâtiments existants, un meilleur rendement des centrales de production d'électricité,...) sont disponibles si bien que l'objectif intermédiaire de -40 % des émissions de CO₂ d'ici 2020 (base 1990) pourrait être atteint sans engendrer de coûts supplémentaires pour l'économie nationale ;
- une réduction de moitié de la consommation d'énergie primaire d'ici 2050. Ceci nécessitera des améliorations du rendement de la transformation d'énergie ainsi qu'une diminution de la consommation d'énergie finale. La rénovation énergétique des bâtiments existants pourrait permettre une réduction des émissions nationales de CO₂ de 5 à 7 %. Une amélioration de l'efficacité énergétique, en évitant notamment la consommation d'électricité des appareils en mode veille, peut faire baisser la consommation d'électricité en Allemagne de plus de 12 % d'ici 2020 par rapport aux projections d'émissions dans le cadre d'un scénario tendanciel ;
- une part de 50 % des énergies renouvelables dans l'offre énergétique d'ici 2050. Toutes les sources d'énergies renouvelables doivent être davantage exploitées. Jusqu'à 2020, le développement des énergies renouvelables doit être axé sur l'éolien (terrestre et offshore), la biomasse et le solaire thermique.

Proposition d'objectif national

Le gouvernement fédéral a proposé, dès 2002, de fixer un objectif de réduction de GES de 40 % d'ici 2020 (par rapport aux niveaux de 1990) à condition que l'UE s'engage sur une réduction de 30 % à la même échéance. Le 13 juillet 2005, le Gouvernement fédéral a adopté un décret (Beschluss) actualisant le Programme national de lutte contre le changement climatique, initialement adopté le 18 octobre 2000. Le Programme 2005 est orienté pour mettre l'Allemagne sur une voie pour réaliser l'objectif à moyen terme de -40 % d'ici 2020 et officialise la position déjà annoncée, en stipulant que le pays s'efforcera d'atteindre cet objectif à condition que l'UE souscrive à un objectif de réduction de 30 % d'ici 2020.

Pays-Bas

L'Agence nationale néerlandaise d'évaluation environnementale (MNP) a publié une étude le 18 mai 2005 présentant :

- un ensemble de trajectoires d'émission multi-GES liées à différents niveaux de stabilisation des concentrations atmosphériques : 400, 450, 500 et 550 ppm éq CO₂,
- une analyse des conséquences, pour les émissions globales et régionales, de la réalisation de l'objectif de l'UE de 2° C ainsi que la probabilité supposée de réaliser cet objectif.

L'étude examine également les effets de différentes hypothèses faites pour les scénarios de référence, du rythme de réalisation des progrès technologiques et d'un retard dans la mise en œuvre d'actions globales sur les trajectoires qui en résultent. Les auteurs concluent qu'il est peu probable qu'une trajectoire d'émissions conduisant à une stabilisation de 550 ppm éq CO₂ puisse permettre de réaliser l'objectif de 2° C. Afin d'atteindre cet objectif avec une probabilité de plus de 85 % (60 %), il faudra stabiliser les concentrations de GES à un niveau égal ou inférieur à 450 (400) ppm éq CO₂. Pour éviter que les taux de réduction requis dépassent 2,5 % par an, cela nécessite donc que les émissions mondiales atteignent leur point culminant vers 2015, suivi de fortes réductions globales comprises entre -40 et -45 % (15 à 20 %) en 2050 (base 1990, hors UTCF). Si l'UTCF est prise en compte, les réductions doivent être de l'ordre de 50 à 55 % (30 à 40 %) en 2050 (base 1990).

Une analyse du retard dans la mise en œuvre d'actions au niveau mondial montre que les conséquences pour la réduction des émissions d'un retard supplémentaire de cinq ans du pic d'émissions pourraient être significatives, nécessitant des réductions beaucoup plus fortes dès 2020-2025. Un retard dans la mise en œuvre d'actions jusqu'à 2020-2025 conduirait à un doublement du taux annuel de réduction qui passerait de 2,5 à 5 % par afin de stabiliser les concentrations de GES à un niveau égal ou inférieur à 450 ppm éq CO₂. De tels taux de réduction forts sont difficilement réalisables, étant donné l'inertie des systèmes de production d'énergie et conduiraient à des coûts élevés. Par conséquent, pour éviter les impacts sur le climat liés à une hausse des températures moyennes annuelles de la planète égale ou supérieure à 2° C, les émissions mondiales de GES devront atteindre leur point culminant en 2015.

L'Union européenne

Tout d'abord, le 6^{ème} Programme d'action pour l'environnement ou PAE (2002)¹⁸, qui constitue le cadre communautaire fixant les principaux objectifs et priorités dans le domaine de l'environnement sur la période 2002-2012, vise à contribuer à réaliser l'objectif ultime à long terme de la Convention Climat (stabilisation des concentrations des GES dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique du système climatique, article 2). Le 6^{ème} PAE fixe notamment l'objectif 2° C, ce qui, à plus long terme, «*implique sans doute une réduction globale des émissions de [GES] de 70 % par rapport à 1990 [...]*» (article 2, paragraphe 2), sans pour autant préciser d'horizon temporel correspondant.

La Commission

La Commission européenne a publié, le 9 février 2005, une Communication¹⁹ exposant les grandes lignes d'une stratégie communautaire en matière de lutte contre le changement climatique post-2012 (date à laquelle les engagements du Protocole de Kyoto pour la première période prennent fin). Ce document répond à la demande formulée par le Conseil européen, lors de sa réunion des 25-26 mars 2004 pour que celui-ci puisse adopter,

(18) Décision 1600/2002/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juillet 2002 (JOCE L 242 du 10 septembre 2002).

(19) COM (2005) 35 final.

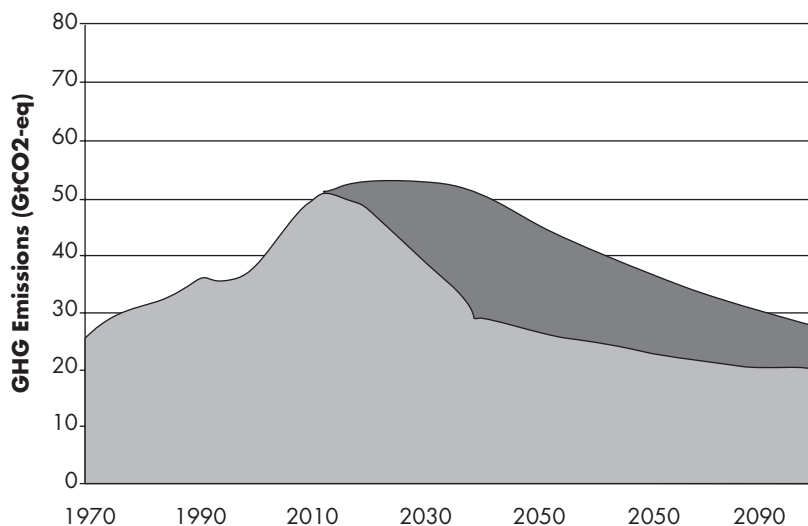
lors du Conseil européen de printemps 2005, une position sur la future politique climat de l'UE après avoir étudié des stratégies de réduction des émissions de GES à moyen et à long terme, assortis d'objectifs chiffrés.

La Communication de la Commission constitue une analyse coûts-bénéfices prenant en compte à la fois les considérations environnementales et de compétitivité. S'appuyant sur une étude publiée en octobre 2003 par un consortium de chercheurs européens (dont le CNRS), elle recommande dans sa Communication un certain nombre d'éléments qui devraient être intégrés dans les futures stratégies de l'UE en matière de lutte contre le changement climatique. Un document de travail présentant en détail les données scientifiques et les scénarios qui ont été analysés pour étayer les informations dans la communication a également été publié. Même si la communication affirme que des réductions mondiales d'au moins 15 % des émissions d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 1990 semblent nécessaires, elle ne recommande pas l'adoption d'un objectif communautaire spécifique à ce stade, soulignant que les engagements de réduction des émissions que l'UE serait disposée à prendre dans le cadre du système multilatéral de lutte contre le changement climatique devraient dépendre du niveau et du type de participation des autres grands pays émetteurs (Chine, Inde, Brésil,...).

L'objectif «2° C» nécessite des politiques destinées tant à s'adapter au changement climatique qu'à l'atténuer. Malgré la mise en œuvre de politiques déjà adoptées, les émissions planétaires s'accroîtront sans doute dans les 20 prochaines années et des réductions mondiales d'au moins 15 % des émissions d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 1990 semblent nécessaires, ce qui nécessitera d'importants efforts.

Selon la Commission, ne rien faire n'est pas une option raisonnable. Plus on attend pour agir, plus on augmente le risque d'irréversibilité du changement climatique, puisque les options permettant de stabiliser les concentrations de GES à des niveaux inférieurs seront progressivement exclues. La science du changement climatique évolue et les constatations de demain pourraient révéler que le phénomène interviendra encore plus rapidement qu'aujourd'hui. Par conséquent, une politique climatique rationnelle à moyen et à long terme devrait être basée sur une stratégie de flexibilité. Cette stratégie permettrait de s'orienter à l'avenir vers un niveau de concentration même inférieur à l'objectif initial si les nouvelles connaissances scientifiques en indiquent la nécessité.

L'atténuation du changement climatique implique des ajustements considérables pour nos sociétés et nos économies, et tout particulièrement la restructuration des systèmes d'énergie et de transports. Il est donc impératif de doser les mesures d'atténuation et d'adaptation avec le temps de la manière la plus efficace et la moins coûteuse, afin de pouvoir atteindre les futurs objectifs de réduction des émissions, tout en maintenant la compétitivité économique.



Les trajectoires d'émissions mondiales pour la stabilisation des concentrations de GES à 550 et à 650 ppm éq CO₂ (la trajectoire pour une stabilisation à 550 ppm est représentée en gris clair, celle pour une stabilisation à 650 ppm est représentée en gris foncé).

Source : CNRS/LEPII-EPE, RIVM/MNP, ICCS-NTUA, CES-KUL (2003) « Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025 ».

Tous les scénarios de stabilisation « 2° C » montrent un « pic » des émissions mondiales au cours de la 1^{ère} moitié du 21^{ème} siècle et une forte diminution après. Plus tard ce pic est atteint, plus la pente de la trajectoire d'émissions devra être forte au cours de la deuxième moitié du 21^{ème} siècle. Cependant, la mise en œuvre d'actions précoces au niveau mondial permettrait sans doute d'appréhender l'inertie du climat et des systèmes socio-économiques. La fixation précoce des objectifs de réduction fournit une certitude pour permettre aux entreprises d'orienter leurs investissements à long terme en matière de technologies. La réalisation de réductions de plus en plus fortes des émissions au cours des prochaines années limitera la nécessité de réductions plus sévères et plus perturbatrices plus tard.

Le Conseil Environnement et le Conseil européen

Lors du Conseil Environnement du 10 mars 2005, les ministres de l'Environnement de l'UE ont examiné la communication de la Commission du 9 février 2005. Ils ont conclu notamment :

- que, pour respecter l'objectif de limitation de la hausse des températures moyennes de la planète à 2° C par rapport aux niveaux préindustriels (avant 1750), « *il faut que les émissions mondiales [de GES] atteignent leur point culminant dans les deux prochaines décennies, puis diminuent considérablement pour parvenir, d'ici 2050, à une baisse des niveaux qui soit de l'ordre de 15 % au moins, peut-être même de 50 %, par rapport à ceux de 1990* » ;
- qu'il « *conviendrait d'envisager, pour le groupe des pays développés, des profils [trajectoires] de réduction de l'ordre de 15 à 30 % d'ici 2020 et de 60 à 80 % d'ici 2050* » (base 1990).

Lors du Conseil européen du printemps 2005 (22-23 mars), les Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'UE ont examiné la question d'une future politique communautaire de lutte contre le changement climatique au-delà de 2012, s'appuyant sur les conclusions du Conseil de l'Environnement du 10 mars 2005 et sur la communication de la Commission européenne du 9 février 2005. Le Conseil européen a entériné les objectifs chiffrés à moyen terme proposés par les Ministres de l'Environnement de l'UE le 10 mars 2005 (réduction « de l'ordre de 15 à 30 % d'ici 2020 » pour les pays développés), mais ont écarté, du moins pour l'instant, tout objectif chiffré de réduction de GES à long terme, tel que proposé par le Conseil Environnement (-60 à -80 % d'ici 2050). En supprimant cet objectif à long terme – à la demande de l'Allemagne et de l'Autriche –, le Conseil européen rejoint la position de la Commission européenne qui, dans sa communication du 9 février 2005, jugeait trop tôt de proposer, à ce stade, un objectif de réduction chiffré pour le long terme.

Au Conseil Environnement du 9 mars 2006, les Ministres de l'UE-25 ont réaffirmé le besoin pour les pays développés d'envisager des trajectoires de réduction des émissions de GES de l'ordre de 15 à 30 % d'ici 2020, mais faute de consensus, n'ont pas repris explicitement les trajectoires de réduction pour 2050 (-60 à 80 %), pourtant préconisées par ce même Conseil à sa réunion du 10 mars 2005.

Le Parlement européen

Le 16 novembre 2005, le Parlement européen a adopté une résolution (2005/2049/INI) (non contraignante) sur la base d'un rapport d'initiative daté du 1^{er} août 2005 établi par le député européen suédois Anders Wijkman. La résolution porte sur les actions à entreprendre au niveau de l'UE pour lutter contre le changement climatique, passe en revue les différentes actions communautaires mises en œuvre ou envisagées, et s'appuie sur la communication publiée par la Commission le 9 février 2005 « *Vaincre le changement climatique planétaire* ». Dans sa résolution, le Parlement européen préconise en particulier de « *procéder à une nette réduction des émissions [de GES] – à hauteur de 30 % – d'ici à 2020, en associant des mesures visant à stimuler le marché à des mesures de réglementation de façon à encourager les investissements dans le rendement ou dans des techniques à faible émission ou sans émission de carbone* ».

L'Agence européenne pour l'environnement

L'Agence européenne pour l'Environnement (AEE) a publié, le 29 juin 2005, une étude présentant les résultats d'un exercice de prospective pour évaluer les éventuelles trajectoires de réduction des émissions de GES pour l'UE à l'horizon 2030, notamment grâce à la mise en œuvre de mesures permettant la transition vers des systèmes énergétiques sobres en carbone. L'étude présente plusieurs scénarios : scénario de référence, scénarios dits d'actions en faveur du climat (comprenant un scénario « trajectoire sobre en carbone » et trois variantes). Ces scénarios sont basés sur des politiques volontaristes de réduction des émissions de GES visant principalement le secteur énergétique, responsable actuellement de 80 % des émissions totales de GES dans l'UE. Ils supposent :

- des objectifs de réduction des émissions de l'UE de 20 % d'ici 2020, de 40 % d'ici 2030 et de 65 % d'ici 2050 (base 1990) ; ces objectifs correspondent aux fourchettes proposées par le Conseil Environnement de l'UE le 10 mars 2005 ;
- une hausse du prix de CO₂ de 20 €/t en 2020 à 65 €/t en 2030 ;
- un doublement du PIB de l'UE entre 2000 et 2030.

Par ailleurs, le captage et stockage du CO₂ n'a pas été pris en compte comme option de réduction dans l'analyse de l'AEE.

L'étude montre que plus de la moitié des réductions nécessaires pour atteindre l'objectif présumé de -40 % d'ici 2030 serait basée sur la mise en œuvre de technologies au sein de l'UE, impliquant :

- une plus grande efficacité dans la production d'électricité et de chaleur ainsi que dans la consommation de l'énergie dans le résidentiel-tertiaire, l'industrie, l'agriculture et les transports,
- le recours aux combustibles à faible teneur en carbone,
- le recours accru aux énergies renouvelables (éolien, biomasse).

Le solde des réductions serait réalisé par des échanges de droits d'émission avec les autres régions du monde dans le cadre d'un marché international. L'analyse de l'AEE indique aussi qu'il serait possible de réaliser des réductions de 11 % des émissions de CO₂ liées à l'énergie d'ici 2030 à condition que l'UE :

- améliore l'efficacité énergétique dans les secteurs résidentiel-tertiaire et industriel, secteurs qui devront assumer la moitié des réductions d'émissions en 2010 ;
- transforme ses modes de production d'énergie : d'ici 2030, plus de 70 % des réductions d'émissions de CO₂ devra être atteinte dans le secteur de la production d'électricité par la substitution du charbon par le gaz naturel ;
- supprime les subventions aux combustibles fossiles. En 2001, les subventions à l'énergie dans l'UE-15 se chiffraient à 29 Md€, dont 74 % pour les fossiles (source : EEA Briefing n° 2/2004) ;
- explore les possibilités de séquestration du CO₂ ;
- intensifie la R & D dans le secteur des technologies propres ;
- renforce la sensibilisation du grand public et des entreprises à leur contribution possible à la réalisation des économies d'énergie.

Quant aux coûts supplémentaires annuels de la mise en œuvre du principal scénario d'action en faveur du climat, par rapport à ceux du scénario de référence, l'AEE les estime à 100 Md€ en 2030 (environ 0,6 % du PIB de l'UE en 2030), soit :

- pour le secteur industriel : en moyenne 1,6 % de la valeur ajoutée (avec des coûts contrastés selon le sous-secteur) ;
- pour le tertiaire : 0,2 % de la valeur ajoutée ;
- pour les ménages : entre 110 et 120 €/ménage par rapport à une hausse des coûts de l'énergie, dans le scénario de référence, de 1 900 €/ménage pour l'UE-15 d'ici 2030.

L'AEE conclut notamment que sans renforcement des politiques actuelles, la hausse des émissions enregistrée dans l'UE-15 depuis 2000 risque de se poursuivre après 2010, et pourrait même, selon les projections, dépasser de 14 % les niveaux de 1990 en 2030.

États-Unis : État de Californie

La Californie a adopté un arrêté (Executive Order n° S-3-05) le 1^{er} juin 2005 fixant des objectifs de réduction des émissions de GES pour cet Etat fédéral des Etats-Unis : réduction aux niveaux de 1990 d'ici 2020 et réduction de 80% d'ici 2050 (base 1990). L'Agence californienne de Protection de l'Environnement est chargée de coordonner la surveillance des efforts pour atteindre ces objectifs, et notamment l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies de réduction. Une des options envisagées est un système d'échange de quotas d'émission à l'instar de celui en place dans l'UE.

Vue d'ensemble des objectifs de réduction des émissions de GES dans le cadre des principaux travaux étrangers réalisés (2002-2006)

Tableau sur les objectifs étrangers pour 2020-2050, situation au 31/5/2006

Pays/ Organi- sation régionale	Institution/ organisme	État des travaux : Projet ou document politique (+ date)	Objectif(s)	Horizon	Année de référence
R-Uni	Gouvernement	Livre blanc sur l'énergie (24 février 2003)	- 60 % CO ₂ - 10 à -20 % CO ₂	2050 2020	1990
	Environmental Change Institute	40 % House project (mars 2005)	- 40 % CO ₂	2050	1996
Allemagne	Agence fédérale de l'Environnement	Politikszennarien III (septembre 2004)	-30 à 40 % CO ₂	2030	1990
	Agence fédérale de l'Environnement	21 Thesen zur Klimaschutz- politik (mars 2006)	- 80 % GES	2050	1990
	Gouvernement fédéral	Programme national de lutte contre le chan- gement climatique 2005 (décret du 13 juillet 2005)	- 40 % GES Si l'UE fixe un objectif de - 30 % horizon 2020	2020	1990
Suède	Gouvernement	Stratégie national sur le climat (décision n° 2001/02:55)	4,5 t eq CO ₂ /habitant/an	2050	1990
Norvège	Ministère de l'Environnement/ une commission technique dédiée	La commission a été chargée d'élaborer des scénarios de réduction (février 2005)	- 50 à - 80 % GES	2050	1990 (?)
Japon	Institut national des études sur l'environnement (NIES)	Projet de recherche « Ela- boration de méthodologies pour évaluer des options environnementales poli- tiques à moyen et à long terme vers une société sobre en carbone au Japon » (lancé en 2004)	- 60 à - 80 % GES	2050	1990

Pays/ Organisation régionale	Institution/ organisme	État des travaux : Projet ou document politique (+ date)	Objectif(s)	Horizon	Année de référence
UE	Conseil/Parlement européen	6eme Programme d'action pour l'environnement 2002-2012 (Décision 1600/2002/CE du 22 juillet 2002)	- 70 %	« À long terme »	1990
	Conseil Environnement	Conclusions de la réunion du 10 mars 2005	Pays développés - 15 à - 30 % GES -60 à - 80 % GES	2020 2050	1990 1990
	Conseil européen Parlement européen	Conclusions de la réunion des 22-23 mars 2005 Résolution 2005/2049 du 16 novembre 2005 Etude prospective pour identifier les éventuelles trajectoires de réduction	Pays développés - 15 à - 30 % GES Recommandation - 30 % GES	2020 2020	1990 1990
	Agence européenne pour l'environnement	des émissions de GES pour l'UE (mesures visant le secteur énergétique => systèmes énergétiques sobres en carbone) (Publié le 29 juin 2005)	-20 % GES -40 % GES -65 % GES	2020 2030 2050	1990
États-Unis État de Californie	Le gouverneur	Arrêté fixant des objectifs de réduction (adopté le 1 ^{er} juin 2005)	-80 % GES	2050	1990
Australie	The Australia Institute	Etude présentant un scénario (publiée en octobre 2002)	-60 % GES	2050	1990

Source : CITEPA-Mark Tuddenham, d'après documents d'origine.

Chapitre 4

Recommandations

Les recommandations qui suivent sont conçues comme propositions de politique publique qu'il est indispensable de mettre en œuvre, le plus tôt possible, pour que la France puisse atteindre le Facteur 4 à l'horizon 2050. Cette politique publique présente quatre caractéristiques :

- la pérennité de mesures qui sont inter-générationnelles,
- la volonté de donner de la visibilité aux acteurs,
- la cohérence entre plusieurs politiques publiques : énergie, agriculture, transports, logement, etc.
- la nécessité d'une mobilisation générale car il n'y a pas de solution miracle ; la politique à mettre en place doit :
 - concerner tous les secteurs d'activité : transports, bâtiment, industrie, agriculture, production d'énergie ;
 - concerner tous les acteurs économiques : l'État («État exemplaire» et toutes les politiques publiques), les collectivités locales (également «exemplaires» et aménagement du territoire), les entreprises, les citoyens dans leur ensemble ;
 - utiliser tous les outils de politique publique : recherche, réglementation, incitations financières et fiscales (positives ou négatives), communication (sensibilisation, éducation) et information (étiquette généralisée).

Recommandations de nature stratégique

Ces recommandations s'attachent plus particulièrement à veiller à la pérennité et la visibilité des politiques et mesures à mettre en place. S'agissant des recommandations concernant plus particulièrement l'énergie, elles sous-tendent qu'une politique en faveur des économies d'énergie est «vertueuse», quel que soit le contexte, et que la promotion des énergies non fossiles va dans le bon sens ; elles reconnaissent en outre qu'en matière de «mix» énergétique, le CCS (captage et stockage géologique du CO₂) constitue un complément, incontournable au niveau mondial s'il est acceptable, pour ménager l'usage de certaines énergies fossiles encore abondantes, telles que le charbon, en attendant la maturité de nouvelles filières.

Recommandation n° 1 : Définir des objectifs de réduction progressifs et réalistes, adaptés au rythme de renouvellement des investissements et d'émergence des technologies nouvelles, afficher ces objectifs très longtemps à l'avance (de l'ordre de 10 à 20 ans), de façon à donner aux entreprises une visibilité suffisante pour qu'elles programment en temps utile leurs investissements peu émetteurs.

Il convient d'améliorer l'efficacité du système d'échange de quotas (ETS²⁰), en particulier en élargissant le domaine couvert, en allongeant les périodes couvertes par chacune des allocations et en favorisant l'accès aux mécanismes de flexibilité prévus par le Protocole de Kyoto.

Recommandation n° 2 : Compléter l'objectif Facteur 4 par un objectif intermédiaire, par exemple à 2020-2025, sur la base d'indicateurs à définir, en liaison avec les acteurs socio-économiques et les partenaires de la France, en tenant compte des progrès techniques possibles, et qui pourrait être de -25 % ou -30 % par rapport à 2005.

Un avantage de ce rendez-vous intermédiaire serait de faciliter la mise en place d'instruments de suivi permettant d'évaluer si la trajectoire des émissions de la France est compatible avec l'objectif du Facteur 4. Cet objectif de réduction fixé à une échéance intermédiaire devrait être compatible avec l'impact attendu des mesures déjà prises ou nouvelles pour lesquelles la mesure de l'impact est en cours (TVS²¹ par exemple).

Recommandation n° 3 : Concevoir et mettre en œuvre un « Pacte national du Facteur 4 », intégré au niveau européen, permettant à toutes les catégories socio-professionnelles de participer à l'effort commun de long terme, sur une base équitable.

Recommandation n° 4 : Favoriser et soutenir, au plan Communautaire et international, toutes les initiatives assurant un cadre institutionnel prévisible sur le long terme, permettant aux acteurs d'intégrer le signal prix du carbone dans leurs décisions d'investissement et leurs stratégies « climat » de long terme.

(20) ETS : Emissions Trading System.

(21) TVS : Taxe sur les Véhicules de Société.

Recommandations sur la cohérence d'ensemble des politiques publiques

Recommandation n° 5 : *S'assurer que les projets des acteurs financiers publics sont aussi cohérents que possible avec la politique française de lutte contre le changement climatique.*

Pour la COFACE : établir un contrôle parlementaire sur ses projets pour une gestion plus transparente des activités effectués pour le compte de l'État ; évaluation rendue publique des émissions de GES pour chacun des projets, ainsi qu'une amélioration des lignes directrices environnementales qui servent de référence à la prise en garantie des projets ; ces éléments devront être déterminants dans le choix de garantir ou non un projet.

Pour la Banque Mondiale et les banques régionales de développement : la France, en tant que bailleur important de ces institutions, doit prendre clairement position pour que celles-ci réduisent les financements relatifs aux énergies les plus fortement émettrices en gaz à effet de serre et privilégient les investissements favorables à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables afin notamment que les énergies renouvelables se substituent de manière significative aux énergies fossiles.

Recommandation n° 6 : *Pour favoriser la mise en place d'une stratégie européenne destinée à atteindre au plan international les objectifs du Facteur 4, proposer aux États membres de l'UE un plan d'investissement de long terme permettant d'acheter des quotas d'émission post-2012, sans attendre la mise en place des dispositifs institutionnels faisant encore l'objet de négociations internationales dont on ne peut préjuger des résultats.*

Un tel engagement donnerait la visibilité nécessaire aux acteurs susceptibles de s'engager dans des projets réducteurs d'émissions à long terme et positionnerait de façon innovante l'Union Européenne dans l'action internationale contre le changement climatique.

Recommandations sur la mobilisation générale des secteurs et des acteurs

Ces recommandations prennent en considération que si le défi du Facteur 4 est difficile, il n'en est pas moins atteignable, à condition de se mobiliser à tous les niveaux. Il paraît indispensable d'obtenir une adhésion très large, à la fois de nos concitoyens et des entreprises, ce qui implique d'engager à grande échelle des actions de formation et de sensibilisation, de faire preuve d'exemplarité en ce qui concerne les pouvoirs publics, mais aussi de mettre en branle toute une panoplie d'instruments économiques et réglementaires, tant classiques, qu'à imaginer.

Recommandations sur la mobilisation des politiques sectorielles

Recommandation n° 7 : Avancer résolument et mettre en place un Plan très ambitieux dans le secteur du bâtiment existant : provoquer une intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment et une véritable prise de conscience par l'ensemble de la population de l'urgence à agir sans céder à la précipitation mais dans le sens de l'efficacité énergétique.

Ce Plan devrait comporter des mesures phares et des indicateurs chiffrés de résultats. Sans viser à l'exhaustivité on citera :

- *une mobilisation de tous les acteurs de proximité (collectivités, artisans, réseaux bancaires, bailleurs, etc.) autour de la réussite de ce Plan*
- *l'obligation faite pour les bâtiments construits avant 1975 (première réglementation thermique nationale) de procéder, à l'occasion de ventes ou de gros travaux, à une rénovation thermique*
- *un produit bancaire majoritairement dédié aux actions d'efficacité énergétique du bâtiment*
- *un accent mis sur le logement social*
- *un programme ambitieux de formation des artisans et PME du bâtiment*
- *un outil de suivi et de régulation fin et performant à partir des données remontées des DPE et une connaissance fine du parc existant et de ses performances*

Recommandation n° 8 : Demander au Centre d'Analyse Stratégique de réexaminer à l'aune du Facteur 4, en tant que de besoin, les critères de choix en matière d'infrastructures, notamment dans les transports, tels qu'ils ont été définis par l'ex-Commissariat général du Plan. Des « bilans carbone » ou équivalents devront être réalisés par les Pouvoirs publics avant d'engager tout investissement public d'une certaine taille.

Il faut porter l'effort financier en priorité sur les transports de masse (transports urbains, rail, voies d'eau), sans oublier la bicyclette. Les vitesses maximales autorisées doivent être réduites (pour commencer, 120km/h sur autoroute, 100km/h sur voies rapides). La vignette automobile doit être rétablie avec un contenu écologique fort. Le péage urbain doit être légalisé, ainsi que la possibilité de taxer les parkings des entreprises. Une redevance routière doit être imposée au transport routier de fret, selon le modèle suisse. Le kérosène doit être taxé. Pour combattre ou organiser l'étalement urbain, tous les effets pervers de la fiscalité doivent être corrigés. Les collectivités territoriales doivent harmoniser leurs politiques régionales et départementales.

Recommandation n° 9 : Outre les efforts incontournables en faveur des économies d'énergie, qui relèvent à la fois des techniques et des comportements, utiliser dès aujourd'hui toutes les ressources énergétiques disponibles pour minimiser la part « carbone » du mix énergétique français. Ceci conduit à favoriser les énergies renouvelables (dont l'hydraulique²² et la biomasse) et le nucléaire²³.

Recommandation n° 10 : Encourager dès maintenant les investissements dans les moyens de production d'énergie et dans les infrastructures de transport d'énergie les mieux à même de participer à l'objectif du Facteur 4.

Recommandation n° 11 : Favoriser l'utilisation massive de la ressource biomasse pour une valorisation énergétique, chimique ou en matériaux, en substitution des énergies fossiles (en particulier pour les usages thermiques, électriques en cogénération et bio-carburants) d'ici 2020.

(22) L'hydraulique n'a pas fait unanimité au sein du Groupe en tant que solution compatible avec le développement durable.

(23) Le nucléaire n'a pas fait unanimité au sein du Groupe en tant que solution compatible avec le développement durable.

Dans une logique de gestion durable des ressources, privilégier les produits et coproduits agricoles et forestiers aisément et rapidement mobilisables : exploiter (« faire sortir ») le bois des forêts, mettre en place des filières de valorisation de co-produits agricoles (oléo-protéagineux, betteraves, légumes, tontes, etc., qui sont autant de ressources potentielles « valorisables »), professionnaliser les structures de production de bois-énergie. Privilégier et développer les technologies permettant l'utilisation de biomasse d'origines variées (chaudières bois et paille, biocarburants issus de la plante entière). Investir dans la biomasse à long terme. Veiller à une bonne coordination du développement des filières biomasse agricole et forestière afin d'assurer un approvisionnement continu et disposer de standards de qualité cohérents.

Recommandation n° 12 : Favoriser le stockage du carbone grâce aux moyens offerts par l'agriculture et la sylviculture. 1) En maximisant le stockage du carbone en forêt, en faisant usage notamment des « mécanismes de projets » prévus par le Protocole de Kyoto. 2) En développant l'usage de biomatériaux et de bioproduits pour, à la fois, stocker du carbone, et réduire nos émissions en opérant des substitutions à des produits dont le processus de fabrication favorise davantage les dégagements de GES.

Les secteurs agricole et forestier sont les seuls secteurs anthropiques à pouvoir actuellement créer du stockage de carbone. En outre, la photosynthèse permet d'extraire efficacement du CO₂ de l'air et de le fixer. Ces secteurs ont donc un rôle essentiel à jouer pour lutter contre l'effet d'inertie considérable en matière de réduction des GES.

Recommandation n° 13 : Opter pour une gestion raisonnée avec un arbitrage opéré entre les différents usages possibles du sol national et la part éventuellement importée. Ménager une certaine flexibilité dans l'utilisation de la biomasse et de ne pas privilégier une unique filière ; par exemple, l'usage possible de la biomasse comme source de chaleur ou pour fabriquer des biocarburants dans l'attente de la pleine maturité de la deuxième génération de biocarburants (« plante entière »). Des expérimentations doivent être préconisées en s'appuyant sur la spécificité de chaque territoire pour valoriser des circuits courts économiquement acceptables d'utilisation de la biomasse. Les réponses ne sont pas uniques et il importe de poser en termes concrets en tenant compte des spécificités des territoires et de privilégier les expérimentations.

On peut notamment développer au plan local des circuits courts entre la récupération du méthane des lisiers et les réseaux de chaleur.

Recommandations pour sensibiliser et inciter les acteurs

Recommandation n° 14 : *Assurer l'exemplarité de l'État car le réchauffement climatique relève du bien collectif dont l'État est traditionnellement le principal garant.*

L'exemplarité des pouvoirs publics donnera une crédibilité aux campagnes exhortant à économiser l'énergie en traduisant les paroles en actes, d'autant plus que la confiance dans les institutions publiques tend à s'éroder. L'exemplarité de l'État pourrait se concrétiser par l'investissement dans des bâtiments publics respectant des normes ambitieuses (telles que THPE²⁴, Minergie²⁵,...), l'utilisation de véhicules de faible consommation pour ses besoins propres ou par la mise en place de plans de déplacements.

Sous réserve de ne pas diminuer le volume de logements à construire ou à rénover, un investissement plus ambitieux, consistant par exemple, à imposer des normes THPE aux logements sociaux, serait un signal fort vis-à-vis de la maîtrise du changement climatique. C'est en effet surtout dans ce type d'habitat que les ménages ne peuvent s'offrir l'investissement dans une isolation efficace ou dans des énergies renouvelables thermiques et où les coûts d'usages devraient être les plus faibles pour des raisons sociales. Au delà des bâtiments, l'intervention de l'État devrait viser la « neutralité carbone » des investissements aidés.

Recommandation n° 15 : *Renforcer l'information utile pour lutter contre le changement climatique, tant au niveau de la sensibilisation/formation en général que de l'information instantanée.*

1) La perception des risques liés au changement climatique semble aujourd'hui masquée par les incertitudes exprimées par les scientifiques ; un effort de pédagogie sur les conséquences du changement climatique en fonction du niveau de concentration en gaz à effet de serre semble nécessaire.

2) L'information sur le niveau de consommation des appareils que nous utilisons se met progressivement en place mais son extension à un plus grand nombre d'objets pourrait être accélérée.

(24) THPE : très haute performance énergétique.

(25) Minergie : programme d'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs en Suisse.

3) *L'information sur nos consommations en temps réel, en voiture et, surtout, dans l'habitat (en précisant lorsqu'il s'agit d'une période de consommation de pointe ou non pour l'électricité), afin de visualiser et ainsi pouvoir contrôler la consommation énergétique. Ce sont les comportements domestiques (habitat) de consommation énergétique qui sont susceptibles d'évoluer le plus facilement.*

4) *Sensibiliser tous les publics et cibler les messages de façon à en démultiplier l'effet.*

Recommandation n° 16 : *Sensibiliser l'ensemble des acheteurs (en particulier les acheteurs publics) et les consommateurs individuels afin de les inciter à diriger leurs actes d'achat vers des produits aussi locaux et saisonniers que possible, de façon à minimiser l'impact en émissions de GES dans le processus de production.*

En effet certains produits de consommation courante, notamment certains produits alimentaires, parcourent des distances très importantes avant d'arriver sur les rayons des magasins ou dans les plats distribués en restauration hors domicile (ex : tomates en provenance d'Espagne, d'Italie ou d'Afrique du Nord). Ces kilomètres parcourus aggravent la contribution du secteur des transports aux émissions de GES, alors que certains de ces produits sont aussi produits plus localement et rencontrent parfois des difficultés de commercialisation (en raison notamment d'un prix plus élevé).

Recommandation n° 17 : *Effectuer une analyse prospective de l'adaptation de l'industrie et de l'agriculture française qui permette de maintenir la compétitivité de notre pays dans un contexte de changement climatique. S'efforcer d'en faire partager les conclusions auprès des acteurs socio-économiques français.*

Recommandation n° 18 : *Faire émerger dans les différents corps de métiers (professionnels du bâtiment, des transports, cadres et ingénieurs) une génération formée aux enjeux du changement climatique et aux réponses à apporter dans leur domaine de compétence, tout particulièrement en matière d'efficacité énergétique, d'énergie et de matériaux renouvelables.*

1) *Cela passe avant tout par l'intégration dans les cursus scolaires et universitaires de modules de formation qui présentent ces deux aspects du problème (enjeux et solutions).*

2) Engager un plan ambitieux de formation des artisans et PME du bâtiment satisfaisant aux items suivants :

- a. modularité : monter des formations courtes et régulières dans chaque département afin de tenir compte des réalités des hommes et du territoire ;
- b. ces formations ainsi que les acquis de l'expérience déboucheront sur des acquis validés ;
- c. permettre par ces validations de déboucher sur une certification des compétences sur certains procédés constructifs.
- d. valoriser les démarches volontaires de formation des artisans (par un label par exemple ou un avantage fiscal).

Mieux former les professionnels du bâtiment aux enjeux du changement climatique leur permettrait non seulement de diffuser des informations sur la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelables auprès de leurs clients, mais aussi d'assurer la qualité des prestations fournies.

Recommandation n° 19 : Afin d'aboutir à une société plus solidaire, il importe de rendre moins brouillées vis-à-vis du public la perception du risque et la stratégie adoptée :

1) confier par exemple à la CNDP (Commission nationale du débat public) le soin de mener un grand débat public, en associant les médias, sur le risque d'emballlement climatique

2) construire collectivement une vision de l'horizon souhaitable à moyen terme, tel que 2020, un projet d'avenir qui suscite l'adhésion de chacun.

Recommandations sur le soutien à la R & D

Recommandation n° 20 : Favoriser, notamment par le soutien à des programmes de R & D, par des incitations économiques et par un cadre législatif et réglementaire approprié, l'éclosion des technologies qui, par substitution, peuvent réduire les émissions de gaz à effet de serre.

De telles substitutions innovantes peuvent être envisagées, par exemple, lorsque le nouvel usage inclut une consommation d'électricité (pompe à chaleur « haute température », véhicule hybride rechargeable,...), dans la mesure où elle est moins émettrice de gaz à effet de serre.

Recommandation n° 21 : *Investir massivement, dès maintenant, de façon programmée et coordonnée, pour soutenir la R & D aux fins de réduction des émissions de gaz à effet de serre, en tenant compte notamment des recommandations du rapport « Cham-bolle » sur les Nouvelles Technologies de l'Énergie.*

Apporter des moyens financiers conséquents et stables sur le long terme, utilisables sous des formes variées (dont, par exemple, les appels d'offres tels que pratique l'ANR²⁶), dans un cadre national, européen ou international, et à tous les niveaux; concernant l'énergie, les efforts devraient porter tant sur l'offre que sur la demande d'énergie; parmi les thèmes à privilégier figurent l'hydrogène, l'utilisation du charbon avec captage et stockage géologique du CO₂ (qui pourraient faire l'objet de programmes nationaux intégrés dans un dispositif international), l'amélioration du rendement et de la compétitivité des énergies renouvelables, la maîtrise de l'énergie, le stockage de l'électricité, etc.

Recommandation n° 22 : *Favoriser la diffusion dans le tissu économique et social d'innovations réductrices d'émission de gaz à effet de serre par l'utilisation de nouvelles incitations économiques permettant de financer les projets innovants à partir de la « valeur future » des émissions qui seront réduites. Ce nouveau levier économique lié à la « finance carbone » contribuerait efficacement à la promotion de technologies sobres en carbone.*

Recommandations sur la participation des collectivités locales

Recommandation n° 23 : *Viser, de la part des collectivités locales, compte tenu de leurs responsabilités en matière d'organisation du territoire, l'élaboration d'une véritable stratégie locale exprimée dans des Plans Climat Territoriaux se traduisant tout particulièrement par :*

1) l'intégration des dimensions énergétique et climatique dans les documents et politiques d'urbanisme de planification (SCOT, PLU, PLH...) ainsi que dans les documents et politiques d'urbanisme opérationnel (zones d'activité, opérations de renouvellement urbain);

2) la maîtrise de l'étalement urbain pour réduire les consommations d'énergie.

(26) ANR : Agence Nationale de la Recherche.

Les décisions concourant à la réalisation d'investissements devront viser la neutralité carbone.

Recommandations sur les mesures fiscales

Recommandation n° 24 : *Développer taxation ou subvention (sous réserve de compatibilité avec les réglementations européennes), vis-à-vis des biens d'équipement et de consommation, en fonction du niveau d'émissions de GES dues aux consommations d'énergies fossiles qu'ils entraîneront dans le futur.*

Cette mesure devrait s'effectuer en respectant le principe de neutralité fiscale demandé par le Gouvernement.

Recommandation n° 25 : *Mettre en place au niveau de la consommation d'énergie un dispositif fiscal incitatif en fonction du contenu en carbone, en allégeant les conséquences de l'augmentation des coûts de l'énergie pour les ménages les plus modestes sans réduire l'effet incitatif recherché.*

Recommandation n° 26 : *Élargir le « signal prix » aux secteurs diffus. La mise en place de « projets domestiques CO₂ » permettrait de créditer les actions de réduction d'émission conduites dans les secteurs non couverts par la directive européenne des quotas, comme le transport, l'agriculture et le bâtiment. Ce serait un moyen de stimuler financièrement l'engagement de ces secteurs (à l'origine de plus de 70 % des émissions françaises de GES) sur un sentier durable de réduction de leur intensité carbone.*

Recommandations sur les réglementations à mettre en place

Recommandation n° 27 : *Généraliser les normes et réglementations sur la performance énergétique minimale des objets de consommation et des bâtiments existants.*

Il s'agit d'établir pour chaque famille d'appareils et de systèmes consommant de l'électricité et des combustibles fossiles des seuils minimaux de perfor-

mances énergétiques. Les appareils dont les performances sont situées en deçà de ces seuils devraient être découragés à l'achat ou ne plus être autorisés à être mis sur le marché. Ces seuils seront établis à partir d'une analyse des technologies économes en énergie. Le seuil de performance est choisi au minimum du coût social global, défini comme la somme du coût de l'appareil, du coût de l'énergie achetée et des coûts externes de l'énergie (pollution locale, santé...) sur la durée de vie de l'appareil. Le prix d'achat des appareils pourra augmenter mais cet éventuel surcoût sera au moins partiellement compensé par les économies d'énergie générées.

Il conviendrait par ailleurs de dresser un état de l'offre actuelle, de prévoir un délai d'adaptation pour le secteur industriel concerné et de vérifier l'impact sur les prix d'une telle mesure. L'interdiction de mise sur le marché d'appareils jugés sous performants devra faire l'objet d'une validation sur le plan juridique au regard notamment du droit de la concurrence.

Recommandation n° 28 : Agir sur la motorisation des véhicules.

1) Viser un engagement clair et réaliste des constructeurs au niveau européen avec une flexibilité inspirée du marché du carbone : un objectif exprimé en gCO₂/km en 2020 serait souhaitable (a priori moins de 100 gCO₂/km).

2) Par rapport à cette cible à exprimer en gCO₂/km, introduire un marché de crédits carbone entre constructeurs (marché fermé) en se donnant trois ans pour le rendre effectif (démarrage effectif pour les véhicules mis en circulation en 2010 ce qui permet au demeurant de valoriser la mise sur le marché de l'hybride diesel).

Annexes

Annexes

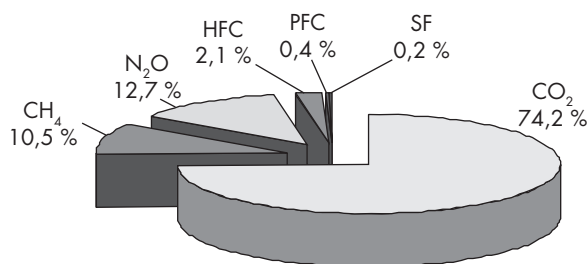
- Annexe 1 : **Les émissions de gaz à effet de serre en France**
- Annexe 2 : **Données pour agir : à l'écoute du public, ses échelles de valeur**
- Annexe 3 : **Prospective et comptabilité énergétique**
- Annexe 4 : **Panorama des 50 dernières années avec les chocs pétroliers et politiques mises en œuvre successivement**
- Annexe 5 : **Lettre de mission des Ministres**
- Annexe 6 : **Membres du Groupe**

Annexe 1

Les émissions de gaz à effet de serre en France

En 2004, les émissions totales des six gaz à effet de serre (GES) visés par le Protocole de Kyoto (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC, SF_6) s'élevaient en France à 562,6 Mt éq CO_2 (hors UTCF⁽²⁷⁾), contre 567,1 Mt éq CO_2 en 1990 (soit -0,8 %). Le CO_2 est le principal GES (417,3 Mt du total, soit 74,2 %), suivi du N_2O (12,7 %) et du CH_4 (10,5 %). Les trois gaz fluorés représentent 2,7 % du total. Sur la période 1990-2004, les émissions sont en hausse pour le seul CO_2 (+5,6 %), les HFC (+213 %), et en baisse pour le CH_4 (-14,4 %), le N_2O (-23,6 %), les PFC (-37,2 %) et le SF_6 (-33,3 %).

Contribution des différents GES au PRG (hors UTCF) en France en 2004



Remarque : France (métropole + DOM/COM)⁽²⁸⁾

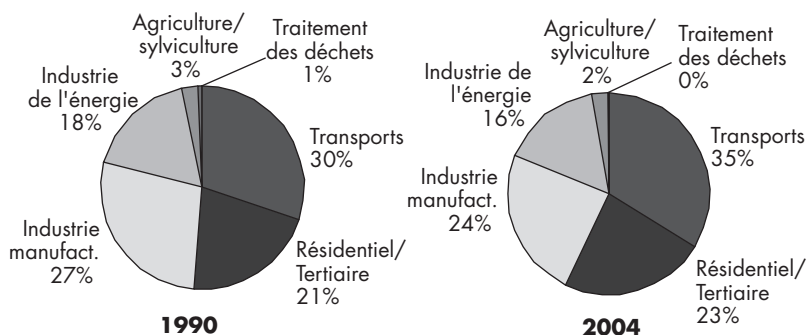
Source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, mis à jour en février 2006

(27) Utilisation des terres, leur changement et la forêt (LULUCF en anglais).

(28) À noter que le périmètre couvert par le Protocole de Kyoto est la France métropolitaine et les DOM uniquement.

Quant à la répartition des émissions de CO_2 par secteur, en 2004, les transports représentent 35 % du total, suivis de l'industrie manufacturière (24 %) et du secteur résidentiel-tertiaire (23 %).

Emission de CO_2 en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCF)



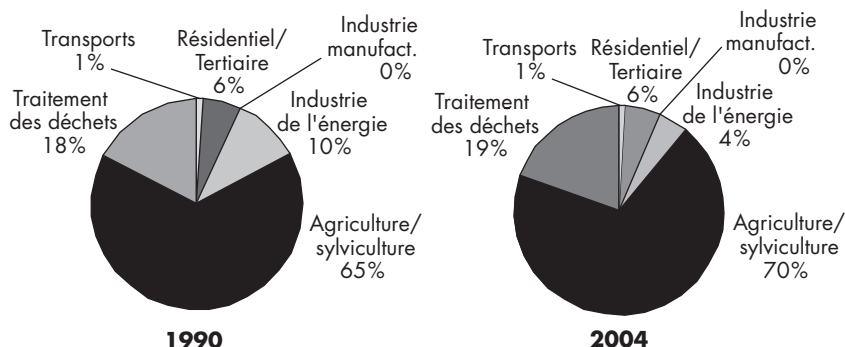
Remarque : France (métropole + DOM/COM)

Source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, mis à jour en février 2006

En ce qui concerne les émissions de CH_4 par secteur, l'agriculture représentait 70 % du total en 2004, suivie du traitement des déchets (19 %). L'agriculture représentait également 78 % des émissions totales de N_2O en 2004, suivie de l'industrie manufacturière (10 %).

Pour le **HFC**, le résidentiel-tertiaire était responsable de 60 % des émissions totales en 2004, suivi de l'industrie manufacturière (21 %) et des transports (19 %). L'industrie manufacturière représentait l'intégralité des émissions totales de **PFC** en 2004. Enfin, quant au **SF₆**, l'industrie manufacturière était responsable de 64 % des émissions totales en 2004, suivie de l'industrie de l'énergie (35 %) et du secteur résidentiel-tertiaire (1 %).

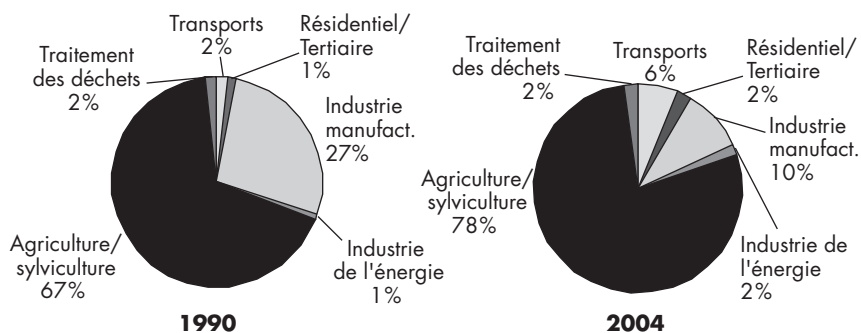
Emission de CH₄ en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCF)



Remarque : France (métropole + DOM/COM)

Source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, mis à jour en février 2006

Emission de N₂O en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCF)



Remarque : France (métropole + DOM/COM)

Source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, mis à jour en février 2006

Pour ce qui concerne la répartition sectorielle de l'ensemble des GES, les transports est toujours le principal secteur, avec 26 %, mais l'agriculture représente 19 % du total (du fait des émissions du CH₄ et du N₂O) et le résidentiel-tertiaire également 19 %.

Pour en savoir plus :

CITEPA (2006) Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – séries sectorielles et analyses étendues SECTEN, février 2006 (pp.157-159) : www.citepa.org/publications/Inventaires.htm

Données pour agir : à l'écoute du public, ses échelles de valeur

La perception par le public du changement climatique (« l'effet de serre »)

Au travers de l'enquête annuelle commandée par l'ADEME sur la perception de l'effet de serre et les mesures publiques ou privées qui pourraient être adoptées, le premier constat est que les représentations évoluent très lentement, de 2 à 4 % par an.

En effet, à la question « *Quelles sont, selon vous, les deux actions que l'État doit mener en priorité dans le domaine de la protection de l'environnement ?* », les enjeux prioritaires, soit la lutte contre la pollution de l'air et celle de l'eau, sont très stables, avec 20 % des choix chacune, sur six ans. La lutte contre l'effet de serre progresse pour la première fois dans l'enquête 2005 au troisième rang des préoccupations (13 %) mais avec une ampleur trop modeste pour en déduire un mouvement d'opinion.

Cependant, quand la question est posée non plus en termes « *d'action de l'État* » mais de « *problème préoccupant* » (l'action de l'État pouvant sembler plus dérisoire sur cet enjeu planétaire que sur les autres sujets), l'effet de serre arrive toujours en troisième position et très proche des problèmes de pollution de l'air et de l'eau mais au premier rang des choix pour les personnes disposant d'un diplôme de l'enseignement supérieur.

Il y a une tendance lente mais uniforme à estimer que le réchauffement de l'atmosphère dû à l'effet de serre est une « certitude pour les scientifiques », de 60 % en 2000 à 71 % en 2005, et corrélativement ils ne sont plus qu'un quart à penser qu'il s'agit d'une hypothèse sur laquelle les scientifiques ne sont pas d'accord contre un tiers en 2000.

Mais plus de 40 % des sondés estiment en même temps qu'« aujourd'hui, personne ne peut dire avec certitude les vraies raisons du désordre du climat » et ils ne sont qu'un peu plus d'un tiers, certes en progression depuis 2000, à être d'accord avec l'opinion que « les désordres du climat (tels que les tempêtes ou les inondations en France) sont causés par l'effet de serre ».

« De ces trois opinions, laquelle se rapproche le plus de la vôtre ? » :

en %	2001	2002	2003	2004	2005
Les désordres du climat (tels que les tempêtes ou les inondations en France) sont causés par l'effet de serre	32	34	35	37	39
Les désordres du climat (tels que les tempêtes ou les inondations en France) sont des phénomènes naturels comme il y en a toujours eu	15	14	14	14	17
Aujourd'hui, personne ne peut dire avec certitude les vraies raisons du désordre du climat	49	49	48	46	43
Sans réponse	4	3	3	3	1

Source : Enquête ADEME/RCB

Ainsi, le risque ou le danger lié à l'effet de serre n'est pas avéré, pour une majorité de personnes, alors que le danger d'autres sujets comme la pollution est mieux identifié.

Les personnes disposant d'un moindre niveau d'études ainsi que les générations les plus anciennes tendent à imputer les désordres climatiques à des « phénomènes naturels tels qu'il y en a toujours eu » (respectivement 23 % et 28 %), ceux qui ont suivi des études supérieures universitaires donnent majoritairement une réponse d'incertitude (52 %). Les jeunes (15 à 24 ans) sont ceux qui imputent le plus les désordres du climat à l'effet de serre.

Ces résultats sont corroborés par l'enquête Eurobaromètre récente (terrain en 2004) où, dans une liste de quinze thèmes (dont le changement climatique), les personnes choisissent les cinq sujets qui les inquiètent le plus. En moyenne européenne, la pollution de l'eau est la première préoccupation suivie par les catastrophes causées par l'homme (marées noires et accidents industriels) puis à égalité le changement climatique et la pollution de l'air. Mais les résultats entre pays sont très contrastés y compris entre les citoyens des pays de l'UE 15 : alors que le changement climatique est la première préoccupation en Suède, en Allemagne, au Luxembourg, aux Pays-Bas, en Finlande ou en Autriche, il est au quatrième rang des sujets d'inquiétude en France ou en Espagne et à un rang bien inférieur pour les nouveaux pays de l'UE.

La complexité du phénomène

L'utilisation d'une question ouverte où l'interviewé répond avec ses propres mots à «*En quoi consiste selon vous l'effet de serre ?*» permet de cerner la compréhension du phénomène.

L'évolution des réponses (enquête ADEME) montre que la part de non-réponses ou la part d'explications par la conséquence (réchauffement) a considérablement diminué, de 30 % et 22 % en 2000 à 19 % et 13 % en 2005.

Mais un quart des répondants évoque la pollution comme cause première de l'effet de serre, cette pollution étant souvent perçue comme un mécanisme de production de chaleur qui réchauffe directement l'atmosphère. Un autre quart lie directement l'effet de serre et le trou dans la couche d'ozone : ce trou laisse passer les rayons solaires au lieu de les filtrer, d'où l'augmentation de chaleur qui caractérise l'effet de serre.

Seules 14 % des personnes interrogées s'approchent de l'explication établie de l'effet de serre (avec une évolution minimale de 12 % à 14 % entre 2000 et 2005) en évoquant une accumulation de gaz qui empêche l'évacuation de la chaleur ou l'accumulation de gaz carbonique.

Lorsque les réponses sont triées en fonction du niveau d'études, il s'avère que :

- la propension à donner une réponse dépend étroitement du niveau d'études (41 % de sans réponses pour le niveau d'études primaires),
- les références à la pollution sont plus fréquentes pour les niveaux d'études les plus faibles,
- près du tiers des réponses fait référence à la couche d'ozone (choix le plus élevé) du niveau bac au niveau universitaire (soit 3 niveaux : bac, bac +2 et universitaire),
- au niveau d'études le plus élevé, deux tiers des réponses attribuent l'effet de serre à la « couche d'ozone » et aux « gaz, CO₂ » avec une part égale des deux réponses.

En cohérence avec cette compréhension de l'effet de serre, les activités qui apparaissent comme les causes premières de l'effet de serre sont les activités industrielles, le transport, la destruction des forêts et les bombes aérosols (et, dans une moindre mesure, le traitement des déchets, le chauffage des bâtiments et les centrales nucléaires !). En revanche, l'agriculture et l'élevage ou l'activité volcanique sont perçus comme de faibles contributeurs par une majorité.

La hiérarchie des causes perçues évolue peu de 2000 à 2005 à l'exception du chauffage des bâtiments dont le taux de réponses sur « contribue beaucoup » + « contribue assez » passe de 39 % en 2000 à 64 % en 2005.

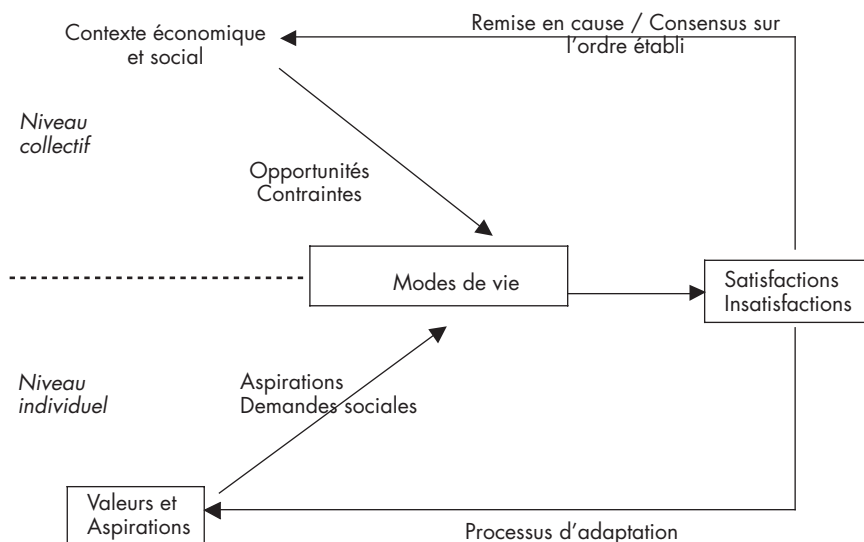
Le constat est donc que l'effet de serre est d'une part mal compris et, d'autre part, que les conséquences climatiques liées à l'effet de serre ne sont pas avérées, ce second point valant surtout pour les personnes les plus éduquées.

Mais pour remédier à l'effet de serre, une écrasante majorité des sondés estime qu'une modification des comportements individuels est indispensable et domine très largement l'espoir dans le progrès purement technologique (75 % contre 12 %).

Les valeurs

Les valeurs sont des idéaux et des préférences essentielles qui prédisposent les individus à agir dans un sens donné et qui structurent leurs représentations et leurs actions. En somme, les valeurs sont à la fois ce que croient et ce à quoi aspirent les individus. Aussi apparaissent-elles éminemment déterminantes dans la dynamique sociale.

Il serait pourtant naïf de penser qu'il est possible de déduire les valeurs des individus à partir de la seule observation de leurs comportements et, inversement, d'anticiper l'évolution des comportements en considérant seulement les valeurs des individus. Car les comportements (qu'ils soient des comportements de consommation, d'engagement, de sociabilité ou autres) ne sont pas exclusivement déterminés par les valeurs. C'est une évidence, mais il s'agit de bien y insister : il faut distinguer le registre des valeurs de celui des comportements, ceux-ci étant le résultat d'un compromis en permanence évolutif entre, d'un côté, ce à quoi les individus - les Français en l'occurrence - aspirent et, de l'autre, les opportunités et les contraintes que le contexte - dans lequel ils vivent - offre à la satisfaction de leurs aspirations. Le lien entre valeur et comportement n'est donc pas direct et simple.



Pour suivre l'évolution des valeurs, les indicateurs disponibles sont principalement les sondages et enquêtes qui, pour être utiles dans la compréhension de la dynamique des valeurs, doivent être élaborés avec précaution. Il faut à cet égard :

- disposer de séries temporelles sur plusieurs années de questions identiques (les sources sur l'environnement sont principalement les sondages eurobaromètre et ceux de l'ADEME) ;
- prendre en compte le « faire valoir », c'est-à-dire la propension des personnes sondées à se présenter sous leur meilleur jour dans les réponses (y compris d'indiquer leur participation à des actions jugées utiles au bien commun sans que l'on retrouve la réalité de tels actes dans la mesure statistique des faits).

Les enquêtes Eurobaromètre réalisées depuis le début des années 1980 en Europe sur l'environnement (mais avec un libellé de questions qui évolue et ne permet pas toujours une comparaison des résultats) montrent que l'inquiétude vis-à-vis des dégâts causés à l'environnement augmente en général notamment vis-à-vis des pollutions de l'eau ou de l'air et des catastrophes naturelles. Les préoccupations environnementales nées dans les pays du Nord ont peu à peu gagné les pays du Sud.

Soulignons, par ailleurs, que pour étudier les évolutions à long terme, il ne suffit pas de disposer d'enquêtes identiques répétées à intervalles réguliers. Il faut aussi distinguer dans les évolutions enregistrées ce qui est imputable à :

- un effet d'âge ou de vieillissement : le résultat observé varie avec l'âge, quelle que soit la génération considérée,
- un effet de génération : le résultat observé est caractéristique d'une génération ; bien qu'elle vieillisse, elle restera attachée aux valeurs qui la caractérisent ; phénomène important puisque toutes les études révèlent que le changement social provient principalement du renouvellement des générations,
- un effet de période : le résultat de l'enquête est fortement déterminé par la conjoncture du moment.

Les valeurs sont déduites par les sociologues d'enquêtes sur des séries temporelles, elles ne sont donc pas accessibles sur un sondage d'opinion ponctuel.

Vis-à-vis d'un comportement sobre en consommation d'énergie et de matière, pour Daniel Boy, deux valeurs motrices peuvent être distinguées :

- celle de l'« égoïsme », sans connotation négative puisqu'il s'agit de répondre à son intérêt économique propre, induit intrinsèquement un comportement économe qui ne gâche pas et qui tend plus à épargner qu'à dépenser pour rien ; cette valeur est plutôt ancrée chez les personnes qui ont connu le « vieux monde » et l'économie de la rareté ; aussi, il est plutôt observé chez les personnes âgées et à faibles revenus ;
- celle de l'« éthique », qui agit pour le bien de la planète ou de l'humanité par un comportement économe ; cette valeur est plus représentative des jeunes et des plus cultivés, mais elle s'exprime moins dans les faits et les comportements de consommation car les jeunes ne sont généralement pas maîtres du foyer.

L'égoïsme

Il ne peut y avoir un comportement égoïste, de rationalité économique pour l'individu, que s'il y a contrôle des dépenses par rapport à un service. Or, les enquêtes montrent que la majorité des gens ne regardent pas leur consommation d'eau, de gaz ou d'électricité, d'autant que la forfaitisation rend illisible la consommation de chaque usage. D'où l'importance, pour favoriser ces comportements, que l'information des consommations et leur coût soient accessibles en temps réel pour permettre la maîtrise.

On peut d'ailleurs s'interroger si la présence d'ordinateurs de bord donnant la consommation en temps réel de la voiture a favorisé un changement du comportement de conduite (sous réserve que les conducteurs consultent cette information).

Mais la question reste : comment transmettre et réinstaller cet apprentissage du comportement économe chez des générations plus jeunes qui, ayant connu l'économie de l'abondance, ne sentent guère de marges de manœuvres sur le coût des services de base (eau, énergie), particulièrement indispensables de surcroît ?

L'éthique

Bien qu'il soit douteux que les consommateurs puissent majoritairement agir par puritanisme dans une société de consommation hédoniste, cependant le succès de la Logan par exemple (véhicule à bas prix conçu pour les pays l'Est) ou le maintien du marché de la brosse à dents classique par rapport à sa version électrique peuvent être vus comme des signes de comportements de consommation plus minimalistes.

Ce comportement de consommation de ce qui est « juste suffisant » pour rendre le service, même quand on a les moyens de s'offrir mieux, peut cependant tout autant relever de valeurs éthiques (consommation du juste nécessaire) que de l'égoïsme (le prix, moins dépenser).

Ce qui relève d'un cocktail d'altruisme et d'égoïsme, l'achat d'une lampe à basse consommation ou d'un réfrigérateur économe, rentable pour soi (si l'on a conscience du coût d'usage) et bon pour le bien commun, est probablement ce qui a le plus de chances de fonctionner. Encore faut-il que les consommateurs puissent clairement connaître le coût d'usage de leurs différentes formes de consommation énergétique d'où encore une fois la nécessité de compteurs et de tableaux de bord permettant de suivre les consommations.

Il n'en reste pas moins que le tri sélectif des déchets est passé dans les mœurs même si cela n'a pas été sans difficulté. L'acte relève davantage de l'éthique puisqu'il requiert un effort de tri individuel sans rétribution ni coercition. C'est cependant un cas où la sphère publique investit et fournit un objet (une seconde poubelle de couleur différente) qui rend l'acte requis plus évident et visible au regard du voisinage.

On peut donc se demander si l'exemplarité de l'investissement public, dans des bâtiments de « *Haute Performance Energétique* » (HPE) par exemple, ne pourrait pas avoir un effet d'entraînement.

L'expérience montre que la pression sociale ne s'exerce sur les comportements (trier les déchets ou ne pas jeter ses papiers par terre) que quand la majorité a intériorisé la règle. Une question est : comment bascule-t-on sur un comportement éthique ?

Le public représentatif de telles valeurs correspond aux personnes les plus averties du lien effet de serre avec le changement climatique, c'est-

à-dire en premier lieu les jeunes, de 30 à 45 ans, éduqués, avec quelquefois l'influence du secteur professionnel (professions intermédiaires, social, santé..., moins en prise directe avec l'entreprise).

Les comportements

Toujours selon l'enquête de l'ADEME, la réponse des personnes interrogées sur une série d'actions qu'elles font, «*pourraient faire facilement*», «*faire difficilement*» ou «*pas faire du tout*», pour réduire les émissions de gaz à effet de serre montre une inflexion plus aisée sur des comportements domestiques plus sobres (lampes à basse consommation, éteindre les veilles ou baisser la température du logement). En revanche, «*utiliser les transports en commun*» apparaît hors de portée pour la majorité. Ceci, alors que pour les trois quarts d'entre eux les mesures qui paraîtraient les plus efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre concernent le transport («*utiliser les transport en commun*» 42%, «*acheter de préférence une voiture plus économe*» 34%). Les mesures domestiques (dont mieux isoler son logement) sont perçues comme moins efficaces.

Il semble donc qu'il existe une marge de manœuvre d'inflexion des comportements domestiques vers plus de sobriété mais aussi un manque d'information sur le potentiel de ces actes.

Malgré la conscience que la mobilité contribue fortement à l'effet de serre, un usage plus limité de l'automobile apparaît difficile. Néanmoins, la conscience des externalités de l'usage de l'automobile permet de promouvoir un comportement de conduite plus tranquille ou économe.

À noter que ce sont les femmes plus que les hommes qui assument les comportements d'économie d'énergie au sein du foyer (éteindre les appareils électriques qui restent en veille, équiper le logement de lampes à basse consommation ou baisser la température du logement).

De même, elles sont en général plus nombreuses à approuver des mesures réglementaires sur la mobilité pour lutter contre l'effet de serre comme «*limiter la vitesse sur autoroute à 110 km/h*» ou «*limiter la vitesse des automobiles dès leur fabrication*». Ceci d'autant que les femmes apparaissent en général plus prudentes ou plus sensibles aux risques (d'ac-

cidents automobiles en l'occurrence ; c'est pourquoi aussi ce sont plutôt les femmes qui achètent principalement des 4x4, l'accident automobile étant un risque plus avéré que le réchauffement climatique comme déjà mentionné) que les hommes.

En revanche, les personnes les plus éduquées sont moins favorables que celles qui ont un niveau d'études inférieur à « *stopper la construction de nouvelles autoroutes pour affecter cet argent au transport ferroviaire* », « *baisser la vitesse limite sur autoroute à 110 km/h* », « *interdire la climatisation dans les voitures* » et surtout « *taxer le transport aérien pour favoriser le transport par train* ». Les personnes les plus éduquées sont en revanche plus favorables que les autres catégories à « *mettre une taxe sur les véhicules qui consomment beaucoup d'énergie* ». Est-ce à dire que l'objet automobile n'est plus un symbole d'ostentation important pour cette catégorie sociale ?

Pour Jacques Lesourne, les principaux facteurs de changement de comportements sont les contraintes, c'est-à-dire les prix ou la peur. La peur pouvant être la peur d'un risque qui, comme discuté précédemment, n'est pas encore avéré pour nos concitoyens dans le cas de l'effet de serre ; ou la peur du gendarme c'est-à-dire le respect de la réglementation.

Politiques publiques

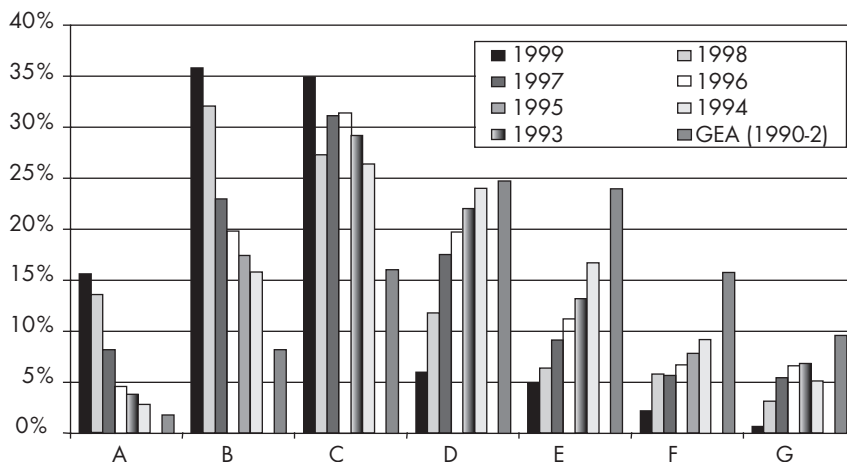
Sur ce point, une difficulté supplémentaire est que lorsque l'on demande : « *À qui faites vous le plus confiance, en premier, pour obtenir des informations fiables sur l'effet de serre ?* », la réponse est : les scientifiques et les associations de défense de l'environnement (43 % et 33 %). La réponse est d'ailleurs la même dans les enquêtes européennes.

Les pouvoirs publics (État, collectivités locales) ne sont presque pas cités, tout comme les médias (6 % dans les deux cas). En la matière, l'État est très loin d'être considéré comme le seul représentant du bien public. Ceci confirme les résultats de l'enquête EVS (European Value Survey) qui montrait l'érosion sur 20 ans (1981-1999) de la confiance envers les institutions directement liées à l'appareil d'État que sont le Parlement et l'Administration. Cette tendance, préoccupante, apparaît dans d'autres pays comme le Royaume-Uni et l'Allemagne (pour le Parlement uniquement), en revanche dans des pays comme les Pays-bas, la Suède ou le Danemark l'évolution est inverse.

Information

L'information sur la consommation des appareils que l'on achète est à l'évidence une mesure de bon sens que ne peuvent que plébisciter les consommateurs.

Évolution du marché des réfrigérateurs et congélateurs ménagers en Europe



Axe horizontal : catégorie d'efficacité énergétique selon l'étiquette énergie. Axe vertical : pourcentage des ventes annuelles par catégorie, selon l'année considérée, de 1990 à 1999.

Source : DG TREN, septembre 2000.

L'évolution du marché des réfrigérateurs et congélateurs en Europe plaide pour que l'étiquette «*énergie*» soit rendue obligatoire pour tout équipement de consommation énergétique. L'information énergétique doit d'ailleurs s'étendre cette année aux automobiles et aux logements. Mais l'étiquette énergie ne permet de comparer la consommation des appareils qu'en fonction de tests standards qui ne correspondent pas toujours aux conditions d'utilisations réelles. Or, l'utilisateur n'a guère de moyens de suivre l'impact de son utilisation de tel ou tel appareil.

À noter que l'éducation des jeunes pourrait jouer un rôle important car s'ils tendent à être les plus convaincus - d'autant plus qu'ils ont fait des études - des risques liés à l'effet de serre, ils n'ont pas forcément une idée claire, encore moins que les adultes, de ce qu'est un comportement économe en énergie et des consommations relatives des différents objets qu'ils utilisent au quotidien.

Acceptabilité du contrôle

L'exemple des radars automatiques montre que la normalisation des comportements est acceptée quand il y a, d'une part, un danger avéré, comme celui de la vitesse routière, d'autre part, le contrôle. Le problème est que l'effet de serre n'est pas encore un danger avéré pour une majorité de la population (cf. ci-dessus, para. sur la perception de l'effet de serre). Aussi, l'usage d'objets intelligents (TIC de régulation et d'information) n'est aujourd'hui a priori acceptable que pour un objectif de maîtrise individuelle mais pas de punition ou de coercition sans bouleversement d'opinion sur le danger de l'effet de serre et sauf en cas de pénurie énergétique.

À noter que la maîtrise de l'information en temps réel et la maîtrise des coûts d'usage (compteurs, tableaux de bord) est probablement la principale piste pour éviter «l'effet rebond» c'est-à-dire la propension à multiplier les appareils domestiques quand leur coût diminue.

Réglementation/fiscalité

La réglementation est généralement perçue comme plus équitable que les actions fiscales. Il est plus facile d'imposer une norme sur des objets neufs, comme brider les voitures dès la fabrication (mesure par ailleurs approuvée par 80 % des personnes sondées, avec une grande stabilité de la réponse de 2002 à 2005), que d'en contrôler l'usage que l'on fait de cet objet (comportement de conduite par exemple). Ceci d'autant que le nombre de fabricants est relativement restreint.

Réglementer le niveau minimal de performance énergétique des appareils est déjà appliqué pour les appareils électriques dans la plupart des pays de l'OCDE (l'Europe est en retard dans ce domaine avec une réglementation minimale sur les appareils de production de froid essentiellement). Réglementer la performance minimale de tout ce qui consomme de l'énergie semble une mesure de bon sens, d'autant qu'elle pousse les industriels à l'innovation mais requiert une adaptation des professionnels et souvent un temps de négociation pour la mise en œuvre assez long.

Mais plus le nombre d'acteurs sur un type d'équipement est important plus la réglementation est difficile à faire appliquer. Le fait que le taux d'application de la réglementation thermique de 1998 n'atteigne que 30% en maison individuelle²⁹ montre que la réglementation trouve rapidement ses limites quand elle concerne un nombre important de personnes et que le contrôle est coûteux et difficile. Dans ce cas précis de la réglementation thermique, l'obligation d'un bilan énergétique lors d'un changement de propriétaire permettra probablement une meilleure application de la réglementation.

Les mesures fiscales peuvent souvent être mises en œuvre plus rapidement (dans les limites des engagements européens). Évidemment, les baisses de TVA et les crédits d'impôts sur des objets de faible consommation sont mieux perçus des consommateurs que la taxation des objets qui consomment le plus. Il n'en reste pas moins que si ce rabais était proposé directement plutôt qu'un crédit d'impôt à venir, la mesure n'en serait que plus lisible donc efficace.

Compte tenu que peu de gens calculent leur consommation énergétique, les taxes à l'achat sur les objets qui consomment le plus sont souvent relativement efficaces. Ainsi, le Danemark³⁰ a mis en place de lourdes taxes à l'achat sur les véhicules (près de 200% en 1998) ce qui a eu pour effet de restreindre le taux de motorisation mais aussi de créer un parc automobile moins puissant que celui de ses voisins européens. Une meilleure formule serait probablement de moduler cette taxe à l'achat en fonction de la consommation.

Mais l'accroissement de la fiscalité sur les carburants ou l'énergie, à condition d'une prise de conscience du coût d'usage, permet d'infléchir à la fois l'acte d'achat vers des produits de consommation plus sobre mais aussi de modifier le comportement d'usage (le réglage de la chaudière, la conduite ou le nombre de kilomètres parcourus en automobile).

L'action sur les prix de l'énergie apparaît comme l'un des meilleurs leviers pour Jacques Lesourne en allégeant les conséquences sociales éventuelles pour les plus défavorisés. De même, c'est bien une hausse progressive et continue des taxes sur les énergies fossiles (le montant de la taxe étant proportionnel aux quantités de CO₂ émises) pour lesquelles plaident J.-M. Jancovici et A. Grandjean dans leur récent ouvrage «*Le*

(29) Citation de Philippe Quirion.

(30) «Automobile et effet de serre», Les Cahiers du CLIP n° 12, mars 2001.

plein s'il vous plaît» (Le Seuil, 2006) pour faire face à la fois au défi climatique et à la déplétion pétrolière.

Concernant les transports, les changements possibles de comportement d'un automobiliste sont nombreux : acheter une voiture moins consommatrice de pétrole, conduire mieux (moins vite et moins nerveusement), laisser sa voiture au garage au bénéfice du transport collectif ou du vélo.

Prospective et comptabilité énergétique

Prospective énergétique

Pour mémoire, il existe quatre grandes familles de scénarios qui ne sont pas exclusives l'une de l'autre :

- les scénarios d'optimisation, celle-ci résultant d'un modèle économique basé sur une représentation mathématique aussi pertinente que possible du système énergétique considéré ;
- les scénarios de simulation, calculés comme pour les scénarios d'optimisation à l'aide d'un modèle économique, mais avec l'ambition de fournir une image aussi fidèle que possible du futur qui se produirait dans les hypothèses considérées, secteur par secteur ; ces modèles peuvent être à «équilibre partiel» ou à «équilibre général» selon leur sophistication mathématique ;
- les scénarios téléologiques («back-casting») qui décrivent l'évolution d'un système énergétique vers un horizon partiellement ou totalement défini à l'avance ;
- les scénarios descriptifs («story telling») proposant des images partielles du système énergétique du futur, sur la base d'un modèle simple ou même sans modèle, afin de pouvoir comprendre les grands enjeux.

Principes de comptabilité énergétique

À un horizon aussi éloigné que 2050, la modélisation des situations énergétiques d'un pays ou d'une région du Monde, se heurte à une grande complexité. Si l'on considère que les principaux déterminants de l'évolution de la demande d'énergie sont la population, le PIB par habitant, le progrès technique, les effets de structure (tertiarisation, délocalisation, taille des ménages, pyramide des âges, espérance de vie,...), les comportements, les actions des pouvoirs publics (infrastructures, réglementations,...) et les prix des énergies ou autres coûts d'usage, on conçoit que tous ces facteurs, si ce n'est le premier (la population) qui est relativement bien prévisible, sont particulièrement difficiles à prendre en compte sur très longue période. Soit ils sont fixés de façon exogène, en tant qu'hypothèses, soit ils résultent de calculs basés sur d'autres hypothèses, mais dans les deux cas l'incertitude inhérente aux déterminants est croissante avec l'horizon temporel.

La principale difficulté de compréhension d'un bilan énergétique d'un pays réside dans le fait que toutes les énergies sont exprimées dans une même unité, la «tonne d'équivalent pétrole» (tep) dans la majorité des cas, mais parfois aussi le joule (J) qui est l'unité énergétique du Système international d'unités. Cette pratique est inspirée de celle des instituts nationaux de statistiques pour construire les «Tableaux Entrées-Sorties» de la Comptabilité nationale (exprimés en monnaie courante ou constante), décrivant les divers secteurs d'activité. Cependant, l'unité monétaire n'est pas adaptée pour procéder à des analyses d'un système énergétique indépendamment des «effets prix». Or quoi de commun entre un boulet de charbon, un baril de pétrole, une bouteille de gaz, une bûche de bois ou un kWh d'électricité? Sans parler des différentes techniques de production (extraction du sol, conversion par une centrale électrique thermique, énergie éolienne, hydraulique, nucléaire, etc.), de transport (par réseau dans des lignes électriques, des oléoducs ou des gazoducs, par moyen individuel tel que bateau, camion, etc.), de distribution et de consommation. Il est donc nécessaire de définir des conventions méthodologiques.

Le bilan énergétique d'un pays est présenté en deux parties : un «haut de bilan» qui rassemble les origines de l'approvisionnement énergétique national (production primaire, solde importateur, déstockage) et un

« bas de bilan » qui détaille les différentes formes de consommation, par produit énergétique et par secteur d'activité (industrie, transports, etc.).

Les énergéticiens considèrent que le point commun à mettre en évidence, par le choix de l'unité de compte énergétique, est l'énergie qui peut être « obtenue » à partir du produit considéré, que ce soit le charbon, le pétrole, le gaz, l'électricité et les diverses énergies renouvelables thermiques (bois, biogaz, biocarburants, etc.) ainsi que les déchets valorisés. Il est alors indispensable de définir au préalable la terminologie, qui distingue :

- **l'énergie primaire**, extraite du sol, « puisée » dans la nature ou (par convention) issue d'une centrale nucléaire ou hydraulique,
- **l'énergie secondaire**, issue de la conversion sous une forme utilisable d'une énergie primaire, par exemple l'électricité d'origine thermique classique ou les produits pétroliers sortis de raffinerie,
- **l'énergie finale**, qui est consommée dans un équipement ou une installation qui la « dégrade » définitivement, comme une ampoule électrique un moteur d'automobile, une chaudière, un climatiseur, etc.
- **l'énergie utile**, qui est réellement nécessaire pour le consommateur (c'est-à-dire le produit de l'énergie finale disponible par le rendement de l'équipement).

Dans la cascade des transformations de l'énergie, l'énergie utile récupérée est inférieure à l'énergie finale consommée qui est elle-même inférieure à l'énergie primaire employée. Ainsi un moteur à essence d'une voiture ne fournit d'énergie mécanique utile qu'à hauteur d'environ 20 % de l'énergie contenue dans le carburant. De même, l'énergie secondaire produite à partir d'une énergie primaire est inférieure à celle-ci en raison du rendement de conversion (ainsi, pour une centrale thermique classique, le rendement de Carnot dépasse-t-il rarement 40 %).

Lorsqu'on se pose la question de l'agrégation des formes d'énergie, le « coefficient d'équivalence » à utiliser est fortement tributaire du niveau d'énergie (primaire, secondaire, final, utile) auquel on se place. La convention consiste, le plus souvent, à choisir entre « équivalence à la production » et « équivalence à la consommation » : plus précisément, pour l'électricité, 1 kWh obtenu à partir d'une prise de courant doit-il être comparé à la quantité de fioul qu'il a fallu pour le produire dans une centrale ou à la quantité de chaleur « contenue » qu'il peut dissiper par « effet Joule » dans une résistance électrique branchée à la prise ? Les deux principes sont légitimes et effectivement utilisés par les experts selon les

objectifs qu'ils se fixent. Le premier est particulièrement adapté à une analyse en termes de substitution d'énergies primaires et de sécurité d'approvisionnement, alors que le second se prête mieux à des comparaisons entre secteurs d'activité pour évaluer leurs efforts en matière d'efficacité énergétique ou de substitution.

S'agissant de l'électricité, qui est le cas le plus complexe, la méthode acceptée au niveau international (Agence Internationale de l'Énergie, Commission européenne, ONU) conduit à distinguer trois cas :

1. l'électricité produite par une centrale nucléaire est comptabilisée selon la méthode de «l'équivalent primaire à la production», avec un rendement théorique de conversion des installations égal à 33 % ; le coefficient de substitution est donc $0,086/0,33 = 0,260606\dots$ tep/MWh ;
2. l'électricité produite par une centrale à géothermie est aussi comptabilisée selon la méthode de «l'équivalent primaire à la production», mais avec un rendement théorique de conversion des installations égal à 10 % ; le coefficient de substitution est donc $0,086/0,10 = 0,86$ tep/MWh ;
3. toutes les autres formes d'électricité (production par une centrale thermique classique, hydraulique, éolienne, marémotrice, photovoltaïque, etc. échanges avec l'étranger, consommation) sont comptabilisées selon la méthode du «contenu énergétique à la consommation», avec le coefficient 0,086 tep/MWh.

Pour en savoir plus :

Observatoire de l'énergie-Bilans de l'énergie 1970-2004, septembre 2005
www.industrie.gouv.fr/energie

Annexe 4

**Panorama
des 50 dernières
années avec les chocs
pétroliers et politiques
mises en œuvre
successivement**

	Politique nationale et internationale	Énergie	Environnement	Transports	Bâtiments
1950					
1951					
1952					
1953					
1954					
1955					
1956					
1957	Signature du traité de Rome				
1958					
1959					
1960		Désengagement de la France e sa production charbonnière		Croissance du marché automobile de 10% par an	
1961		Le pétrole devient l'énergie reine			
1962	Indépendance de l'Algérie : fin approvisionnement « national »				
1963					
1964					
1965		Croissance de la consommation pétrolière des pays industrialisés de 8%/an et taux de croissance économique de 5%/an			

	Politique nationale et internationale	Énergie	Environnement	Transports	Bâtiments
1966	<p>←</p> <p>→</p>				
1967					
1968	Mai 68 : contestation de la société de consommation				
1969					
1970		Pétrole assure 2/3 de l'énergie consommée en France			
1971					
1972			Conférence de Stockholm reconnaît la nécessité, au niveau des Etats, des politiques de protection de l'environnement		
1973	Guerre du Kippour israélo-arabe 1 ^{er} choc pétrolier : les pays de l'OPEP décident unilatéralement une hausse du prix du pétrole	Ecologie apparaît en contradiction avec impératif économique court terme	Les politiques environnementales apparaissent comme facteur de surcoût		
1974		Lancement (gouvernement Messmer) du programme nucléaire français	Création par l'Etat de l'Agence pour les Economies d'énergie (AEE)	1 ^{ères} limitations de vitesse	1 ^{ère} réglementation thermique pour la construction de bâtiments neufs
1975					
1976	<p>←</p> <p>→</p>	Taux de croissance économique de 2%/an			
1977					
1978	Guerre Iran-Irak	Amorce développement énergies renouvelables	Création du Commissariat à l'énergie solaire		
1979	2 ^{ème} choc pétrolier				

	Politique nationale et internationale	Énergie	Environnement	Transports	Bâtiments
1980			Création Mission chaleur pour développer le chauffage urbain		
1981	↕	Depuis 1980 la production annuelle de pétrole est environ le double des découvertes	Phénomène des pluies acides		
1982	↕		Création de l'AFME par fusion du Commissariat à l'énergie solaire et de la Mission chaleur		
1983	↕		. Création de l'Agence pour la Qualité de l'Air (mission : inciter les industriels à investir grâce aux ressources d'une taxe sur les émissions). Les carottages dans l'Antarctique (scientifiques français et russes) retracent l'histoire du fonctionnement de l'atmosphère terrestre depuis 150000 ans		
1984		Surcapacités de raffinage	Ières alertes des climatologues		
1985	↕	Fin 1985 : le pétrole retrouve son niveau d'avant la crise			
1986		Baisse du prix du pétrole, puis des autres énergies			
1987	Rapport Bruntland (ONU) mettant en avant concept de développement durable		Rapport Bruntland propose un cahier des charges pour faire converger écologie et économie		
1988					

	Politique nationale et internationale	Énergie	Environnement	Transports	Bâtiments
1989					
1990	Guerre du Golfe		Emergence question climatique		
1991					
1992	Convention de Rio (Sommet de la Terre)	Production gazière mondiale : +2,5 % par an entre 1992 (2000 Gm3) et 2004 (2690 Gm3)	Création de l'ADEME (janvier 1992) par fusion de l'AFME, de l'ANRED et de l'AQA : maîtrise de l'énergie et protection de l'environnement apparaissent désormais comme étroitement liées		
1993					
1994					
1995					
1996					
1997	Protocole de Kyoto (déc. 1997)	Déclin production pétrolière aux Etats Unis (-15 % en 10 ans)			
1998					
1999					
2000	Sommet de Davos (janvier 2000) Tony Blair : « L'information est plus importante que le pétrole » Déclaration du Millénaire mettant l'accent sur la pauvreté	Cours du pétrole passe de 25\$/baril à 70\$/baril (septembre 2000)			

	Politique nationale et internationale	Énergie	Environnement	Transports	Bâtiments
2001	Février 2001 : annonce du président Bush du retrait des Etats Unis du Protocole de Kyoto 11 septembre 2001 : émergence fanatisme	Déclin production pétrole Mer du Nord			
2002					
2003	Canicule de l'été 2003 (décès de 15 000 personnes)	Consommation de pétrole est encore de 9,2 % inférieure par rapport aux niveaux de 1979			
2004				Consommation de pétrole dans les transports est passée en France de 25,7 mtep en 1973 à 50,4 Mtep en 2004	
2005	Février 2005 : entrée en vigueur du Protocole de Kyoto		Le CO2 et les autres gaz à effet de serre ont pris rang parmi les productions marchandes		
2006	La population active devrait plafonner en France en 2006				
2007					
2008	1ère phase d'engagement du Protocole de Kyoto	Production pétrolière va se reconcentrer sur les pays de l'OPEP			
2009				Biocarburants = 5,75 % carburants automobiles (LOA)	
2010					
2011					
2012					

2013						
2014						
2015	Décomptes finaux du Protocole de Kyoto connus					
2016						
2017						
2018						
2019						
2020						

Annexe 5

Lettre de mission des ministres

Ministre délégué à l'Industrie

Ministre de l'Écologie
et au Développement durable

27 mai 2005

Monsieur le Président,

Comme vous le savez, la lutte contre le changement climatique figure parmi les toutes premières priorités définies par le Président de la République en matière de développement durable. A cet égard, au-delà des engagements contractés par la France dans le cadre du protocole de Kyoto et des premières mesures prises dans le Plan Climat de juillet 2004, le Gouvernement a fixé comme objectif dans le projet de loi d'orientation sur l'énergie en cours d'examen au Parlement de diviser par quatre les émissions française de gaz à effet de serre à l'horizon 2050.

Cet objectif très ambitieux a été confirmé lors du séminaire du gouvernement sur le développement durable du 23 mars dernier, au cours duquel la décision a été prise de constituer un groupe de travail pluridisciplinaire de haut niveau afin d'identifier les trajectoires pour y parvenir. Les secteurs de l'énergie (production et utilisation), de l'agriculture, de l'habitat et des transports, tous étroitement liés à notre organisation sociale et à nos modes de vie actuels, sont au cœur de cette problématique.

Monsieur Christian de BOISSIEU
Président
Conseil d'Analyse Économique
66 rue de Bellechasse
75007 - PARIS

Nous tenons à vous adresser nos plus sincères remerciements pour avoir accepté d'animer et de piloter ce groupe de travail.

En matière d'énergie, l'objectif de division par quatre suppose des actions fortes et continues à lancer sans tarder compte tenu des délais d'adaptation de ce secteur. Elles devront concerner aussi bien l'offre (développement d'énergies sans carbone) que la demande. Les mesures traditionnelles de maîtrise de l'énergie ont cependant des limites qui ne semblent pas à la hauteur de l'objectif de division par quatre : une forte réduction de la consommation d'énergie supposera vraisemblablement un changement qualitatif de nos modes d'utilisation de l'énergie sans exclure la nécessité d'une évolution de notre organisation sociale vers une société plus sobre en énergie. Pour les secteurs de l'agriculture et de l'alimentation, la contribution à l'objectif de division par quatre supposera également une révision importante à l'horizon 2050 de nos modes de production et de consommation.

En d'autres termes, il convient d'imaginer notre pays en 2050 avec des émissions de gaz à effet de serre réduites des trois quarts et d'examiner les projections qui peuvent y conduire sur les 45 ans qui viennent après une analyse approfondie de nos modes de production et de consommation y compris la dimension sociétale et notre organisation du travail.

Le groupe de travail devra s'attacher à identifier les points de blocage et à proposer les mesures à mettre en œuvre. Les mesures, à la hauteur de l'objectif fixé, pourront être audacieuses dès lors que leur mise en œuvre pourra s'étaler sur 45 ans. Elles prendront en compte les changements de comportements des citoyens, des consommateurs, des collectivités territoriales et des entreprises. Il faudra cependant être très attentif à examiner la compatibilité de ces hypothèses avec la croissance de notre économie et avec la compétitivité de nos entreprises. L'identification de nouvelles technologies permettant de concourir à l'objectif de division par quatre devra faire l'objet d'un examen particulier de la part du groupe de travail, afin de guider les choix en matière de soutien public à la recherche et à l'innovation industrielle.

Vous avez naturellement toute latitude pour constituer le groupe de travail nécessaire à la conduite de ces travaux. Vous veillerez cependant à bien associer les acteurs concernés aussi bien au niveau des différentes administrations concernées que des représentants de la société civile. Le cas échéant, vous n'hésitez pas à vous associer le concours d'experts par exemple en matière de prospective ou d'organisation sociale.

Pour l'exécution de votre mission, vous vous appuyerez sur les différentes directions de nos ministères et notamment sur la direction générale de l'énergie et des matières premières et la mission interministérielle à l'effet de serre qui assureront le secrétariat du groupe de travail.

Compte tenu de l'importance de vos travaux, nous souhaitons pouvoir disposer de vos conclusions et recommandations pour la fin de l'année 2005.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le président, l'assurance de notre considération distinguée.

Patrick DEVEDJIAN

Serge LEPELTIER

Annexe 6

Membres du groupe

Christian de BOISSIEU, Président	Président délégué du CAE
Sylvie ALEXANDRE	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
Richard ARMAND	Entreprises pour l'Environnement (EPE)
Richard BARON	AIE (Agence internationale de l'Énergie)
Christophe BLANC	MINEFI-DGTPE
Jean-Pierre BOMPARD	CFDT
Christian BRODHAG	Délégué Interministériel Développement durable
Alain BUCAILLE	Areva
Paul CASEAU	Académie des technologies
Hervé CASTERMAN	GDF
Dominique CHAUVIN	Total
Alain CHOSSON	Confédération de la Consommation, du Logement et du Cadre de Vie
André DOUAUD	CCFA
Jean-Charles HOURCADE	CNRS-EHESS/CIRED
Dominique JOURDAIN	Association des éco-maires
Nathalie KOSCIUSKO-MORIZET	Députée
Sophie LIGER-TESSIER	MEDEF
Dominique MAILLARD	MINEFI - DGEMP
Laetitia de MAREZ	Greenpeace France
Michel MATHEU	EDF
Michèle PAPPALARDO	ADEME
Christian PARENT	Ministère des Transports et de l'Équipement - CGPC
Christian de PERTHUIS	Caisse des Dépôts et Consignations

Serge PLANTON
Philippe QUIRION
Henri REVOL
Claude ROY

Jean SIVARDIERE

Edouard TOULOUSE
Laurence TUBIANA

Guy VASSEUR

Météo France CNRM
Réseau Action Climat
Sénateur
Délégué interministériel
aux bio-énergies
Fédération nationale
des associations d'usagers
des transports (FNAUT)
World Wildlife Fund (WWF)
Institut du développement durable
et des relations internationales
(IDDRI)
Association permanente des
Chambres d'agriculture (APCA)

Rapporteurs

Jean-Claude GAZEAU

assisté de Régis MEYER

Richard LAVERGNE

assisté de Catherine YAOUCHIEFF

Mission interministérielle de l'effet
de serre (MIES)

Mission interministérielle de l'effet
de serre (MIES)

MINEFI - DGEMP - Observatoire
de l'énergie

MINEFI - DGEMP - Observatoire
de l'énergie

Invités permanents

Alain AYONG LE KAMA

Véronique LAMBLIN

Mark TUDDENHAM

Centre d'analyse stratégique

Futuribles

CITEPA