

Rapport du Groupe de travail « 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



Plan

	Page
Introduction	3
Chapitre préliminaire : le Facteur 4	5
Chapitre 1 : Que disent les scénarios ? Principaux enseignements à en tirer	10
Chapitre 2 : Quelle stratégie pour le chemin Facteur 4 ? Comment faire évoluer les comportements ? Quel rôle pour les politiques publiques ?..	19
Chapitre 3 : Facteur 4 dans un contexte international et européen. Expériences étrangères, comportements stratégiques, contraintes et opportunités, notamment en Europe	40
Chapitre 4 : Recommandations	49
Annexes	59

Août 2006

Page laissée intentionnellement blanche

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.

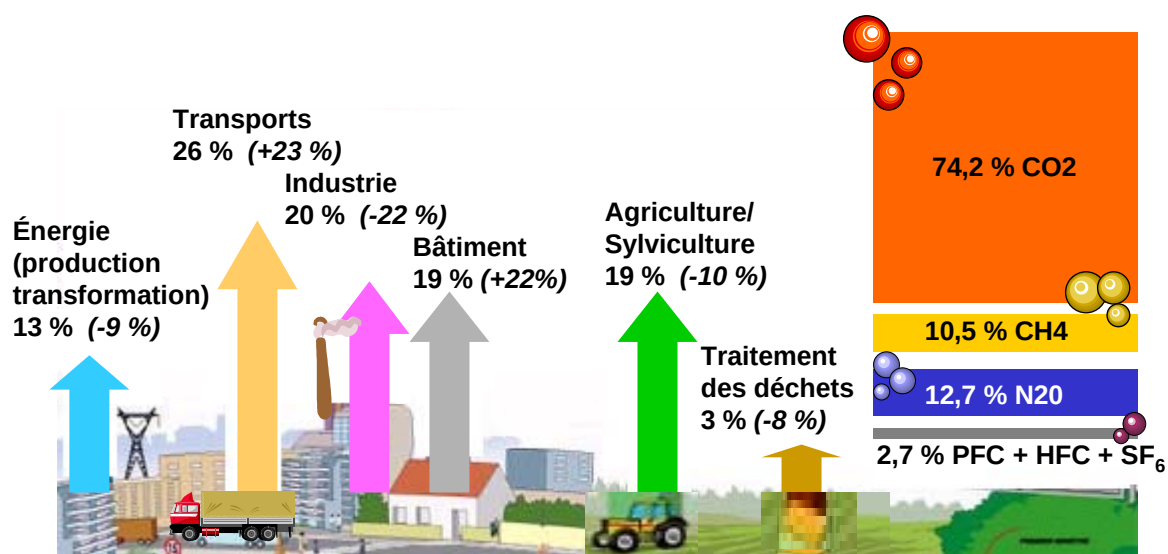
Le climat et l'environnement font partie des biens collectifs mondiaux. Cela était déjà le cas avant la mondialisation, et l'est encore plus avec elle. Un pays comme la France peut sur ces sujets montrer l'exemple, espérer entraîner certains de ses voisins européens. Mais la réponse aux défis posés doit 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.

Chapitre préliminaire : le Facteur 4



Émissions de GES² en France (y compris DOM/COM) en 2004, par secteur (hors UTCF³) (entre parenthèses, l'évolution depuis 1990 ; source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, février 2006)

Le Facteur 4 est un concept introduit par Ernst Ulrich von Weizsäcker⁴, Amory B. Hunter et L. Hunter Lovins⁵ dans un rapport⁶ 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 GES 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 GIEC⁷ (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 GES : gaz à effet de serre.

³ UTCF : Utilisation des terres, leur changement et la forêt (LULUCF en anglais).

⁴ Fondateur de l'Institut Wuppertal pour le Climat, l'Environnement et l'Énergie (Allemagne).

⁵ De l'Institut Rocky Mountain (Colorado, États-Unis).

⁶ « *Factor 4 : Doubling wealth – halving resource use, A report to the Club of Rome* », Earthscan Publications Ltd., Londres, 1997.

⁷ 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

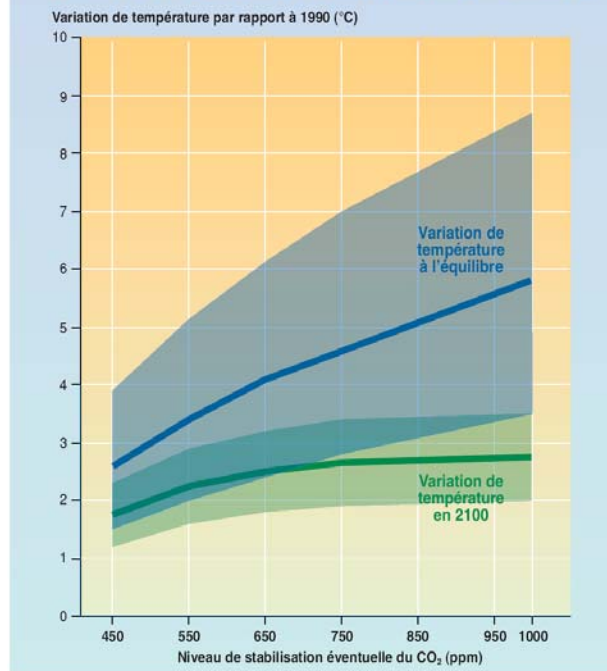


Figure RID-7 : La stabilisation des concentrations de CO₂ diminuerait le réchauffement, mais il est difficile de quantifier cette diminution avec certitude. Les variations de température par rapport à 1990 en (a) 2100 et (b) à l'équilibre sont estimées à l'aide d'un modèle climatique simple pour les 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)

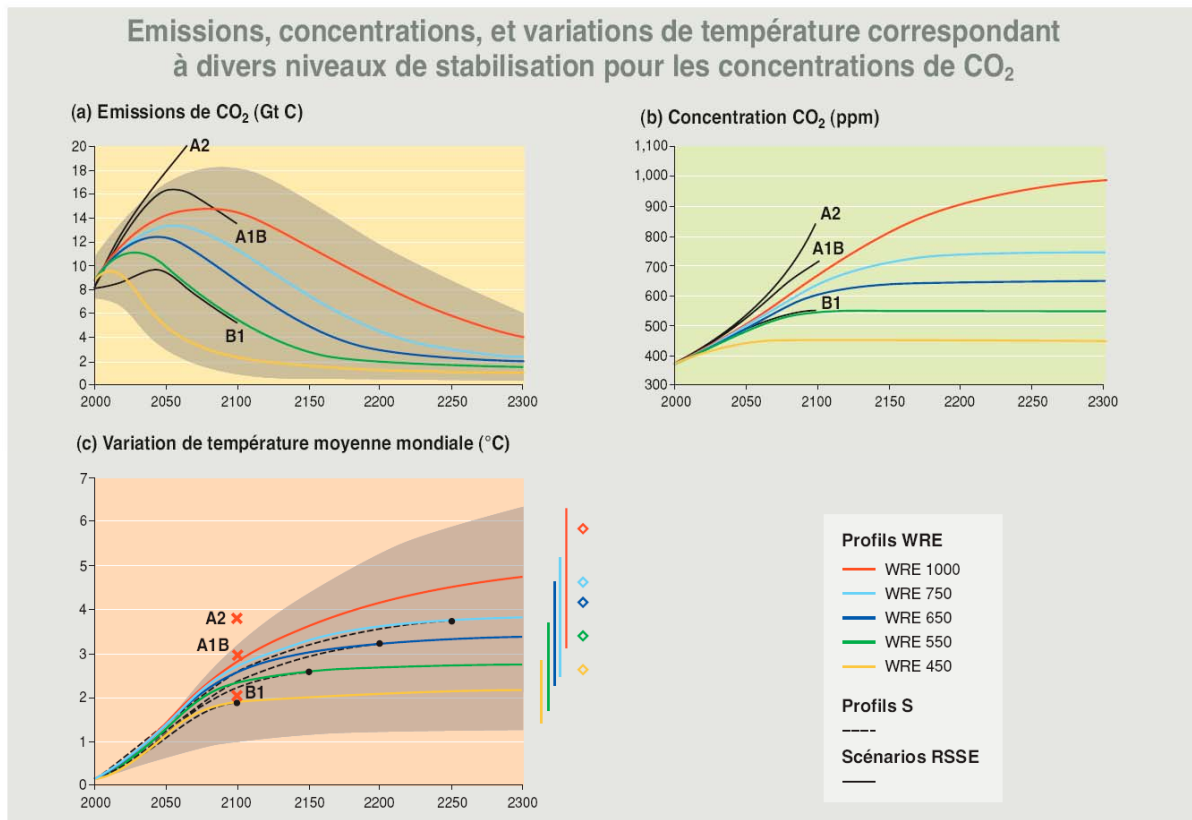


Figure RID-6 : La stabilisation des concentrations de CO₂ exigerait des réductions considérables des émissions au-dessous des niveaux actuels et ralentirait le rythme du réchauffement.

→ Q6 Figure 6-1

- (a) *Émissions 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 WR2 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 concernés**⁸.
 - 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 absolues, 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.

⁸ Ces six gaz sont le CO₂, le CH₄, le N₂O, et les PFC, HFC, SF₆.

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.

Chapitre 1 : 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.

1. 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.

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

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.

¹⁰ CGPC : Conseil général des Ponts et Chaussées.

¹¹ CSC : captage et stockage géologique du CO₂.

« 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.

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.

2. 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 :

- 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 :

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

- 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.

2.1. L'offre d'énergie d'ici 2050

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

2.1.1. 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 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

¹³ AIE : Agence Internationale de l'Énergie.

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.

2.1.2. Effets du progrès technique

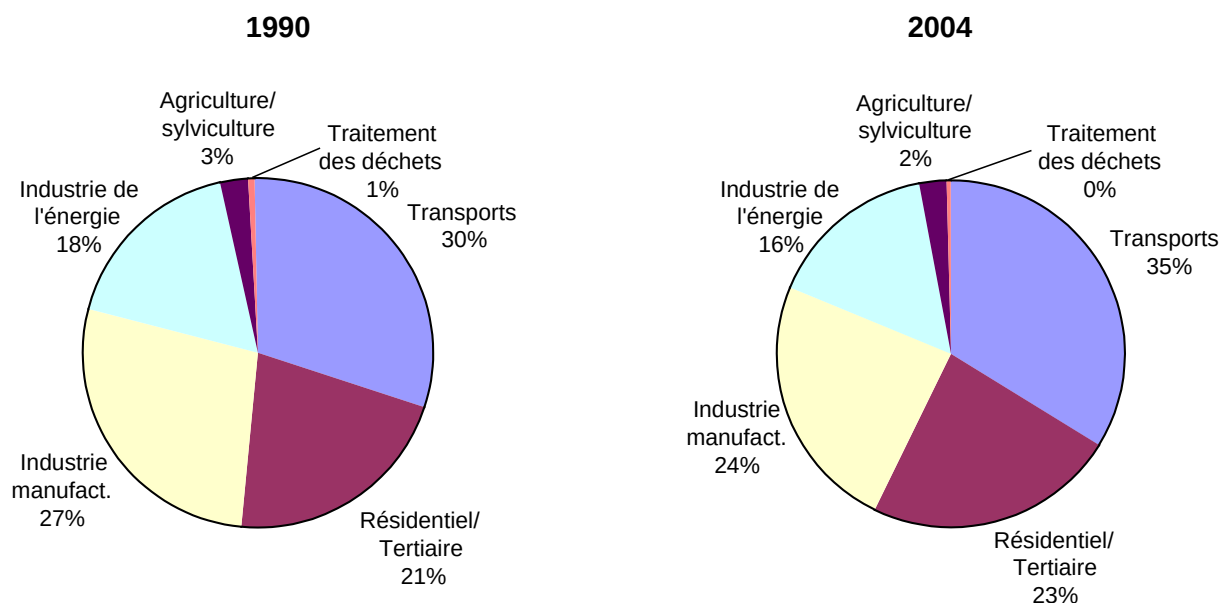
Les progrès techniques à attendre d'ici 2050 sont nombreux et essentiels dans la lutte contre le changement climatique. Certaines technologies sont bien identifiées mais demandent encore des efforts de mise au point et de transfert vers le marché, comme par exemple les moteurs hybrides rechargeables 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.

2.2. *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.

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



Origine des émissions de CO₂ en France (métropole + DOM/COM), par secteur, hors UTCE, 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.

2.2.1. 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'espairs 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.

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

2.3. 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 certaines 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 LEPII-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.

2.4. 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 ?

1. Le territoire pertinent : la France comme cœur de cible

1.1. 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.

1.1.1. 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.

1.1.2. 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.

1.1.3. 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.

1.1.4. 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.

1.2. **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 leur 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.

1.3. 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.

2. 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.

3. 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 éq. 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...

4. Quelle stratégie pour emprunter le chemin ?

4.1. 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)

4.2. 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.

4.2.1. 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.

4.2.2. 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.

4.2.3. 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 réseaux 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 12 000 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 bénéfices, 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.

4.2.4. 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 64% 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 tCO₂ évitée, mais d'une fraction (1/2 pour 1, ¼ 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.

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

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

5.1.1. 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%).

¹⁵ UQA : unité de quantités attribuées

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.

5.1.2. 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%).

5.2. 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.

5.2.1. 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).

5.2.2. 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'altruisme 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 ?

5.3. 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 110 km/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 110 km/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.

6. 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.

6.1. 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.

6.2. 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.

6.3. 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 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.

7. 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 ?

7.1. 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.

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

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.

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

7.2.1. 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 recomposition des bouquets énergétiques. Il **faut resynchroniser**.

7.2.2. 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.

8. Une véritable ingénierie sociale pour modifier les comportements de chaque citoyen

8.1. *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-à-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 que 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'en on 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.

8.2. 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 :

8.2.1. 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.

8.2.2. 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 réglemente.

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.

8.2.3. Les médias :

On pourrait volontiers dissenter 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.

8.2.4. 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.

8.2.5. 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.

8.2.6. 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.

9. 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 :

9.1. *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.

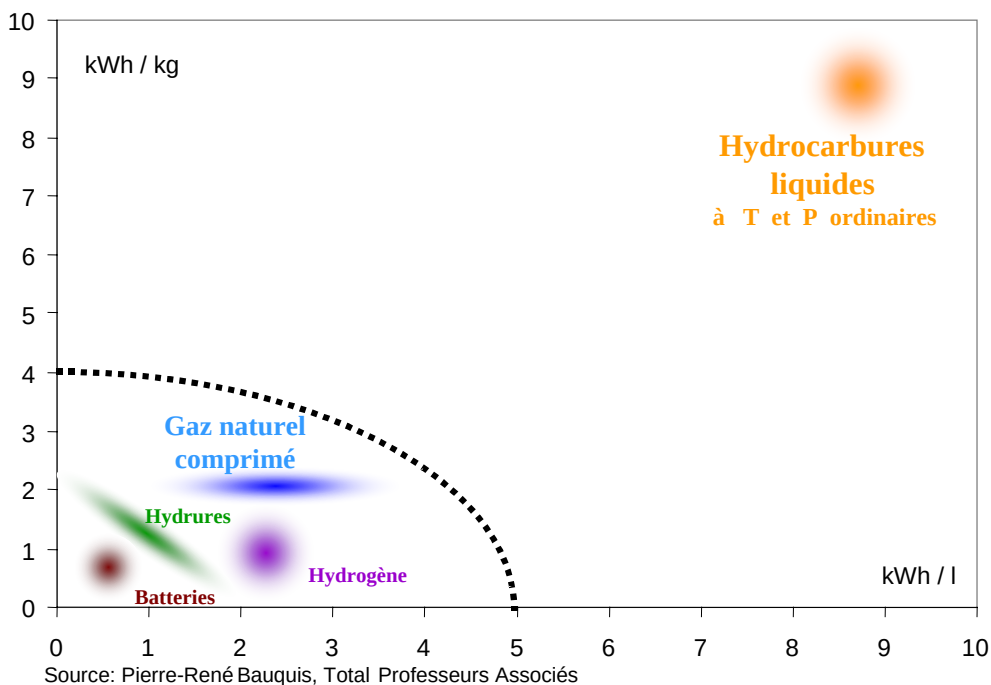
9.2. Transports

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 :

¹⁷ DPE : diagnostic de performance énergétique

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.

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.

9.3. 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.

10. Exemplarité des Pouvoirs publics et lisibilité de l'action

10.1. Exemplarité des Pouvoirs publics

10.1.1. 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.

10.1.2. 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.

10.1.3. 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).

10.2. Lisibilité de l'action publique

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

10.2.1. 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.

10.2.2. 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.

10.3. 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.

1. Royaume-Uni

1.1. 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 option 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.

1.2. 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.

1.3. *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 routes 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.

2. Allemagne

2.1. *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.

2.2. *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 2 t 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.

2.3. 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.

3. 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.

4. 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.

4.1. 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, 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.

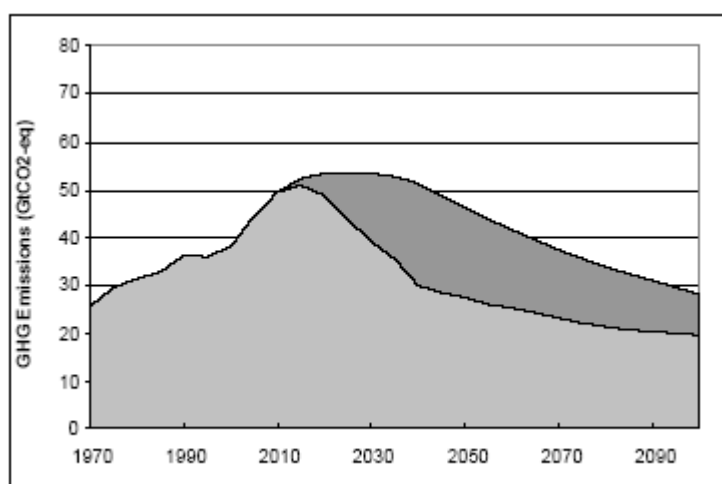
Selon la Commission, ne rien faire n'est pas une option raisonnable. Plus on attend pour agir, plus on augmente le risque d'irréversibilité du changement climatique, puisque les options permettant de

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.

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.

4.2. 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.

4.3. 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 1er 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* ».

4.4. 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.

5. 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.

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

Pays/ Organisation régionale	Institution/ organisme	Etat 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 Klimaschutzpolitik (mars 2006)	-80% GES	2050	1990
	Gouvernement fédéral	Programme national de lutte contre le changement 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 "Elaboration de méthodologies pour évaluer des options environnementales politiques à moyen et à long terme vers une société sobre en carbone au Japon" (lancé en 2004)	-60 à -80% GES	2050	1990
UE	Conseil/Parlement européen	6 ^{ème} Programme d'action l'environnement 2002-2012 (Décision 1600/2002/CE du 22 juillet 2002)	-70%	"A 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	Conclusions de la réunion des 22-23 mars 2005	Pays développés: -15 à -30% GES	2020	1990
	Parlement européen	Résolution 2005/2049 du 16 novembre 2005	Recommandation -30% GES	2020	
	Agence européenne pour l'environnement	Etude prospective pour identifier les éventuelles trajectoires de réduction 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
Etats-Unis: Etat 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

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

1. 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.*

²⁰ ETS : Emissions Trading System.

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.*

2. 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 effectuées 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.

²¹ TVS : Taxe sur les Véhicules de Société.

3. 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.

3.1. 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, 120 km/h sur autoroute, 100 km/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 biocarburants) d'ici 2020.

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

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.

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.

3.2. 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 l'extension à un plus grand nombre d'objets pourrait être accélérée.

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

²⁴ THPE : très haute performance énergétique.

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

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 :

- 1. modularité : monter des formations courtes et régulières dans chaque département afin de tenir compte des réalités des hommes et du territoire ;*
- 2. ces formations ainsi que les acquis de l'expérience déboucheront sur des acquis validés ;*
- 3. permettre par ces validations de déboucher sur une certification des compétences sur certains procédés constructifs.*
- 4. 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.

3.3. 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 « Chambolle » 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.*

3.4. 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.

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

²⁶ ANR : Agence Nationale de la Recherche.

3.5. 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.*

3.6. 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 performances 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

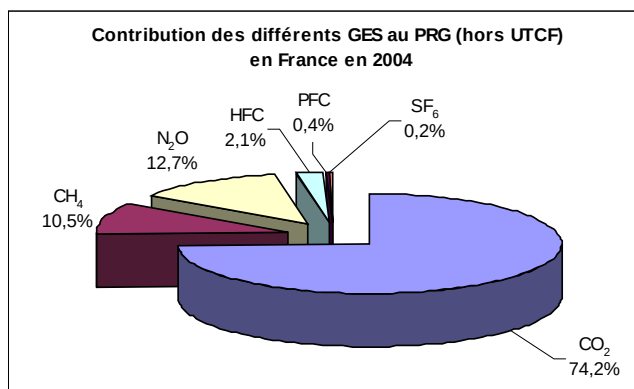
trois ans pour le rendre effectif (démarrage effectif pour les véhicules mis en circulation en 2010 ce qui permet au demeurant de valoriser la mise sur le marché de l'hybride diesel).

Page laissée intentionnellement blanche

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 UTCF²⁷), 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%).

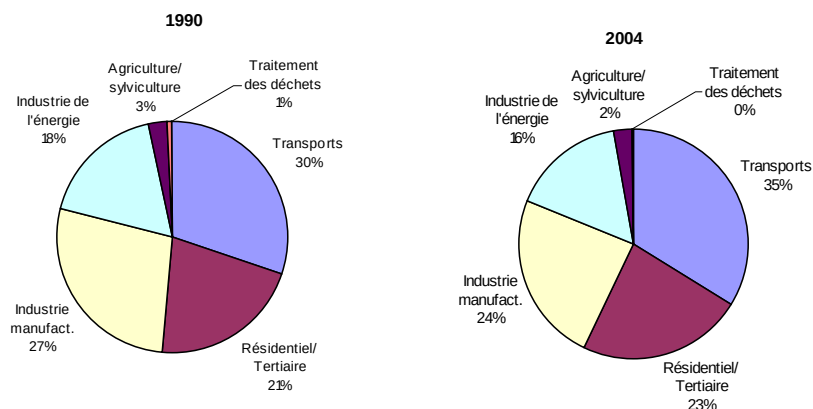


Remarque : France (métropole + DOM/COM)²⁸

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

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%).

Emissions 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

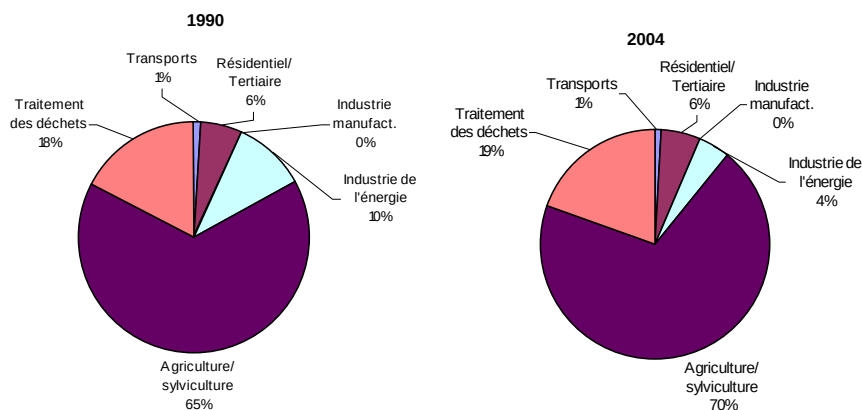
En ce qui concerne les émissions de CH_4 par secteur, l'agriculture représentait 70% du total en 2004, suivie du traitement des déchets (19%). L'agriculture représentait également 78% des émissions totales de N_2O en 2004, suivie de l'industrie manufacturière (10%).

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

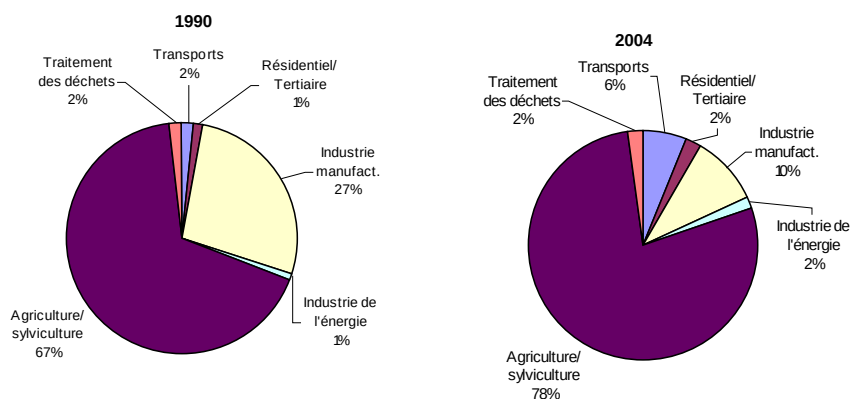
²⁸ A noter que le périmètre couvert par le Protocole de Kyoto est la France métropolitaine et les DOM uniquement.

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%).

Emissions de CH₄ en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCTF)



Emissions de N₂O en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCTF)

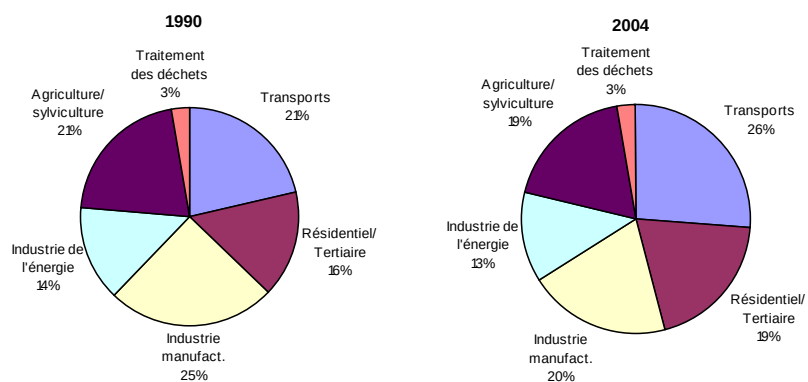


Remarque : France (métropole + DOM/COM)

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%.

Emissions de GES en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCTF)



Remarque : France (métropole + DOM/COM)

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

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

ANNEXE 2

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

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

2. 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 minime 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.

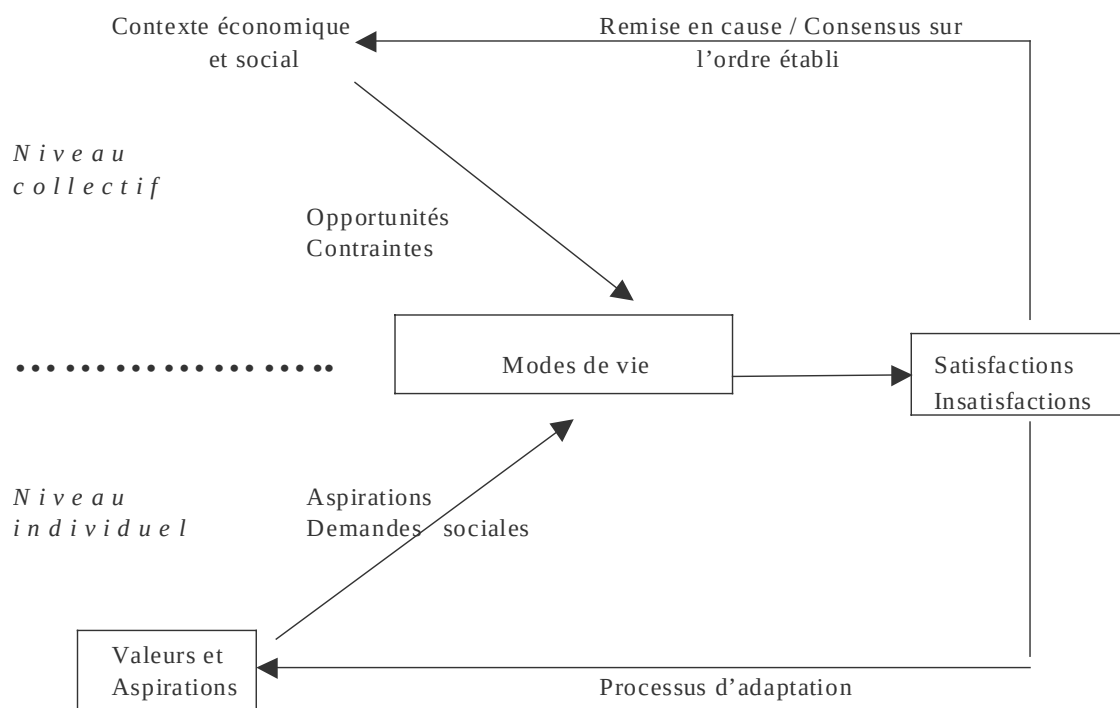
Le constat est donc que l'effet de serre est d'une part mal compris et, d'autre part, que les conséquences climatiques liées à l'effet de serre ne sont pas avérées, ce second point valant surtout pour les personnes les plus éduquées.

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%).

3. 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.

3.1. 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 ?

3.2. 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 Énergétique* » (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).

4. 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'accidents 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.

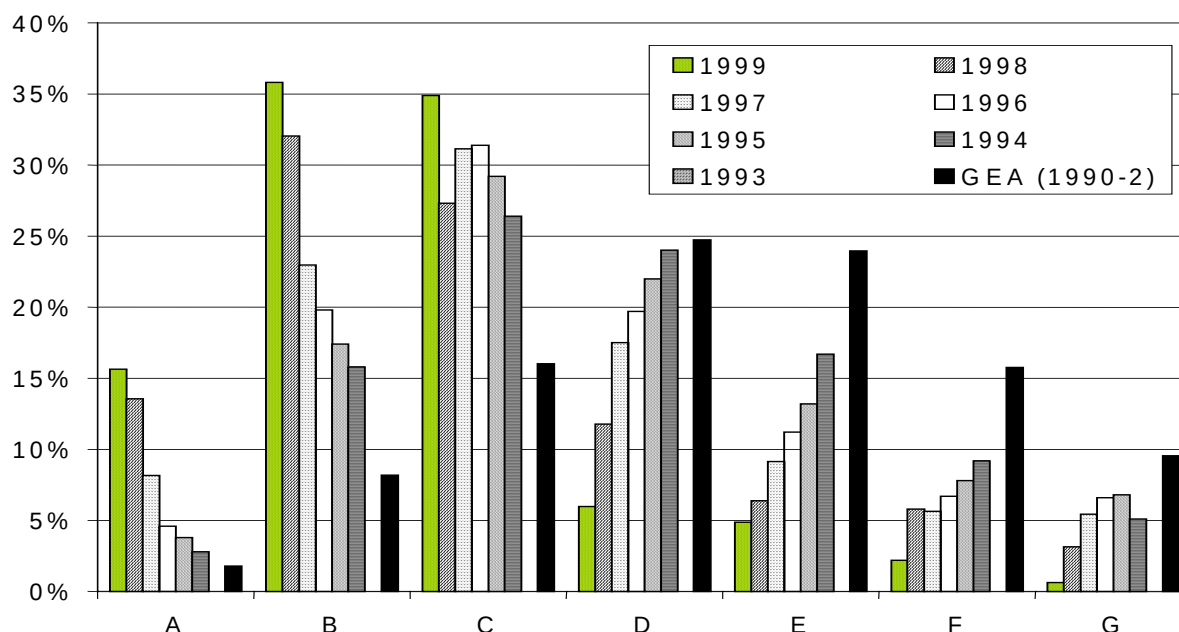
5. Politiques publiques

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.

5.1. 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.

5.2. 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.

5.3. 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

²⁹ Citation de Philippe Quirion.

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

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 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.

ANNEXE 3

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 $0,086/0,33 = 0,260606... \text{ tep/MWh}$;
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 $0,086/0,10 = 0,86 \text{ tep/MWh}$;
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	ENERGIE	ENVIRONNEMENT	TRANSPORTS	BATIMENTS
1950					
1951					
1952					
1953					
1954					
1955					
1956					
1957	Signature du traité de Rome				
1958					
1959					
1960		Désengagement de la France et 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			
1966					
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		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				
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 150 000 ans		
1984		Surcapacités de raffinage	1ères 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					
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)			
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 25,7mtep en 1973 à 50,4 Mtep en 2004	
2005	Février 2005 : entrée en vigueur du Protocole de Kyoto		Le CO ₂ 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	1 ^{ère} phase d'engagement du Protocole de Kyoto	Production pétrolière va se reconcentrer sur les pays de l'OPEP		Biocarburants = 5,75% carburants automobiles (LOA)	
2009					
2010					
2011					
2012					
2013					
2014					
2015	Décomptes finaux du Protocole de Kyoto connus				
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					
2023					
2024					
2025					
2026					
2027					
2028					
2029					
2030					
2035					
2040					
2050					

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.

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

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

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	Météo France CNRM
Philippe QUIRION	Réseau Action Climat
Henri REVOL	Sénateur
Claude ROY	Délégué interministériel aux bio-énergies
Jean SIVARDIERE	Fédération Nationale des associations d'usagers des transports (FNAUT)
Edouard TOULOUSE	World Wildlife Fund (WWF)
Laurence TUBIANA	Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI)
Guy VASSEUR	Association permanente des Chambres d'Agriculture (APCA)

Rapporteurs

Jean-Claude GAZEAU	Mission interministérielle de l'effet de serre (MIES)
assisté de Régis MEYER	Mission interministérielle de l'effet de serre (MIES)
Richard LAVERGNE	MINEFI - DGEMP - Observatoire de l'énergie
assisté de Catherine YAOUCHEFF	MINEFI - DGEMP - Observatoire de l'énergie

Invités permanents

Alain AYONG LE KAMA	Centre d'Analyse Stratégique
Véronique LAMBLIN	Futuribles
Mark TUDDENHAM	CITEPA

The Factor 4 Objective: addressing the Climate Challenge in France

Report from the Working Group on “Achieving a fourfold reduction in greenhouse gas emissions in France by 2050”

Chaired by Christian de Boissieu



Contents

	Page
Introduction.....	3
Introductory Chapter: What is Factor 4?	5
Chapter 1: What do the scenarios tell us? The main lessons	10
Chapter 2: Strategies to support the Factor 4 objective: fostering changes in behaviour and defining the role of public policies..	18
Chapter 3: The Factor 4 objective in international and European contexts: experience abroad, strategic behaviour, constraints and opportunities, particularly in Europe	37
Chapter 4: Recommendations	45
Annexes	54

This English version is a free translation of the authentic version of the Report.

August 2006

Page deliberately left blank

Introduction

Achieving a fourfold reduction in greenhouse gas emissions (GHGs) in France by 2050 is an ambitious and voluntary objective for our country that addresses a combination of many different aspects - technical, technological, economic, social, etc. - against a backdrop of important issues and choices for public policy-makers.

In a world beset by pressures that tend to force us into short-term perspectives, the “Factor 4” objective demands reflection and action for the long term. This is already being fostered by the legitimate and enduring success of the sustainable development concept, which has brought out environmental, pollution and climate issues, the central motivational theme of solidarity between generations, the need for good governance (in both public and private sectors), and so on. Imagining what 2050 will look like demands even more effort and, above all, answers from scientists as to what - in a future that is still distant but already being shaped today - is certain, what is less certain, and what is not certain at all. First of all, we need to investigate the relationships between GHG emissions and climate change, but the approach involves many other aspects as well.

Of course, as Keynes remarked, *“in the long run we are all dead”*. This means that a report like this one - looking to 2050 and therefore well beyond the scope of the Kyoto Protocol - has to address the question of how we should move towards the ultimate objective and towards the intermediate targets along the way. To achieve these intermediate targets, we need to develop an appropriate methodology and effective performance indicators, to make sure that actions are both clearly understood and consistent.

What should we expect from long-term scenarios? They should provide a framework for reasoning without restraining our imagination, our creativeness or our determination. It is obvious that trends in GHG emissions will depend on many different variables, including economic growth and demography. But as the distance increases between us and the focus of our analyses, projections for these essential parameters turn into assumptions that are more or less reliable and more or less normative. We do know, however, that energy accounts for around 70% of GHG emissions and must therefore represent some 70% of the “Factor 4” solution, so it is not surprising that the different “Factor 4” scenarios are mainly, but fortunately not exclusively, based on energy projections.

On the other hand, because they are not readily integrated, these scenarios also bring out the importance of two crucial points of potential bifurcation: technological developments and changes in behaviour. In this area as elsewhere, Schumpeter’s view of technological change seems convincing. Technical progress is not linear: innovations occur in clusters, giving rise to technological breakthroughs, and it is therefore extremely difficult to anticipate future inventions and to model the genesis of new technologies that may appear in 2050, whether in transport (automobiles, aviation, etc.), housing, the timber industry or the forestry, farming and agri-foods sectors (given the expectations raised by biomass and biofuels), and so on. We are now in a world of scarce resources, as evidenced by tensions in the energy sector or by the challenge of providing access to clean water and unpolluted air. The range of commodities that can be freely accessed has diminished considerably, which is another way of saying that the range of “economic” commodities, characterised by scarcity, has widened accordingly. Among the scarcities that are perceptible today, we have to try to discern those that are temporary and those that will endure. Some – and only some – of today’s scarcities reflect our collective inability to anticipate the technology-driven bifurcations of tomorrow.

As for behaviour patterns, whether individual or collective, these will be a decisive factor in whether or not we achieve the Factor 4 objective. This brings us to studies of behavioural dynamics, to the importance of training and information, and to the precise role of public policies in prompting them in one direction or another. Combining technology and behaviour refers us back to the well-known and crucial challenges of energy saving and energy efficiency improvements, which have been on the agenda since the oil shocks of the 1970s but have never been fully addressed.

Another important challenge for the Factor 4 approach is precisely the need to combine two complementary approaches: vertical analysis that focuses successively on the main sectors concerned – industry, transport, construction, agriculture, etc.- and a cross-sectoral approach that leads in particular to issues of public regulation. In this regard, studies on ways and means of delivering the Factor 4 objective directly raise the question - which is clearly a matter for political economics and politics in the widest sense - of choosing the right balance between free market forces to influence behaviour (as in, for example, the market for CO2 or environmental taxation) and regulations introduced to govern behaviour.

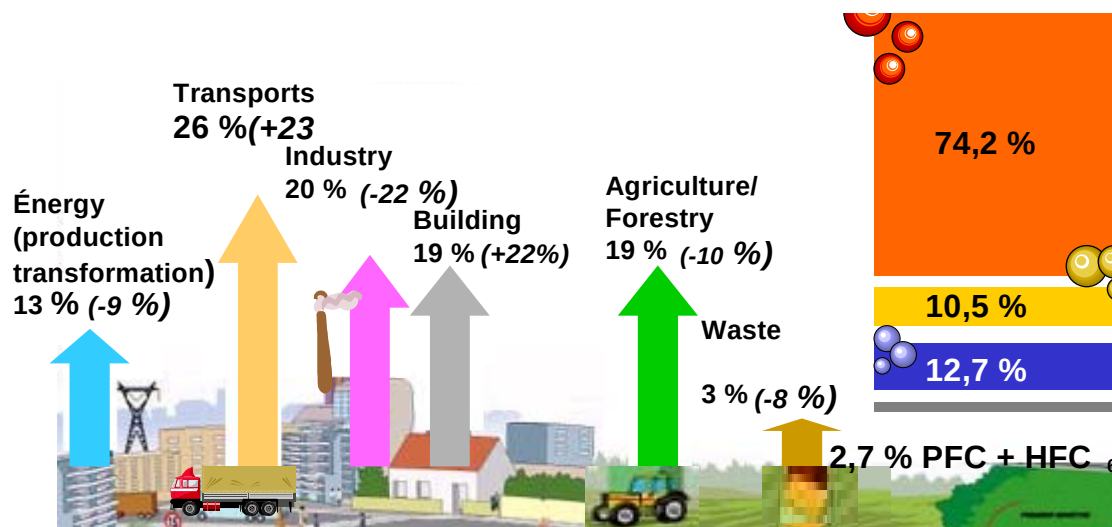
The world's climate and the environment are collective goods. This was already so before globalisation and it is even more true today. While a country such as France may be an example to some of its European neighbours in these areas, any true response to the challenge has to be global. At the very least, we need to start with better coordination within Europe. Now that over a year has elapsed since France and Holland rejected the European Constitution, a practical way of relaunching the European ideal and motivating citizens and public opinion would be to set a few common objectives on energy and the environment. Policies on these topics will remain national in part, by virtue of subsidiarity. It would be absurd to set preconditions on convergence: for example, the different Member states have no intention of giving the same weight to nuclear energy and therefore of converging towards the same "fuel mix". On the other hand, we might hope for more consistency and compatibility between national policies within the EU. Exchanging information is the first step towards coordination, and in this regard, we would like to thank our British friends, and especially Nick Stern and his team working for the Chancellor of the Exchequer, for having set out their own views, which are very close to the French approach, on a fourfold reduction in emissions. Common initiatives need to be sought out, since some countries that are still hesitant today may gradually move forward. There may even be reason to hope that cooperation¹ will be strengthened by addressing these topics, which involve the very future of our planet and of our descendants.

Christian de Boissieu

Chairman of the Working Group on "Achieving a fourfold reduction in greenhouse gas emissions in France by 2050", known as the "Factor 4 Group"

¹ As defined in Article 11 of the Treaty establishing the European Community.

Introductory chapter: What is Factor 4?



GHG² emissions in France (including the DOM/COM) in 2004, by sector (excluding LULUCF³) (in brackets, trends since 1990; source: CITEPA Inventory, SECTEN/PNLCC format, February 2006)

The “Factor 4” concept was first introduced by Ernst Ulrich von Weizsäcker⁴, Amory B. Hunter and L. Hunter Lovins⁵ in a report⁶ to the Club of Rome published in 1997 that advocates “doubling wealth by halving natural resource use”. Initially, therefore, it covered a broader area than greenhouse gas emissions and the objective was a relative one (the natural resource content of GDP). The expression was later adopted to refer to GHG emissions. Using simplified assumptions and applying them to CO₂ only, the rationale is as follows:

- According to the IPCC⁷ (see graph below), in order to stabilise atmospheric concentrations of CO₂ at 450 ppm, temperature rise would need to remain within the range of 1.5 to 3.9°C. In other words, the probability of a 450 ppm concentration with a temperature rise of less than 2°C is well below 50%. The 450 ppm objective is probably the lowest that can be set since concentrations are already at 382 ppm, and the current rate of increase of nearly 2 ppm per year would only slow down gradually even if all emissions were to cease;
- For concentrations to stabilise at 450 ppm, annual emissions in 2050 would have to amount to no more than 4 Gt of carbon, or, based on the current world population of 6.5 billion people, 0.6 t of carbon per person per year. France, with a population of 61 million, would be entitled, proportionately to the number of inhabitants, to 38 Mt of carbon emissions, which is four times lower than current levels (140 Mt C).

² GHG: greenhouse gas.

³ LULUCF: land-use, land-use change and forests.

⁴ Founder of the Wuppertal Institute on Climate, Environment and Energy (Gemini).

⁵ Of the Rocky Mountain Institute (Colorado, United States).

⁶ *Factor 4: Doubling wealth – halving resource use. A report to the Club of Rome*, Earthscan Publications Ltd., London, 1997.

⁷ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

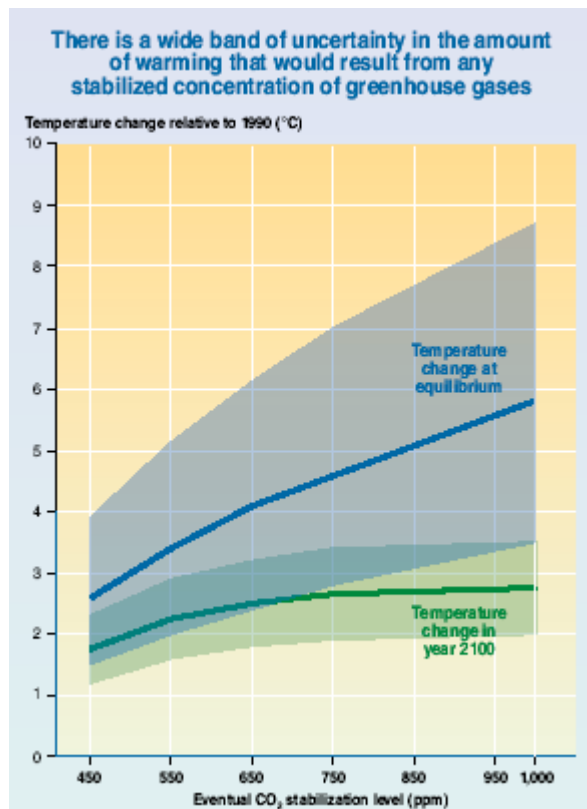
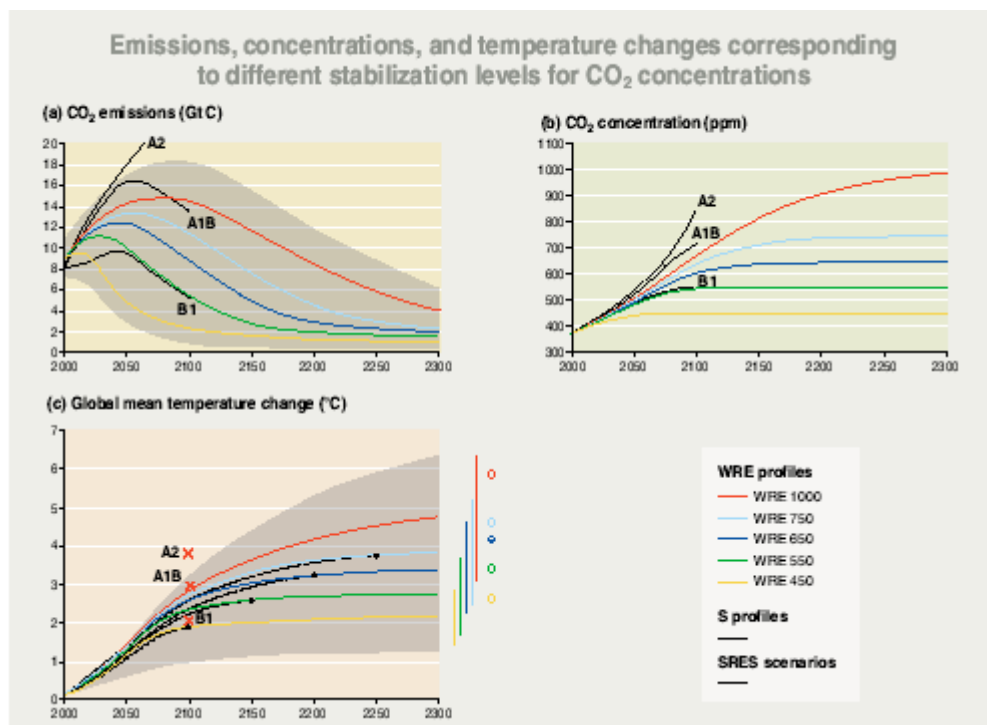


Figure SPM-7: Stabilizing CO₂ concentrations would lessen warming but by an uncertain amount. Temperature changes compared to year 1990 in (a) year 2100 and (b) at equilibrium are estimated using a simple climate model for the WRE profiles as in Figure SPM-6. The lowest and highest estimates for each stabilization level assume a climate sensitivity of 1.7 and 4.2°C, respectively. The center line is an average of the lowest and highest estimates. *Source: Third IPCC Assessment Report (2001)*



Source: Third IPCC Assessment Report (2001)

Figure SPM-6: Stabilizing CO₂ concentrations would require substantial reductions of emissions below current levels and would slow the rate of warming.

CO₂ emissions: The time paths of CO₂ emissions that would lead to stabilization of the concentration of CO₂ in the atmosphere at various levels are estimated for the WRE stabilization profiles using carbon cycle models. The shaded area illustrates the range of uncertainty.

CO₂ concentrations: The CO₂ concentrations specified for the WRE profiles are shown.

Global mean temperature changes: Temperature changes are estimated using a simple climate model for the WRE stabilization profiles. Warming continues after the time at which the CO₂ concentration is stabilized (indicated by black spots), but at a much diminished rate. It is assumed that emissions of gases other than CO₂ follow the SRES A1B projection until the year 2100 and are constant thereafter. This scenario was chosen as it is in the middle of the range of SRES scenarios. The dashed lines show the temperature changes projected for the S profiles (not shown in panels (a) or (b)). The shaded area illustrates the effect of a range of climate sensitivity across the five stabilization cases. The colored bars on the righthand side show uncertainty for each stabilization case at the year 2300. The diamonds on the righthand side show the average equilibrium (very long-term) warming for each CO₂ stabilization level. Also shown for comparison are CO₂ emissions, concentrations, and temperature changes for three of the SRES scenarios.

The expression “Factor 4” is actually never directly mentioned in any IPCC report, nor is it found in any EU statutory instrument setting out long-term climate change strategy. Countries which have formulated long-term commitments or objectives do not use it as a reference either.

To ensure that the expression is clear to all, including in other countries, there needs to be a clear understanding as to what exactly is covered by the Factor 4 objective. The simplified arithmetical calculation given below highlights the main points that demand a common perspective.

- What does the Factor 4 objective cover?
 - **CO₂ only or all GHGs?** CO₂ accounts for 70% of all French GHG emissions of human origin. It is assumed that the effects obtained with a fourfold reduction in CO₂ emissions only would be the same as with a reduction in emissions of all GHGs considered in CO₂ equivalents. This has the advantage of broadening the field of measurements to track progress towards the objective. In the case of methane (CH₄), it also accelerates the impact on atmospheric concentration reductions, since methane has a shorter lifetime than CO₂. **Generally speaking, to achieve the Factor 4 objective, all six GHGs concerned need to be addressed⁸.**
 - Should GHG emissions be considered in “gross” terms, or after taking carbon sinks into account? Taking gross emissions would remove possibilities for using the potential of carbon sequestration via agriculture and forests, which is by no means negligible in the long term. The Factor 4 objective should therefore apply to GHG emissions minus carbon sequestration via agriculture and forests and subsequently, if this proves to be both possible and desirable, via geological capture and storage also – with the reservation that unmanaged or poorly managed forests are less effective as carbon sinks (because decomposing biomass releases methane).
- How is the Factor 4 objective defined?
 - **Choosing the reference year.** For the sake of clarity, even though this is a relatively minor issue considering the scale of the efforts required, the Factor 4 objective should be set against a specific agreed reference year. 1990 would be the most convenient choice, as it is already used for Kyoto Protocol objectives.
 - **Undertakings or objectives?** International agreements on GHG emissions restrict emission rights until 2012. After that point, objectives become undertakings. The Factor 4 objective should be clearly differentiated from the undertakings a country has subscribed to.
 - **An absolute or relative objective?** Atmospheric concentrations of GHGs are affected by absolute, not relative, GHG emissions. The Factor 4 objective must therefore refer to absolute emissions, which means that it will become more restrictive with the growth of the country’s economy and population. This does not imply any preconceptions as to the (relative or absolute) nature of future undertakings.
 - **Is the objective for France, for Europe, or for developing countries?** The Kyoto agreements and those on burden-sharing between European countries make a distinction between undertakings made by different countries on the basis of two main considerations: their level of development and their “fuel mix”. By establishing a Factor 4 objective on its own account, France has implicitly removed that distinction from perspectives to 2050, since the objective is a long-term one and partly disconnected from medium-term undertakings. It should be noted that coordination between the developed countries is essential in the long term if the Factor 4 objective is not to lose its significance.

In France, the Factor 4 concept was first laid down by President Jacques Chirac, followed by Prime Minister Jean-Pierre Raffarin. At the opening of the 20th plenary session of the IPCC, on 19 February 2003 in Paris, the latter stated that “*global GHG emissions must be halved by the year 2050*”. For France, as an industrialised country, “*this is equivalent to a fourfold or fivefold cut in emissions. By virtue of the principle of shared but differentiated responsibility, we must give the example as regards the implementation of domestic policies to tackle the greenhouse effect*”. This aim was later incorporated into Article 2 of the Energy Policy Act of 13 July 2005.

⁸ The six gases are CO₂, CH₄, N₂O, and the PFC, HFC and SF₆ group.

More broadly, at international level, a strategy of the Factor 4 type is bound to raise the issue of governments regaining control over their future energy supplies. Changes in production and consumption patterns will have to be very substantial (the scale of the effort required in the case of existing buildings and automobiles is ample proof of this). The point, then, is that we need to state, and not merely try to describe, what the future will look like by 2050. And what we need to make are policies, not forecasts.

Chapter 1: What do the scenarios tell us?

The main lessons

Scenarios, even for a future as distant as 2050, have the advantage of providing a framework for a reasoned approach. Qualitative reasoning is obviously central to the approach, no doubt all the more so as we look further ahead in time. Furthermore, many of the points to be considered cannot be quantified, either directly or indirectly. Comparing different scenarios is a valuable exercise in itself, as it brings out points of convergence, divergence and bifurcation that explain how and why the scenarios differ.

Long-term macro-economic hypotheses are crucial to long-term forward studies on energy and GHGs, whether the focus is on growth pathways or population dynamics, on Europe, France or the world, and so on. Concerning economic growth assumptions, the Factor 4 Group has taken note of those explicitly introduced into the different scenarios, rather than building up its own growth pathway to 2050. However, the Group's discussions⁹ are firmly anchored within a rationale that posits growth as a desirable objective. The "Factor 4" pathways discussed here therefore do not take "negative growth" as a working assumption. The overall aim of the approach is to reduce the GHG content (especially of CO₂) of growth.

1. Scenarios studied by the Factor 4 Group

The purpose of energy scenarios is to establish energy budgets for 10, 20, 30 and even 50 years hence, which have to be consistent in terms of energy supply and demand. The scenarios studied by the Factor 4 Group focus essentially on energy, from which emissions currently account for 73% of all GHG emissions in France.

In the last two or three years, a great many descriptive scenarios to the year 2050, for France and for the rest of the world, have been produced by energy companies or experts and consultants in the field. The Factor 4 Group has focused on a selection of model-based scenarios and interviewed their spokespersons:

- Transport scenario to 2050 from the CGPC¹⁰
- DGEMP-OE (2005) Factor 4
- Greenpeace (Dr Wolfram Krewitt)
- MIES (2004) Factor 4 by Pierre Radanne
- Négawatt
- *Division par 3* (A Threefold Reduction) by Henri Prévot

The range of scenarios studied by the Factor 4 Group is not exhaustive, as not all the possible combinations of energy sectors that can be considered compatible with a Factor 4-type objective - renewable energy sources, nuclear energy with waste management, low consumption, high-efficiency energy use, fossil energy with CGS¹¹ - have been tested. There is also a place to be found for new energy technologies, such as storage methods for electricity and hydrogen (especially for storing intermittently produced electricity, for example from wind power) or the 4th generation of nuclear

⁹ Some members of the Group argue that GDP cannot be taken as a reliable indicator of welfare and believe that it would be counterproductive for economic policy to aim for either growth or declining growth in GDP, but they agree on a decrease in consumption of energy and raw materials and of course in greenhouse gas emissions.

¹⁰ CGPC: *Conseil général des Ponts et Chaussées* (supervisory highways council).

¹¹ CGS: Capture and Geological Storage of CO₂.

power plants, which may offer additional room for manoeuvre provided they are acceptable and sustainable.

One lesson that can be drawn immediately from the scenarios studied is that they highlight various “no-go options”, “indispensable steps” and “necessary quantum leaps”, as classified in the MIES Factor 4 report by Pierre Radanne:

a) “No-go options”:

- delaying the introduction of facilities compatible with the substantial energy savings to be achieved, particularly in construction and transport,
- high consumption of fossil fuels for heating needs,
- high consumption of fossil fuels for power production, except when combined with CGS and provided the latter has been agreed to as environmentally acceptable,
- maintaining petroleum as the main fuel for transport.

b) “Indispensable steps”:

- increased energy efficiency in all sectors and especially in existing housing,
- savings in peak-time electricity consumption,
- structural changes in transport behaviour and infrastructure,
- transformation of the energy supply system, with priority given to future or existing non-GHG emitting sources, such as renewables or nuclear power¹².

c) Three opportunities, based on technological advances or quantum leaps that may prove essential if applying the “no-go” and “indispensable” principles is not enough:

- development of VLE (very low emission) fuel-burning technologies in all fields of human activity,
- electricity storage and/or development of hydrogen fuel,
- CGS.

2. The main lessons

Generally speaking, the feasibility of any given pathway (or strategy) for reducing emissions is often omitted. There is a risk, in focusing on a fourfold reduction in emissions by 2050 (Factor 4 objective), of reinforcing the idea that if we have the “right” technologies by 2040, it will be easy to make adjustments to bring overall emissions in 2050 down to the appropriate level (i.e. a fourfold reduction in France). This is quite unfounded, unless it could be assumed that the technology in question would be competitive and affordable in all situations, and would not cause capital inertia once the money was invested.

Despite the difficulties involved in looking as far ahead as 2050, the Factor 4 Group agrees on the areas that the public authorities must address:

- **speedy implementation of policies and measures** to phase in the “indispensable steps” and make sure they are acceptable,
- **large-scale R&D investments**, which are essential to bring about the necessary “quantum leaps” in technology and, for France, to secure commercial control over these technologies when the time comes,
- incentives to speed up application of **relevant R&D results**, for example by creating new infrastructure or integrating results into public policies.

However, the members of the Factor 4 Group had very different views on other issues:

- distribution of the burden of effort between energy demand and supply,

¹² The Factor 4 Group does not unanimously agree on nuclear energy as a solution that is compatible with sustainable development.

- the “fuel mix” of the future, where the Group was unable to reach a consensus on the future role of nuclear energy and CGS,
- the nature of the means to be implemented.

2.1. The energy supply side up to 2050

This is the aspect where opinions differed most, at various levels.

2.1.1. The “fuel mix” in 2050

An initial question, on which views were expected to diverge, concerned resource availability. However, consensus in this area is not necessarily a determining factor since “peak oil”, or “peak gas” is not a crucial issue for the Factor 4 objective. Action against climate change will tend to reduce fossil fuel use (unless CGS goes into intensive development) and therefore postpone these peaks. On the other hand, energy supply problems may arise: for example, early redeployment of nuclear power could be held back initially because of the decline in uranium prospecting and production in the last 20 years. Some renewable energy sources may be held back by problems with development of supply and distribution circuits or by potential use conflicts between housing, water and food production and landscape.

These points have brought us to the conclusion that the Factor 4 problem cannot be resolved by market forces alone as a “by-product” of the exhaustion of fossil fuel resources (cf. Hotelling’s Rule), if only because the two phenomena are proceeding at very different tempos. What is needed, therefore, are strong regulatory measures introduced specifically to address the climate challenge.

Similarly, fuel prices (excluding taxes) cannot be relied upon to deliver the Factor 4 objective. The fundamentals of the world energy sector do not take CO₂ constraints into consideration. There is therefore a real risk, given rising oil and gas prices, of excessive development of alternatives that are even more CO₂-intensive, such as asphalt sand, bituminous schist, synthetic fuels produced from coal or CTL (Coal To Liquid).

The synergy between energy security and the Factor 4 objective in fact tends to be positive: it can be shown that strategies for cutting CO₂ emissions can prolong the lifetime of conventional hydrocarbon deposits and thus relieve tensions on these markets.

The scenarios all agree that renewables should have a much larger share in the fuel mix than today. However they diverge as to the acceptable limits, in France and elsewhere, for reconciling the different land uses involved (for food production, energy production, housing, etc.).

Where electrical power is concerned, the European electricity sector lacks foresight as to the objectives required from it in the next 20 to 30 years. The current allocation of GHG quotas expires at the end of 2007 and the next allocation will cover only five more years. IEA¹³ studies show that, overall, industrialists are better off waiting for their quota allocations than taking the risk of investing at a loss. For the same reason, once the 5-year allocation is known, their best option is always to wait for the next one. Allocating quotas over a longer period is therefore an imperative, as industrialists need to be able to plan ahead.

If the market for GHG quotas is to become fully effective, new participants would need to comply with a genuine obligation to opt for the solutions that generate the most savings in CO₂ emissions. Ideally, allocations without charge should be abolished entirely, but the overall economics of the system do not encourage this option. This could change if, in parallel, facilities that cease operations could keep - and even sell - their allocations for a length of time that needs to be specified. Failing this, the dynamics required to modernise electrical and industrial production systems will not be set in motion. Amounts assigned without charge in perpetuity effectively create a subsidy for maintaining aging plants and units, which is no solution to the problem.

¹³ IEA: International Energy Agency.

The fact that nuclear energy, in some countries, is a serious option for mitigating the greenhouse effect, makes no difference: the rise in prices for high-carbon alternatives (gas or coal, with or without carbon capture) mean that all our surplus nuclear power can be very profitably traded elsewhere in Europe¹⁴.

2.1.2. Impacts of technical advances

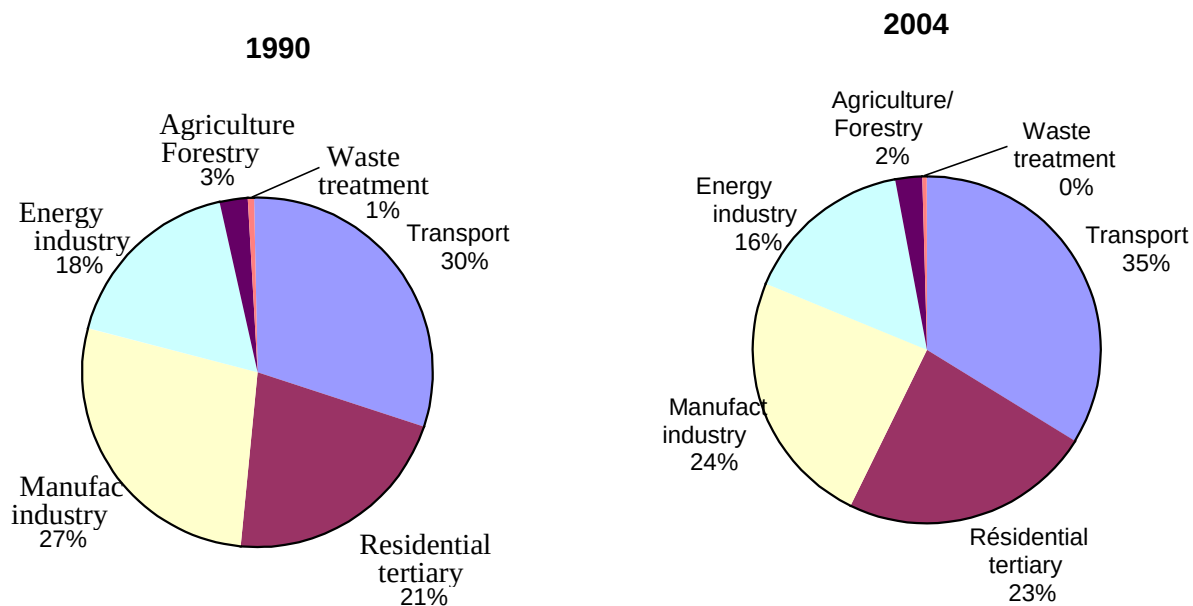
The many technical advances expected up to 2050 will be essential in tackling climate change. Some technologies have been well identified, but further efforts are needed to finalise their development and transfer to the market, as in the case of rechargeable hybrid motors for transportation. Others, concerning hydrogen storage for example, or, better still, electrical power storage, photovoltaic energy, 4th-generation nuclear energy or nuclear fusion (planned for commercial use only after 2050), could generate substantial opportunities. On the conventional technology front, associating CGS with the exploitation of non-conventional deposits could also bring long-lasting relief before fossil energy resources eventually become exhausted.

Nevertheless, all these innovations have to be compatible with sustainable development, and there is a risk that they will not emerge satisfactorily within the time required by the Factor 4 objective. Furthermore, the remaining uncertainties as to the nature - and costs - of the climate change solutions that technical advances may produce by 2050 makes the exercise undertaken by the Factor 4 Group highly problematical.

2.2. Energy demand by 2050

Observations of past experience not only show considerable differences in the behaviour of the various sectors in the French economy, regarding both energy consumption and GHG emissions, but also that they have not necessarily moved in the same direction. For example, emissions are tending to rise in the transport sector, while emissions from power production have dropped significantly. The pattern in major sectors is set to change in the future, since the potential for further emission savings is shrinking, especially in industry.

¹⁴ A more complete analysis may be found in the IEA study entitled “*Learning from the critics*” (2005).



Sources of CO₂ in France (mainland + DOM/COM), by sector, excluding LULUCF, in 1990 and 2004 (source: CITEPA Inventory/SECTEN/PNLCC Format, updated February 2006)

On the demand side, technology has an important role but there is a risk of “rebound” effects whereby advances in energy efficiency are undermined or cancelled out by more wasteful consumption. The need, therefore, is to find ways of changing behaviour among businesses, public administration and households.

This is where an ambitious energy management policy would have the most value, whether in the short or long term. In the short term, many EMP options are relatively inexpensive and could be made available quite soon. The IEA’s publication entitled *Cool appliances* shows that the household appliances sector alone has considerable potential for reducing consumption, at negative cost, via regulations on minimum energy-efficiency standards that would require manufacturers to market appliances at least cost in terms of a product’s entire lifetime. The market would thus only supply products reflecting innovations guaranteeing that the relevant energy service (refrigeration, cooking, etc.) is provided at least cost overall, including in terms of electricity and/or gas bills. This would effectively remove any so-called “split incentives”. In existing housing, many different options are available to improve thermal efficiency in buildings, including double glazing with improved insulation, where the additional costs compared to conventional solutions are easily offset during the product’s lifetime.

The 2005 G8 summit in Gleneagles rightly made energy management policies an article of faith. Their value also lies in the fact that they are essential in securing widespread penetration of technologies for clean energy supplies. In the case of electricity, it would be a mistake to believe that CGS would be equally viable in a world where China, say, had an 800 GW capacity for coal-fired electricity production and in a world where energy management policies had reduced that capacity by 30 to 50% (these figures are given merely as an illustration). Whatever the existing regime, electricity producers would have to face considerable capital expenditure for CGS, and the higher their power production capacity – and consequently the costs of carbon capture (where, as in many other cases, the marginal costs are rising) - the more they will be reluctant to invest. By limiting the scale of the effort required on the supply side, these technological strategies can be made more acceptable. Without an energy management policy, progress in reducing GHG emissions will be slower and less far-reaching.

2.2.1. Changing behaviour patterns

Citizens’ behaviour seems to be the most difficult question to address in energy demand scenarios, compared to changes in infrastructure or unit consumption. Analyses of the latter are based on long statistical series that allow elasticity calculations and trend forecasts. However, abrupt changes in

behaviour, as incorporated in several scenarios, raise the problem of acceptability among citizens or businesses, neither being necessarily as disciplined as one might wish. One approach to persuasion via information, association and incentive, with the burden being shared across all layers of society and economic activity, might be encapsulated in a “national carbon pact” as put forward by the CFDT.

The impact of the price of products and services on energy consumption is undeniable, but elasticities are relatively low and much debated. We therefore need to consider different ways of shifting behaviour patterns in the “right” direction. In this regard, individual or professional consumers often do not have real-time and timely information on prices or alternative low-carbon options. Advances in information technology have opened up prospects for delivering this type of information on a large scale in the near future. The scenarios available cannot readily address the impact of changes in behaviour, so this is often assessed in the abstract through technical or elasticity coefficients. Due to lack of time, the Factor 4 Group was unable to reach an agreement on quantitative aspects of the CO₂ emission cuts that would result from these changes. It would be desirable if sociologists also tackled this question, which is likely to be complex despite attempts to argue the matter in terms of “all we need to do is...” or “where there’s a will, there’s a way”. Examples are often cited, such as reducing foreign tourism by air, but the right to travel is often seen as an inalienable form of human progress. The development of teleworking is another option, provided that scenarios incorporate the fact that working with colleagues may be considered as a positive externality in working conditions (the hybrid solutions currently being tested among receiving communities may be a good compromise). Similarly, controversial as they are, the “rebound effects” produced by changes in behaviour should not be excluded: these include distances between home and work for teleworkers, multiple short journeys by scooter or small car to deliver Internet orders, and so on.

In general, it would be useful to make a list of changes in behaviour that might have a significant influence on CO₂ emissions and which would be acceptable in terms of their impact on the overall socio-economic utility of citizens and businesses. This is regarded as a particularly promising avenue in the area of transport, and there is undoubtedly a great deal of potential to be tapped here. There are frequent references to the increasingly tough speed checks on roads, which not only substantially lowered fuel consumption and oil imports in France in 2003, but also lowered casualties - an exemplary win-win effect. It is also pointed out that half of all car journeys cover less than 3 km: easy alternatives can readily be considered, provided that people are prepared to change their habits.

One area to be explored is a frequently observed attitude among business and administration executives who see business travel as a form of reward or recognition. So-called “loyalty cards” (like *Fréquence Plus*) tend to encourage this, although such journeys, when they do not have a specific purpose (commercial or technical, etc.) could often be avoided thanks to advances in information technology. The reasons for this behaviour need to be understood, both for employees (ego boost, aspirations to freedom, etc.) and employers (employee motivation, reaching outwards), in case the costs prove to be such as to require limitations or bans on the practice.

Appropriate behaviour patterns among citizens should be encouraged from a very early age, through awareness activities and teaching in school. However, although a community that has been prepared in this way will adopt the best solutions more easily, this is still not enough: the scenarios show that, in the long term and as a continuation of an existing trend, purchasing power will increase faster than energy prices, unless an eco-tax is introduced to offset the difference or even reverse it. The acceptability of this change would certainly be a challenge, given prevailing trends in favour of individualism and consumerism.

2.2.2. Effects of technical advances

The scenarios understandably lack precision as to the effects of technical advances. In the case of well-established techniques, such as insulation, heating and air-conditioning in buildings, it is fairly easy to predict advances as far as the introduction of “positive energy” buildings (which produce more energy than they consume). The uncertainty lies more in the rate of dissemination of technologies that are already available or soon will be. This uncertainty is rarely expressed, and the rate of dissemination is generally used by the public authorities as an variable adjustment. However, energy

needs involve a number of unknown factors arising from new uses, for example in health, leisure, daily life (mobile telephones, MP3, SUVs, individual housing rather than apartments and so on). Some uses can be modelled or banned by the public authorities, which again raises the question of the role of the State.

2.3. Public policy objectives

Our analysis of the scenarios shows that any public policy to promote the Factor 4 objective has to be built around three closely interconnected policy areas:

- a new momentum in the field of energy management,
- ambitious support to R&D,
- implementation of all available economic instruments, with safeguards to minimise any undesired effects.

A policy of this type is urgently needed as any delay will increase the burden of subsequent efforts.

The public authorities, i.e. the State and the local authorities, must give the right example as major consumers of energy, goods and services and as key influences on public contracting.

Particular attention must be given to any loss of competitiveness among French businesses as a result of adjustment to a more costly fuel mix. However, the Factor 4 Group recognizes that there is a “first mover advantage”. On the other hand, the additional costs of climate policies, which seem relatively minor in some quarters compared to the cost of exchange rate fluctuations, may be seen by others as excessive. One solution would involve introducing a system of border tax adjustments that would exempt products exported to “permissive” countries and levy a higher tax on imports of GHG-intensive materials. A system of this kind would still need to be made acceptable in terms of administrative complications and compatibility with WTO rules.

The public authorities have three means at their disposal to act on energy demand: regulations, incentives (subsidies, information and so on) and economic instruments (taxation, certification, etc.).

Many different economic instruments are available and they certainly have powerful effects, but unless the right balance is found in applying them, their use may be dangerous for the economy. Moreover, their acceptance demands major efforts to educate and persuade citizens.

In view of the very different situations in different sectors of economic activity, the members of the Factor 4 Group agree that it is not enough to spread the marginal costs of reducing emissions evenly across sectors (by means of a tax on CO₂ or tradable emission licenses) and that awareness raising and information, though necessary, will not be sufficient either.

Spreading these marginal costs evenly is effectively not an option, except across uniform sectors (which is not at all the case in industry for example), since this would have long-term structural impacts and sectors that are exposed to international competition may seek ways of limiting the effort required of them. In any case, if the cost of environmental efforts is to be kept as low as possible, then the differential between the marginal reduction costs required from the different sectors also has to be kept as low as possible.

What is needed are ambitious and effectively enforced regulations and an increase in the cost of energy, particularly as this tends to decrease in the long term in relation to purchasing power.

Labour productivity per hour (production/hours worked) is relatively high in France compared to other OECD countries, while the productivity of capital (production/capital) is rather low. In other words, France uses relatively less labour and more capital than the other countries studied. Working towards the Factor 4 objective would be especially beneficial in France’s labour-intensive sectors (waste recovery, public transport, construction, etc.). One problem lies in the fact that household spending on energy is proportionately higher among poorer families than in affluent households, which means that “redistributive” systems would need to be introduced.

It should be noted that in considering sectors one after the other, there is a risk of missing various synergies and opportunities - in industry amongst others - that may emerge from a more integrated approach. This is the subject of the ongoing studies on carbon-constrained scenarios (*Scénarios sous contrainte carbone - Quels enjeux pour l'industrie ?*) conducted by the EPE (*Entreprises pour l'Environnement*) and the Institute for Sustainable Development and International Relations (*Institut du Développement Durable et des Relations Internationales* or IDDRI), with modellers from the CIRED, LEPII-EPE and a group of industrialists who are trying to explore the various industrial dimensions of these scenarios beyond the improvements planned in their own production processes.

Within the overall range of solutions for global climate governance, there are a number of sectoral solutions in which French multinationals will be playing a leading role that could become a driving force in advancing strategies for substantial emission reductions.

Conclusions for the French economy

If we accept that the French economy and French society are capable of adjusting, and that the population's welfare can continue to improve despite the carbon handicap, then a positive view of the transition to Factor 4 emerges.

Since the preferred perspective here is not to constrain GDP growth in the medium and long-term (cf. "declining growth"), but to achieve better control over growth and reduce its GHG component (especially CO₂), the development of long-term strategies based on strong voluntary action is even more crucial.

As of now, France is in a position to develop products and services that will be in increasing demand worldwide to address climate change. There is also a need to investigate the consequences of future climate change for agriculture and hydraulic energy.

Although France has few natural fossil energy resources, it is fortunate in having a relatively thinly populated territory, which, apart from the DOM-TOM, is perhaps less threatened than others by climate change.

Where agriculture is concerned, farmland and forests - thanks to photosynthesis – store energy from light and thus not only act as solar panels by releasing that energy in the form of electricity or heat, but also produce organic molecules that could ultimately be used to produce substitutes for every kind of petrochemical product. The biomass produced would be able to supply a substantial proportion of tomorrow's liquid fuels and bioplastics.

Thanks to its potential for producing substitutes for GHG-emitting products, and for capturing and storing carbon from the air, producing agricultural and forest biomass generates opportunities that must be fostered as from now through coherent public policies based on voluntary undertakings. Article 43 of the recently adopted Agricultural Policy Act (*Loi d'orientation agricole* or LOA) sets out Government and Parliament intentions to secure full participation from the agricultural and forest sectors in addressing the greenhouse effect, including through all market mechanisms that may be developed to encourage contributions from all economic actors.

Chapter 2 - Strategies to support the Factor 4 objective: fostering changes in behaviour and defining the role of public policy

1. The territory: France as a focal target

1.1. *Pathways to 2050 and the issues at stake are not the same for countries, Europe or the planet*

Factor 4 issues on the scale of France cannot be considered in isolation, and the fact that they may arise in relatively quite different ways elsewhere must be firmly borne in mind.

1.1.1. The emerging countries

Emerging countries such as China and India are facing prospects of rocketing growth without the handicap of having to deal with an existing vehicle fleet or construction infrastructure for example. Furthermore, China's coal reserves are likely to remain available for centuries rather than decades. Coal burning in China, with or without CO₂ capture and storage, will have major consequences for the planet's GHG emissions profile.

Although achieving a fourfold reduction in our own emissions is necessary, any Factor 4 strategy must therefore be designed to take full account of the development prospects of countries such as China and India.

1.1.2. The least developed countries

However essential measures to achieve a fourfold reduction in emissions appear to be in relation to adjustment measures, climate change processes have already become irreversible in some countries, with consequences that will require a reversal of these priorities.

Countries will not be equally affected by climate change, and its consequences will often be greater in countries that are already severely disadvantaged: average temperatures will rise by more than the expected 2°C global average, causing famine and other disasters. For these countries, adaptation to global warming is far more urgent than taking steps to reduce emissions.

For many of the least developed countries, the projects likely to be set up are often very simple and require only simplified management methods (and recognition of the contributions of these projects at international level).

On the other hand, a substantial part of the income of some of these countries, when they lack mineral reserves, is generated by logging activities. Whether "avoided deforestation" is recognised or not in international negotiations (with the ensuing financial repercussions) is likely to have major consequences for the relative effect of each country's contribution to action against climate change.

1.1.3. Impact of flexible mechanisms on the international equilibrium

European initiatives regarding **flexible mechanisms** (CDM and JI) have been introduced with a view to optimising the global distribution of investments in low-emission processes, but:

- In terms of volume, projects under the CDM (Clean Development Mechanism) do not compensate for disparities at global level, accounting for only a small percentage of investments around the world;
- The actual location of projects is also very uneven around the world: CDM investments are driven by market forces and the attractiveness of the host countries. Biases are being observed, such as in

Latin America where Brazil is attracting most of the investment in the region, to the detriment of neighbouring countries.

1.1.4. Impact of a Factor 4 strategy on the industrialised countries alone

France's objective, based on the findings of the 3rd IPCC assessment report, is prevent atmospheric CO₂ concentrations from rising above 450 ppm, so that average global temperatures do not rise by more than 2°C. This means that worldwide GHG emissions must be halved by 2050, which in turn requires the industrialised countries to achieve a fourfold or fivefold reduction in their emissions over the same period, which is the objective set by France. But action by the industrialised countries alone is not enough: even a 30% drop in energy demand in the developed countries would compensate for growth in worldwide demand no more than 10 years.

1.2. *Optimising the framework for international and European negotiations*

Globally, therefore, the Factor 4 objective may be formulated as a Factor 2 objective, as follows:

“To respond effectively to the climate challenge, the growth of greenhouse gas emissions worldwide must be controlled over the next 20 years, then reduced by 2050 to 50% of their 1990 levels, with reductions continuing throughout the second half of the century.”

Given their historical responsibilities, the continuing high level of their emissions and their capacities, the developed countries must clearly take the lead in moving towards a “Factor 4” reductions. In parallel, development pathways in developing countries, and especially in the emerging countries, must be transformed. The main issue here is to influence investment decisions for the next 20-30 years in energy systems, infrastructure and other large-scale and long-term facilities, so that they give priority to options that are compatible with low-carbon development and with early preparation for the expected impacts of climate change.

This will require, *inter alia*, strengthened collaboration for development and the dissemination of “carbon-free” energy (renewables or nuclear) and low GHG technologies (energy-efficiency, efficient use of fossil energy with CO₂ capture and storage). The bilateral and multilateral partnerships now being established could become the pivotal phase in establishing this technical cooperation paradigm, but they cannot suffice alone: the objective must be to move to clean technologies directly.

In this respect, the UNFCCC – which is almost universally attended – is the most appropriate forum for exchanges on worldwide action against climate change. What is now needed is a lightweight system to coordinate technological partnerships under the Convention.

The Kyoto Protocol, as a tool for implementing the Climate Convention, will remain at the core of worldwide responses to climate change. The incentives already in place under the Kyoto Protocol need to be strengthened: the CDM should be reinforced and options for new market mechanisms should be explored, including those based on a sectoral approach or setting non-binding but incentive-based country targets.

But the Climate question should also be taken to negotiating tables that are currently concerned with purely economic issues, even if this means adapting their scope. Ultimately, acting against climate change implies a transformation of the global economy and society – and this is a major challenge that reaches well beyond the “environmental” or “climate” aspect alone. As an example, France clearly set out the links between climate and energy in its January 2006 memorandum. It is important to pursue this policy line, especially with a view to achieving full integration of climate issues in all international bodies (World Bank, G8etc.).

Also necessary is full integration of climate change mitigation and adaptation in overseas cooperation policies, which includes incorporating the new “carbon” tools in cooperation policies. For example, the industrialised countries could undertake to carry out a certain number of CDM projects in the least developed countries (especially in Africa), which would also be useful for demonstration purposes. This approach could also include projects related to the CDM but which do not comply with all the current criteria (such as the World Bank's biocarbon fund, which is used to buy credits from agricultural or forestry projects that are not yet eligible for the CDM). Collaboration, with the poorest

countries in particular, to cope with the impacts of climate change, is essential for reasons of solidarity.

1.3. The European dimension

Within the European Community, France will need to defend its Factor 4 approach and advocate its incorporation within the Community position. The European Commission is currently preparing a Green Paper on climate change, which will cover the forthcoming phase of its cost-benefit analysis of actions that comply with European Council requirements. France could propose a work package to be launched by the European Council in the spring of 2007, drawing not only on the Commission's work but also on studies from Member states that promote the same objectives.

The EU anticipated on the implementation of the Kyoto protocol when it set up its emissions trading system. In order to specify the carbon constraint as clearly as possible and thus avoid holding up investment decisions, the Factor Group advocates efforts to seek every possible arrangement to guarantee that quota allocation rules remain clear and stable over time. When France takes over the European presidency in the second half of 2008 (the next French presidency will not occur until 2020!), it must give priority to clearly signalling its determination to maintain the market instruments adopted beyond 2012: after that date, France could begin to purchase CO₂ credits.

2. Towards a Factor 4 strategy: options and feasibility

One of the questions which the letter of engagement required the Factor 4 Group to answer was: "Is the Factor 4 objective feasible?" The answer is an unequivocal "YES".

A second question was: "Will it be easy?" The answer is a clear "NO".

The Factor 4 Group interviewed numerous experts and received numerous scenarios based on very different assumptions. The experience made it abundantly clear to the group that groundwork on strategies for 50 years hence requires modesty above all: in 1906, who would have imagined that two world wars would soon break out? In 1906, virtually the only known source of fuel was coal...

This report, therefore, does not intend to rely on expert opinions that are likely to be immediately refuted.

On the other hand, thanks to its members' wide range of expertise, the group can legitimately put forward the various conditions that would help to achieve the Factor 4 objective more easily.

Some of these conditions relate to questions of society and behaviour, and others to economic and financial issues. They may also raise questions as to the role of the public authorities in an international context.

3. Establishing "milestones" that clearly specify the different targets

If the Factor 4 objective is to be achieved in 2050, **we cannot wait until 2040 to take action.**

By focusing on the 2050 "deadline", there is a risk of strengthening the idea that if we have the right technology in 2040, it will be easy to make adjustments in order to bring global emissions down to the appropriate level – which implies a fourfold reduction in France - by 2050.

However, 2040 would be far too late. Because the lifetime in the atmosphere of CO₂, N₂O and the different fluorinated gases in the atmosphere can be in excess of a hundred years, drastic reductions in GHG emissions are needed as from now and for the next 50 years. According to the 3rd IPCC assessment report, if GHG concentrations are eventually stabilised at 550 ppm CO₂ equivalent (CO₂ at 450 ppm), worldwide GHG emissions need to be halved before 2050, so that they begin to decrease as from 2020 to reach their 1990 levels in 2050. In other words, GHG emissions should peak before 2020 and begin to fall after that. As the phenomenon is cumulative, the more we delay action, the more difficult it will be to reduce emissions to a level that can be absorbed by the biosphere, the more atmospheric concentrations will rise and the more disruptive the effects of climate change will become.

The 2050 target date therefore implies that every milestone on the road ahead is crucial and necessarily affects the following stages. The essence is to act and to act quickly, but some sectors do not yet have the necessary technology. In the next 15 years, technological breakthroughs can be expected from rechargeable hybrid energy systems, on-board high-density electricity storage (lithium) and second-generation hydrocarbons. But it is difficult to be realistic enough as to the advances that need to be made and introduced in the meantime.

And the challenge is even greater in the area of fuel cells ...

4. Defining a “launch strategy”

4.1. *The first imperative: securing fuel supplies*

The imperative need for fuel security is fundamental to any groundwork on the future of industry. However, the position has profoundly changed in the last few decades, and **any response for the next decades must necessarily rely on a mix of different sources of energy**:

- It is highly probable that the **fuel mix** in different countries will differ widely according to their respective situations;
- **Nuclear energy**: Nuclear energy accounts for 6% of final energy in Europe, 2% worldwide and 17% in France. Given these percentages, focusing the debate on nuclear energy in order to build up a climate strategy does not seem justified. In France, the areas that need urgent attention are existing buildings, transport and the development of combined heat and power technology (CHP) in industry;
- **Coal** can continue as a source of energy provided that it is never used without CO₂ capture and storage;
- **Renewables alone** (solar and wind power, etc.), though frequently advocated, cannot solve the entire problem, simply because "the sun does not shine at night and the wind does not blow forever". Without a quantum leap in electricity storage technology, there is little likelihood that solar and wind power alone - mainly because of the power required to guarantee a given volume of production - will ever supply all basic needs;
- The use of **biomass** in France, initially from forests, for heat and power production, would need to be on a very large scale in order to comply with the objectives of the Energy Policy Act. This would require an even distribution of facilities across the country.
- The development of **biodiesel fuels** is only one energy policy component: at present, world biodiesel consumption totals about 15 Mtoe, as against current oil consumption at 3500 Mtoe per year;
- **Gas**: by 2050, the fuel mix will need to include a certain amount of energy from natural gas. The fact is that gas availability is lagging behind oil could help to make the transition to low-carbon energy uses;
- The country's **electricity grid** could change a great deal in the years to come. The grid was designed to distribute energy from power plants to consumers, and not to **receive and redistribute large quantities** of decentralised electricity, a development that would justify a programme to adapt the existing distribution network. Moreover, installers of heating appliances do not necessarily have the skills to deal with the electrical side of the system and its connection to the grid.

Comment: An increase in oil prices would not necessarily be the best solution to optimise the fuel mix in terms of GHG emissions (although it would provide an opportunity to promote synthetic fuels, whose manufacturing costs would then become competitive if CO₂ sequestration costs are not taken into account).

4.2. *Action must be fostered in all sections of society, but the approaches will differ*

The logic to be obeyed must allow for the reality of the carbon price signal and for the social and economic externalities that result for other policies.

The State must make it clear that it intends to maintain the same principle of forward planning well beyond 2012. A strong collective commitment will be needed to motivate citizens as a whole, while industry will need to be persuaded by the State's clearly stated confidence in market instruments that guarantee flexibility

4.2.1. Transport and construction: two highly individualised sectors

CO₂ emissions from the **transport and construction sectors** now account for more than 50% of all emissions in France. The important point here is that these emissions result from countless individual decisions that need to be prompted in appropriate directions.

The main argument that every citizen needs to be convinced of is quite clear: economic growth, a pleasant lifestyle and greater well-being can go hand in hand with increased energy efficiency. In behaviour management, the important point is to **prompt a shift from the idea that:**

[a better lifestyle and expectations of well-being]
depend on
[increased demand for heat, power and transport]

to the idea that :

[a better lifestyle and expectations of well-being]
are compatible with
[energy efficiency + managed demand for heat, power and transport]

Citizens will only be persuaded of the reality and the necessity of the shift if they feel they are not being pressured individually but are part of a collective drive: *"I'll do it if everyone else does too"*.

Securing this will depend on strong signals to citizens as to the reality of the changes under way: in the area of passenger transport, this will mean a high degree of research commitment to new technologies; in the construction sector, where most of the necessary technologies have already been developed, the rehabilitation of existing housing must be driven by an ambitious energy efficiency plan.

4.2.2. Industry and energy

At present, **industry and energy** are making the largest contributions to emission reductions. This is an indirect effect of regulations in areas other than GHG emissions and also due to the introduction of a carbon constraint in Europe in 2005 prior to the entry into force of the Kyoto protocol (1st commitment period from 2008 to 2012). The industrial and energy production facilities covered by the national quota allocation plan accounted for over 20% of CO₂ emissions in France.

It is important to ensure that the signal conveyed by carbon prices endures: this is essential to reconcile the carbon constraint with business competitiveness. The carbon constraint influences investment decisions, and businesses must be able to read the carbon price signal as clearly as possible to make the right decisions. Options and recommendations in this respect can be expressed as follows:

- **the flexible mechanisms introduced under the Kyoto protocol must be preserved with a view to the medium term;**
- **The CDM must be extended over a longer period.**

Competitiveness and the environment can be reconciled provided that timescales are appropriately calibrated. Industry has to be able to look ahead: not to the point of having reliable figures for CO₂ in 30 years time, but what it does need is a clear commitment from governments to:

- lengthen the period covered by each quota allocation, by establishing a long-term emission reduction target for industries which is compatible with the Factor 4 objective;
- develop uniform quota allocation rules for all countries ;

- Systematise possibilities for transferring unused quotas from one period to the next, so that long-term planning can become an element of price formation in the carbon market.

Industry and research can support changes in consumer demand and behaviour. The following list does not claim to be exhaustive, but indicates a number of **actions that would justify calls on industry and research to meet demands once they appear:**

- Research into 2nd generation biodiesel production: biodiesel using the whole plant is a sustainable solution for producing fuel from biomass, given that much larger volumes will be needed than for food production;
- Fuel cells: The principle was discovered in 1839 (William Grove), but the first practical applications date back to the 1960s. Fuel cells have now become an attractive technological solution for stationary CHP generation as well as for stationary or on-board electricity production. Fuel cells do not release any greenhouse gases and their overall energy efficiency is excellent. Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFC), capable of generating 50 kW for passenger cars and 120 kW for buses, have attracted the attention of automobile manufacturers. At present, dissemination of the technology is being held up by the crippling costs involved in overcoming a number of technological obstacles.
- Hybrid vehicles with high-capacity batteries for recharging at stationary facilities: using electricity in hybrid rechargeable systems for terrestrial transport rather than to power electric cars could profoundly change the future for automobiles by offering a transitional solution until new fuel cell technologies become available;
- Consolidating the presence and competitiveness of French industry in the manufacture of energy-efficient construction materials and equipment. Alongside the market for new housing, large-scale rehabilitation of existing buildings is the main challenge involved in moving towards a fourfold reduction in GHG emissions, and represents a market that will amount to several hundred billion euros by 2050;
- CO₂ capture and storage technology: this is essential to ensure that energy can be produced from coal under satisfactory conditions in terms of greenhouse gas emissions. The objective here is twofold: reducing the costs of CO₂ capture on the one hand and providing practical demonstrations of the feasibility of large-scale geological storage of CO₂ under satisfactory safety conditions.

4.2.3. Emissions from agriculture and forests:

We should be wary of preconceived ideas in this area: despite agricultural intensification and mechanisation, energy and input intensity (e.g. minerals) per 100 kg has actually fallen steadily and significantly in the last 20 years, by over 1% per year.

The agriculture and forests sectors lend themselves particularly well to the Factor 4 approach, given the length of time required for changes (e.g. new plantations) to take full effect. The **Agricultural Policy Act (*loi d'Orientation agricole*) of 5 January 2006** sets out a revised framework designed to enhance the value of French forests by introducing more dynamic management principles.

The Agricultural Policy Act recognises the value of market mechanisms in reducing greenhouse gas emissions linked to the forest sector (marketing of CO₂ equivalent emission credits) (Art. 43). This should prove very useful in fully developing available potential. The forest sector contributes significantly to emission reductions, by storing carbon in forests and timber and by producing fuelwood as a substitute for fossil fuels.

What is needed is to opt for rational forms of management with arbitration between the different potential land uses and the share of any necessary imports. There is no single solution and the issue should be addressed **in concrete terms, taking specific local features into account and emphasising experimental projects.** In particular, local plans could be developed for **short supply circuits** between methane recovery from manure and district heating networks.

In this respect, the approach used to introduce wood-fired boilers in 1000 forest municipalities (out of a total of about 12000) was highly **educational** (even though the resulting reductions in GHG emissions are relatively small).

To illustrate the potential of biomass, one way of moving towards the Factor 4 objective may be reasoned out roughly as follows:

- 1/3 through reduced energy consumption,
- 1/3 through “biological” means
- 1/3 through technological breakthroughs.

A few figures will help to grasp the importance of the “biological” component:

- 5 million hectares of productive woodland planted in hitherto under-used farm or forest land and exploited at a rate of 20 m³/ha per year would suffice to capture 100 Mt of atmospheric CO₂ each year. The area required is available, even without Guyana’s forests;
- These “timber crops” would in turn produce some 100 Mm³/year of cellulose fibre materials (which will soon be becoming scarce) that can in some cases replace more energy-intensive materials such as steel or concrete, and continue, as materials, to act as carbon sinks thanks to photosynthesis – ultimately (or immediately in the case of co-products) generating some 25 Mtoe per year in renewable energy (bio-heat, 2nd generation biofuels, etc.). (NB: the effect of bio-storage in soils is not taken into account).

Introducing this new, intensive production economy based on cellulose fibre would thus create a remarkably effective, multi-purpose, low-cost instrument capable of:

- Capturing atmospheric CO₂;
- Storing CO₂ by replacing energy-intensive, non-renewable materials;
- Restoring CO₂ (30 or 40 years later) to the atmosphere, when the (renewable) energy from the cellulose is recovered.

Generally speaking, any solution that can provide a few years of “breathing space” and thereby allow enough time for behaviour to evolve and for technological advances to develop is worthy of attention. The above paragraphs suggest several possible uses for biomass. It is very important, given the potential, to ensure sufficient flexibility in biomass use by catering for more than one option, such as **biomass use to produce heat or biofuel, before the second generation of “whole plant” biofuels becomes fully mature.** Recommended trials will have to be designed in accordance with the specific features of each area, in order to demonstrate the value of economically acceptable short production and supply circuits for biomass.

4.2.4. Domestic projects

Domestic projects would be one way of ensuring that the carbon price signal is perceived by sectors not covered by the NQAP and encouraging activities that generate fewer carbon emissions than the projects initially considered. Implementing domestic CO₂ projects would generate credits for emission reduction activities not covered by the EU Quotas Directive, such as transport, agriculture and construction, thus giving a financial incentive to low-carbon project undertakings in these sectors, which produce 64% of all greenhouse gas emissions in France (2004 figures). Although they are neutral, *a priori*, with regard to the Kyoto objectives for France, these domestic projects could set off a momentum and produce beneficial effects in the longer term (through spillover effects that help to disseminate technical advances, for example).

Two factors could help France to fulfil its Kyoto Protocol undertakings:

- Crediting projects not at a rate of 1 AAU¹⁵ per tonne of CO₂ avoided, but at a fractional rate (1/2 for 1, ¼ for 1, etc.);
- Emulation of innovative domestic projects in the relevant sectors.

We have now reviewed the range of issues that arise in the main sectors. What is clear is that decisions made by each individual citizen are now of major importance.

¹⁵ AAU: Assigned Amount Unit

Each sector will need to contribute in its own way to improving citizens' awareness: industrial sectors by applying the necessary technologies, farming and forestry by developing rational uses of local biomass resources.

These prior conditions are essential to prompt changes in consumer behaviour. In the following section, we will analyse representations and motivations among the public, based on the annual ADEME survey.

5. Gathering the necessary data to understand people's behaviour and value systems

5.1. Public perceptions of climate change and the greenhouse effect

5.1.1. The general public underestimates the risks arising from the greenhouse effect

According to the annual survey on perceptions of the greenhouse effect commissioned by the ADEME, representations are changing very slowly, at a rate of 2 to 4% per year.

Perceptions of air and water pollution as priority issues are very stable, with each scoring 20% over the last six years. The greenhouse effect moved ahead for the first time in the 2005 survey, to rank third among the different concerns (13%).

There is a gradual but uniform upward trend in perceptions of global warming as a "scientifically established" result of the greenhouse effect (from 60% in 2000 to 71% in 2005).

However, more than 40% of respondents also believe that *"at present, no one can be certain about the real reasons for the disruption of our climate"*.

Older people and those with the lowest education qualifications tend to see climate disruption as caused by "natural phenomena that have always existed" (28% and 23% respectively), while the majority of respondents with a university education are uncertain (52%). Young people (15 to 24 years old) are those who most frequently attribute climate disturbance to the greenhouse effect.

According to the 2004 Eurobarometer survey, results differ widely between countries, including in the former EU-15: while climate change is the main concern in Sweden, Germany, Luxembourg, the Netherlands, Finland and Austria, it ranks only fourth as a topic of concern in France and Spain and much lower in the new EU countries.

5.1.2. Complexity of the greenhouse effect

Replying to the question: *"What is the greenhouse effect, in your opinion?"*, one quarter of respondents mention pollution as the main cause of the greenhouse effect, with "pollution" often perceived as a heat-producing mechanism that directly warms the atmosphere. About the same number see a direct link between the "ozone hole" and the greenhouse effect.

Only 14% of respondents come close to the established explanation for the greenhouse effect, mentioning an accumulation of gases, or of carbon dioxide, that prevents heat from escaping.

Consistently with their understanding of the greenhouse effect, the activities that respondents perceive as its root causes are industrial production, transport, deforestation and aerosol sprays.

Perceived causes are ranked in more or less the same order from 2000 to 2005, except for "heating in buildings", where the responses "high contribution" + "moderate contribution" increased from 39% to 64% in 2005.

Concerning ways of tackling the greenhouse effect, the overwhelming majority of respondents believe that changes in individual behaviour are essential, far more so than purely technological advances (75% versus 12%).

5.2. Values

Values are fundamental ideals and preferences that predispose people to act in certain ways and provide a framework for their representations and actions. This means that they are fundamentally determining factors of social dynamics.

Behaviour patterns (in consumption, commitment, sociability and so on) are not exclusively determined by values. A distinction needs to be made between the register of values and the register of behaviour, the latter being the result of a continually evolving compromise between what people aspire to, and the constraints of daily living conditions that prevent them from fulfilling these aspirations.

The main indicators used to track changes in values are opinion polls and surveys. Making good use of these indicators requires:

- Time series over several years on identical questions;
- Taking into consideration the fact that respondents usually try to show themselves in the best possible light in their answers.

However, identical surveys made at regular intervals are not enough, since we also need to distinguish what, in the changes that appear, results from:

- Age or aging effects, where the result observed varies with the age of respondents, whatever the generation in question ;
- Generational effects, where the result observed is characteristic of a particular generation, which remains attached to the values characterising it even as its members grow older, so that social changes mainly stem from upcoming generations;
- Cyclical effects, where survey results are strongly determined by current events.

Concerning behaviour patterns relating to low-energy and low-materials consumption, two values act as driving forces, according to Daniel Boy:

- “egoism”, where the concern is individual economic interest in people who do not like waste and tend to save rather than spend for no good reason. This value tends to be fundamental in people who have been familiar with the “old world” and the economics of thrift;
- “ethics”, where the concern is for the good of the planet or of humanity. This is more representative of younger and more cultivated people but is not reflected as strongly in their actions and behaviour, since young people do not usually control their households.

5.2.1. Egoism

Surveys show that most people do not check their water, gas or electricity consumption, particularly as flat-rate charging does not reflect their consumption for different purposes. Hence the importance, when seeking how to encourage responsible behaviour, of giving people real-time access to information on consumption and costs.

The question remains as to the best way of transferring and re-establishing patterns of non-wasteful behaviour in people from the younger generations who, being familiar with abundance, are unaware of any less wasteful ways of living, or even of the cost of basic utilities like water and energy.

5.2.2. Ethics

The success of the Logan (a low-cost car initially designed for the Eastern European countries), or the fact that the market for traditional toothbrushes is holding its own against the electric version, may be seen as signs of more minimalist consumption patterns.

Consumer behaviour of the “no more than we need” type, even when people could afford more, may be driven by ethical values (consuming no more than necessary) and/or by egoism (spending less).

Encouraging consumption patterns that combine altruism and egoism in various proportions, like purchasing low-energy light bulbs or refrigerators for the good of both individuals and society, probably has the best chances of success – provided that consumers have a clear idea of how much they are actually spending on the energy they consume for different uses.

Experience shows that social pressures only influence behaviour (waste sorting or avoiding litter) when the majority has internalised the rule. The question then is: “how do people switch to ethical behaviour?”

It is usually women rather than men who look after energy-saving in the home (switching off electrical appliances when not in use, buying low-energy light bulbs, turning down thermostats and so on).

However, while three quarters of the population believe that the measures that would reduce greenhouse gas emissions most effectively should target transport, “*using public transport*” seems to be out of the question for the majority. Women in general are more likely to agree with statutory measures on mobility to help reduce the greenhouse effect, such as “*reducing motorway speed limits to 110 km/h*” or “*limiting car speeds in the factory*”. They seem to be more prudent or more sensitive to risks (more women than men buy SUVs, road accidents being a more established risk than climate warming).

The most educated respondents are the least likely to approve of “*halting construction of new motorways and allocating the money to rail transport*”, “*reducing the motorway speed limit to 110 km/h*”, “*banning air conditioning in vehicles*” and especially “*taxing air travel to encourage journeys by rail*”. However, they agree more than other categories with “*taxing high-consumption vehicles*”.

According to Jacques Lesourne, the main factors of change in behaviour are constraints, or in other words, high prices and fear. The latter may be fear of a danger that is not yet established, as in the case of the greenhouse effect, or fear of the law (disobeying regulations).

6. Public policies

To the question: “*Who do you trust most to provide reliable information on the greenhouse effect?*”, scientists and environmental protection organisations scored highest, with 43% and 33%.

The public authorities (the State and local authorities) are rarely mentioned, nor are the media (6% in each case). This is a worrying trend, which has also appeared in other countries such as the UK and Germany (Parliament only in the latter case). However, the opposite trend has appeared in countries such as the Netherlands, Sweden and Denmark.

6.1. Information

Information on the consumption of household appliances is a common-sense measure that consumers are bound to approve of.

Trends in the European market for refrigerators and freezers argue in favour of compulsory “energy labelling” for all electrical goods (see annexed graph).

Youth education could play an important role since although young people tend to believe most strongly in the risks arising from the greenhouse effect, they are even less clear than adults about what energy-saving behaviour means with regard to the various objects they use in their daily lives.

6.2. Acceptability of controls

The example of automated speed cameras shows that standardising behaviour is acceptable when there is an established risk on the one hand (as in the case of speeding on roads) and controls on the other hand. The problem here is that for most people, the greenhouse effect is not yet perceived as an established risk.

Real-time information and control over use costs (through metering or logging devices) are probably the best way of avoiding "rebound effects", in other words the tendency to use increasing numbers of domestic appliances when prices drop.

6.3. Regulations and taxation

Regulations are generally seen as fairer than fiscal measures. It is easier to bring in standards for new goods, for example by fitting new vehicles with speed control devices, than to introduce controls over their use (driving behaviour for example).

Minimum energy efficiency standards are already in force for electrical appliances in most OECD countries (the EU is lagging behind in this area, since minimum standards generally apply to refrigerating appliances only).

However, the greater the number of users of a given type of appliance, the more difficult it becomes to enforce standards. The fact that the rate of enforcement of thermal standards for individual housing in 1998 was only 30% shows that standards rapidly become ineffective when they concern a large number of people, since inspections are more costly and difficult.

Tax measures can often be introduced more quickly (within the limits allowed by EU undertakings). If the financial benefits of these measures were received directly rather than in the form of future tax credits, they would be more readily understandable and therefore more effective.

Given that few people calculate their energy consumption, taxes on the purchase of energy-consuming goods tend to be the most effective. For example, Denmark¹⁶ has considerably increased its taxes on vehicle purchases (by nearly 200% in 1998), which has not only reduced the number of cars on the road but also overall horsepower in comparison with its European neighbours.

However, higher fuel or energy taxes, provided that people are aware of use costs, tend not only to encourage purchases of low-consumption items but also to change user behaviour (people are more careful with thermostats, driving speeds and distances travelled in their cars).

According to Jacques Lesourne, acting on energy prices may be one of the best ways of achieving the desired effect, since this would lighten the potential social consequences for the most disadvantaged people. Similarly, a steady and continuous rise in taxes on fossil fuels (the amount of tax being proportional to the quantities of CO₂ released), as advocated by J.-M. Jancovici and A. Grandjean in their recent book entitled "*Le plein s'il vous plaît*" ("Fill her up, please", Le Seuil, 2006) would simultaneously address the climate challenge and the depletion of oil reserves.

7. Changes in individual behaviour in response to the carbon price signal: moving from a highly technical register (climate warming) to shared decisions

7.1. Conditions for widespread public appropriation of the climate change topic

One of the difficulties arising in the area of climate change is that the field is highly technical. We therefore have to rely on expert opinions (and public confidence in science is high), but policy positions cannot be based on expert opinion alone, as other factors (economic, budgetary and social criteria, etc.) also have to be taken into account.

The right decision is one that moves things in the right direction, but which is also sufficiently acceptable to society. As Rémi Barré (a senior lecturer at the CNAM) once said, scientific knowledge needs to be tempered (in the sense of tempering metal) by immersion within a society before it can be used as a basis for public policy making.

¹⁶ *Automobile et effet de serre*, Les Cahiers du CLIP n°12, March 2001.

There is also the question of the acceptability of government decisions among individual citizens. At the other end of the chain, each citizen, through choices of transport modes, habitat, etc., has a share in decisions that will influence total emissions from transport and buildings. However, citizens are not often aware of what is at stake in the decisions they make.

Before decision-making can be shared, knowledge needs to be socialised - in other words, the appropriation of scientific knowledge by those concerned first requires a critique of that knowledge (data, experimental conditions, validation processes and so on), which in turn is dependent on transparency and debate.

Citizens' conferences are therefore faced with the challenge of ensuring that they do not become a sham.

Doom-mongering is also unlikely to succeed as a way of persuading people into the "right" kinds of behaviour. The current crisis could become a way of taking over power without persuasion, since it has not created a consensus and diverging interests persist, for example between rich and poor or dominant and dominated populations.

This is an important issue, because unless the climate risk is genuinely appropriated by the public, action against climate change appears to be a way of generating unjustified additional costs that have nothing to do with reality. In our knowledge and information society, action cannot occur without initiation. But despite the efforts to develop an educational approach, communication has its limits when dealing with a risk which is global and therefore liable to appear anywhere and everywhere, sometimes as a slow change (climate warming) and sometimes as an extreme weather event (runaway climate change) that could occur at any time. At what point is the threat likely to become real? Will people die in their hundreds or in their thousands? And where will it happen?

In a situation like this, where the risk is collective and the responsibilities are diffuse, the question can be summed up as: "how do we move towards a society based on greater solidarity?"

Two proposals are made here to move forward and clarify perceptions of the risk and the strategy adopted to address it:

- Entrust the National Commission for Public Debate (CNDP), for example, with the task of organising a **full-scale public debate on the risks of runaway climate change**, with the help of the media;
- By a given time in the medium term, say 2020, build up a common view of the future that meets with general approval.

7.2. Defining mutually agreed milestones on the road to 2050: 2020 as a pivotal moment

7.2.1. Why 2020?

As the years go by, rifts between the main categories of economic actors and civil society are becoming deeper, while people's horizons in time, which used to be fairly similar, are now very different.

The post-war period seems to have been characterised by a high level of uniformity in perceptions of time among different categories in society. This helped to temper diverging interests: industrial strategies and plans were looking 20 years ahead, macro-economic planning by the State was better controlled due to low levels of international trade, while private individuals were seeking a stable family life and lifetime employment.

This relatively uniform relationship with time among different actors gradually began to break down, to the point where each actor is now continually switching between several different horizons in time.

A characteristic feature of the current period is that time horizons are either much shorter (as citizens demand ever more immediate satisfaction of their needs) or stretch much further into the future (in an unstable society, citizens have a strong desire for security for themselves and their children). These

two different relationships with time are coming into conflict, and politics are unable to reconcile them.

Similarly, while elected politicians are under considerable pressure to produce immediate results, they are dealing with issues that can span several generations (population growth, permanence of energy resources, etc.). Forward studies for these timescales differ widely.

We need to rebuild that uniformity: in relationships with time, in the advent of technologies, in new combinations of energy sources. What we need is **resynchronisation**.

7.2.2. 2020 – the pivotal year for synchronising actors and building a shared vision

- where time horizons are concerned, what must be clearly understood is that what we do from now until 2020 will affect the intensity of the shocks we must expect;
- while 2050 might seem to be pure fantasy to anyone with an operational mind but little knowledge of the climate issue, any industrialist will say that 2020 is just around the corner
- 2020: 15 years from now is the timescale for many overall plans in different sectors, and is therefore a politically credible horizon for jointly agreed strategies between those involved in governance.
- To private individuals and bankers, 15 years is a reasonable term for a loan for building work or other large investments. Ideas for influencing behaviour should look beyond everyday life to include investment decisions, and 2020 is entirely appropriate as the target date for an ambitious, forward-looking energy management policy
- Given the long lifetimes of GHGs in the atmosphere, **worldwide GHGs emissions must start falling by 2020** if they are to drop to their 1990 levels by 2050, and if we are to achieve the objective of halving emissions by that time (equivalent to a fourfold reduction in the industrialised countries). GHG emissions should peak before 2020 and begin to drop at around that time. A large number of countries and stakeholders have in fact set reduction targets for 2020.
- **10 - 15 years is an acceptable timescale in terms of research results.** 2020 would be an appropriate time for comparing technologies that have reached maturity with others that have not yet emerged from the laboratories but which, by then, will have a significant market share.

To conclude, 2020 would offer an appropriate timescale for a genuine debate to emerge and transform all those involved into true stakeholders

To achieve this, we need to develop a shared vision of 2020, where the aim is to cut greenhouse gas emissions (with figures to be calculated by the State using a simple and consistent method based on the annual 3% reduction provided for by the Energy Policy Act), and to set targets for the year 2020.

8. Social engineering to help change individual behaviour patterns among citizens

8.1. *Towards social engineering as a true, long-term marketing strategy*

To influence behaviour patterns, we need to look well beyond basic day-to-day behaviour to include actions that involve investment.

The links between pleasure in life, expectations of a quality lifestyle, energy efficiency and environmental issues are a key issue for the years to come.

The advances we need will only occur over several decades. We know from past experience that change is often held back by "yo-yo" effects, in which efforts to influence behaviour remain highly vulnerable to any "break in the clouds" (increased purchasing power, a drop in oil prices, etc).

Increased household purchasing power can make people less sensitive to price signals and encourage more wasteful behaviour, including careless energy use and overindulgence in travel, especially for leisure (the current rate of growth in air travel appears to be unsustainable).

Yo-yoing oil prices adversely affect consumer behaviour, discouraging efforts to avoid wasteful consumption and to seek energy efficiency in cars and other goods. To save energy and satisfy future energy needs, changes in consumer behaviour need to be long-lasting, and this will only occur, of necessity, if energy prices increase. A new fiscal balance needs to be found to encourage carbon-neutral behaviour patterns. Instead of resorting to statutory measures, we need to look into ways of creating “ratchet effects” to prevent backsliding.

Individuals as well as industrialists need to be able to look ahead to decide on the right kinds of investment. **Any solutions that help to “smooth out” energy price hikes would be desirable.**

Concerning instruments, the Factor 4 Group believes that lowering taxes when prices rise is a poor solution. The benefits of taxation should be captured while energy prices are falling.

These forms of regulation raise the question of how revenue accruing from the introduction of such measures would be redistributed.

The Factor 4 Group suggests that the Economic Policy Instruments Group, chaired by M. Landau, should reflect on ways of seeking a new balance in the energy taxation system to encourage enduring low-carbon consumption patterns.

This could provide at least a partial solution to encourage citizens to invest in sustainability, and to do so soon. Whether in transport or the construction sector, markets and emerging technologies will not solve everything:

- If consumers were encouraged to choose all their vehicles from the “cleanest” offerings in current catalogues, emissions would fall immediately by 20%;
- Concerning heating and heat production, it should be remembered that France’s 30 million housing units include 20 million individual dwellings with nearly 12 million individual boiler units (the rest use electricity, wood or other heating systems). Boilers are changed every 12 to 15 years, which represents some 900 000 new boilers each year. With the right tools, energy efficiency improvements could occur within a relatively short time;
- The cost of renovation work to improve energy efficiency in housing is in the same range as the price of a new car. What is important, then, is to change the prevailing pattern of “mimicry and differentiation” in investment decisions. To put this more simply, **“if the choice is between an SUV and a rather less flamboyant energy-efficient heating system, how do you persuade people to opt for a low-carbon lifestyle?”**

The need, then, is for a clear policy based on voluntary undertakings that will influence mobility and purchasing behaviour.

Finally, the Factor 4 Group has identified several topics that raise acute questions, in order to emphasise that any strategy should be considered with due modesty :

- First, we should remember that in the 1960s, we believed that the development of telecommunications would reduce travel. The relationship between telecommunications and travel highlights the contradictory trends that have emerged: ICTs may well dispense with the need for travel but on the other hand, their development has greatly extended the geographical range of our relationships, and therefore increased our desire for new encounters and knowledge. This in turn has caused an explosion in individual long-distance travel (especially by air) and an increase in goods transport. For example, purchasing goods on the Web makes us feel, wrongly, that everything is within easy reach.
- **Saturation of needs:** we are now moving beyond the consumer society as certain uses and needs reach saturation point. Although purchases of household equipment are still on the increase, needs may soon be fully covered.

All these issues are raising new questions for public policies. The highly complex topic of climate change became the preserve of scientists at an early stage. Listing essential questions on the fundamental reasons for individual behaviour and on what could cause people to change is clearly a matter for **social engineering. These essential issues need to be addressed with as much**

professionalism any major industry would demand for their marketing efforts, with relevant target segmentation to build the most effective strategy.

To address issues of climate and energy efficiency, the Factor 4 Group recommends building up social engineering expertise comparable to that used by marketing professionals working for large companies to create effective strategies for products or product ranges.

8.2. *There is no single way of changing behaviour: individual investment decisions need to be guided by neighbourhood agencies*

8.2.1. Banking networks:

Banking networks provide dense coverage of the territory and have highly effective means of communication. They could be drawn into the approach through the introduction of lead banking products dedicated to climate (partially tax-exempt savings accounts, for example).

8.2.2. Local politicians

Local authorities are responsible for organising their territories and planning for their development at intermunicipal, municipal and neighbourhood levels. They issue planning permission and have a decisive role in driving territorial energy strategies and organising journeys and transport. They are responsible for creating, supporting, coordinating and regulating infrastructure.

Levels of energy consumption in each area will largely depend on the coherence of local authority policies concerning energy and climate. The planning and development choices they make will determine:

- Future energy consumption among inhabitants of the area;
- The area's vulnerability to natural risks.

The issue is crucial, since the idea is to plan for the future while taking the potential consequences of climate change into account. This requires a forward-looking and dynamic approach to territorial management.

Regarding climate change, local elected politicians and their services should therefore set two objectives:

- Integrating the energy and climate dimensions into:
 - Urban planning policies and documents (SCOT, PLU, PLH, etc.),
 - Operational urban planning policies and documents (activity zones and urban redevelopment)
- Containing urban sprawl in order to reduce energy consumption by:
 - Encouraging voluntary policies concerning the location of activities, infrastructure and residential zones,
 - Encouraging urban redevelopment, including brownfield and heritage sites,
 - Raising awareness among policy-makers and the general public by providing clear information on the adverse consequences of existing urban sprawl (cost of urban infrastructure, long journey times, spatial segregation and so on),
 - Limiting new large-scale commercial, industrial and leisure development in peripheral zones and / or zones without adequate public transport services,
 - Limiting the dispersal of activity and residential zones and maintaining an even distribution of schools across the territory instead of concentrating them in city centres,
 - Planning for cities that will remain pleasant and attractive in a warmer climate, by creating open spaces suitable for an increasingly outdoor life.

8.2.3. The media:

A great deal could be said about responsibility in the media, when these are more inclined to extol the design and performance of the latest sports car than the amount of CO₂ it releases in grams per kilometre (a figure that has to appear – in very small print – on all advertisements). But the media are really only reflecting the position of the automobile marketing professionals, who do not yet see CO₂ emissions as a sales argument.

Concerning the frequently emphasised preference for showing off an SUV in Paris, for example, as opposed to spending on less flamboyant renovation work to improve energy efficiency (given that the cost of renovating a flat can be similar, in terms of initial investment, to the cost of a new car), mass retailing professionals tend to be reassuring: mentalities are changing, people are shopping more in couples and impulse buying is losing ground in favour of purchases that help to save energy. As for the motivations for this kind of behaviour, major renovation work is now perceived as a useful way of investing in one's children's future.

8.2.4. Tradespeople

Tradespeople in general, and builders in particular, have little motivation - especially when their order books are full - to divert their human resources into training programmes on advanced technologies that cost their clients more and in which they will not be fully competent.

They are nevertheless an essential link with consumers because of the nature of the advice they are able to give.

The Factor 4 Group believes it is important to launch an ambitious training programme for tradespeople and SMEs. Some of the essential specifications, which the public authorities would need to implement practice are listed here:

- Modularity, proximity and emulation: training in the form of short, regularly organised courses in the different *départements* (participants should travel no more than 50 km to attend courses and meet their colleagues)
- The knowledge and experience acquired through these courses must be officially sanctioned, with certificates of competence in different construction processes;
- The voluntary training undertaken by tradespeople must be recognised (through a labelling scheme or tax benefits, for example).

What is important here is to build up a collective skills base among building contractors, in the area of energy efficient processes and equipment.

8.2.5. Not-for-profit associations

Not-for-profit associations are already heavily involved in many relevant areas and should participate fully in any large-scale public information and awareness policy, thereby supporting the various neighbourhood activities to be undertaken.

8.2.6. Mass retailing (DIY stores and household appliances)

DIY stores are increasingly enjoying a reputation for professionalism. They may have an important role in promoting timely advice for individuals and encouraging them, before they embark on major building work in their homes, to adopt an overall approach in planning the different phases over time. Our contacts among mass retailers in this area have been very encouraging.

9. Towards strong and meaningful collective commitment in construction, transport and research

9.1. *Construction: assessing 2020 targets for an ambitious energy efficiency plan for existing buildings*

The Group is in unanimous agreement over one particular policy, which stems from the fact that existing buildings absorb 40% of energy demand in Europe. Apart from the objective of an early reduction in GHG emissions, the issues that arise are of priority importance, partly because the underlying investments are enormous (several hundred billion euros by 2050), and partly because France is lagging behind its European neighbours in this area, hence the risk of losing market share.

The Factor 4 Group's recommendations are therefore clear: resolute action is needed to establish an **ambitious plan in the construction sector** with strict standards for new buildings, to ensure that renewable energy sources are integrated in construction work, and to promote genuine awareness among the population as a whole as to the need for urgent but well-considered action to secure energy efficiency.

Such a plan would need to include flagship measures and quantified indicators to assess progress. Requirements would include:

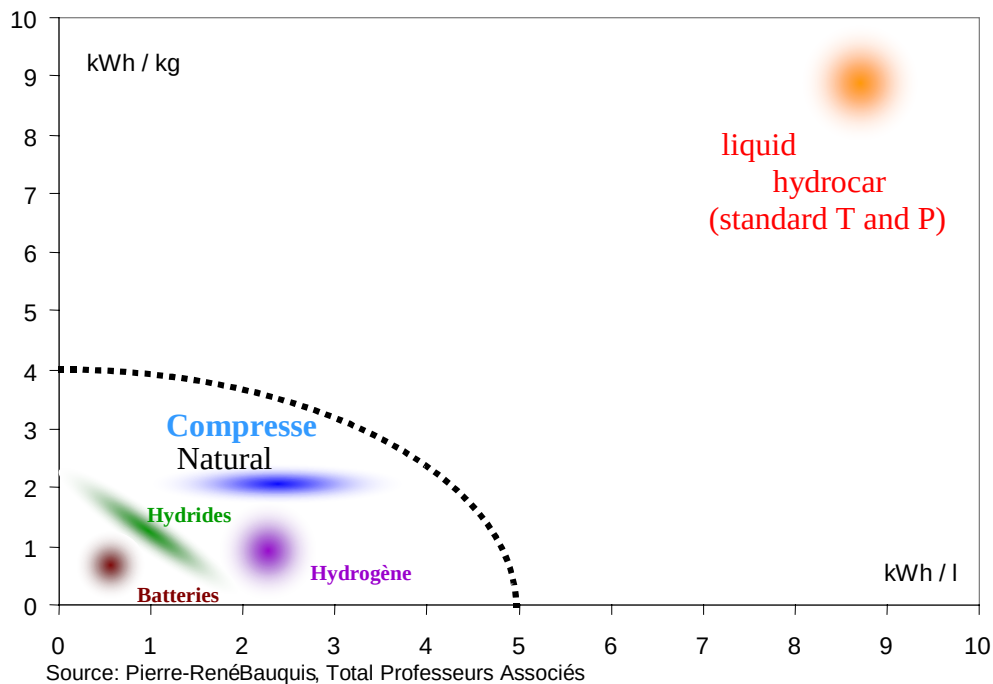
- Full and active participation of all local agencies in the success of the plan;
- A banking product ("climate" savings account) built up around energy efficiency measures in buildings
- A target of around 50 kWh/m² in primary energy savings through renovation work;
- An emphasis on **low-cost housing**;
- An ambitious training programme for tradespeople and SMEs in the building trade
- A **detailed and effective monitoring** and regulation tool based on feedback from energy efficiency diagnoses (DPE)¹⁷ and detailed knowledge of existing buildings and their energy efficiency.

9.2. *Transport*

This sector is open to a wide range of new technologies and several change scenarios are possible, depending on advances in fuels and traction systems: biodiesel, hybrid and, subsequently, rechargeable vehicles, etc. More than in any other sector, energy density is the key economic concept.

They need here is for a diversification policy based on voluntary measures, designed to achieve, by 2050, a mix of liquid fuels (with hydrogen in some cases) that is acceptable in terms of GHG emissions. These could be supplemented by electrically powered motors for travelling short distances.

¹⁷ DPE: diagnostic de performance énergétique



Comparative densities by volume and weight for a selection of vehicle fuels.

It is important to address not only fuels but also vehicle traction systems:

- Clear and realistic undertakings should be required from European carmakers, with similar flexibility to the carbon market: a target for 2020 expressed in gCO_2/km would be desirable (probably less than $100 \text{ gCO}_2/\text{km}$).
- Based on the target expressed in gCO_2/km , emissions trading between automobile manufacturers (closed market) should be introduced with a view to effective trading within three years (for vehicles brought into circulation in 2010). This would also give sufficient time to publicise the arrival of hybrid diesel fuels on the market.

The research effort required should obviously also cover freight transport

The Factor 4 Group also wishes to state its interest in several measures formulated by the **FNAUT**, an association of transport users, which are included in the recommendations.

Air transport and tourism:

This essentially concerns the irresistible rise of international aviation. Emissions from international aviation and shipping are not included in the Kyoto undertakings, despite the fact that international air traffic, which has no competition from other modes of transport, is growing very rapidly. During the studies undertaken during its European presidency in 2005, the UK calculated that aviation emissions, which currently account for a few percentage points of its total emissions, would grow to 25% of total emissions by 2030.

These comments, however should not overshadow the economic impact of tourism: in the developing countries, tourism brings in 10% of foreign currency and employs 5% to 15% of their populations.

Looking at France in particular, it is important to assess the future of French tourism in view of the issues arising from climate change and to build up an ecologically and socially acceptable strategy for the sector.

9.3. Research

The Factor 4 Group believes that **research efforts** on energy efficiency in buildings and transport **need to be doubled** in terms of GDP.

The results of these research undertakings should be regularly and publicly assessed.

10. Exemplary and readily understandable actions are required from public authorities

10.1. The public authorities must give the right example

10.1.1. Public buildings:

The State, its public institutions and local authorities should fulfil an essential educational role towards the public by carrying out energy efficiency audits for the buildings which they own or occupy. The "Display" audit campaign and the necessary renovation work need to be launched, starting with educational establishments and public premises.

10.1.2. Official vehicle fleets

Low CO₂ emissions in cars used by public administrations must obviously be the rule. Targets in this regard (currently 140gCO₂/km) should be revised on a regular basis to anticipate changes in the fleet.

10.1.3. Public investment

It would be highly desirable for the public authorities to carry out systematic carbon diagnoses (with the *Bilan Carbone* method for example) before investing public money, **to ensure that investments are carbon neutral** (a principle that is already being emphasised for the territorial components of forthcoming contracts between the State and the Regions).

10.2 Government examples need to be clearly understood:

It is important to ensure that the architecture is always clear and understandable throughout.

10.2.1 Parliament:

The Organic Law on Public Accounts (LOLF) introduced possibilities for the State to create tools to monitor the contribution of different programmes to cross-sectoral objectives. These apply to policies for road safety, international affairs, urban affairs and so on.

The climate policy is also covered by this approach and should therefore give rise to a **cross-sectoral climate policy document**, to be submitted each year to Parliament together with the draft budget.

10.2.2 Bringing the CO₂ indicator into general use:

One advantage of the climate policy is that it provides for a uniform reading, through the CO₂ emission reductions achieved, of the various measures implemented.

This indicator needs to be made as familiar as possible to citizens, by "**democratising the inventory of GHG emissions**", so that anyone can access a yearly trend chart that should be as simple as possible to ensure widespread understanding of the results obtained and the efforts that remain to be made.

Similarly, even though the CO₂ problem is a global one, every individual should be provided with a key to analyse their investments as well as the carbon balance of public investments decided on locally, so that everyone is able to understand the operational nature of the strategy introduced. This suggests that **regional inventories of GHG emissions** should be brought into general use.

10.3 Towards a law on Climate to ensure sustained action

Finally, although such a concept may initially give rise to reservations as it is not an end in itself, there is a case for returning to the innovative approach of the Air Act, which, 10 years ago, built on the lessons drawn from the established impact on health of local regulated pollutants to produce "regional

air quality plans” (*plan régional de la qualité de l’air* or PQRA) and “atmosphere protection plans” (*plan de protection de l’atmosphère* or PPA) on the scale of a region or metropolitan area. A Climate Act would signal the nation's genuine commitment, by initiating efforts and guaranteeing consistency over time. The responsibility of human beings for global warming and the increasingly credible scientific knowledge on the real risks of runaway climate change would form the basis of a climate act providing a framework for the Nation's climate strategy. However, a project of this kind would only be conceivable after the development and initial implementation of the climate strategy.

Chapter 3: The Factor 4 objective in international and European contexts: experience abroad, strategic behaviour, constraints and opportunities, particularly in Europe

In the last few years, several countries have undertaken studies that are more or less directly relevant to the Factor 4 objective. Some have been developing scenarios based on ambitious objectives for long-term emission reductions. At present, the most active countries in this area are the United Kingdom and Germany. French participation in all institutional, professional and other forums is especially important as any Factor 4 strategy must be international, and especially European, in scope.

11. United Kingdom

11.1. White Paper on Energy (2003)

On the 24th February 2003, the British government published a White Paper entitled “*Our energy future - creating a low carbon economy*”. This document, produced by the DTI (Department of Trade and Industry) and DEFRA (Department for the Environment), defines a long-term strategic vision for UK energy policy, and sets a national objective designed to move towards a 60% reduction in GHG emissions by 2050 (which represents emissions of no more than 65 MtC per year by that time), with clear progress to be achieved by 2020 (-11% to -18%). This objective is based on a recommendation put forward by the Royal Commission on Environmental Pollution (RCEP) in a June 2000 report. Measures are proposed in key areas, including energy production and use, transport and construction.

The report states that energy efficiency will undoubtedly be the least costly and most reliable way of achieving the objectives set out. Renewables will also play an important part in reducing carbon emissions, as well as strengthening the reliability of future energy supplies and improving the competitiveness of British industry as cleaner technologies products and processes are developed.

The White Paper proposes measures that would put the UK on the road to a 60% reduction in GHG emissions by 2050. It stresses that “leaving action until the last minute” is not a serious option. If we do not act now, more drastic, disruptive and expensive change will be needed later on. What is needed is early, well-planned action to provide a framework that will allow companies and the economy generally to adjust to the need for change and foster technological developments to help achieve the necessary reductions in emissions.

Based on existing policies, including the full impact of the climate change programme adopted in 2000, carbon emissions are expected to be in the region of 135 MtC by 2020, according to the White Paper. To guarantee effective progress towards a 60% reduction by 2050, the government should aim for a further reduction of 15 to 25 MtC (-20%) in carbon emissions by 2020.

The options being considered to achieve this additional reduction of 15-25 MtC by 2020 are as follows:

Options	Estimated reductions (*) (in MtC)
Energy efficiency in the residential sector	4-6
Energy efficiency in the industrial, tertiary and public sectors	4-6
In the transport sector: - further voluntary agreements to be adopted for vehicles - introduction of biofuels for road transport	2-4
Increased use of renewables	3-5
EU emissions trading system	2-4

(*) The figures are reductions below the 135 MtC base (projection of emission levels by 2020). Source: DTI/DEFRA (2003).

Likely impacts on the British economy of a 60% drop in emissions by 2050

According to analyses of the impact of 60% drop in emissions by 2050, assuming that all the industrialised countries act jointly, the cost of implementing climate change actions would be minimal, i.e., equivalent to 0.5 to 2% of the UK's GDP by 2050 (which by then will have tripled compared to now). This estimate does not include the costs avoided by taking steps to tackle climate change.

However, models have shown that the costs of moving to a low carbon economy will be higher if:

- Emission reduction objectives are very stringent,
- The target date for achieving these objectives is set too early,
- No use is made of emission trading or other economic instruments,
- The energy efficiency option is not taken up.

Energy efficiency

The British government believes that energy efficiency could contribute up to 50% of the additional 15-25 MtC reduction required by 2020. To achieve these cuts, a package of measures is needed in several key economic fields, including energy for heating, lighting and power production in buildings, which account for almost half of total energy consumption in the UK.

Electricity production

In order to achieve a 60% reduction in carbon emissions in the UK by 2050, the share of renewables in total electricity production will probably need to increase to 30 or 40%, and possibly more. The White Paper proposes that the share of renewables in total electricity production should be doubled (onshore and offshore wind power and biomass are the most cost-effective options over the longer term for reducing CO₂ emissions), from 10% in 2010 (the target set in 2000) to 20% of total power production by 2020, and suggests policies to achieve this.

11.2. Towards a 40% reduction in emissions from the residential sector (2005)

The Environmental Change Institute (ECI, attached to Oxford University) has built up a scenario for a 40% reduction in CO₂ emissions in the residential sector (compared to 1996) by 2050. This was developed as part of a research project (the "40% House Project") carried out under the ECI's Lower Carbon Futures programme, and is designed to support the target reduction of 60% by 2050 set out in the UK White Paper on Energy. The policies identified take the following considerations into account:

- the need to rationalise energy use by applying low-carbon technologies (heat pumps, solar water heaters, photovoltaic energy, combined heat and power generation, etc.);
- the potential impact of climate change on demand for heat and refrigeration (air conditioning);
- options to avoid an increase in demand for refrigeration;

- possibilities for reducing consumption of individual household appliances in order to reduce peak electricity use.

The “40% House Scenario” was presented to the ECI conference organised in London on 23 March 2005.

11.3. The Tyndall project

The Tyndall Centre for climate change research was established in 2000 in order to identify, analyse and disseminate options for reducing GHG emissions and to examine the sustainability of these options in the context of sustainable development at global, national and local levels. As part of a major research programme entitled *Decarbonising the UK* that includes 17 individual projects, the Tyndall Centre has investigated the range of options (low-carbon technologies, public policies, behavioural changes and so on) to be considered to enable the UK to achieve its objective of a 60% reduction in CO₂ emissions by 2050. To do so, the research teams have developed the first scenarios that fully integrate the energy system and include CO₂ emissions from air, sea and land transport. These scenarios incorporate perspectives from energy experts, engineers, economists, scientists, sociologists and environmental experts. According to the Tyndall Centre, the failure, to date, of national governments to account for CO₂ emissions from international aviation and shipping traffic has led to a serious underestimation of the actions necessary to achieve a true 60% reduction. The research results obtained show that even a true 60% reduction in the UK's CO₂ emissions is technologically, socially and economically viable. The results of this research programme were presented to a conference in London on 21 September 2005.

12. Germany

12.1. Policy scenarios up to 2030

A study commissioned by the Federal Environment Agency (UBA) was carried out by four highly reputed research institutes, the German Institute for Economic Research (DIW), the Jülich Research Centre, the Fraunhofer Institute for Systems, Techniques and Research on Innovation (ISI) and the Institute for Applied Ecology (Öko-Institut), and published in September 2004. Scenarios were built up in order to analyse strategies for emission reductions in the long term (2030). The results show that existing technological options can be used to achieve a 30 to 40% reduction in CO₂ emissions by 2030. In order to achieve this ambitious objective, measures need to be implemented throughout the energy production system. The costs of the different emission reduction strategies are closely linked to the measures adopted under energy and climate change policies.

12.2. Case Study: 21 proposals for a policy on the greenhouse effect in the 21st century

In an analysis published in March 2006, the UBA presented a policy to tackle the greenhouse effect based on 21 proposals (*Thesen*). Based on the climate changes already observed and projected into the future, and on scientific justification for GHG emission reduction targets, the study puts forward global objectives (proposals 1 to 10), including a reduction in per capita emissions to less than 2 tCO₂eq by 2100. It then outlines the means (measurements and instruments) needed to achieve these objectives in Germany (proposals 11 to 20). The main objectives proposed for Germany are as follows:

- An 80% reduction in GHG emissions by 2050: this is technically feasible and economically viable, mainly by increasing the use of renewables and substantially improving energy efficiency. The use of fluorinated gases could be dispensed with by applying climate-friendly technologies. Because affordable measures (such as renovating energy systems in existing buildings or achieving higher yields from power plants) are already available, the interim target of a 40% reduction in CO₂ emissions (compared to 1990) by 2020 is achievable without generating additional costs for the national economy;

- Halving primary energy consumption by 2050: this will mean improving energy transformation yields as well as lowering final energy consumption. Renovation of energy systems in existing buildings could reduce national CO₂ emissions by 5 to 7%. More rational energy use (switching off electrical appliances when not in use, for example) could reduce electricity consumption in Germany by more than 12% by 2020, as compared to projected emissions in "business as usual" scenarios.
- A 50% share of renewables in energy supplies by 2050: to achieve this, all renewable energy sources will need to be more fully exploited. Up to 2020, renewable energy development should focus on onshore and offshore wind power, biomass and thermal solar power.

12.3. Proposed national objective

In 2002, the Federal government proposed a target 40% reduction in GHG emissions (compared to 1990 levels) by 2020, subject to the EU committing to a 30% reduction within the same period. On 13 July 2005, the Federal government adopted a decree (*Beschluss*) updating the National Climate Change Programme initially adopted on 18 October 2000. The 2005 programme is designed to put Germany on the road to a 40% reduction in emissions in the medium term (by 2020), and formalises the position indicated above by stipulating that Germany will make every effort to achieve its objective provided that the EU subscribes to a 30% reduction by 2020.

13. The Netherlands

The Dutch Environmental Assessment Agency (MNP) published a study on 18 May 2005 which presents:

- a set of multi-gas emission pathways leading to atmospheric concentrations stabilising at 400, 450, 500 and 550 CO₂eq ppm,
- An analysis of the consequences, in terms of global and regional emission levels, of achieving the EU 2°C temperature rise objective, and of the probability of success in achieving this objective.

The study also investigates the effects of different assumptions in the reference scenarios, of the rate of technological progress and of delayed implementation of global measures, on the trajectories that result. The authors conclude that it is unlikely that a trend in emissions leading to stabilisation at 550 ppm CO₂eq would keep global temperature rise down to the +2°C target. An 85% (60%) probability (or higher) of achieving this would mean stabilising GHG concentrations at 450 (400) ppm CO₂eq or less. Avoiding reductions of more than 2.5 percent per year would require global emissions to peak at around 2015, before dropping sharply by 40 to 45% (15 to 20%) by 2050 (as compared to 1990 levels and excluding LULUCF). If LULUCF are included, overall emission cuts of 50 to 55% (30 to 40%) compared to 1990 levels would be needed by 2050.

The analysis then shows that if peak emissions are delayed for a further five years, this could have significant consequences for emission reductions, which might need to be far more drastic as from 2020-2025. Delaying implementation until 2020-2025 would double the annual rate of reduction required (from 2.5 to 5%) to stabilise GHG concentrations to 450 ppm CO₂eq or less. Such a high rate of reduction would be difficult to achieve, given the inertia of energy production systems, and would generate high costs. Consequently, in order to avoid the impacts of a rise in average annual global temperatures of 2°C or more, worldwide GHG emissions must peak no later than 2015.

14. The European Union

First of all, the 6th Environmental Action Programme (2002)¹⁸, which provides a Community framework setting the main environmental objectives and priorities for 2002- 2012, is designed to contribute to the achievement of the UNFCCC's ultimate objective (Article 2: "*to stabilise greenhouse*

¹⁸ Decision 1600/2002/CE of the European Parliament and Council, 22 July 2002 (OJEC, L 242 of 10 September 2002).

gas concentrations in the atmosphere at a level that that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system"). The 6th EAP sets a maximum temperature rise of 2°C, which, in the longer term, "will probably imply a 70% reduction in global [GHG] emissions compared to 1990 levels [...]" (Article 2, Paragraph 2), although no target date has been specified.

14.1. The European Commission

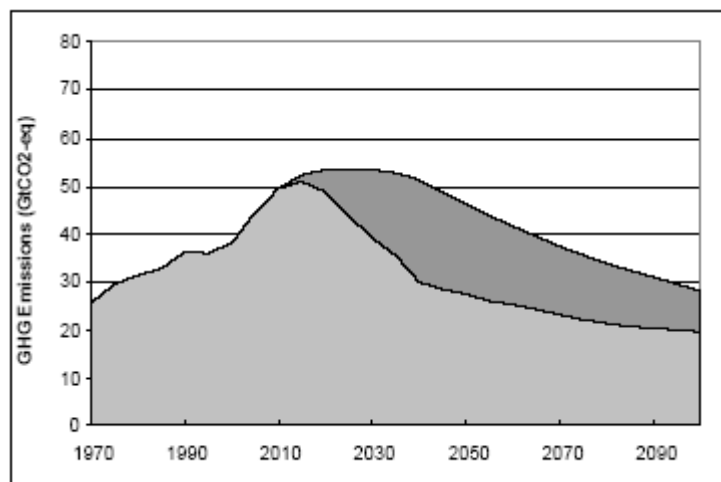
On 9 February 2005, the European Commission issued a Communication outlining a community strategy to tackle climate change after 2012 (when the first commitment period under the Kyoto protocol comes to an end). The document was requested by the European Council during a meeting on 25-26 March 2004, to support the position on the EU's future climate policy to be adopted by the Council in the spring of 2005, after an examination of medium and long-term strategies for GHG emission cuts with quantified targets.

The Communication is a cost-benefit analysis that takes both environmental considerations and competitiveness into account. On the basis of a study published in October 2003 by a consortium of European research organisations (including the CNRS), the Communication recommends a number of items that should be incorporated into future EU climate change strategies. A working document has also been published, detailing the scientific data and scenarios that were analysed to underpin the information in the Communication. Although the Communication states that emission cuts of at least 15%, compared to 1990, would be required by 2050, it does not recommend the adoption of a specific Community target at this stage, emphasising that any emission reduction commitments made by the EU within the multilateral system for tackling climate change should depend on the level and type of contributions made by other major GHG emitting countries (such as China, India or Brazil).

Achieving the +2°C objective will require policies to tackle climate change but also to adjust to it. Despite the implementation of existing policies, worldwide emissions will undoubtedly increase in the next 20 years. An overall reduction of at least 15% by 2050, compared to 1990 levels, will probably be necessary, which will involve substantial efforts.

The Commission believes that doing nothing is not a sensible option. The more action is postponed, the greater the risk of irreversible climate change, as options to stabilise greenhouse gas concentrations at lower levels are closed off. The science of climate change continues to develop and future evidence may show that change is taking place even faster than is apparent today. Therefore a rational medium and long-term climate policy should be based on a "keeping the door open" strategy. Such a strategy would allow moving even to the lower than initially targeted concentration level in future, if new scientific knowledge points to the necessity of doing so.

Mitigation involves significant adjustments to our societies and economies, such as the restructuring of energy and transport systems. It is therefore imperative to use the most efficient and least-cost mix of adaptation and mitigation actions over time to meet our environmental objectives while maintaining our economic competitiveness.



Worldwide emissions pathways to stabilise GHG concentrations at 550 ppm and 650 ppm CO₂eq (the pathway leading to stabilisation at 550 ppm is shown in light grey, and for 650 ppm in dark grey). Source: CNRS/LEPII-EPE, RIVM/MNP, ICCS-NTUA, CES-KUL (2003) "Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025".

All the scenarios projecting a stabilisation of the overall temperature rise at +2°C show worldwide emissions reaching a peak in the first half of the 21st century and dropping sharply thereafter. The later the peak, the more emissions will have to drop in the second half of the 21st century. However, prompt action worldwide would help to overcome the inertia of climatic and associated economic systems. Setting reduction targets at an early stage enables businesses to look ahead with certainty and plan their long-term technological investments accordingly. Making bigger cuts in emissions in the years to come will reduce the need for more drastic and disruptive reductions later on.

14.2. The EU Environment Council and the European Council

The ministers attending the meeting of the EU Environment Council on 10 March 2005 examined the Commission's Communication of 9 February 2005. They concluded, in particular, that:

- delivering the objective of limiting global temperature rise to 2°C above pre-industrial levels (before 1750), "will require global greenhouse gas emissions to peak within two decades, followed by substantial reductions of the order of at least 15% and perhaps by as much as 50% by 2050 compared to 1990 levels".
- "reduction pathways by the group of developed countries of the order of 15- 30% by 2020 and 60-80% by 2050 compared to the [1990] baseline envisaged in the Kyoto protocol should be considered".

During the European Council meeting in the spring of 2005 (22-23 March), the EU Heads of State and Heads of Government examined the issue of a Community climate change policy after 2012, drawing on the conclusions of the Environment Council meeting of 10 March 2005 and on the European Commission's communication of 9th February 2005. The European Council adopted the quantified medium-term targets proposed by the EU ministers of the environment on 10 March 2005 (reductions "of the order of 15 to 30% by 2020" for the developed countries), but rejected, at least for the time being, any quantified long-term reduction in GHG emissions as proposed by the Environment Council (-60 to -80% by 2050). By removing this long-term objective - as requested by Germany and Austria - the European Council brought its position into line with that of the European Commission, which, in its 9th February 2005 Communication, suggested that it was too early, at this stage, to set a quantified long-term reduction target.

The EU-25 ministers attending the Environment Council meeting of 9 March 2006 reasserted the need for the developed countries to consider GHG emission reduction pathways of the order of 15-30% by 2020, but were unable to reach a consensus on explicit reduction pathways for 2050 (-60-80%), even though these had been recommended by the same Council at its 10 March 2005 meeting.

14.3. The European Parliament

On 16 November 2005, the European Parliament adopted a non-binding resolution (2005/2049/INI) based on an initiative report dated 1 August 2005 drawn up by the Swedish EMP Anders Wijkman. The resolution sets out steps to be taken at EU level to tackle climate change, reviews the various EU measures implemented or under consideration and draws on the Commission's 9 February 2005 communication, entitled "*Winning the Battle against Global Climate Change*". In the resolution, the European Parliament recommends, in particular, "*undertaking strong emission reductions of 30% by 2020, using a combination of market incentives and regulation to stimulate investments in energy efficiency and/or carbon-free and low-carbon technologies*".

14.4. The European Environment Agency

The European Environment Agency (EEA) published a study on 29 June 2005 presenting the results of a forward study to assess possible GHG emission reduction pathways for the EU by 2030, which would rely in particular on measures to aid the transition to low-carbon energy systems. The study presents a reference scenario and a low-carbon scenario with three variants. These scenarios are based on voluntary GHG emission reduction policies that mainly target the energy sector, which currently accounts for 80% of total GHG emissions in the EU, and are built up from the following assumptions:

- Emission reduction targets for the EU of 20% by 2020, 40% by 2030 and 65% by 2050 (compared to 1990 levels). These targets are within the range put forward by the EU Environment Council on 10 March 2005.
- CO₂ prices increasing to 20 €/t in 2020 and 65 €/t in 2030;
- EU GDP doubling from 2000 to 2030.

CO₂ capture and storage are not included as a reduction option in the EEA analysis.

The study shows that more than half of the reductions required to achieve the target of 40% cuts in emissions by 2030 would rely on the application of technologies within the EU, to secure:

- More efficient heat and power production and more rational energy consumption in the residential and tertiary sectors, industry, agriculture and transport,
- Use of low-carbon fuels
- Increased use of renewables (windpower and biomass).

The remaining reductions would be achieved through emissions trading with other regions in the world through an international carbon market. The EEA's analysis also suggests that CO₂ emissions from energy use could be reduced by 11% by 2030, provided that the EU:

- Improves energy efficiency in the residential, tertiary and industrial sectors, which will need to contribute half of all emission cuts by 2010;
- Transforms its energy production systems: by 2030, more than 70% of CO₂ emission reductions must be achieved in the power production sector by substituting natural gas for coal;
- Removes all subsidies to fossil fuels. In 2001, energy subsidies in the EU 15 amounted to 29 billion €, including 74% for fossil fuels (source: EEA Briefing n°2/2004);
- Investigates possibilities for CO₂ sequestration;
- Intensifies R&D in the clean technology sector;
- Strengthens awareness among the general public and businesses as to their potential contributions to energy savings.

The EEA has estimated the additional annual costs involved in implementing the main climate mitigation scenario, compared to the costs of the reference scenario, at around 100 billion € in 2030 (about 0.6% of projected EU GDP for that year), distributed as follows:

- Industrial sector: 1.6% of added value on average (with wide variations in costs by subsector);
- Tertiary sector: 0.2% of added value;
- Households: 110-120 € per household, depending on fuel price increases in the reference scenario, 1900 € per household (EU-15) by 2030

The EEA concludes, in particular, that unless current policies are strengthened, the increase in emissions recorded in the EU-15 in 2000 is likely to continue after 2010 and could even, according to the projections, exceed 1990 levels by 14% in 2030.

15. USA: Federal State of California

California adopted an Executive Order (n° S-3-05) on 1 June 2005 setting out its GHG emission reduction targets, the aim being to cut emissions to 1990 levels by 2020 and achieve an 80% reduction by 2050 (compared to 1990). The Californian Environmental Protection Agency is responsible for coordinating efforts to monitor progress towards these objectives and in particular to develop and implement reduction strategies. One of the options under consideration is an emissions trading system such as the EU's.

6. Overview of GHG emission reduction objectives proposed by studies in different countries (2002-2006)

Table of country objectives for 2020-2050, as of 31/5/2006 (source: CITEPA-Mark Tuddenham, from source documents)

Country/Regional organisation	Institution/body	Study status: draft or policy document (+date)	Objective(s)	Target period	Reference year
UK	Government	White Paper on Energy (24 February 2003)	-60% CO ₂ , -10 to -20%CO ₂	2050 2020	1990
	Environmental Change Institute	40% House Project (March 2004)	-40% CO ₂	2050	1996
Germany	Federal Environment Agency	Politikszennarien III (September 2004)	-30 to -40% CO ₂	2030	1990
	Federal Environment Agency	21 Thesen zur Klimaschutzpolitik (March 2006)	-80% GHG	2050	1990
	Federal government	National Climate Change Programme (Decree 13 July 2005)	-40% GHG provided EU sets -30% target for 2020	2020	1990
Sweden	Government	National Climate Strategy (decision n° 2001/02:55)	4.5 t CO ₂ eq/capita/year	2050	1990
Norway	Environment Ministry/ dedicated technical commission	Commission asked to develop reduction scenarios (February 2005)	-50% to -80% GHG	2050	1990 (?)
Japan	National Institute for Environmental Studies	Research project on "Developing methodologies for assessments of medium and long-term environmental policy options to move towards a low-carbon society in Japan" (launched 2004)	-60% to -80% GHG	2050	1990
EU	European Council/Parliament	6 th Environmental Action Programme 2002-2012 (Decision 1600/2002/EC of 22 July 2002)	-70%	"Long-term"	1990
	Environment Council	Conclusions of 10 March 2005 meeting.	Developed countries: -15% to -30% GHG -60% to -80% GHG	2020 2050	1990
	European Council	Conclusions of 22-23 March 2005 meeting.	Developed countries: -15% to -30% GHG	2020	1990
	European Parliament	Resolution 2005/2049 of 16 November 2005	Recommendation: -30% GHG	2020	
	European Environment Agency	Forward study to identify possible GHG emission reduction pathways for the EU (measures targeting energy sector=>low-carbon energy systems) (Published 29 June 2005)	-20% GHG -40% GHG -65% GHG	2020 2030 2050	1990
USA: State of California	State Governor	Executive Order setting reduction targets (adopted 1 June 2005)	-80% GHG	2050	1990
Australia	The Australia Institute	Study presenting a scenario (published October 2002)	-60% GHG	2050	1990

Table of country objectives for 2020-2050, status as of 31/5/2006 (source: CITEPA-Mark Tuddenham, from source documents)

Chapter 4: Recommendations

The following recommendations are intended as proposals for a public policy which must be implemented as soon as possible to enable France to achieve the Factor 4 objective by 2050. This public policy has four essential ingredients:

- Enduring measures designed to span several generations
- Ensuring that all actors can plan well ahead,
- Consistency between different public policies (energy, agriculture, transport, housing, etc.).
- The need to mobilise efforts throughout society, because there is no easy solution. The policy introduced must therefore:
 - Cover every sector of activity: transport, construction, industry, agriculture and energy production;
 - Cover all economic actors: the State (in an exemplary capacity and through all public policies), local authorities (also in an exemplary capacity and through spatial planning), businesses and citizens in general;
 - Use all public policy tools, including research, regulations, financial and tax incentives (positive or negative), communication (education and awareness) and information (systematic labelling).

16. Recommendations on strategy

These recommendations are more specifically intended to ensure that the policy to be introduced is enduring and will allow for long-term planning. The recommendations concerning energy imply that any policy to foster energy savings, whatever the context, should create a "virtuous spiral" and that promoting non-fossil energy use will always be a move in the right direction. They recognise, moreover, that where the fuel mix is concerned, CGS (capture and geological storage of CO₂) is a complementary measure, which, if it proves acceptable, will be indispensable at global level to allow the use of some fossil energy sources such as coal, where reserves are still abundant, until new production and supply systems reach maturity.

Recommendation n°1: *Define objectives for gradual and realistic reductions, which match the rate of investment renewal and new technology emergence; set these objectives at least 10 to 20 years ahead so that businesses have enough leeway to plan for low-emission investments.*

The efficiency of the ETS¹⁹ (emissions trading system) needs to be improved, especially by broadening its scope, lengthening quota allocation periods and fostering access to the flexible mechanisms provided for by the Kyoto protocol.

Recommendation n°2: *Strengthen the Factor 4 objective by setting an intermediate target (-25% or -30% compared to 2005 by 2020-2025, for example, and based on indicators to be defined), in liaison with socio-economic actors and partners in France and taking possible technical advances into account.*

One advantage of setting an intermediate target would be to facilitate the introduction of monitoring instruments to assess whether emission trends in France are compatible with the Factor 4 objective. This interim reduction target needs to be compatible with the expected impact of existing or new

¹⁹ ETS: Emissions Trading System.

measures whose effects are already being measured (such as the tax on company vehicles or TVS²⁰).

Recommendation n°3: *Design and implement a "National Factor 4 Pact", which would be integrated at European level and would enable all professional categories to contribute on an equitable basis to the collective long-term effort.*

Recommendation n°4: *Foster and support, at EU and international level, all initiatives to secure a stable institutional framework over the long term, enabling all those concerned to integrate the carbon price signal in their long-term investment decisions and climate strategies.*

17. Recommendations on overall consistency between public policies

Recommendation n°5: *Ensure the greatest possible consistency between projects from public financial agencies and French climate change policy.*

COFACE: *Introduce parliamentary oversight for COFACE projects to ensure more transparent management of activities undertaken on behalf of the State; publicise assessments of GHG emissions for each project and improve the environmental guidelines used as references for project guarantees; all these elements will determine the decision to guarantee projects or not.*

World Bank and regional development banks: *France, in its capacity as a major financial contributor to these institutions, must clearly state its position in favour of reducing financing for high GHG-emission energy uses and giving preference to investments that foster energy efficiency and renewables, in particular to work towards significant substitution of fossil fuels by renewables.*

Recommendation n°6: *To encourage the adoption of a European strategy to work towards Factor 4 objectives at international level, make proposals to the EU Member states for a long-term investment plan for purchases of emission quotas after 2012, without waiting for the introduction of institutional arrangements still under international negotiations whose outcome is still uncertain.*

This type of undertaking would provide the necessary foresight for agencies considering commitments to long-term projects for emission reductions, as well as placing the European Union in an innovative position with regard to international climate change activities.

18. Recommendations on the mobilisation of all sectors and actors

In these recommendations, it is considered that the Factor 4 challenge, though difficult to achieve, is nonetheless attainable provided that mobilisation is effective at every level. It is essential to secure widespread involvement from businesses and citizens alike. This implies training and awareness activities on a very broad scale, exemplary action on the part of the public authorities and setting in

²⁰ TVS: *Taxe sur les Véhicules de Société.*

motion a wide range of economic and regulatory instruments, whether conventional or yet to be designed.

18.1. Recommendations for sectoral mobilisation

Recommendation n°7: *Make clear progress in implementing an ambitious plan for existing buildings, by securing the integration of renewable energy sources in the construction sector as well as genuine awareness among the population as a whole as to the need for urgent but well-considered action to secure energy efficiency.*

The plan should include flagship measures and quantified indicators to measure results. Requirements would include:

- *mobilisation of all local agencies (local authorities, tradespeople, banking networks, funding agencies, etc.) to work towards the plan's successful outcome*
- *compulsory renovation of heating systems in all buildings predating 1975 (entry into force of the first national heating standards) before any change of ownership or major rehabilitation*
- *introduction of a banking product mainly dedicated to energy efficiency measures and buildings*
- *an emphasis on low-cost housing*
- *an ambitious training programme for tradespeople and SMEs in the building sector*
- *a detailed and effective monitoring and regulation tool based on feedback from energy efficiency diagnoses (DPE)²¹ and detailed knowledge of existing buildings and their energy efficiency.*

Recommendation n°8: *Request the Centre for Strategic Analysis to review, as the case may arise and in the light of the Factor 4 objective, the criteria defined by the former National Planning Commission (CGP) for decisions on infrastructure, particularly in transport. Beyond a certain amount, "carbon budgets" or their equivalent must be carried out by the public authorities before any public money is invested.*

Financial efforts should focus as a matter of priority on passenger transport (urban, rail and waterways), including cycle tracks. Maximum authorised speeds should be reduced (to 120 km/h on motorways and 100 km/h on dual carriageways as a start). Vehicle tax should be reintroduced, with an emphasis on its ecological content. Urban tolls should be legalised, as well as possibilities for taxing company car parks. Road tax should become compulsory for freight transport, as in Switzerland, and aviation fuel must be taxed. To contain or organise urban sprawl, all undesired effects of fiscal policies must be corrected. Local authorities must harmonise their policies for the Regions and Départements.

Recommendation n°9: *Besides indispensable efforts to promote energy savings (involving both technical and behavioural aspects), all available sources of energy must be put to use as of now to minimise the carbon content of the fuel mix in*

²¹ DPE: *diagnostic de performance énergétique*

France. This will mean encouraging the use of renewables (including hydropower²² and biomass) and nuclear energy²³.

Recommendation n°10: As of now, encourage investments in energy production facilities and energy transport infrastructure that are most likely to support the Factor 4 objective.

Recommendation n°11: Encourage large-scale use of biomass resources for energy recovery and production of chemicals or materials, in order to substitute fossil energy sources (especially for CHP production and biofuels) by 2020.

To keep in line with sustainable resource management principles, foster the use of agricultural and forest products and by-products that can be easily and quickly brought into use, e.g. via wood extraction from forests, new production and supply chains for agricultural by-products (oil and protein crops, beets, vegetables, grass clippings and so on, all of which are potentially recoverable resources), and professionalised fuelwood production systems. Emphasise and develop technologies for the use of different kinds of biomass (wood and straw fired boilers, “whole plant” biofuels). Make long term investments in biomass. Coordinate the development of agricultural and forest biomass chains to ensure continuous supplies and consistent standards of quality.

Recommendation n°12: Encourage carbon storage using the potential of agricultural and forest soils, by 1) maximising carbon storage in forests, especially through the Kyoto project mechanisms; 2) developing the use of bio-materials and bio-products to simultaneously store carbon and reduce emissions by acting as substitutes for products where the manufacturing process releases more GHGs.

Farming and forestry are the only sectors of human activity that can currently increase carbon storage. Furthermore, photosynthesis efficiently extracts and fixes CO₂ from the air. These sectors therefore have an essential role in counteracting the inertia that can considerably slow progress in reducing GHG emissions.

Recommendation n° 13: Opt for rational forms of management with arbitration between the different potential land uses and the share of any necessary imports. Ensure sufficient flexibility in biomass uses by catering for more than one option, for example to produce heat or biofuels until the second generation of “whole plant” biofuels reaches maturity. Trials must be recommended and designed in accordance with the specific features of each area to clearly demonstrate the value of economically acceptable short circuits for biomass production and supply. There is no single solution and the issue should be addressed in concrete terms, taking specific local features into account and emphasising experimental projects.

In particular, local plans could be developed for short supply circuits between methane recovery from manure and district heating networks.

²² The Factor 4 Group does not unanimously agree on hydropower as a solution that is compatible with sustainable development.

²³ The Factor 4 Group does not unanimously agree on nuclear energy as a solution that is compatible with sustainable development.

18.2. Recommendations for raising awareness and fostering action

Recommendation n°14: *Ensure that the State plays an exemplary role, because global warming affects the common good whose protection has traditionally been mainly the responsibility of the State.*

The exemplary role of the public authorities would give credibility to public campaigns on energy saving by matching actions to words, especially in today's context of waning confidence in public institutions. This exemplary role could be expressed by investments in public buildings to comply with high energy standards (THPE²⁴ or Minergie²⁵) or by the use of low-consumption vehicles and the application of journey plans for the State's own needs.

Provided that this does not reduce the quantity of housing to be built or renovated, more ambitious investment - involving, for example, compulsory THPE standards in low-cost housing - would be a clear signal of the State's intentions in addressing climate change. It is in this type of housing that households are least able to afford efficient insulation or heating systems using renewables, and in which use costs should therefore be lowest for social reasons. Apart from the buildings themselves, the State's intervention in this area should ensure that any investment support is "carbon neutral".

Recommendation n°15: *Strengthen the provision of useful information on climate change, both for awareness and training in general and "real-time" information.*

1) Perceptions of the risks associated with climate change appear to be clouded by the uncertainties expressed by scientists, which suggests a need for education as to the consequences of climate change according to levels of greenhouse gas concentrations.

2) Information on the power requirements of frequently used appliances is gradually being introduced, but this should be accelerated and extended to a wider range of goods.

3) Information on consumption in real time, while driving and especially in the home (to show whether or not electricity consumption is occurring at peak time) is needed so that people can visualise and therefore control their energy consumption. Energy consumption behaviour in the home is likely to change the most easily.

4) Raise awareness amongst all audiences and target messages so as to multiply their effect.

Recommendation n°16: *Raise awareness amongst all buyers (especially government purchasers) and individual consumers to encourage them to choose local and seasonal products as far as possible in order to minimise the impact of GHG emissions from production processes.*

Some everyday goods, especially food products, are transported over very long distances to reach shops or caterers (e.g. tomatoes from Spain, Italy or North Africa). The distances travelled increase the transport sectors contribution to GHG emissions, even though some of these products are

²⁴ THPE: très haute performance énergétique.

²⁵ Minergie: an energy efficiency programme introduced for new buildings in Switzerland.

produced more locally and may even have difficulty in finding market outlets (due to higher prices in particular).

Recommendation n°17: *Carry out a forward analysis of the adjustments acquired in French industry and agriculture to maintain French competitiveness in a context of climate change. Make every effort to share conclusions with socio-economic agents in France.*

Recommendation n°18: *Foster the emergence, in the different professions (building, transport, executives and engineers), of a new generation with adequate training in issues arising from climate change and in potential responses in their field of competence, especially as regards energy efficiency and renewable energy and materials.*

1/ The first requirement will be to incorporate training modules presenting both aspects of the problem (issues and solutions) into school and university curricula.

2/ An ambitious training plan for tradespeople and SMEs in the building sector should be launched, complying with the following requirements:

- 1. Modularity: set up short, recurrent courses in the different départements to ensure that local everyday constraints are taken into account;*
- 2. The knowledge and experience acquired through these courses must be officially sanctioned, leading to certificates of competence in different construction processes;*
- 3. Voluntary training undertaken by tradespeople must be recognised (through a labelling scheme or tax benefits, for example).*

Better training for building professionals in the issues arising from climate change would enable them not only to disseminate information on energy management and renewable energy development among their clients, but also to guarantee the quality of their services.

Recommendation n°19: *In order to build a society based on greater solidarity between its members, it is important that the risks and the strategy adopted should be made much clearer to the public:*

1/ Entrust the National Commission for Public Debate (CNDP), for example, with the task of organising a full-scale public debate, with the help of the media, on the risks of runaway climate change.

2/ By a given time in the medium term, say 2020, build up a common view of the future that meets with general approval

18.3. Recommendations on support to R&D

Recommendation n°20: *Through support to R&D programmes, economic incentives and an appropriate legislative and regulatory framework, foster the emergence of substitution technologies capable of reducing greenhouse gas emissions.*

Innovative substitutes may be considered, for example, when a new use involves electricity consumption (high-temperature heat pumps, hybrid rechargeable vehicles and so on), provided that the substitute technology releases fewer greenhouse gases.

Recommendation n°21: *Invest immediately, on a large scale and in a planned and coordinated way, in support to R&D for reductions in greenhouse gas emissions, taking into account, in particular, the recommendations in the “Chambolle” report on New Energy Technologies.*

The financial means provided must be substantial, stable over the long term and designed for use in different ways (including, for example, through calls for bids as issued by the National Research Agency (ANR²⁶), in the national, European or international contexts and at all levels. Concerning energy, they should focus on both supply and demand. Priority areas include hydrogen, coal burning with capture and geological storage of CO₂ (which could both be addressed by national programmes within an international system), improved energy yields and competitiveness of renewables, energy management, electricity storage solutions, etc.

Recommendation n°22: *Encourage widespread dissemination within the economic and social fabric of innovative concepts for reducing greenhouse gas emissions, by applying new economic incentives for financing innovative projects on the basis of the “future value” of future emission reductions. This new economic lever, associated with “carbon financing” could make an effective contribution to the promotion of low carbon technologies.*

18.4. Recommendations on the local authority participation

Recommendation n°23: *Local authorities, given their responsibilities over spatial organisation, should aim to develop a genuine local strategy, expressed through Territorial Climate Plans that should reflect, in particular:*

1/ Integration of the energy and climate dimensions in urban planning documents and policies (SCOT, PLU, PLH, etc.) as well as in operational urban planning documents and policies (activity zones and urban redevelopment operations);

2/ Control over urban sprawl to reduce energy consumption.

All investment decisions should aim to be “carbon neutral”.

18.5. Recommendations on fiscal measures

Recommendation n°24: *Develop tax or subsidy systems (subject to compliance with European regulations) for capital and consumer goods, to be applied according to the level of GHG emissions generated by the fossil fuels they will consume in the future.*

²⁶ ANR: Agence Nationale de la Recherche.

This measure will need to be applied in accordance with the principle of fiscal neutrality required by the government.

Recommendation n°25: *To address fuel consumption, introduce a system of carbon-linked tax incentives, as well as measures to relieve the consequences of rising fuel costs for the least affluent households, provided they do not lessen the incentive effect.*

Recommendation n°26: *Broaden the "price signal" to individualised sectors. The introduction of "domestic projects" would generate credits for emission reduction activities in sectors not covered by the European Quotas Directive, such as transport, agriculture and construction. This would give a financial stimulus to undertakings for sustainable reductions in carbon intensity made in these sectors (which produce over 70% of GHG missions in France).*

18.6. Recommendations on necessary regulations

Recommendation n°27: *Bring standards and regulations on minimum energy efficiency into general use for consumer goods and existing buildings.*

The idea here is to establish minimum energy efficiency standards for each family of electrically-powered appliances and systems. Purchases of appliances with below-standard energy efficiency should be discouraged or no longer authorised on the market. These minimum standards should be based on an analysis of energy-saving technologies, and selected on the criterion of minimum social cost, defined as the sum of the purchase cost of the appliance, plus the energy used, plus external energy costs (local pollution and health), divided by the lifetime of the appliance. The purchase price of the appliances could increase but the additional cost should be offset at least in part by the energy savings that result.

Additional steps should include an inventory of products currently on offer, a transition period to allow the industrial sector concerned to adapt and an evaluation of the impact on prices. The legality of the proposed ban on marketing below-standard appliances would need to be validated, particularly in view of competition laws.

Recommendation n°28: *Action concerning vehicle traction systems.*

1/ Aim for clear and realistic undertakings from European automobile manufacturers, with provisions for flexibility modelled on the carbon market: a target for 2020 expressed in gCO₂/km in 2020 (less than 100 gCO₂/km as a working assumption) would be desirable.

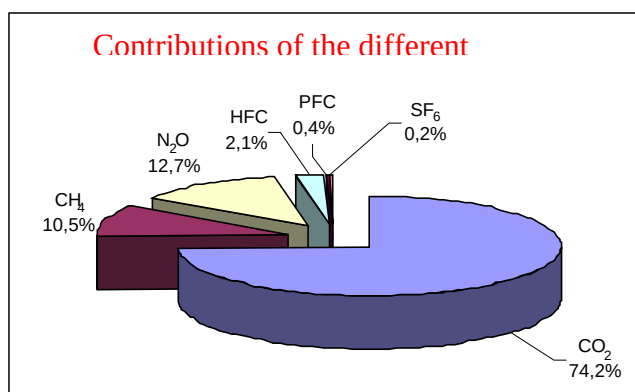
2/ Based on the target expressed in gCO₂/km, introduce a (closed) carbon trading system between automobile manufacturers, with a view to effective trading within three years (for vehicles brought into circulation in 2010, which would, in addition, provide sufficient time to publicise the arrival of hybrid diesel fuels on the market).

Page laissée intentionnellement blanche

ANNEX 1

Greenhouse gas emissions in France

In 2004, **total emissions in France of the six greenhouse gases (GHG)** covered by the Kyoto protocol (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC and SF₆) amounted to 562.6 Mt CO₂eq (excluding LULUCF²⁷), as against 567.1 Mt CO₂eq in 1990 (-0.8%). **CO₂ is the main greenhouse gas** (417.3 Mt of the total, or 74.2%), followed by N₂O (12.7%) and CH₄ (10.5%). The three fluorinated gases together account for 2.7% of the total. From 1990 to 2004, there was an increase in emissions of CO₂ and HFCs (+5.6% and +213% respectively), and a decrease in CH₄ (-14.4%), N₂O (-23.6%), PFCs (-37.2%) and SF₆ (-33.3%).



Comment: France (mainland + DOM/COM)²⁸

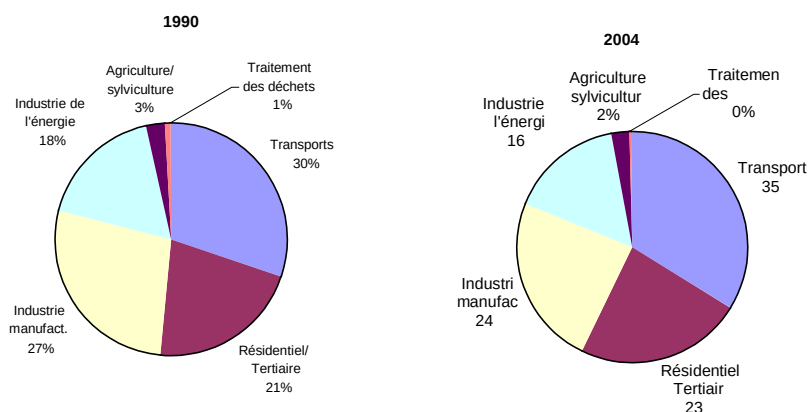
Source: CITEPA/SECTEN Inventory / PNLCC Format, updated February 2006

\$\$légende:

Contributions of the different GHGs to GWP (excluding LULUCF) in France in 2004

In terms of CO₂ emissions per sector in 2004, transport accounted for 35% of the total, followed by manufacturing industries (24%) and the residential and tertiary sector (23%).

CO₂ emissions in France in 1990 and



Comment: France (mainland + DOM/COM)²⁹

Source: CITEPA/SECTEN Inventory / PNLCC Format, updated February 2006

²⁷ LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forests.

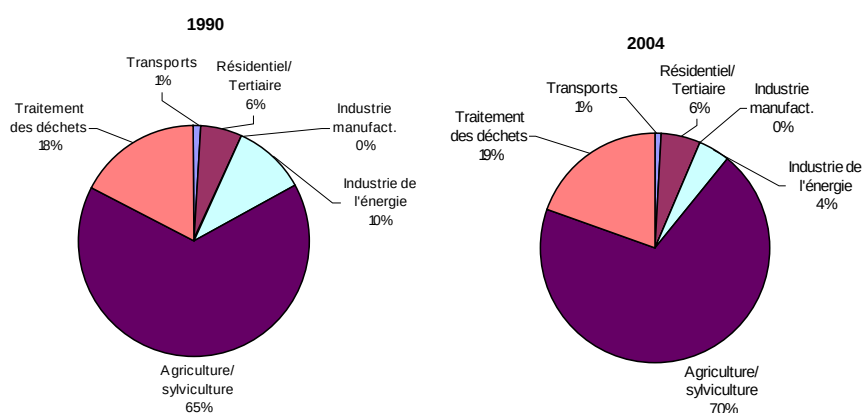
²⁸ NB: the Kyoto Protocol covers only mainland France and the DOM.

²⁹ NB: the Kyoto Protocol covers only mainland France and the DOM.

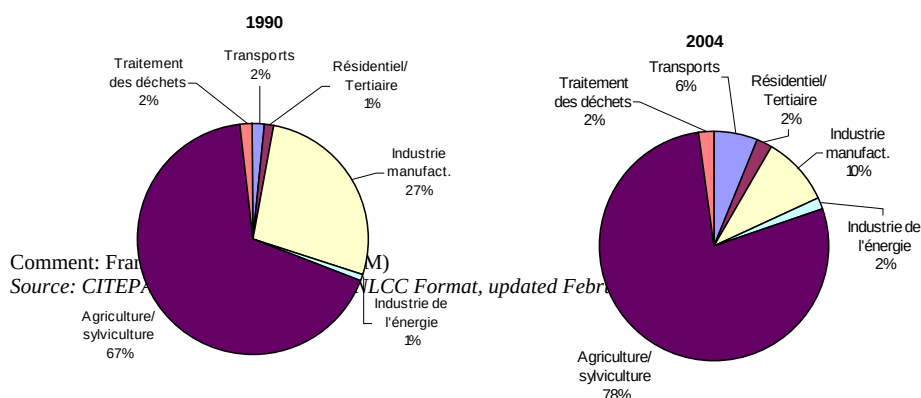
In terms of **CH₄** emissions per sector, agriculture was responsible for 70% of the total in 2004, followed by waste treatment (19%). Agriculture also generated 78% of all **N₂O** emissions in 2004, followed by the manufacturing industry (10%).

Concerning **HFC** emissions, the residential and tertiary sector accounted for 60% of the total in 2004, followed by the manufacturing industry (21%) and transport (19%). The manufacturing industry alone was responsible for all **PFC** emissions in 2004 and for 64% of all **SF₆** emissions, followed by the energy industry (35%) and the residential and tertiary sector (1%).

Emissions de CH₄ en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCTF)

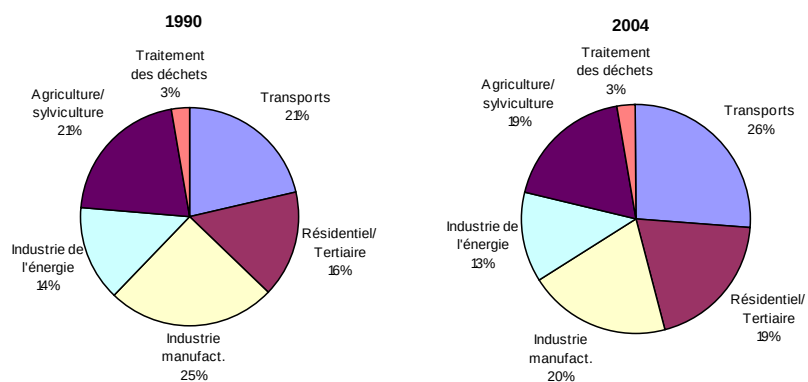


Emissions de N₂O en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCTF)



The distribution by sector of **all GHGs taken together** shows that transport is still in the lead, with 26%, but is followed by agriculture with 19% of the total (because of CH₄ and N₂O emissions) and the residential and tertiary sector with 19% also.

Emissions de GES en France en 1990 et 2004 par secteur (hors UTCTF)



Comment: France (mainland + DOM/COM)

Source: CITEPA/SECTEN Inventory / PNLCC Format, updated February 2006

For more information:

CITEPA: 2006 *Inventory of air pollutant emissions in France: in-depth analysis by sector/SECTEN format*, February 2006 (pp.157-159) :

www.citepa.org/publications/Inventaires.htm

ANNEX 2

Gathering the necessary data to understand people's behaviour and value systems

19. Perceptions of climate change ("the greenhouse effect") among the public

19.1. The greenhouse effect is not perceived as an established risk

The main lesson from the annual ADEME survey on perceptions of the greenhouse effect and of the public and private measures that could be adopted is that representations are changing very slowly, at a rate of 2 to 4% per year.

Responses to the question "*What, in your opinion, should be the State's two priority actions to protect the environment?*" have remained very stable for 6 years: "abatement of air and water pollution" are seen as the priority issues by 20% of respondents in each case. "Tackling climate change" moved up for the first time in the 2005 survey, to third place (13%), but the trend is too slight as yet to infer a swing in public opinion.

However, when the question is put in terms of "issues of concern" instead of "action by the State" (State action to tackle a planetary problem may seem of much less consequence than in other areas), the greenhouse effect always comes in third place, very close behind air and water pollution, and in first place among people with a higher education diploma.

There is a slow but steady increase in the numbers who believe that global warming as a result of the greenhouse effect is a "scientific certainty" (from 60% in 2000 to 71% in 2005); correlatively, only a quarter now believe that it is a hypothesis on which scientists do not agree, as against one third in 2000.

However, more than 40% of respondents also believe that "*at present, no one can be certain about the real reasons for the disruption of our climate*", and only a little over a third – admittedly an increase over 2000 – agree with the opinion that "*climate disruption (such as storms and floods in France) are caused by the greenhouse effect*".

"Which of these three opinions is closest to your own?"

in%	2001	2002	2003	2004	2005
<i>Climate disturbances (such as storms and floods in France) are caused by the greenhouse effect</i>	32	34	35	37	39
<i>Climate disturbances (such as storms and floods in France) are natural phenomena that have always occurred</i>	15	14	14	14	17
<i>At present, no one can be certain about the real reasons for the disruption of our climate</i>	49	49	48	46	43
<i>No reply</i>	4	3	3	3	1

Source : ADEME/RCB survey

Thus, for most people, the risks or dangers arising from the greenhouse effect are not established, while the risks arising from other areas, such as pollution, are more clearly identified.

People with a lower level of education and older generations tend to attribute climate disturbances to “natural phenomena that have always existed” (23% and 28% respectively), while the majority of those with university education are uncertain (52%). Young people (15 - 24 years old) are those who most frequently attribute climate disturbance to the greenhouse effect.

These findings are corroborated by the recent Eurobarometer survey (field survey 2004) in which, out of a list of 15 subjects including climate change, people choose the five subjects that worry them most. On average in Europe, water pollution is the main concern followed by man-made disasters (oil spills and industrial accidents). In equal third place are climate change and air pollution. However, results differ widely between countries, including between citizens in the EU 15: whereas climate change is the main concern in Sweden, Germany, Luxembourg, the Netherlands, Finland and Austria, it only ranks fourth in France and Spain and much lower in the new EU countries.

20. Complexity of the greenhouse effect

To help clarify people's understanding of the greenhouse effect, the survey asks respondents to answer an open question in their own words: *"What is the greenhouse effect, in your opinion?"* Trends in the ADEME survey show that the percentage of respondents who give either "no reply" or an explanation involving the *consequence* of the greenhouse effect (climate warming), rather than the cause, has dropped considerably, from 30% and 22% in 2000 to 19% and 13% in 2005.

However, one quarter of respondents mention pollution as the main cause of the greenhouse effect, with pollution itself often perceived as a heat-producing mechanism that directly warms the atmosphere. A further quarter sees a direct link between the greenhouse effect and the ozone hole, which, they believe, allows the sun's rays through instead of filtering them, hence the increasing temperatures that characterise the greenhouse effect.

Only 14% of the respondents come close to the established explanation for the greenhouse effect (with a very slight increase from 12% to 14% between 2000 and 2005), mentioning an accumulation of gases that prevents heat or accumulated carbon dioxide from escaping.

Sorting responses according to levels of education showed that:

- The likelihood of people giving a response was closely dependent on the level of education (41% of those giving “no reply” were educated to primary school level).
- References to pollution were more frequent among those with lower levels of education
- Almost one third of respondents from baccalaureate to university level (i.e. 3 levels of qualification: baccalaureate, baccalaureate + 2 years and university education) refer to the ozone layer (highest-ranking choice).
- Among those with the highest levels of education, two thirds attribute the greenhouse effect to *"the ozone layer"* and to *"gases, CO₂"*, in equal proportions.

Consistently with respondents' understanding of the greenhouse effect, the activities they perceive as its root causes are industrial production, transport, deforestation and aerosol sprays (and, to a lesser extent, waste treatment, heating in buildings and nuclear power plants). On the other hand, the majority believes that agriculture, livestock farming and volcanic activity are minor contributors to the greenhouse effect.

Perceived causes were ranked in more or less the same order from 2000 to 2005, except for “heating in buildings”, where the responses “high contribution” + “moderate contribution” increased from 39% to 64% in 2005.

The conclusions are that, on the one hand, the greenhouse effect is generally not well understood, and on the other hand, that the climatic consequences of the greenhouse effect are seen as not established, particularly among the more highly educated respondents.

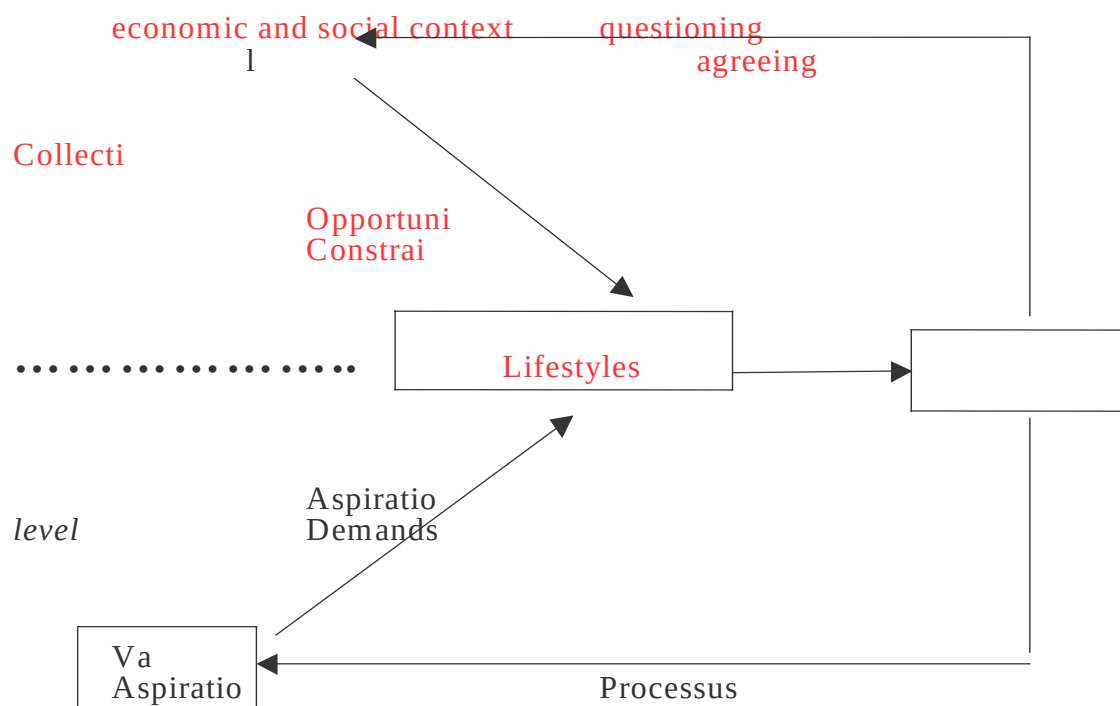
However, concerning ways of tackling the greenhouse effect, the overwhelming majority of respondents believe that changes in individual behaviour are essential, far more so than purely technological advances (75% versus 12%).

21. Values

Values are fundamental ideals and preferences that predispose people to act in certain ways and provide a framework for their representations and actions. In other words, values are at once what people believe in and what they aspire to. They are therefore fundamentally determining factors in all social dynamics.

However, it would be naive to think that people's values can be deduced solely from observations of their behaviour and, conversely, that changes in people's behaviour can be anticipated solely on the basis of their values. Although it may seem obvious, it must be stressed that behaviour patterns (in consumption, commitment, sociability and so on) are not exclusively determined by values. A distinction has to be made between the register of values and the register of behaviour, the latter being the result of a continually evolving compromise between what people aspire to, and the constraints of daily living conditions that prevent them from fulfilling these aspirations.

The link between values and behaviour is therefore neither direct nor simple.



The main indicators used to track changes in values are opinion polls and surveys.

However, to provide a useful understanding of the dynamics of value systems, these indicators have to be designed with care, which requires, for example:

- Time series over several years on identical questions (the main sources on the environment are the Eurobarometer and ADEME surveys);
- Taking into consideration the fact that respondents usually try to show themselves in the best possible light in their answers (for example by stating that they participate in actions they believe are useful to the common good, although statistics do not bear this out).

According to the Eurobarometer surveys on the environment carried out since the early 1980s in Europe (although the phrasing of the questions has changed and therefore does not always allow results to be compared), concerns as to environmental damage have increased overall, particularly regarding air and water pollution and natural disasters. Environmental concerns that first emerged in the northern countries have gradually spread to the south.

It should also be stressed that in order to study long-term trends, identical surveys made at regular intervals are not enough, since we also need to distinguish what, in the changes that appear, results from:

- Age or aging effects, where the result observed varies with the age of respondents, whatever the generation in question,
- Generational effects, where the result observed is characteristic of a particular generation, which remains attached to the values characterising it even as its members grow older, so that social changes mainly stem from upcoming generations;
- Cyclical effects, where the survey's results are strongly determined by current events.

Values are deduced by sociologists from time series, and cannot therefore be determined from isolated opinion polls.

Concerning behaviour patterns relating to low-energy and low-materials consumption, two values act as driving forces, according to Daniel Boy:

- “egoism”, where the concern is individual economic interest among people who do not like waste and tend to save rather than spend for no reason. This value tends to be fundamental in people who have been familiar with the “old world” and the economics of thrift, and is therefore more frequently observed among elderly and low-income people;
- “ethics”, where the concern is for the good of the planet or of humanity. This is more representative of younger and more cultivated people but is not reflected as strongly in actions and behaviour since young people do not usually have control over households.

21.1. Egoism

Egoistic behaviour, where individual economic rationality is concerned, can only occur if a check is kept on spending in relation to the service. However, surveys show that most people do not check their water, gas or electricity consumption, particularly as flat-rate charging does not reflect consumption for different types of use: hence the importance, in seeking how to encourage responsible behaviour, of giving people real-time access to information on consumption and costs.

There is a case for looking into whether on-board computers showing vehicle consumption in real time has encouraged changes in driving behaviour (assuming that drivers actually check the information).

The question remains as to the best way of transferring and re-establishing patterns of non-wasteful behaviour in people from the younger generations who, being familiar with abundance, are not aware that the costs of basic - and essential - services like water and energy can become a lever.

21.2. Ethics

Although it is doubtful that the majority of consumers would act out of puritanical principles in a hedonistic consumer society, the success of the Logan (a low-cost car initially designed for the Eastern European countries), or the fact that the market for traditional toothbrushes is holding its own against the electric version, may be seen as signs of more minimalist consumption patterns.

However, consumer behaviour of the “no more than we need” type, even when people could afford more, may be driven by ethical values (consuming no more than necessary) and/or by egoism (spending less).

Encouraging consumption patterns that combine altruism and egoism in various proportions, like purchasing low-energy light bulbs or refrigerators for the good of both individuals and society, probably has the best chance of success – provided that consumers have a clear idea of how much they

are actually spending on the energy they consume for different uses: hence, once again, the need for metering and logging devices.

There is no doubt that waste sorting is becoming a habit, although this has not been easy to achieve. Waste sorting has more to do with ethics, since it requires an effort on the part of individuals that is neither rewarded nor coerced. Nevertheless, this is a case where public investments have been made to provide an object (a second waste bin of a different colour) which makes sorting more obvious and more visible to neighbours.

Exemplary public investments, in "high energy-efficiency" buildings for example, may also produce ripple effects of this kind.

Experience shows that social pressures only influence behaviour (as in waste sorting or avoiding litter) when the majority has internalised the relevant rule. The question then is: "how do people switch to ethical behaviour?"

These values are mainly represented by the people who are most aware of the link between the greenhouse effect and climate change, in other words, primarily young, well-educated people aged 30 to 45 who are sometimes influenced by their professional sector (intermediate professions, social and health workers, etc., which are less directly involved in the business sector).

22. Behaviour patterns

According once more to the ADEME survey, responses concerning what people "*would readily do*", "*would do, but with difficulty*" or "*would never do*" to reduce greenhouse gas emissions show that people will more readily adopt low-consumption behaviour in the home (buying low energy light bulbs, turning off appliances not in use or lowering background temperature). However, "*using public transport*" seems to be out of the question for the majority – even though three quarters of respondents believe that the most effective measures to reduce greenhouse gas emissions would target transport ("*using public transport*", 42%, "*choosing to buy a low-consumption vehicle*", 34%). Measures for the home (including better insulation) are considered less effective.

It seems, therefore, that there is considerable margin for manoeuvre in steering behaviour in the home towards less energy-intensive consumption, but that there is also a lack of information on the potential benefits of such changes.

Although people are aware that travel contributes substantially to the greenhouse effect, making less use of cars seems problematical. Nevertheless, awareness of the externalities involved in car use can help to promote more relaxed, i.e. more economical driving behaviour.

It should be noted that it is usually women rather than men who look after energy saving in the home (switching off electrical appliances when not in use, buying low-energy light bulbs, turning down thermostats and so on).

They are also more likely to agree with statutory measures on mobility to help reduce the greenhouse effect, such as "*reducing the motorway speed limit to 110 km/h*" or "*limiting car speeds in the factory*". They seem to be more prudent or more sensitive to risks (of road accidents, which is also why more women than men buy SUVs, road accidents being perceived as a more established risk than climate warming, as already stated).

On the other hand, the most educated respondents are less likely than people with a lower level of education to approve of "*halting construction of new motorways and allocating the money to rail transport*", "*reducing the motorway speed limit to 110 km/h*", "*banning air conditioning in vehicles*" and especially "*taxing air transport to encourage rail transport*". However, they agree more than other categories with "*taxing high-consumption vehicles*". Does this mean that cars are losing their importance as status symbols for this particular social category?

According to Jacques Lesourne, the main factors of change in behaviour are constraints, or in other words, high prices and fear. The latter may be fear of a danger that citizens feel is not yet established, as in the case of the greenhouse effect, or fear of the law, in other words of disobeying regulations.

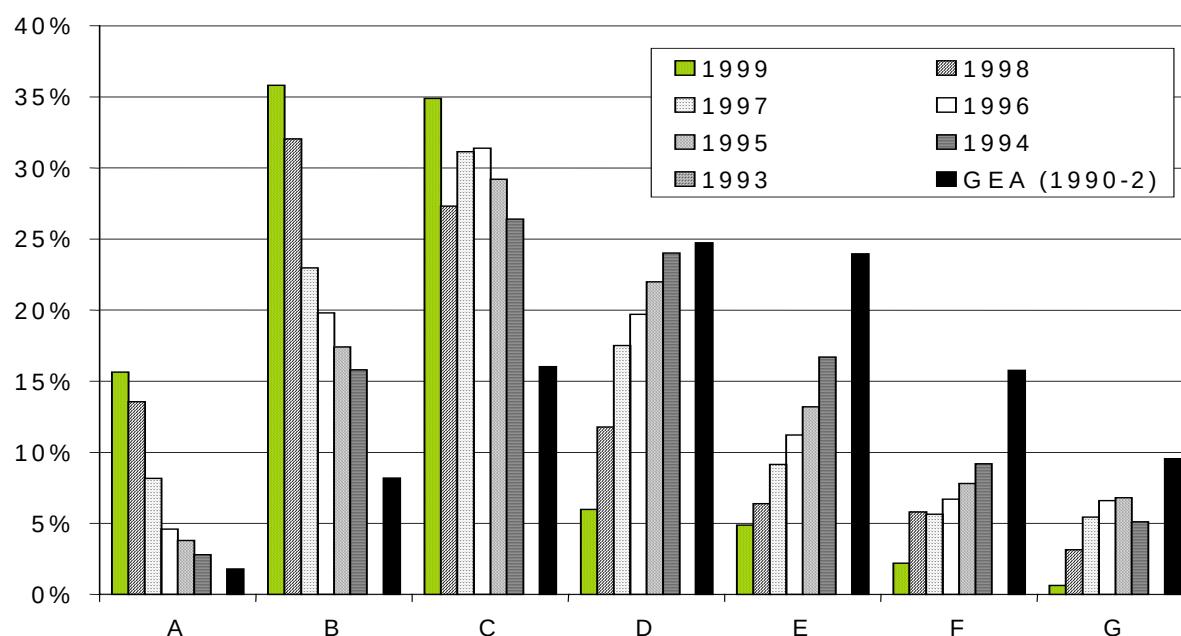
5. Public policies

On this point, an additional difficulty emerges with the question “*Who do you trust most to provide reliable information on the greenhouse effect?*” where “*scientists*” and “*environmental protection organisations*” score highest (43% and 33% respectively). The result is the same in European surveys.

The public authorities (the State and local authorities) are rarely mentioned, nor are the media (6% in each case). In this area, the State is a long way from being considered as the sole representative of public good. This confirms the results of the European Value Survey (EVS), which showed how far confidence in the institutions directly linked to the State (Parliament and public administrations) has eroded in 20 years (1981- 1999). This is a worrying trend, which has also appeared in other countries such as the UK and Germany (concerning Parliament only). However, the opposite trend has appeared in countries such as The Netherlands, Sweden and Denmark.

5.1 Information

Information on the energy consumption of household appliances is a common-sense measure that consumers are bound to approve of.



Market trends in domestic refrigerators and freezers in Europe (horizontal axis: energy efficiency category according to the energy label. Vertical axis: percentage of sales per year and per category from 1990 to 1999). **Source : DG TREN, September 2000.**

Trends in the market for refrigerators and freezers in Europe plead in favour of a compulsory "energy label" for all electrical appliances. Energy labelling in France is to be extended this year to cars and housing. However, energy labels only allow comparisons of electricity consumption against a standard test and do not always reflect actual conditions of use, so that people have no real means of monitoring the impact of their use of such and such equipment.

It should be noted that education for young people could play an important role because, although they tend to have the strongest convictions over the risks associated with the greenhouse effect - especially those with higher levels of education - they are even less clear than adults about what energy-saving behaviour means or about the relative energy consumption of the various objects they use in their daily lives.

5.2 Acceptability of controls

The example of automated speed cameras shows that standardising behaviour is acceptable practice when there is an established risk on the one hand (as in the case of speeding on roads) and controls on the other hand. The problem here is that for most people, the greenhouse effect is not yet perceived as an established risk (see above paragraph on perceptions of the greenhouse effect). It would seem that the use of "intelligent" objects (ICT for regulation and information purposes) would only be acceptable at present to aid individual management, but not for punitive or coercive purposes - unless there is a fundamental change in opinion on the dangers of the greenhouse effect, or in the event of an energy scarcity.

Real-time information and control over use costs (through metering or logging devices) are probably the best way of avoiding "rebound effects", in other words the tendency to use increasing numbers of domestic appliances when their prices drop.

5.3 Regulations and taxation

Regulations are generally seen as fairer than fiscal measures. It is easier to bring in compulsory regulations for new goods (80% of respondents would approve of fitting new vehicles with speed control devices on the production line, for example, a figure that remained very stable from 2002 to 2005), than to introduce controls over their use (driving behaviour for example) – especially in view of the relatively small number of car-makers.

Minimum energy efficiency standards are already in force for electrical appliances in most OECD countries (the EU is lagging behind in this area, since these standards generally apply to refrigerating appliances only). Introducing minimum standards for all energy consuming equipment seems to be a matter of common sense, all the more so as this would encourage industrial innovation, even though implementation would take some time as professionals would need time to adapt and negotiate.

However, the greater the number of users of a given type of appliance, the more difficult it becomes to enforce standards. The fact that the rate of enforcement of thermal standards for individual housing in 1998 was only 30% shows that standards rapidly become ineffective when they concern a large number of people, as inspections are costly and difficult. In the specific case of thermal regulations, introducing a compulsory energy diagnosis whenever a property changes hands is likely to ensure better enforcement of standards.

Tax measures can often be introduced more quickly than standards (within the limits allowed by EU undertakings). Lower VAT and tax credits for energy-efficient items are obviously better perceived by consumers than taxes on high-consumption items. Nevertheless, if the financial benefits of these measures were received directly rather than in the form of future tax credits, they would be more readily understandable and therefore more effective.

Given that few people calculate their energy consumption, taxes on the purchase of high-consumption items tend to be the most effective. For example, Denmark³⁰ has considerably increased its taxes on vehicle purchases (by nearly 200% in 1998), which has not only reduced the number of cars on the road but also overall horsepower in comparison with its European neighbours. A better solution might be to modulate the purchase tax according to fuel consumption.

However, higher taxes on fuel or energy, provided that people are aware of use costs, tend not only to encourage purchases of low-consumption items but also to change user behaviour (people are more careful with boiler adjustments, driving speeds and distances travelled in their cars).

According to Jacques Lesourne, acting on energy prices may be one of the best ways of achieving the desired effect, since this would lighten the potential social consequences for the most disadvantaged people. Similarly, a steady and continuous rise in taxes on fossil fuels (the amount of tax being proportional to the quantities of CO₂ released), as advocated by J.-M. Jancovici and A. Grandjean in their recent book entitled *Le plein s'il vous plaît* ("Fill her up, please", Le Seuil, 2006) would simultaneously address the climate challenge and the depletion of oil reserves.

³⁰ *Automobile et effet de serre*, Les Cahiers du CLIP n°12, March 2001.

Where transport is concerned, car owners could be persuaded to change their behaviour in many ways: by purchasing lower-consumption vehicles, driving more sensibly (more slowly and calmly) or by leaving their car in the garage and using public transport instead.

ANNEX 3

Energy scenarios and accounts

Energy scenarios

Scenarios fall into four main – but not mutually exclusive – families:

- *optimisation scenarios, which use economic models based on mathematical representations that are as relevant as possible to the energy system in question;*
- *simulation scenarios, which are calculated from an economic model in the same way as optimisation scenarios, but which aim to provide the most accurate picture possible of what would happen in the future, sector by sector, according to the given assumptions. These may be "partial equilibrium" or "general equilibrium" models depending on their degree of mathematical sophistication.*
- *"Back-casting" scenarios, which describe trends in an energy system up to a period in time that has been partially or entirely defined in advance;*
- *Descriptive or "storytelling" scenarios, which, based on a simple model (and sometimes without a model), provide a partial picture of a future energy system in order to bring out the main issues that arise.*

Principles of energy accounting

When looking as far ahead as 2050, modelling the energy situations of one of the world's countries or regions becomes highly complex. If we consider that the main factors determining trends in energy demand are population, GDP per capita, technical advances, structural effects (tertiary sector development, delocation, household size, age pyramids, life expectancy and so on), behaviour patterns, government measures (infrastructure, regulations, etc.), energy prices and other use costs, it is obvious that all these factors - except population, which can be forecast with relative certainty, are extremely difficult to assess over a very long period. Either they are established externally, as assumptions, or they result from calculations based on other assumptions, but in both cases, the uncertainties that are inherent to the determining factors increase with the distance into the projected future.

The main difficulty involved in understanding the energy budget of a country lies in the fact that in most cases, the different types of energy are expressed in terms of the same unit, the "tonne oil equivalent" (toe), but sometimes in joules (J), which is the energy unit used in the international system of units. The practice is similar to that used by national statistics services to build up input-output tables for national accounts (expressed in current or constant monetary values) to describe the different sectors of activity. However, monetary units are not suitable for making analyses of energy systems independently of "price effects". What do a lump of coal, a barrel of oil, a bottle of gas, a log and a kWh of electricity have in common? Not to mention the various production techniques (extraction from the soil, conversion by power plant, windpower, hydropower, nuclear power and so on), or the various transport modes (electricity grid, oil and gas pipelines, ships, trucks, etc.) used for energy distribution and consumption. Clearly, methodological conventions have to be defined.

A country's energy budget is presented in two parts: an "upper" part showing where its energy supplies come from (primary production, net imports, destocking) and a "lower" part detailing the different modes of consumption per energy product and per sector (industry, transport, etc.).

Energy specialists consider that the common point to be considered in choosing an energy accounting unit is the energy that can be "obtained" from the product in question, which may be coal, oil, gas, electricity and the various heat-producing renewables (wood, biogas, biofuels and so on), as well as recovered waste. It is therefore essential to define the terminology beforehand, in order to distinguish between:

- **Primary energy**, which may be extracted from the ground, taken from the natural environment or (by convention) be produced by a nuclear or hydraulic power plant,
- **Secondary energy**, which is converted from primary energy into a usable form, for example electricity produced in conventional power plants or oil products in refineries
- **Final energy**, which is used by an appliance for a purpose that finally "uses it up", such as a light bulb, a car engine, a boiler, and air-conditioner and so on.

- **useful (or net) energy**, which is the energy made usefully available to the consumer in its final conversion (in other words, net energy depends on the equipment's energy yield).

From the beginning to the end of these energy transformation processes, the amount of useful energy recovered is smaller than the final energy consumed, which in turn is smaller than the primary energy put to use. For example, the useful mechanical energy delivered by a petrol-driven car engine is equal to about 20% of the energy contained in the fuel. Similarly, a given primary energy source will yield a smaller amount of secondary energy than it initially contained (with a conventional power plant for example, the Carnot yield is rarely above 40%).

If we look at the problem of aggregating different forms of energy, the "coefficient of equivalence" we would need to use is closely dependent on the energy level (primary, secondary, final, useful) considered. The most frequently used convention involves a choice between "equivalence at the time of production" and "equivalence at the time of consumption". With electrical power, for example, should we compare 1kWh obtained from a power socket with the quantity of oil that was needed to produce that 1kWh in a power plant, or with the amount of energy it "contains" that would be dispersed by the "Joule effect" into a resistance plugged into the socket? Both principles are legitimate and both are used by experts for different purposes. The first is well-suited to analyses in terms of primary energy substitution and security, while the second lends itself better to comparisons between activity sectors, to assess their efforts towards energy efficiency or substitution.

In the case of electrical power, which is the most complex, the internationally accepted method (International Energy Agency, European Commission and UN) distinguishes between three situations:

1. Quantities of electricity produced by a nuclear power plant are calculated with the "equivalent energy at time of production" method, with a theoretical conversion yield in the power plant of 33%. The substitution coefficient is therefore equal to $0.086/0.33 = 0.260606... \text{ toe/MWh}$;
2. Quantities of electricity produced by a geothermal power plant are also calculated with the "equivalent energy at time of production" method, but the theoretical conversion yield at the plant is taken as 10%. The substitution coefficient is therefore equal to $0.086/0.10 = 0.86 \text{ toe/MWh}$;
3. For all other forms of electricity (conventional power plants, hydro, wind, tidal and photovoltaic power etc., foreign trade and consumption), the "energy content at the time of consumption" method is used, with a coefficient of 0.086 toe/MWh .

For more information:

Energy Observatory - *Bilans de l'énergie 1970-2004* (Energy Budgets 1970-2004), September 2005

www.industrie.gouv.fr/energie

ANNEX 4

Overview of oil shocks and relevant policies in the last 50 years

	NATIONAL AND INTERNATIONAL POLICIES	ENERGY	ENVIRONMENT	TRANSPORT	CONSTRUCTION
1950					
1951					
1952					
1953					
1954					
1955					
1956					
1957	Treaty of Rome signed				
1958					
1959					
1960		France disengages from coal production		Automobile industry growing by 10% per year	
1961		Beginning of oil supremacy			
1962	Algerian independence brings "national" oil supplies to an end				
1963					
1964					
1965		Oil consumption in industrialised countries increasing by 8% per year, economy growing by 5% per year			
1966					
1967					
1968	May 68: anti-consumerism protest movement				
1969					
1970		Oil supplies 2/3 of all energy used in France			
1971					
1972			Stockholm Conference recognises the need for State environmental protection policies		
1973	Arab-Israeli war 1 st oil shock: OPEP countries unilaterally decide to increase oil prices	Ecology perceived as conflicting with short-term economic imperatives	Environmental policies perceived as source of additional costs		
1974		French nuclear energy programme launched (Messmer government)	French State creates Energy Savings Agency (AEE)	Speed checks introduced	Thermal regulations introduced for new buildings
1975					
1976		Economy growing at 2% per year			
1977					
1978	Iran-Iraq war	Emergence of renewable energy development	Solar Energy Commission created		
1979	2 nd oil shock				

1980			"Heat" mission set up to develop urban heating systems		
1981		Annual oil production approx. twice as high as rate of new oilfield discoveries since 1980	Acid rain		
1982			AFME created through merger of Solar Energy Commission and "Heat" mission		
1983			. Air Quality Agency set up to promote industrial investments, using product of a tax on emissions . Core samples from the Antarctic (French & Russian scientists) reveal how Earth's atmosphere has functioned in the last 150 000 years		
1984		Overcapacity in oil refineries	First warnings from climatologists		
1985		Late 1985: oil back to pre-crisis levels			
1986		Oil prices drop, followed by other energy prices			
1987	Brundtland Report (UN) puts forward the sustainable development concept		Brundtland Report puts forward a blueprint for ecological and economic convergence		
1988					
1989					
1990	Gulf War		Emergence of the climate question		
1991					
1992	Rio Convention (Earth Summit)	World gas production: +2.5% per year from 1992 (2000 Gm3) to 2004 (2690 Gm3)	ADEME created (January 1992) by merging AFME, ANRED and AQA: energy management and environmental protection now seen as closely linked		
1993					
1994					
1995					
1996					
1997	Kyoto Protocol (Dec. 1997)	US oil production in decline (-15% in 10 years)			
1998					
1999					
2000	Davos Summit (Jan. 2000) Tony Blair: "Information is more important than oil" Millennium Declaration emphasising poverty	Oil prices rise from 25\$/barrel to 70\$/barrel (September 2000)			
2001	February 2001: President Bush announces US withdrawal from Kyoto Protocol 11 September 2001: fanaticism emerges	North Sea oil production declines			
2002					
2003	Summer 2003 heatwave	Oil consumption still			

	(15000 fatalities in France)	9.2% lower than in 1979			
2004				Oil consumption for transport increases from 25.7 Mtoe in 1973 to 50.4 Mtoe in 2004 (France)	
2005	February 2005 : Kyoto Protocol enters into force		CO ₂ and the other greenhouse gases become tradable commodities		
2006	Active population in France expected to peak in 2006				
2007					
2008	1 st Kyoto Protocol commitment period	Oil production to centre on OPEP countries again		Biofuels = 5.75% of vehicle fuels (LOA)	
2009					
2010					
2011					
2012					
2013					
2014					
2015	Final Kyoto Protocol accounts become known				
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					
2023					
2024					
2025					
2026					
2027					
2028					
2029					
2030					
2035					
2040					
2050					

ANNEX 5

Letter of Engagement

The Minister Delegated to Industry
Development

Ministry of Ecology
and Sustainable

27 MAY 2005

Mr. de BOISSIEU,

As you know, tackling climate change is one of the essential priorities for sustainable development defined by the President of the Republic. This is why the Government, over and above the commitments made by France under the Kyoto Protocol and the first measures taken under the French Climate Plan of July 2004, has set the objective, in the draft Energy Policy Act currently being examined by Parliament, of a fourfold reduction in greenhouse gas emissions in France by the year 2050.

This highly ambitious objective was confirmed during the Government seminar on sustainable development organised on the 23rd March 2006, when it was decided to form a high-level multidisciplinary working group to identify pathways to achieve this goal. The energy sector (production and use), agriculture, housing and transport – all of which are essential links in the organisation of our society and in our present-day lifestyles – are all crucial to the climate change issue.

We would like to express our sincere thanks to you for having agreed to chair and guide the working group.

In the field of energy, achieving a fourfold reduction in emissions will mean launching sustained and continuous efforts as soon as possible, given that the sector needs enough time to adapt. These efforts will need to focus on energy demand (development of carbon-free energy) as well as supply. However, traditional energy management measures have various limitations that are unlikely to be equal to the challenge of a fourfold reduction in emissions. Substantially reducing our energy consumption will probably require qualitative changes in the way we use energy, which may include changes in our social organisation to evolve towards a low-carbon society. In the agriculture and food sectors, contributions to the fourfold reduction objective will also require far-reaching reforms in our modes of production and consumption by 2050.

In other words, your task will be to imagine our country in 2050, with greenhouse gas emissions cut back by three quarters, and, having made a thorough analysis of our modes of production and consumption, including the societal dimension and the organisation of labour, to examine the projections that could deliver this objective in the next 45 years.

The working group will need to identify obstacles to progress and put forward measures to address these. These measures must be equal to the objective and may even be boldly conceived, given that they could be implemented over as much as 45 years. They should cover changes in the behaviour of citizens, consumers, local authorities and

businesses. However, care should be taken to analyse the compatibility of these projections with the growth of our economy and the competitiveness of our business sector. The group should give particular attention to the identification of new technologies that could contribute to the objective of a fourfold reduction in emissions, in order to guide the choices to be made concerning public support to research and industrial innovation.

You will of course be granted full discretion to form the working group you will need to carry out this task, with the sole proviso that every care must be taken to involve all those concerned, including representatives from relevant government departments and from civil society. Should the case arise, you should not hesitate to call upon expert contributions, for example in the areas of prospective studies or social organisation.

In carrying out the task entrusted to you, you will have the support of the different directorates within our ministries, including, in particular, the Directorate-General for Energy and Raw Materials and the Interministerial Task Force on Climate Change, which will be acting as the secretariat for the working group.

In view of the importance of the work to be carried out, we would need to receive your conclusions and recommendations by the end of 2005.

Yours sincerely,

Patrick DEVEDJIAN

Serge LEPELTIER

Mr. Christian de BOISSIEU
Chairman
Council for Economic Analyses
66 rue de Bellechasse
75007 – PARIS,
FRANCE

ANNEX 6

Members of the “Factor 4” Group

Christian de BOISSIEU, President	Deputy Chairman of the CAE
Sylvie ALEXANDRE	Ministry of Agriculture and Fisheries
Richard ARMAND	<i>Entreprises pour l’Environnement</i> (EPE)
Richard BARON	IEA (International Energy Agency)
Christophe BLANC	MINEFI-DGTPE
Jean-Pierre BOMPARD	CFDT
Christian BRODHAG	Interministerial Delegate for Sustainable Development
Alain BUCAILLE	Areva
Paul CASEAU	<i>Académie des technologies</i>
Hervé CASTERMAN	GDF
Dominique CHAUVIN	Total
Alain CHOSSON	<i>Confédération de la Consommation, du Logement et du Cadre de Vie</i>
André DOUAUD	CCFA
Jean-Charles HOURCADE	CNRS-EHESS/CIRE
Dominique JOURDAIN	Association of Eco-Mayors
Nathalie KOSCIUSKO-MORIZET	Member of Parliament
Sophie LIGER-TESSIER	MEDEF
Dominique MAILLARD	MINEFI - DGEMP
Laetitia de MAREZ	Greenpeace France
Michel MATHEU	EDF
Michèle PAPPALARDO	ADEME
Christian PARENT	Ministry of Transport and Infrastructure - CGPC
Christian de PERTHUIS	<i>Caisse des Dépôts et Consignations</i>
Serge PLANTON	<i>Météo France</i> CNRM
Philippe QUIRION	Climate Action Network (France)
Henri REVOL	Senator
Claude ROY	Interministerial Delegate for biofuels
Jean SIVARDIERE	National Federation of Transport Users (FNAUT)
Edouard TOULOUSE	World Wildlife Fund (WWF)
Laurence TUBIANA	Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI)
Guy VASSEUR	<i>Association permanente des Chambres d’Agriculture</i> (APCA)

Rapporteurs

Jean-Claude GAZEAU	Interministerial Task Force on Climate Change (MIES)
assisted by Régis MEYER	Interministerial Task Force on Climate Change (MIES)
Richard LAVERGNE	MINEFI - DGEMP - Observatory on Energy
assisted by Catherine	MINEFI - DGEMP - Observatory on Energy

YAOUCHEFF

Permanent Guest Members

Alain AYONG LE KAMA

Véronique LAMBLIN

Mark TUDDENHAM

Centre for Strategic Analyses

Futuribles

CITEPA