

## PROJET DE RECOMMANDATIONS SUR LES CHOIX ENERGETIQUES COMPATIBLES AVEC LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

---

Le réchauffement climatique étant admis comme principale atteinte à l'environnement mondial, l'Académie propose ci-après des recommandations ayant pour objectif la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre en France en 2050<sup>1</sup>, ambition cohérente avec l'objectif mondial d'une division par 2. On prend conscience de la difficulté d'une division par 2 des émissions mondiales en 2050, en constatant qu'elle correspond à une réduction de 1,6% par an, ce qui est déjà plus sévère que les objectifs que se sont fixés les pays signataires du protocole de Kyoto, alors que la croissance économique rapide des grands pays émergents, basée principalement sur une consommation accrue de pétrole, de gaz naturel et de charbon, conduit actuellement à une accélération des émissions mondiales, qui au contraire ont augmenté de 3% par an au cours de la décennie 2000, ce qui ne nous met pas du tout sur la voie du succès. Notons que l'objectif de la Commission Européenne est une réduction des émissions de 20% d'ici 2020, soit 1,7% par an.

La loi n°781 du 13 juillet 2005 (loi POPE) fixe pour la France un objectif de réduction de 3% par an.

**Une aussi forte réduction des émissions exigera d'agir dans plusieurs voies dont aucune ne sera suffisante seule :**

- **Réduire l'énergie consommée pour le même service rendu, tout particulièrement lorsque cette énergie est produite avec émission de gaz à effet de serre (GES).**
- **Remplacer partout où c'est possible les énergies fossiles émettrices de GES par des énergies n'émettant pas de GES d'origine fossile (ou en émettant beaucoup moins), en particulier en faisant progresser la part de l'électricité dans le bouquet énergétique, à partir de sources renouvelables (lorsque c'est économiquement réaliste) et nucléaire.**
- **Capter et stocker le CO<sub>2</sub> (principal GES) des installations industrielles où ces émissions sont les plus abondantes et les plus concentrées**

### COMMENTAIRE ET RECOMMANDATION GENERALE

**Le critère principal retenu est donc le potentiel de réduction d'émission de CO<sub>2</sub>.**

*Les recommandations proposées sont toutefois accompagnées en italiques d'un regard sur leur incidence sur la dépendance énergétique de la France et sur l'épuisement de la ressource mondiale pouvant conduire à une nouvelle donne économique et à des tensions politiques.*

Rappelons que la loi d'orientation et de programmation de l'énergie de 2005, dite Loi POPE, a déjà défini des voies et des objectifs pour les économies d'énergie et la diversification énergétique. Il convient dans la décennie à venir d'appliquer cette loi, qui entérine la poursuite de l'option nucléaire et en même temps l'ouverture vers les énergies renouvelables. La mise à jour quinquennale de la Programmation Pluriannuelle des Investissements permettra de faire évoluer le poids des filières respectives en fonction de la disponibilité et du coût des énergies fossiles et des engagements internationaux sur la réduction des émissions de GES.

---

<sup>1</sup> Le souci d'éthique et d'équité vis à vis des pays ayant encore besoin de se développer conduit à une exigence plus forte pour les pays déjà développés (division par 4) laissant un peu plus de latitude sur les émissions aux pays en développement.

Dans ces mises à jour, il serait efficace d'utiliser comme critère des politiques envisagées le prix du pétrole équivalent (PPE) : prix que devrait atteindre le pétrole pour qu'une action d'économie ou de remplacement coûte moins cher que ce que coûterait l'utilisation d'une énergie fossile. La comparaison du PPE avec, à un moment donné, le prix du pétrole, donne le coût par tep économisée de l'action envisagée. Le coût du CO2 évité s'en déduit.

## **RECOMMANDATIONS POUR LE COURT ET MOYEN TERME (<2030)**

### o **LE BATIMENT (habitat et tertiaire):**

Rappel : Les économies d'énergie dans le bâtiment sont induites par le renforcement de la Réglementation Thermique. La version de 2005, dite RT2005, encourage les réalisations de haute qualité environnementale (HQE) que renforcera encore la RT2010 déjà à l'étude.

- **Recommandations générales** : La réglementation actuelle pour le neuf est basée sur un plafond annuel de kWh par m<sup>2</sup>: la logique de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> conduit à préconiser également un plafond annuel de kg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup>. La part de l'électricité, très peu émettrice de CO<sub>2</sub>, s'accroît régulièrement dans ce secteur ; il convient donc de poursuivre cet accroissement conforme à l'objectif, par des mesures tarifaires et réglementaires.

Pour accélérer le développement de la R et D dans l'efficacité énergétique, les dépenses correspondantes des entreprises pourraient être assimilées à des dépenses ouvrant droit à certificats sous validation de l'ADEME.

- **Accélérer les actions déjà engagées par la spécification HQE** des nouvelles constructions **en l'étendant à l'habitat ancien et au tertiaire** qui constituent le plus grand gisement. La nouvelle réglementation créant l'obligation de diagnostic thermique devrait motiver les propriétaires et occupants. Pour l'ancien, les mécanismes de subvention dans les rénovations ne favorisent pas nécessairement celles qui conduisent aux plus fortes économies d'énergie ; il conviendrait d'orienter ces subventions en fonction de ce critère, ce qui n'est pas le cas actuellement, et favoriserait par exemple l'isolation de combles au détriment de la rénovation de fenêtres.

- **Mettre en place une formation et des labels de qualité pour une insertion réussie des technologies d'efficacité énergétique en chauffage/climatisation/isolation** dans l'habitat. Les corps de métiers correspondants sont en effet actuellement très émiettés en France. Un effort particulier concernera notamment les équipements solaires (thermique et photovoltaïque) et les pompes à chaleur, il sera en effet essentiel d'assurer la mise sur le marché de composants ayant de bonnes performances.

- **Accentuer les actions normatives sur les composants et sur leur consommation en veille.**

- **Compléter la réglementation de développement de l'énergie solaire en France** (intégration architecturale dans le bâtiment, eau chaude sanitaire, chauffage, générateurs photovoltaïques), qui porte déjà ses fruits dans l'habitat individuel, par une extension aux immeubles collectifs, qui ne bénéficient pas des mêmes incitations. Un effort particulier pourrait être accompli en faveur de l'habitat social, les économies d'énergie et les énergies renouvelables protégeant les locataires des hausses de coût de l'énergie fossile. Un autre créneau se trouve dans les bâtiments publics où les pouvoirs publics devront donner l'exemple.

- Demander aux **grands donneurs d'ordre du secteur tertiaire** (Administrations, secteur bancaire, logement social) de s'engager sur des réductions programmées et chiffrées concernant leur parc.

On peut penser que vers le milieu du siècle, la moitié du parc de bâtiments sera neuf et que l'existant aura été profondément rénové. Il est probable que le parc remplira alors facilement la condition de division par deux des

émissions de GES, et même atteindre un facteur supérieur si l'intégration des énergies renouvelables a été menée à bien.

*L'ensemble des mesures proposées pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> du bâtiment (efficacité énergétique, usage accru de l'électricité et des EnR) réduit en même temps la dépendance énergétique de la France par l'élimination progressive des hydrocarbures de ce secteur, et prolonge ainsi la durée des ressources fossiles mondiales.*

○ **LES TRANSPORTS**, secteur dont le taux de croissance accompagne ou dépasse même actuellement celui de l'activité industrielle et du PIB, posent en France deux problèmes de natures différentes : la domination du fret routier et la dépendance du pétrole qui subsistera encore longtemps et laisse peu d'espoir d'une réduction rapide des émissions sans une action forte des pouvoirs publics. En France le transport de fret est routier à plus de 90%, avec une forte part de camions étrangers sur certains axes..

Ce secteur d'activité s'est révélé jusqu'alors plus sensible au coût de la main d'œuvre dans les différents pays de l'Union qu'au coût et au niveau de taxation du carburant.

- **Les voies offertes par la fiscalité** paraissent donc a priori limitées. Toutefois, face à une augmentation probable de la valeur du CO<sub>2</sub> évité, une politique très interventionniste basée sur la taxation de l'énergie, du CO<sub>2</sub> et de l'usage des infrastructures françaises utilisées permettrait de mettre en place les outils nécessaires à une décongestion du trafic de fret routier et à une forte réduction du CO<sub>2</sub> émis par ce secteur. Un système de péage du type allemand appliqué aux véhicules sur tout le territoire pourrait être essayé en France, et un rééquilibrage progressif de la TIPP au profit d'une taxe CO<sub>2</sub> croissante dans le temps pourrait être tenté. Une taxe CO<sub>2</sub> finissant par dépasser la TIPP permettrait de "récompenser" les véhicules à faible émission. (taxation sous forme de vignettes liées aux émissions de CO<sub>2</sub>).

- **Le développement des biocarburants (qui émettent peu de GES d'origine fossile dans les cas les plus favorables) jusqu'à des pourcentages significatifs devra être conduit avec discernement**, en pondérant tous les critères sur chacune des filières de première génération : évaluation des émissions globales de la filière, volume de la ressource en France, coût de production, balance import-export, concurrence avec l'alimentation animale et humaine, impact sur la politique agricole. Ces considérations ne plaident pas en faveur d'un emballement sur la filière bioessence (éthanol) et devraient privilégier la filière biodiesel. Des moyens devront être mis en œuvre pour accélérer l'avènement de biocarburants de seconde génération (ligno-cellulosiques) utilisant les plantes plus complètement, élargissant ainsi la ressource (bois et forêts) sans effet direct négatif sur les productions alimentaires.

*Le développement des biocarburants va certes dans le sens d'une moindre dépendance pétrolière de la France, mais dans une mesure limitée compte tenu de la ressource et de la compétition sur l'usage des sols et de l'eau pour ceux d'origine agricole.*

- **Développer les motorisations hybrides**, d'abord à très court terme monoénergie (source carburant, où les constructeurs japonais ont acquis une avance considérable) qui, associée au diesel permettrait une amélioration appréciable du rendement, puis aller le plus vite possible vers l'hybride biénergie (utilisant l'électricité prélevée la nuit au réseau pour les parcours de ville quotidiens, et le carburant pour les plus longs parcours). Cette évolution, très dépendante des progrès des batteries, aurait un impact considérable sur les émissions de CO<sub>2</sub> et sur le lissage des consommations électriques entre le jour et la nuit, réduisant d'autant les besoins relatifs de production d'électricité de pointe. Dans cette optique, faciliter le déploiement de bornes de recharge dans les parkings et sur la voie publique.

La politique fiscale sur les émissions de CO<sub>2</sub> suggérée ci-dessus serait un instrument clef pour permettre une telle évolution. Une politique très volontariste en faveur des voitures hybrides rechargeables est le complément naturel d'une politique volontariste en matière d'électricité principalement nucléaire.

*Le développement des motorisations hybrides permettrait une réduction de notre dépendance énergétique plus importante que les biocarburants.*

○ **L'INDUSTRIE** est le secteur qui a le mieux maîtrisé jusqu'alors sa consommation d'énergie. Il doit accentuer ses efforts en vue d'un facteur 4 très difficile pour les grands émetteurs de CO<sub>2</sub> (cimenteries, métallurgie, raffinage, pétrochimie, engrais, chimie lourde), ou d'autres gaz à effet de serre (aluminium, semi-conducteurs). Pour éviter la délocalisation de ces industries, favoriser les contrats d'approvisionnement d'énergie à long terme, en particulier pour l'électricité.

○ **L'ELECTRICITE** verra probablement sa consommation augmenter pour faire face aux nouveaux besoins identifiés (pompes à chaleur, mobilité hybride), associés à une politique volontariste d'électrification du mix énergétique réduisant notre dépendance énergétique :

- On devra veiller à conserver l'avantage français actuel d'une production d'électricité à très basse émission de CO<sub>2</sub>, en **développant le parc nucléaire REP actuel par un programme ambitieux de réacteurs de génération III actuellement disponibles<sup>2</sup>**, permettant de viser un parc de l'ordre de 80 GW à l'horizon 2030. Ceci permettra d'attendre le relais des réacteurs de génération IV vers 2040. Un effort important de communication est nécessaire pour expliquer la nécessité de ce palier EPR pour la France, qui accompagnera naturellement ses ventes dans d'autres pays par le constructeur AREVA.

*L'option nucléaire reste en outre le moyen le plus puissant de réduction de notre dépendance énergétique, et en même temps le plus économique de produire de l'énergie électrique. La ressource mondiale en uranium permet sans conséquences significatives sur le coût du kWh d'assurer la production avec des réacteurs à eau jusqu'à la mise à disposition commerciale des réacteurs rapides de génération IV vers 2040.*

- **Renforcer la politique tarifaire permettant de décourager la consommation de pointe et encourager les consommations interruptibles par contrat d'effacement.**
- Dans le partage des usages de l'eau, **être attentif à ne pas réduire la production d'électricité d'origine hydraulique.** La maintenir ou renforcer par des additions de petites centrales dont la rentabilité apparaîtra avec l'augmentation inévitable du prix de l'énergie.
- **Développer les moyens de stockage** de l'électricité pour la valoriser en période de pointe:
  - . Par pompage-turbinage dans les barrages, augmentant la puissance de pointe sans faire exagérément appel aux combustibles fossiles émetteurs de CO<sub>2</sub>.
  - . Par le développement des voitures hybrides rechargeables sur le réseau en heures creuses.
- **Eolien** : Une forte augmentation du parc éolien est coûteuse par son faible rendement énergétique, et exige pour compenser les intermittences des investissements complémentaires en centrales à combustible fossile émettrices de CO<sub>2</sub>. Lorsque de grandes puissances sont concentrées dans certaines zones de l'Europe, le caractère imposé de cette énergie (chute de vent ou vent très favorable) appelle des transferts d'énergie importants que les interconnexions européennes doivent supporter sans défaillance. Tenir le plus grand compte de l'économie globale génération/transport et des incidences indirectes sur les émissions de CO<sub>2</sub> par une utilisation extensive des équipements fossiles complémentaires.

*L'éolien comme l'hydraulique contribue à réduire la dépendance énergétique de la France.*
- Le **solaire photovoltaïque** a une part aujourd'hui négligeable dans la production d'énergie, et cette part restera faible pendant plusieurs décennies, mais cette forme d'énergie électrique locale est bien adaptée à l'habitat où

---

<sup>2</sup> La France a opté pour le retraitement du combustible nucléaire usé et le stockage géologique des déchets de retraitement. On devra veiller à ce que les programmes de gestion des déchets nucléaires se déroulent selon les échéances fixées par la loi de 2006 pour accompagner le développement de l'électronucléaire des générations III et IV.

elle trouve des surfaces gratuites (toits et murs) pour y apporter une énergie dont le coût ne doit pas être comparé à celui de la génération massive des grandes centrales, mais au prix d'achat de l'électricité par le particulier. Ces deux prix sont encore éloignés l'un de l'autre ; atteindre la convergence demande temporairement un effort financier important, mais les progrès technologiques et le volume du marché permettent de prévoir dans une ou deux décennies un rapprochement suffisant pour que cette technologie puisse s'implanter sans subvention en Europe du Sud et dans de nombreux pays en voie de développement. Il est donc raisonnable de consacrer à son développement des moyens suffisants pour la recherche et la diffusion de ses applications.

*Le solaire pourra progressivement contribuer à réduire dans l'habitat la dépendance pétrolière et gazière de la France.*

### **RECOMMANDATIONS POUR LA PREPARATION DE LA PERIODE 2030-2050**

- Face à la domination inévitable des sources fossiles pendant les prochaines décennies, le **captage/stockage (CSC) des émissions de CO<sub>2</sub>, même s'il ne peut être que partiel, est un passage obligé, mais sa montée en puissance restera modeste au cours de cette période et présente encore beaucoup d'incertitudes économiques, juridiques et sociales.** Il est important que la France soit présente dans ce challenge, la maîtrise de cette technologie devenant probablement à moyen terme un impératif pour l'exportation de centrales à charbon ou à gaz. Il y a donc lieu d'y consacrer les moyens nécessaires, partagés entre la recherche publique, les opérateurs géologues (pétroliers, charbonniers), les équipementiers et les gros émetteurs (électriciens, métallurgistes, cimentiers). Leur succès n'est nullement certain.

*La réussite du captage/stockage du carbone aurait un impact mondial considérable sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que sur la dépendance énergétique de l'Europe qui pourrait développer ses importations de charbon en provenance de pays stables et variés. En France, elle contribuerait plus faiblement à la réduction de dépendance, mais permettrait de rendre plus propre la production d'électricité de pointe dont la valeur élevée permet de payer le coût supplémentaire de cette nouvelle filière.*

*Au plan des ressources mondiales, le développement du CSC permettrait un certain relais des hydrocarbures par le charbon pour la production de carburants, et retarderait de quelques dizaines d'années la raréfaction du pétrole.*

- Pour aller vers une production durable d'électricité sans CO<sub>2</sub>, consacrer dès maintenant les moyens nécessaires au développement **des filières de génération IV** (réacteurs surgénérateurs et installations associées), permettant d'utiliser les ressources de l'uranium 238 et de brûler les stocks de plutonium pour produire de l'énergie, puis ensuite de brûler certains actinides pour produire moins de déchets à vie longue, simplifiant le problème du stockage. L'objectif de cette accélération est de disposer industriellement de cette filière vers 2040.

*Le développement de la génération IV supprimerait pratiquement le problème de la ressource en uranium et allégerait considérablement celui de la gestion des déchets de longue durée. En permettant d'étendre les usages du nucléaire à d'autres secteurs que la production électrique, il permettrait ainsi de réduire encore la dépendance énergétique de la France.*

- **L'hydrogène-énergie** pourrait éventuellement commencer à jouer un rôle significatif dans cette période, produit à partir de l'électricité ou de la chaleur nucléaire. Si le captage/stockage du CO<sub>2</sub> devient à cette époque économiquement et écologiquement acceptable, une production d'hydrogène à émissions réduites à partir de sources fossiles est également envisageable.

Une des premières applications pourrait être un accroissement de production de biocarburants de la filière cellulosique, et la fabrication de carburants de synthèse.

On doit noter que les différentes filières de production d'énergie ne présentent pas les mêmes perspectives d'entraînement sur l'industrie française. Si l'éolien s'appuie sur les industries traditionnelles, le photovoltaïque a un effet promoteur de techniques avancées et peut conduire à des retombées importantes. Il en est de même des

avancées sur le stockage d'énergie électrique (batteries). Bien entendu, le nucléaire doit conserver à la France la place de leader qu'il lui a conférée dans les années 70 à 90, avec des perspectives majeures à l'exportation.

La hiérarchie des actions à mener s'établira plus clairement et permettra des actions plus indiscutables si les négociations sur Kyoto 2 conduisent à un consensus général sur un prix du CO<sub>2</sub> évité stable ou en croissance régulière, dépassant 50 €/t dès 2010 et 100 €/t dès 2020.

Rappelons enfin qu'une meilleure information du public sur le degré des risques de toute nature induits par l'exploitation des diverses sources d'énergie reste nécessaire, afin que les réactions sociétales puissent dépasser le stade des modes et des peurs confuses, et qu'un public mieux informé puisse formuler des avis rationnellement étayés.

Le Président de la Commission *Energie et Changement climatique*

Gilbert Ruelle, 13 septembre 2007