

DÉVELOPPEMENT DURABLE CHANGEMENT CLIMATIQUE, TRANSITION ÉNERGÉTIQUE : DÉPASSER LA CRISE

Résumé du rapport de MM. Pierre LAFFITTE et Claude SAUNIER, Sénateurs

Principales conclusions et propositions

I – Le modèle énergétique mondial est en alerte rouge

A – IL ACCÉLÈRE UN CHANGEMENT CLIMATIQUE DONT LES CONSÉQUENCES SONT TRÈS SOUS-ESTIMÉES

1. Le changement climatique s'accélère

Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) situe le réchauffement climatique dans la fourchette la plus haute des estimations précédentes (+ 1°C à + 5,8°C en 2100).

Il en résulte des risques :

- d'**emballement climatique** (perturbation de la photosynthèse forestière en cas d'accroissement de la température, libération plus rapide du CO₂ contenu dans le permafrost),
- de **début de dérèglements climatiques profonds** (fonte des glaces au Groenland, perturbations accentuées du Gulf Stream).

Ces risques sont séculaires mais **leurs manifestations nous atteindront d'ici une génération.**

2. A l'horizon d'une génération (vers 2025-2030), les conséquences de ce changement sont très sous-estimées

- Les conséquences physiques de ce changement dépassent les seules catastrophes naturelles.

Des phénomènes comme le retrait des glaciers alpins, la translation de la flore de quelques degrés Nord, le stress hydrique sur la bordure méditerranéenne, l'arrivée d'espèces invasives ou la création de milieux plus favorables à des propagations virales **modifieront nos modes de vie.**

- **Les conséquences économiques vont s'aggraver**

Le coût du changement climatique en 2005 approche **1 % du PIB mondial** (dont 200 milliards de \$ aux États-Unis).

Une étude allemande fondée sur des hypothèses climatiques basses prévoit qu'**en 2050 ce coût sera de 2 000 milliards pour les États-Unis (soit 6 % du PIB mondial actuel !)**. Or, l'hypothèse haute, très probable, fait plus que doubler ces prévisions.

B – IL SUREXPLOITE DES RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES EN VOIE DE RARÉFACTION

1) En principe, les réserves énergétiques ultimes sont estimées à plus d'un siècle, 130 ans pour le pétrole et le gaz naturel ; plus de deux siècles pour le charbon **sur la base de la consommation actuelle.**

2) Mais la demande va s'accélérer d'ici 2050 et réduire cette disponibilité.



Tout y concourt :

- La **démographie** : il y aura 2,6 milliards d'hommes en plus en 2050,

- La **croissance de l'économie mondialisée** :

- la **croissance américaine** se maintient alors qu'un Américain consomme deux fois plus de pétrole qu'un Européen et huit fois plus qu'un Chinois,

- la **croissance de la Chine (9 % par an), très coûteuse en émissions de gaz à effet de serre est appelée à se poursuivre sur un rythme très élevé.** Elle est tirée par un très fort taux d'épargne et des réserves démographiques élevées.

A un taux de croissance de **8,5 %**, le PIB de la Chine serait multiplié par **11,5 en 30 ans** et par **60 en 50 ans**.

Même à un taux de croissance de **5,5 %**, ce PIB serait multiplié par **5 en 30 ans**.

- La **croissance de l'Union indienne suit celle de la Chine avec 10 ans de retard.**

Les émissions de gaz à effet de serre seront multipliées par les mêmes chiffres.

- Les **règles économiques de la mondialisation** (logique financière de court terme opposée aux rythmes longs du développement durable, division mondiale du travail reposant sur des transports à longue distance) **portent cette demande d'énergie fossile.**

II – La pérennisation de ce modèle créera des menaces économiques et sociales graves

A – LA CERTITUDE D'UN CHOC PÉTROLIER TRÈS IMPORTANT

1. Le réservoir et le robinet

Le problème du pic pétrolier n'est pas un problème de taille du réservoir mais un problème de débit du robinet.

Quelle que soit l'importance des réserves supposées – plus d'un siècle au rythme actuel de consommation – **leur exploitation devient de plus en plus difficile alors que la demande augmente fortement.**

Sur les cinq dernières années la croissance mondiale de la demande de pétrole est passée de 1 % à 2,4 %.

Cet accroissement de la demande est appelé à s'accélérer : il y a aujourd'hui **750 millions de véhicules individuels, on en prévoit 1.200 millions en 2020 et 1.400 millions en 2030.**

2. Vers un pétrole à 150 \$ ou plus

Dans une quinzaine d'années, la confrontation d'une offre qui s'affaiblit et d'une demande en forte progression aboutira à un choc pétrolier de très grande ampleur.

Ce choc sera encore amplifié par des éléments propres au marché :

- la **cotation en continu des prix (du puits à la pompe, le pétrole fait l'objet de 90 transactions financières différentes)** aboutira à des anticipations spéculatives de grande ampleur,

- le **risque politique peut amplifier ces phénomènes.**

L'ensemble de ces phénomènes peut porter le pétrole à 150 \$ le baril ou plus d'ici une quinzaine d'années.

3. Les conséquences immédiatement prévisibles

Des études récentes ont montré que le passage d'un pétrole de 30 \$ le baril à 60 \$ correspond à une ponction de 0,5 point de PIB.

Un pétrole à 150 \$ aboutirait à une ponction de PIB supérieure à 2 %, ce qui annihilerait toute croissance de la zone euro.

Par ailleurs, le coût croissant des changements climatiques amoindrira les marges disponibles des budgets nationaux.

A – LES SCÉNARIOS ENVISAGEABLES D'ICI 2020-2030

Sous la double poussée du changement climatique et du choc pétrolier de grande ampleur à venir, notre planète va connaître des changements de l'importance de ceux qu'elle a enregistrés à l'occasion de **chacune des révolutions industrielles qui ont marqué les deux siècles qui nous précèdent.**

*

Mais le futur reste ouvert. Deux scénarios alternatifs principaux restent envisageables :

1. La poursuite de la tendance actuelle : « Business as usual » ou le scénario du pire.

Conséquences :

a) la montée des tensions nationales et internationales

(1) En interne, pour chaque État

La ponction de 2 % du PIB que représente un pétrole à 150 \$ s'ajoutera aux coûts croissants du changement climatique, pouvant dépasser 4 % du PIB ; ceci ôtera aux États toute capacité financière de réaction, dans un contexte où l'inégalité des individus et des secteurs de production face au choc pétrolier **altèrera la cohésion sociale.**

(2) A l'échelon international

Les tensions se renforceront :

- **entre les États luttant contre l'effet de serre et ceux qui veulent en ignorer la réalité,**
- **pour la sécurisation d'accès aux ressources pétrolières qui pourrait aboutir à des conflits armés.**

b) Une interrogation sur le bouclage financier du système

Le ressaut d'un pétrole à 30 \$ le baril à un pétrole à 150 \$ le baril se traduit – à structures de consommation d'énergie égales – par un pourcentage de prélèvement sur les PIB des pays consommateurs de 2 points.

Pour un PIB mondial de l'ordre de 50.000 milliards de dollars en 2030, c'est **une altération de la demande des pays consommateurs de 1.000 milliards de \$.**

Il y aura donc, à l'horizon 2020-2030, un risque important de rétractation de l'économie mondiale.

2. La réussite de la transition énergétique

L'enjeu de la transition énergétique est d'**anticiper aujourd'hui les changements qui interviendront d'ici une génération pour diminuer fortement les émissions de gaz à effet de serre et se préparer au choc pétrolier du futur.**

Cette réussite doit reposer sur un double volontarisme politique :

a) A l'échelon national

Seuls les pouvoirs publics peuvent prendre en charge un **chantier de ce type, de l'ampleur de celui mené après-guerre pour la reconstruction** car il faut surmonter dans le temps trois types d'inertie :

- **L'inertie de la vitesse acquise**

Aussi bien en matière de transports que d'usages résidentiels de l'énergie, les équipements publics et privés ne sont pas préparés à la transition énergétique.

- **L'inertie de l'avancée des progrès scientifiques et technologiques**

Changer de modèle énergétique prend du temps. Déployer des filières alternatives au pétrole, gaz et charbon, dans les usages de la vie quotidienne, requiert des **délais de l'ordre de deux décennies.**

- **Et, l'inertie des mentalités.**

b) A l'échelon international

La réussite de la transition suppose la réintégration des États-Unis dans le cycle de Kyoto et **sur la base d'obligations strictes celle des deux grands pays émergents que sont la Chine et l'Inde.**

A défaut, il faudra modifier les règles du commerce international qui repose sur des concepts du 19e siècle pour y réinsérer les déséconomies externes menaçantes que représentent les émissions de CO₂.

III – Les apports de la science et de la technologie à la transition énergétique sont indispensables mais ne régleront pas tout

A – LES DONNÉES DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Il faut rappeler deux faits simples :

- pour stabiliser à 550 ppm en 2050 la teneur en CO₂ de l’atmosphère, il faut diviser par deux les émissions de ce gaz,
- la tendance de **consommation actuelle d’énergie primaire** de la planète aboutit, en hypothèse moyenne, à un doublement en 2030 (de 10 à 20 MGtep).

Or, cette consommation d’énergie repose à **88 %** (pétrole 37 %, charbon 27 %, gaz 24 %) sur l’utilisation d’énergie fossile émettant du CO₂ alors que des solutions alternatives existent :

Les données de base de la transition énergétique sont claires : il faut substituer aux énergies fossiles des énergies non émettrices de gaz à effet de serre, notamment dans trois secteurs et capturer et séquestrer le CO₂ émis par les centrales et industries lourdes :

- la production d’électricité : responsable de **40 % des émissions mondiales de CO₂**,
- les transports : responsables de **24 % des émissions mondiales de CO₂**,
- et le résidentiel-tertiaire responsable de **17 % des émissions mondiales de CO₂**.

B – UNE OFFRE SCIENTIFIQUE DIVERSIFIÉE

1. La production d’électricité

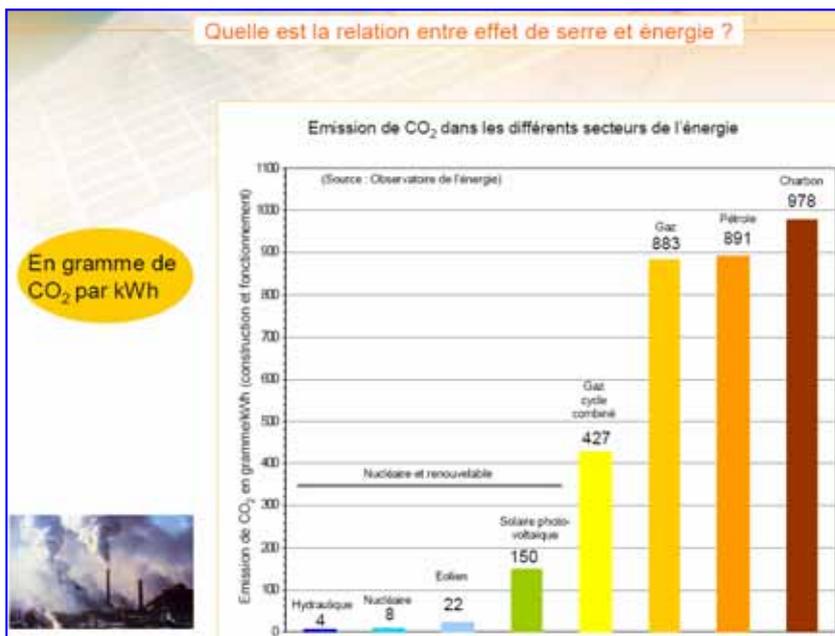
Dans ce domaine, il **n’existe pas une seule solution, et doit être mis en œuvre un « mix énergétique » complexe reposant sur trois piliers :**

a) Les propositions diminuant les émissions de CO₂ dans les centrales thermiques

Les technologies dites « de captation-séquestration du CO₂ » devront donc être mises en œuvre :

- mais elles sont longues et coûteuses à déployer (plusieurs centaines de millions d’euros pour chacune des 2.000 centrales thermiques mondiales),

- et la séquestration sans risque du carbone en couches géologiques profondes n’est pas encore assez acquise pour assurer son acceptation sociale.



b) La filière électronucléaire

Elle doit être un élément parmi d'autres de la transition énergétique.

Il faut intensifier les recherches pour la mise en place en 2030-2040 des réacteurs de génération IV. Multipliant par 50 à 80, l'utilisation de l'uranium, ils assureront des réserves d'énergie pour plusieurs millénaires **avec un taux d'émission de CO₂ très faible.**

c) Les énergies renouvelables

(1) Un bilan contrasté

La part des énergies renouvelables « nouvelles » est encore très marginale (0,04 % pour l'éolien, 0,01 % pour le solaire) dans la consommation mondiale.

Les énergies renouvelables sont abondantes, présentes partout et leur potentiel est très vaste.

Mais elles sont :

- **diffuses**, et fournissent donc des puissances faibles. Par exemple, pour produire 1 GW pendant une année, il faut :

1 réacteur nucléaire, ou 12 barrages de type Serre-Ponçon, ou 1 500 éoliennes de 2 MW, réparties sur 150 km², ou encore de 70 à 100 km² de panneaux solaires,

- et **intermittentes** en fonction de la pluviométrie, de l'alternance du jour et de la nuit ou du régime des vents (nécessité de stockage).

(2) Un élément indispensable du mix énergétique

La tentation existe de reléguer l'emploi des énergies renouvelables en zones isolées des grands systèmes de production et de distribution de l'électricité (ce qui concerne tout de même le tiers de l'humanité).

C'est une erreur :

- pour diminuer les 40 % d'émissions de CO₂ qui sont imputables à la production d'électricité, **il faut faire appel à toutes les sources non émettrices de gaz à effet de serre ;**

- **l'efficacité technologique de ces filières est en progression constante** : on attend par exemple des gains de coût d'un facteur 3 sur le photovoltaïque d'ici 2015 ;

- **le stockage d'énergie dans les batteries peut faire des progrès et permettre de remédier à l'intermittence des énergies renouvelables.**

Les énergies renouvelables devront donc **jouer un rôle important dans la réussite de la transition énergétique**, dans le secteur de la production d'électricité.

2. Le résidentiel-tertiaire

a) Une action à renforcer

Ce secteur représente 33 % des émissions de CO₂ françaises.

Grâce aux réglementations thermiques édictées depuis 1973, la baisse de consommation au m² des bâtiments neufs y a diminué de 60 % en trente ans.

Mais :

• **L'état « thermique » du parc est très hétérogène. Or, en 2050, 28 millions de logements auront été construits avant 2000, et seulement 15 millions après 2000.**

• **La surface du parc s'accroît du fait de la décohabitation des couples ou de l'accroissement de la taille des logements (20 m² par personne en 1960, 35 m² prévus en 2050).**

• **Des besoins nouveaux apparaissent** comme :

- la climatisation,
- et les consommations d'électricité spécifiques (produits électroménagers, produits audiovisuels et informatiques) qui ont doublé en trente ans.

b) Les réponses scientifiques et technologiques

Sur la base des technologies existantes, on estime de 30 % à 40 % le potentiel d'économies dans ce secteur car les propositions technologiques y sont très nombreuses et disponibles :

- utilisation de la biomasse (bois) pour le chauffage qui s'effectue à bilan d'émission de gaz à effet de serre nul ;
- recours massif au solaire thermique (eau chaude) et au solaire photovoltaïque (production d'électricité) ;
- utilisation des techniques de pompes à chaleur de profondeur ou de surface ;
- mise en œuvre de l'**architecture bioclimatique** (épaisseur des murs, surfaces vitrées au sud, etc.) et d'**isolation développée à l'aide des matériaux nouveaux ou à changement de phase**.

3. Les transports

a) Une croissance irrépressible des besoins

Nous vivons sur les tendances du demi-siècle passé (diminution du coût des transports et multiplication des offres de mobilité).

Actuellement, le transport est responsable de 24 % des émissions planétaires de CO₂.

Et selon des données fournies par l'AIE, la part des transports dans la consommation mondiale de pétrole croît régulièrement : 33 % en 1971, 48 % en 2002, 51 % en 2010.

A plus long terme, cette croissance devrait se maintenir. Ainsi, le nombre de milliards de passagers automobiles par km et par an est-il appelé à augmenter de 50 % d'ici 2030 et à doubler d'ici 2050.

Le transport aérien croît, par ailleurs, à un taux de 5 %/an et le transport maritime à un taux de 6 %.

b) Les réponses technologiques

Ces réponses sont très nombreuses mais ne peuvent être déployées qu'à des horizons différents.

(1) La dérivation d'une partie des transports routiers par le rail

Cette solution doit être engagée, mais elle est très coûteuse et longue à mettre en œuvre, comme le ferroutage, et limitée, car **même si l'on doublait la capacité des transports en commun en France, on n'aboutirait à faire baisser le trafic automobile que de 8 %**.

(2) La réduction des consommations unitaires des véhicules

Des techniques d'amélioration de l'efficacité de la motorisation automobile sont en voie de progression accélérée **mais leur pénétration dans le parc relève de durées longues** (15 ans pour la moitié du parc, 25 ans pour la quasi-totalité).

(3) L'hybridation est une première réponse

- c'est une technique incrémentale dont les rendements ont déjà doublé en cinq ans ;

- c'est une technique qui répond aux surconsommations en cycle urbain sur lesquelles elle économise 25 % ;

- c'est une technique centrale qui peut être couplée à l'ensemble des améliorations technologiques (hybride-biocarburants, hybride-nouvelle motorisation, hybride-électrique, hybride-hydrogène).

(4) Les biocarburants

Cette filière de substitution constitue un **relais capital**.

Mais, du 1 % actuel aux 35 % d'adhésion aux biocarburants envisagés par la Commission européenne, il y a une marge.

Les biocarburants de première génération (esters, éthanol) ont des rapports intéressants **en matière d'efficacité énergétique (1,9 du champ au réservoir pour l'éthanol, 25 pour les esters)** et présentent un bilan d'économie d'émission de CO₂ dont les estimations divergent mais sont à minima de 60 % pour l'éthanol utilisé directement, et de 70 % à 80 % pour les esters.

L'estimation de leur **seuil de rentabilité** varie également, mais se situe à 80-90 \$ le baril pour les esters et 90-150 \$ pour l'éthanol.

Cette filière ne parviendra pas à maturité avant 2015 grâce aux biocarburants de seconde génération (notamment la filière lignocellulosique dont les rendements sont plus élevés et qui n'entre pas trop en concurrence avec les autres usages agricoles).

(5) Les filières alternatives

Deux filières alternatives sont à considérer :

• *La voiture électrique*

Cette filière – développée à titre expérimental dans des flottes captives d'EDF ou de La Poste – est proche d'une maturité de marché.

Son introduction progressive est liée :

- à **une amélioration de l'efficacité des batteries** ;
- la recharge en milieu urbain **pourra être résolue par le déploiement d'un réseau d'échange** standard de batteries.

• *La filière hydrogène*

La filière hydrogène peut représenter un avenir, mais ne fera l'objet d'un déploiement qu'au-delà d'une génération.

En effet :

- **les problèmes de production massive d'hydrogène sans émission de CO₂ ne pourraient être résolus que par la captation-**

séquestration du carbone dans les centrales traditionnelles ou le déploiement des réacteurs nucléaires de génération IV à compter de 2030,

- **les coûts de déploiement ex nihilo d'un réseau complet de distribution sont très élevés (de l'ordre de 15 milliards de \$ aux États-Unis),**

- **et le coût des piles à combustible embarquées doit être divisé par un facteur de 50 à 100 pour une introduction sur le marché.**

C) UNE CHANCE A SAISIR

Changer ou même infléchir fortement une architecture énergétique, c'est changer de monde économique.

La transition énergétique est une obligation mais c'est également une chance à saisir.

L'introduction de filières énergétiques de substitution à nos usages actuels sera, dans un premier temps, très coûteuse. **Mais elle sera créatrice de centaines de milliers d'emplois durables, comme le montre l'exemple de l'Allemagne.**

C'est une « nouvelle frontière » qui s'offre à notre développement futur.



PRINCIPALES PROPOSITIONS

I - Intégrer le changement climatique dans les mécanismes de la mondialisation, en :

- créant une taxe carbone mondiale pour établir une concurrence égale entre les pays ;
- réinsérant l'impératif climatique dans les règles de l'OMC.

II - Créer une fiscalité spécifique pour financer la transition énergétique (5 milliards d'euros), en :

- augmentant de 1% pendant 10 ans les TIPP à l'exclusion de celle pesant sur le fioul domestique ;
- rétablissant la vignette sous forme de taxe carbone, également applicable aux deux roues ;
- instituant une taxe spécifique pour l'usage des autoroutes par les poids lourds.

III - Faire de la transition énergétique une priorité nationale, en :

- coordonnant l'action de l'État par un Haut Conseil et un Commissaire à la transition énergétique ;
- nommant des responsables de projet pour le développement de chaque filière de substitution aux combustibles fossiles ;
- affichant les échéances d'un plan de transition énergétique d'ici 2030 ;
- sensibilisant les citoyens et informant concrètement les utilisateurs.

IV - Mieux cerner les effets du changement climatique, en :

- créant une plate forme de calcul unifiée au niveau mondial ;
- lançant des études sur le coût réel du changement climatique.

V - Faire de l'Europe un acteur concret de la transition énergétique, en :

- instituant une fiscalité européenne sur le kérosène et les transports maritimes à fort tonnage ;
- créant une labellisation carbone assise sur le respect des dispositions de Kyoto ;
- lançant des axes européens de ferroutage ;
- multipliant les expérimentations sur la filière hydrogène.

VI - Mener une action spécifique dans le domaine des transports, en :

- utilisant la normalisation ;
- subventionnant l'achat de véhicules moins émetteurs de CO₂ ;
- encourageant les expérimentations sociales infléchissant la pratique de l'automobile.

VII - Renforcer l'action dans le secteur résidentiel-tertiaire, en :

- planifiant la réglementation thermique (RT) à long terme ;
- utilisant la RT pour un urbanisme plus durable ;
- clarifiant l'attribution des nouveaux certificats énergétiques ;
- activant la demande de rénovation du parc logement par le crédit et la fiscalité ;
- renforçant les normes sur les consommations d'électricité spécifiques.

VIII - Impliquer fortement les collectivités territoriales en faisant varier la dotation globale de fonctionnement (DGF) et la dotation globale d'équipement (DGE) en fonction de leur lutte contre l'effet de serre.

IX - Préparer l'après 2030 en activant les soutiens aux filières futures (nanotechnologies, réacteurs de génération IV et hydrogène...).

L'intégralité du rapport est consultable sur le site Internet du Sénat : www.senat.fr/opecest/rapports.html
et de l'Assemblée nationale : www.assemblee-nationale.fr/documents/index-oecst.asp