

COUR DES COMPTES

# Synthèse

Janvier 2014

## La mise en oeuvre par la France du Paquet énergie-climat

### ■ **Avertissement**

**C**ette synthèse est destinée à faciliter la lecture et l'utilisation du rapport de la Cour des comptes.  
Seul le rapport engage la Cour des comptes.

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	5
<b>1</b> Une politique complexe et difficilement lisible .....	7
<b>2</b> La France et ses particularités .....	11
<b>3</b> Des instruments nombreux, des moyens importants, une organisation déficiente .....	15
<b>4</b> Les premiers résultats sont positifs mais des efforts considérables seront nécessaires .....	17
<b>5</b> Incertitude et défis de la transition énergétique ...	21
<b>Recommandations</b> .....	29

# Introduction

Sur proposition du Comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques (CEC), le Président de l'Assemblée nationale a saisi par courrier du 6 novembre 2012, le Premier président de la Cour des comptes d'une demande d'évaluation de « la mise en œuvre par la France du Paquet énergie-climat de 2008 », au titre des dispositions de l'article L. 132-5 code des juridictions financières. Le Premier président a accepté cette demande par un courrier au Président de l'Assemblée nationale du 24 décembre 2012, la remise du rapport étant fixée à fin décembre 2013.

Le terme de « Paquet énergie-climat » (PEC) recouvre un ensemble de textes européens adoptés en 2008 et publiés en 2009, qui définissent la politique communautaire de lutte contre le réchauffement climatique et les éléments de politique énergétique qui y contribuent. Ses objectifs sont fixés à l'horizon 2020.

Le travail de la Cour a porté sur l'examen de la transposition et de la mise en œuvre nationale de cette politique. Après un rappel des objectifs européens et de la façon dont ils s'insèrent dans les objectifs nationaux (chapitre I), le rapport analyse les résultats (chapitre II) et l'efficacité de la mise en œuvre de cette politique, à travers les outils et les moyens mis en œuvre jusqu'à présent (chapitre III). Le chapitre IV développe, à partir de l'état actuel, les perspectives et les conditions nécessaires à la réalisation des objectifs du PEC. Une comparaison y est faite avec les résultats obtenus par les principaux pays européens. Enfin, le chapitre V tire les principaux enseignements de la mise en œuvre du PEC en France et en Europe, dans un contexte énergétique mondial en pleine évolution : problématique de l'intermittence des énergies renouvelables, avec les verrous technologiques et économiques qui lui sont associés, défis sociétaux des politiques à mettre en œuvre pour une meilleure efficacité énergétique, réduction non seulement des émissions nationales mais aussi de l'empreinte carbone, etc.

Des annexes, qui figurent dans le volume II, présentent des analyses détaillées de certains points qui ne sont que brièvement repris dans le corps du rapport tels que le nouveau contexte international et l'Europe, la « carbonisation » paradoxale, empreinte et taxe, la mise en œuvre du PEC par secteur, les défis technologiques, les modèles de simulation. ■

## 1 Une politique complexe et difficilement lisible

Lentement mis en place dans un contexte qui n'était pas encore touché par la crise économique, le Paquet énergie climat (PEC) est constitué d'un nombre restreint d'objectifs globaux qui, au total, aboutit à un ensemble hétérogène dont l'évaluation s'avère complexe :

- multiplicité des textes tout d'abord : les documents qui définissent le PEC sont bien identifiés, mais n'en représentent que la partie émergée, dans la mesure où la plupart des objectifs s'inscrivent parfois dans des textes déjà existants ou ayant ultérieurement fait l'objet de modifications. Ainsi la directive 2009/29/CE destinée à améliorer et étendre le marché communautaire d'échange de quotas de gaz à effet de serre (SCEQE) et qui vient elle-même modifier la directive « fondatrice » 2003/87/CE a-t-elle été précisée, entre 2009 et 2013, par 15 autres textes – cinq décisions, neuf règlements et une communication ;

- multiplicité des horizons : le PEC limite son horizon temporel à l'année 2020, alors que la démarche de lutte contre le changement climatique s'inscrit dans une logique de long terme. Tel

est le cas des engagements internationaux de diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'horizon 2050, ou des objectifs nationaux, tels ceux de la loi de programmation fixant les orientations de la politique énergétique de la France.

- hétérogénéité des objectifs, enfin : il n'existe aucun document cadre du PEC venant fixer un but clairement défini, dont il serait dès lors plus aisé de tenter une évaluation, quand bien même la lutte contre le changement climatique constitue le dénominateur commun des six principaux textes. Mais surtout, chaque composante du Paquet se propose d'atteindre sa cible de façon autonome. Ainsi, la conception des différents éléments ne semble pas avoir donné lieu à une vision d'ensemble permettant d'articuler les objectifs entre eux.

Cette multiplicité des horizons et des objectifs, si elle est un obstacle à l'évaluation, est d'abord une difficulté et un risque pour une mise en œuvre cohérente et un suivi efficace de la politique de lutte contre le changement climatique.

# Une politique complexe et difficilement lisible

Tableau n° 1 : comparaison des engagements internationaux européens et nationaux de la France au moment de l'adoption du PEC

	Référence du texte	UE	France
Objectifs internationaux	Protocole de Kyoto (entré en vigueur le 16 février 2005)	gaz à effet de serre = - 8 % sur 2008-2012 par rapport à 1990	Gaz à effet de serre (GES) = stabilisation sur 2008-2012 par rapport à 1990
	Directive sur la promotion de l'électricité à partir d'énergies renouvelables 2001/77/CE	22,1 % de la consommation intérieure brute d'électricité d'origine renouvelable	21 % de la consommation intérieure brute d'électricité d'origine renouvelable
Objectifs européens	Directive quotas d'émission de gaz à effet de serre 2003/87/CE (modifiant la directive 96/61/CE)	La Directive fixe les modalités de mise en œuvre du système d'échanges de quotas par les Etats. Les Etats doivent élaborer un plan national d'allocation de quotas pour la première période de 3 ans (2005-2008) puis le renouveler tous les 5 ans.	
	Directive sur les services d'efficacité énergétique 2006/32/CE	1 % d'économie d'énergie annuelle pour une période de 9 ans à partir de 2008 (9 % d'économies annuelles cumulées), basée sur une consommation annuelle moyenne sur 2000-2005 et hors secteurs système d'échanges des quotas d'émissions de CO <sub>2</sub> .	Correspond à des économies d'énergies de 12 Mtep en 2016.
	Directive sur la promotion des énergies renouvelables 2009/28/EC	Part des Energies Renouvelables (EnR) dans la consommation d'énergie finale 2020 : UE = 20 %	23 %
	Paquet énergie climat (11-12 décembre 2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GES 2020 = - 20 % par rapport à 1990 (-30 % si accord international)</li> <li>• 20 % d'économies d'énergies en 2020 (par rapport à 2005)</li> </ul>	GES 2020 = - 14 % par rapport à 1990 (hors SCEQE) GES 2020 = -20 % dans le champ du SCEQE

# Une politique complexe et difficilement lisible

## France

**Objectifs nationaux** Loi POPE\* du 13 juillet 2005 Facteur 4 : Division par 4 (- 75 %) des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 par rapport à 1990  
 Intensité énergétique\*\* finale : - 2 %/an à partir de 2015 ;  
 • - 2,5 %/an à partir de 2030

### Année 2010

- 10 % des besoins d'énergie à partir d'ENR
- 21 % de consommation totale intérieure brute d'électricité d'origine renouvelable
- + 50 % de production de chaleur d'origine renouvelable
- 2 % en 2005, 5,75 % en 2008 et 7 % en 2010 d'incorporation de biocarburants

**Objectifs Grenelle Environnement**

Bâtiments	<p><b>Bâtiments existants :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - 38 % de consommation énergétique du parc de bâtiments d'ici 2020</li> <li>• Rénovation thermique des 50 millions de m2 des bâtiments de l'État et des 70 millions de m2 de ses principaux établissements publics</li> <li>• Rénovation de 800 000 logements sociaux pour ramener leur consommation de 230 kWh/m2/an à 150 kWh/m2/an en 2020</li> </ul> <p><b>Bâtiments neufs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• norme bâtiment basse consommation (BBC, 50 kWh/m2/an) à partir de 2010 pour les bâtiments publics et tertiaires et 2012 pour toutes les autres constructions neuves</li> <li>• norme bâtiment à énergie positive pour toutes les constructions neuves à partir de 2020 (consommation d'énergie des bâtiments inférieure à la quantité d'énergie produite à partir de sources renouvelables)</li> </ul>
Transports	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 % des émissions de CO2 d'ici 2020 pour les ramener au niveau de 1990</li> <li>• Réduction des émissions moyennes de CO2 du parc automobile : de 176 gCO2/km à 130 g CO2/km en 2020 (120 gCO2/km pour le parc neuf)</li> <li>• Plan de développement des transports urbains : 1500 km de lignes nouvelles de tramways et de bus protégées</li> <li>• Fret non routier : 25 % d'ici 2022 (14 % en 2006)</li> </ul>
Agriculture	30 % des exploitations agricoles à faible dépendance énergétique d'ici 2013
Energies renouvelables	+ 20 Mtep de production annuelle d'ENR en 2020 (bilan intermédiaire en 2012)

## 2 La France et ses particularités

### Une des économies les moins émettrices

Avec 227 tCO<sub>2</sub> émises par M€ de PIB, la France a l'une des économies parmi les moins carbonées en Europe.

Rapportées au PIB, les émissions françaises représentent ainsi moins des 2/3 de la moyenne de l'Union européenne ou des émissions de l'Allemagne, à peine plus de la moitié de celles des Pays-Bas.

Intensité des émissions de gaz à effet de serre (GES),  
en tonnes de CO<sub>2</sub> par 1 000 € de PIB

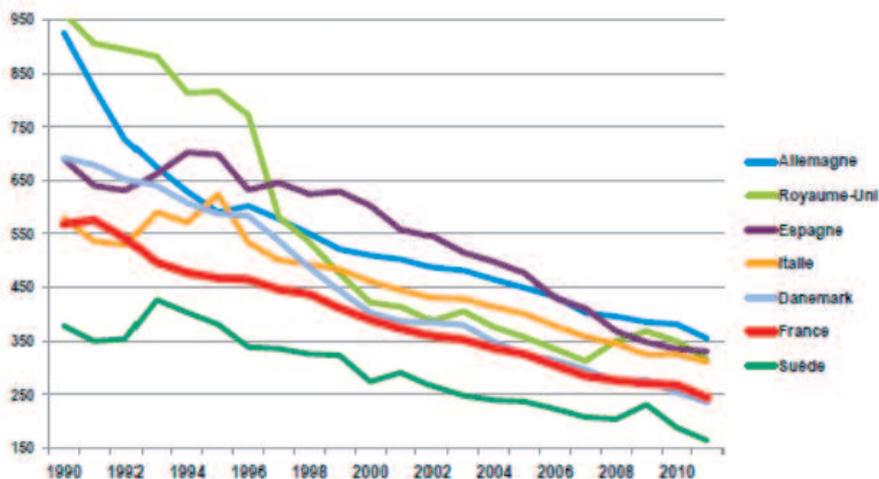


Figure 1. Intensité des émissions totales de GES (par rapport aux PIB)

Source : Cour des comptes, d'après les données Eurostat et de la Banque mondiale

# La France et ses particularités

Cette spécificité est due à une production électrique qui est aux trois-quarts issue du nucléaire et au un sixième de sources renouvelables. Au total, l'électricité est ainsi, en France, produite à plus

de 90 % à partir de sources non-émettrices de CO<sub>2</sub>. Avec 79 g CO<sub>2</sub> par kWh produit, la France émet de ce fait entre cinq et six fois moins que l'Allemagne ou les Pays-Bas.

Emissions de CO<sub>2</sub> (en g) lors de la production de 1 kWh d'électricité

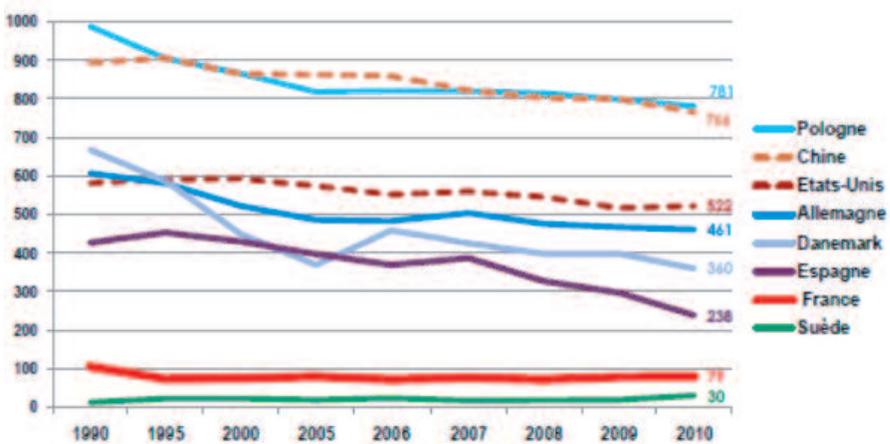


Figure 2. Emissions de CO<sub>2</sub> (en g) lors de la production de 1 kWh d'électricité  
Source : Cour des comptes, d'après AIE/OECD, «CO<sub>2</sub> émissions from fuel combustion Highlights», 2012 Edition

## Transports et agriculture sont des secteurs particulièrement émetteurs

Du fait de cette particularité de sa production énergétique, les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la France proviennent d'abord des transports : 28 %, dus à 95 % au seul transport par route. Malgré la contraction récente de l'activité industrielle et les efforts particuliers du secteur de la chimie, l'indus-

trie représente encore 22 % des émissions de GES. L'autre spécificité française est le poids élevé de l'agriculture dans ses émissions de GES (21 % du total, contre seulement 9 % en moyenne en Europe), avec des gaz tels le protoxyde d'azote et le méthane dont le pouvoir de réchauffement global (PRG) est élevé au regard de celui du CO<sub>2</sub>. Enfin, avec 18,2 % des émissions, le résidentiel-tertiaire est le quatrième secteur émetteur.

Emissions de GES 2011 par secteur économique en France, en MteqCO<sub>2</sub>

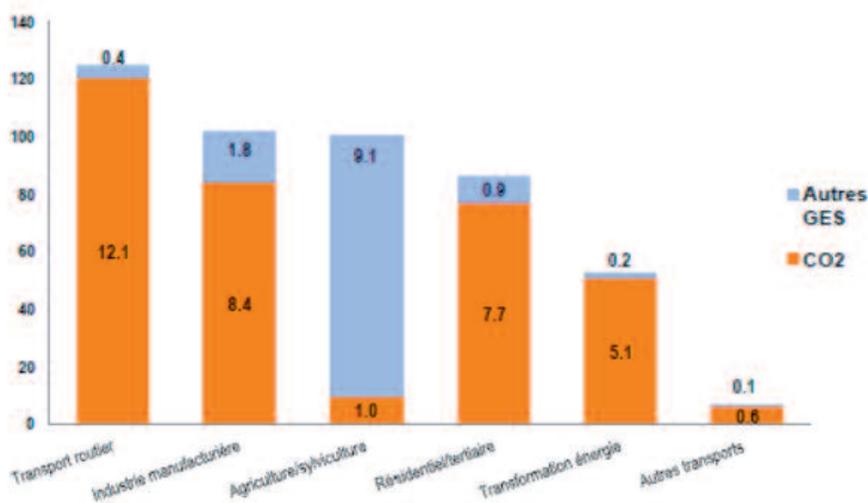


Figure 3. Emissions de GES (CO<sub>2</sub> et autres gaz) par secteur d'activité, en 2011  
Source : Cour des comptes d'après CITEPA, Secten, édition 2013

## 3 Des instruments nombreux, des moyens importants, une organisation déficiente

### L'échec des instruments communautaires

S'agissant de l'Europe, le système d'échange de quotas européens (SCEQE) est le principal instrument de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Si, compte tenu de la gratuité et des surplus de quotas attribués, il n'a, jusqu'ici, que peu touché la compétitivité des entreprises, il n'a pas non plus réussi à faire émerger un prix du carbone à la hauteur des objectifs de réduction des émissions qui lui avaient été fixés. En période de conjoncture économique défavorable, une conception peu flexible du système a interdit d'ajuster les quotas en conséquence.

L'échelon européen a également été privilégié pour développer les projets de captage et stockage de carbone (CSC). Leurs incertitudes techniques, la faible rentabilité des projets et le faible soutien des États ont contribué à ce qui est aujourd'hui un échec avéré.

Plus globalement, la mise en œuvre de ces deux instruments, pourtant présentés comme essentiels, a été mise en échec par l'absence d'un prix significatif du carbone. Sa faiblesse actuelle constitue un frein majeur à l'investissement dans la décarbonisation de l'industrie.

### Des mesures nationales très diverses, qui souffrent d'une insuffisance de pilotage interministériel

S'agissant de la France et de ses mesures propres, la mise en œuvre du PEC s'appuie sur de très nombreux dispositifs, de nature tant réglementaire que financière, ou fiscale. Globalement, ces mesures très diverses souffrent d'une insuffisante évaluation de la part de l'État, tant en ce qui concerne leur efficacité propre que leur coût effectif.

L'État n'a, en particulier, pas mobilisé l'expertise nécessaire, pour ajuster sa politique aux réalités. Ainsi, des situations de rente, voire de véritable « bulles » financières, ont parfois été créées, toujours financées par le consommateur ou le contribuable.

## Des instruments nombreux, des moyens importants, une organisation déficiente

L'exemple du mauvais ajustement initial des tarifs de rachat de l'électricité photovoltaïque reste emblématique d'un tel risque. À l'inverse, certains dispositifs mériteraient d'être renforcés, comme le fonds chaleur. Enfin, la mise en œuvre territorialisée du PEC est largement perfectible. Ainsi, au total, l'État a été peu performant, que ce soit en termes de simplicité comme de cohérence de son dispositif réglementaire.

Or les montants en jeu sont importants : actuellement, de l'ordre de 37 Md€ d'investissements énergétiques chaque année, qui sont soutenus par près de 20 Md€ de crédits publics ou liés (tarifs, contribution au service public de l'électricité, prêt bonifiés, etc.), dont 3,6 Md€ de crédits budgétaires d'État. De plus, ces montants ne sont encore que très imparfaitement connus. Il est, en particulier, indispensable que le « document de politique transversale : Lutte contre le changement climatique », annexé au projet de loi de finances, soit profondément amélioré, afin que la représentation nationale puisse disposer d'une information transparente et fiable sur l'action de l'État.

Au total, la mise en œuvre du PEC, qui est, par nature, transversale et inter-

ministérielle, pose à l'État un problème d'organisation et de pilotage, qu'il n'est pas encore parvenu à entièrement relever. À cet égard, les modalités actuelles d'organisation de l'administration apparaissent très notablement perfectibles.

Le caractère interministériel d'une politique telle que celle de lutte contre le changement climatique et de réduction des GES est insuffisamment affirmé ; il doit désormais pouvoir mieux se traduire dans les faits. Cela vaut tant pour le nécessaire débat qui doit, en amont, permettre de la définir, que pour sa mise en œuvre, son pilotage et son évaluation.

La Cour estime que le processus de concertation pourrait être confié au commissariat général à la stratégie et à la prospective. De même, il lui apparaît indispensable que le fonctionnement du comité interministériel du développement durable soit profondément rénové et son rôle fermement réaffirmé. Il devrait pour cela être doté d'un secrétariat permanent ayant une réelle autorité et relevant de la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), et être régulièrement réuni sous la présidence effective du Premier ministre.

## 4 Les premiers résultats sont positifs mais des efforts considérables seront nécessaires

### Une baisse globale des émissions, mais des résultats contrastés selon les secteurs

Depuis 2005, les émissions de gaz à effet de serre ont baissé en France de plus de 13 % et sont de 474 MteqCO<sub>2</sub> en 2011. L'objectif du protocole de

Kyoto, relatif à la stabilisation des émissions sur la période 2008-2012 par rapport à leur niveau de 1990 (559 MteqCO<sub>2</sub>) sera donc largement dépassé.

Toutefois, cette situation d'ensemble positive est le résultat d'évolutions contrastées selon les secteurs. Elle a, pour une large part, été obtenue grâce à la réduction très nette par l'industrie des émissions de gaz autres que le CO<sub>2</sub> et en raison des conséquences de la crise économique.

Emissions de gaz à effet de serre, en MTeqCO<sub>2</sub>

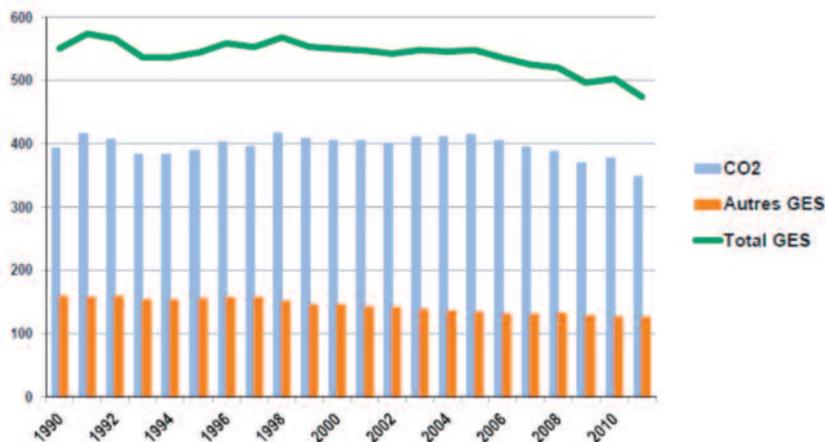


Figure 4. Emission PRG des gaz à effet de serre en France métropolitaine de 1990 à 2011  
Source : Cour des comptes, d'après les données du CITEPA

# Les premiers résultats sont positifs mais des efforts considérables seront nécessaires

L'agriculture a également connu une baisse, d'ampleur limitée. Le secteur logement-tertiaire connaît surtout des fluctuations annuelles en fonction de la rigueur du climat, sans qu'une réelle tendance à la baisse puisse être dégagée. Enfin, le secteur des transports a connu une hausse de ses émissions de 1990 jusqu'en 2004, que la baisse enregistrée depuis lors n'a pas encore permis d'effacer.

## Réduction des émissions et efficacité énergétique : des prévisions 2020 optimistes et fragiles

En l'état actuel des prévisions, les objectifs 2020 en matière de réduction d'émission de GES et d'efficacité énergétique paraissent pouvoir être atteints.

Il n'en demeure pas moins que ces prévisions sont faites sous des hypothèses volontaristes particulièrement fortes, voire, pour certaines irréalistes, notamment en matière de construction de logements et de rénovation thermique. Cela rend une telle prévision particulièrement fragile. De surcroît, une reprise économique significative et durable viendrait encore plus fragiliser la perspective de cette réalisation.

## Développement des énergies renouvelables : des progrès, mais des objectifs 2020 qui seront difficiles à atteindre

Le développement des énergies renouvelables a connu un début de réalisation, davantage marqué pour l'électricité que pour la chaleur. Globalement, la proportion des énergies renouvelables a ainsi progressé depuis 2005, passant de 9,6 % à 13,1 % et est globalement en phase avec la trajectoire qui a été fixée.

En revanche, avec 20,6 Mtep en 2011, les productions d'électricité et de chaleur de sources renouvelables accusent un retard par rapport aux 22 Mtep qui étaient visées.

Pour l'horizon 2020, du fait de ce retard, atteindre les objectifs, supposerait que l'accroissement de production annuelle d'énergie à réaliser d'ici là soit six fois ce qu'il a été entre 2005 et 2011 pour l'électricité renouvelable et sept fois pour la chaleur renouvelable. Les productions supplémentaires à réaliser dans la plupart des filières sont ainsi, à l'exception de l'hydroélectricité, très importantes.

Devant cette situation et au vu de telles tendances, l'atteinte des objectifs globaux pour 2020 apparaît difficile.

# Les premiers résultats sont positifs mais des efforts considérables seront nécessaires

Quant à la situation des partenaires européens, tous les États les plus importants de l'Union européenne voient leur intensité énergétique diminuer depuis 2000. Les moins émetteurs demeurent depuis 1990 la Suède et la France.

Avec sa politique de transition énergétique rapide, l'*Energiewende*, l'Allemagne a été pionnière. La production d'électricité renouvelable y a été multipliée par six en quinze ans, au prix d'un investissement considérable dans les installations photovoltaïques et éoliennes. La contrepartie en est que, du fait de la nécessité de faire appel à des

énergies de soutien pour faire face à l'intermittence des énergies renouvelables, l'Allemagne a, de fait, renoncé à la priorité de diminution des émissions de CO<sub>2</sub>, celles-ci connaissant désormais, au contraire, une hausse.

Au total, l'Allemagne continue d'être un grand émetteur, 1,8 fois plus que la France par rapport à la richesse produite et, contrairement à la France (cf. figure 5), son énergie est de plus en plus carbonée

Evolution de l'intensité d'émission de CO<sub>2</sub> par rapport à l'énergie consommée

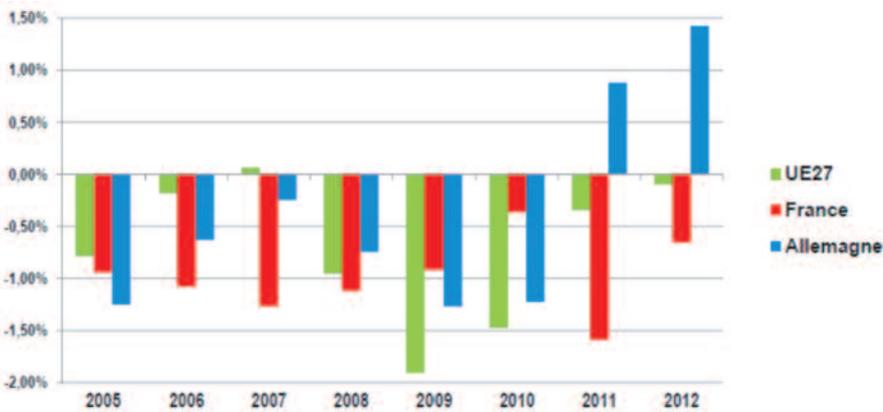


Figure 5. Evolution de l'intensité en émission de CO<sub>2</sub> de la consommation énergétique (variation du rapport des émissions sur l'énergie consommée). Source : Enerdata 2013

# Les premiers résultats sont positifs mais des efforts considérables seront nécessaires

## La transition énergétique : un effort considérable d'investissement

S'il est encore difficile d'en appréhender avec précision le montant, il apparaît néanmoins avec certitude que l'effort d'investissement requis par la transition énergétique sera considérable et devra porter sur plusieurs décennies. C'est ce que le récent « débat national sur la transition énergétique » a permis d'établir. Cet effort suppose, en effet, une augmentation des investissements consacrés à l'énergie que l'on peut estimer être comprise entre 0,5 et 2 points de PIB, selon les différents scénarios retenus.

Par rapport aux 37 Md€ consacrés annuellement aujourd'hui aux investissements énergétiques, ceci représente un accroissement supérieur à 30 % et

pouvant aller jusqu'à 100 %, chaque année et ce jusqu'en 2050.

Il convient, au demeurant, de souligner qu'un tel effort d'investissement ne se traduit ni nécessairement, ni mécaniquement par la structuration de filières industrielles durables permettant de déboucher sur des créations d'emplois importantes. Le développement ou la consolidation d'une filière industrielle supposent que des conditions soient impérativement réunies, - loyauté de la concurrence internationale, stabilité des règles et des incitations, délai de mise en place d'une capacité de production, notamment - qui ne se limitent en rien à l'investissement, même massif, dans les biens qu'elles sont appelées à produire.

L'investissement dans la transition ne saurait ainsi en lui-même passer pour le substitut d'une politique industrielle qui demeure indispensable.

## 5 Incertitudes et défis de la transition énergétique

### Un débat mal informé : l'insuffisance des outils de simulation

L'horizon de long terme qui est celui de la transition énergétique, dans laquelle le Paquet énergie-climat s'inscrit, comme l'ampleur des investissements requis rendent d'autant plus nécessaire que des scénarios contrastés puissent être publiquement examinés, confrontés et discutés. Faute d'instruments aisément mobilisables, tel n'est pas encore le cas.

Les outils actuellement disponibles et habituellement utilisés sont, en effet, des modèles, dits « *bottom up* », qui, pour l'essentiel, reposent sur une modélisation physique de la transition énergétique. Leurs limites sont connues et ont été constatées en pratique lors du débat national sur la transition énergétique.

En raison de la complexité de leurs hypothèses, de tels modèles se prêtent très mal au débat public, dès lors restreint à un cercle limité d'experts. De surcroît, ils ne permettent que très difficilement de déboucher sur les conditions et les effets économiques de la transition – investissements requis et leur financement, équilibre de la balance

extérieure, etc.- et ses conséquences sociales – coût pour le consommateur et son pouvoir d'achat, emplois créés.

Les modélisations macroéconomiques, encore faiblement développées, en sont pour l'instant à de premières utilisations en vraie grandeur, qui permettent d'en examiner les principes et de les perfectionner. Elles n'ont en tout état de cause pu être utilisées pour le débat national. Il est ainsi frappant de constater que le besoin d'une modélisation macroéconomique n'a pas été suffisamment ressenti par les administrations publiques concernées, tant celles chargées de piloter le débat, que celles dont la mission est de développer les outils de la prévision économique.

### Un contexte énergétique en plein bouleversement

De tels outils sont d'autant plus nécessaires que le contexte énergétique mondial et européen subit deux ensembles de transformations, qui risquent de l'affecter durablement.

La crise économique, tout d'abord, qui, à court terme, est venue tout à la fois accroître les dysfonctionnements du système d'échange de quotas européens et soutenir les résultats positifs obtenus

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

en matière d'émissions, alors que, à moyen et long termes, la sensible réduction des investissements ne peut que porter des effets négatifs.

Le deuxième bouleversement provient du développement rapide de l'exploitation des hydrocarbures non-conventionnels – pétrole et gaz. Limitée actuellement pour l'essentiel aux États-Unis, mais sans doute à l'avenir étendue dans de nombreux autres pays, cette mise en exploitation est un facteur considérable de perturbation, dont il est indispensable de prendre l'exacte mesure. Elle a d'ores et déjà entraîné une forte baisse du prix du charbon, amenant ainsi à une substitution de celui-ci au gaz dans les centrales de « *back up* » et, plus largement, à une recarbonisation presque partout en Europe.

Par ailleurs, indépendamment des choix français, la poursuite de son développement amènera une modification sans doute importante et durable des perspectives économiques et géostratégiques de l'énergie. Tout scénario devra prendre en compte ce paramètre.

## La leçon de l'*Energiewende* allemande : les effets de l'intermittence des énergies renouvelables

Comme le montre l'*Energiewende* allemande, dès lors que la place des énergies

renouvelables devient substantielle dans la production électrique, leur intermittence est un facteur de désorganisation.

D'abord, physiquement, parce que les réseaux doivent y être adaptés. Ainsi, le développement des énergies renouvelables requiert-il le renforcement des réseaux et le développement de leur interconnexion.

L'acceptabilité sociale de ces conséquences pratiques du développement des énergies renouvelables – la création de lignes supplémentaires, notamment de très haute tension, l'effacement de la demande - reste à vérifier, alors même qu'elle en est l'une des conditions.

Enfin, cette intermittence entraîne une variabilité extrême de la production. Le foisonnement des différentes sources d'énergie ne parvient pas à lisser ces variations (cf. les figures 6 et 7). Combinée avec les conditions actuelles d'obligation d'achat, elle aboutit nécessairement à une forte variabilité des prix de l'électricité sur le marché.

Celle-ci a d'ores et déjà mis en péril la rentabilité des centrales de « *back up* » et entraîne par là même un risque accru sur l'approvisionnement en électricité.

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

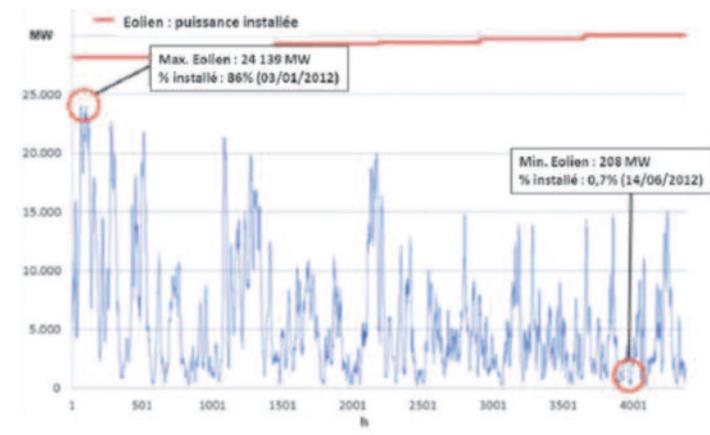


Figure 6. Production instantanée d'énergie renouvelable (éolien et photovoltaïque) en Allemagne, heure par heure pour les six premiers mois de 2012. En trait continu rouge, la capacité totale installée. (Source : Cour des comptes, d'après World Energy Council, Dr Leonhard Birnbaum, Monaco, 7 Novembre 2012)

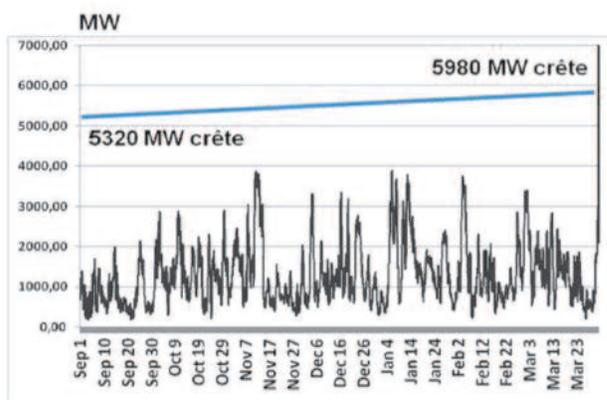


Figure 7. Production éolienne en France de septembre 2010 à mars 2011 (la courbe donne l'évolution heure par heure, ces valeurs étant extraites du site Eco2mix de RTE qui fournit ces données par ¼ heure) (Source : Hubert Flocard et Jean-Pierre Pervès<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> « Intermittence et foisonnement de l'électricité éolienne en Europe de l'Ouest » par Hubert Flocard et Jean-Pierre Pervès, 30 mars 2012.

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

## Des ruptures technologiques seront indispensables, rien n'assure qu'elles seront techniquement disponibles et économiquement accessibles

Parmi les défis que rencontre la transition énergétique le moindre n'est pas celui des ruptures technologiques qui lui sont nécessaires.

Le premier d'entre eux est clairement celui du stockage des énergies

renouvelables intermittentes, qui est l'un des enjeux essentiels de l'avenir. Aucune des rares technologies matures n'apparaît suffisante pour assurer la sécurité du système énergétique à l'horizon 2030. Il n'existe pas encore d'autres technologies susceptibles de les remplacer.

**Tableau n° 2 Le facteur de charge des principales sources d'électricité, (France, 2007-2011)**

	2007	2008	2009	2010	2011
Solaire Photovoltaïque*	16 %	8 %	10 %	11 %	12 %
Eolien terrestre*	10 %	15 %	16 %	17 %	18 %
Hydroélectricité	26 %	29 %	26 %	28 %	21 %
Nucléaire	80 %	79 %	78 %	78 %	80 %

(Source : SOeS, calculs Cour des comptes.)

\*Facteur de charge (rapport entre le chiffre réel d'électricité produite par une source et son montant théorique compte tenu de la puissance installée) calculé par la Cour en moyenne annuelle, par interpolation à partir des données de fin d'année publiées par le CGDD

L'insuffisance des capacités de stockage devient de plus en plus problématique, dès lors que les énergies renouvelables intermittentes prennent une place significative. Répondre aux besoins avec une production d'électricité incertaine entraîne, en effet, de pré-

voir des dispositifs de complément : importations d'électricité et donc interconnexions renforcées, centrales de « *back up* » et donc recarbonisation du mix électrique, surdimensionnement de la puissance installée, effacement de la demande. Les réponses sont connues

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

dans leur principe, mais certaines ne sont ni techniquement ni économiquement accessibles à l'heure actuelle. Toutes ont un coût.

## Un calcul économique qui devra évoluer pour prendre en compte le coût complet et systémique de la production d'énergie

La prise en compte de ces différents éléments n'est pas actuellement réalisée ni, *a fortiori*, considérée dans les choix. Cette remarque, qui vise à aller vers des coûts complets et « systémiques », est d'ailleurs d'ordre général. Elle vaut pour l'ensemble des sources et pas seulement les énergies renouvelables.

Peu dommageable quand les énergies renouvelables demeurent marginales dans le mix énergétique, cette omission devient cruciale dès lors que cette place peu à peu s'affirme. Elle est, de ce fait, devenue indispensable. Elle conduira à mieux évaluer l'ampleur des investissements nécessaires qui ne consistent pas seulement en les seules installations de production. Elle permettra d'évaluer les surcoûts de l'énergie induits et qu'il faudra, *in fine*, faire supporter au consommateur ou au contribuable.

Elle amènera, ensuite, à mieux hiérarchiser les priorités, puisque le choix entre les différentes sources d'énergie à utiliser, - et notamment les énergies renouvelables non intermittentes (biomasse, géothermie, etc.) -, pourra ainsi être fait en fonction de leur coût effectif.

Enfin, le choix sera plus rationnel, dans l'organisation et l'équilibre entre les deux principaux types de moyens à mobiliser pour aller vers une économie décarbonée : le développement des énergies renouvelables, une efficacité, sinon une sobriété, énergétique accrue.

## Dans une économie peu carbonée, la principale source de réduction des émissions se trouve dans les économies d'énergie

En remettant en avant la recherche d'une meilleure efficacité énergétique, l'analyse du Paquet énergie climat et de la mise en place d'une « transition énergétique » débouche ainsi nécessairement sur une interrogation plus vaste, qui concerne les modes de vie, de travail et de consommation.

En effet, dans une économie qui, comme celle de la France, est faiblement carbonée, les principaux « réservoirs » d'économies d'énergie et donc de rédu-

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

tion des émissions de gaz à effet de serre se trouvent moins dans la production d'énergie que dans ses usages, qu'il faut rendre beaucoup plus efficaces et économes.

Cette efficacité est à trouver dans une nouvelle organisation de la mobilité, de l'aménagement de l'espace et du bâti, dans une manière nouvelle de penser les circuits reliant les lieux de production et de consommation, ou, encore, dans une modification du modèle alimentaire.

## Se fixer un objectif en termes d'empreinte carbone plutôt que de seules émissions nationales

C'est d'ailleurs pourquoi l'objectif européen d'une réduction en valeur relative des émissions de gaz à effet de serre (GES), apparaît doublement insatisfaisant.

D'une part, il ne couvre, du moins dans l'exemple français et du fait d'un mix énergétique particulièrement peu carboné, que les 2/3 des GES liés à la consommation.

D'autre part, parce qu'il est fixé en valeur relative, il ne permet pas de pousser les États membres à converger vers une norme commune, qui permettrait d'aller vers une réelle harmonisation des efficacités, énergétique et carbone. En étant ainsi fixé, il pénalise de surcroît les pays, tels la France, dont l'efficacité carbone est bonne. Il incite à des « fuites carbonées », c'est-à-dire à une délocalisation des productions intenses en carbone vers les pays qui sont plus tolérants aux émissions. Non seulement sont impliqués les pays émergents, souvent seuls mis sur la sellette, mais aussi ceux des pays européens dont le niveau d'émission est important.

L'empreinte considère les émissions propres à l'activité nationale et leur ajoute le solde net des émissions associées au commerce extérieur.

Tableau n° 3 Empreinte carbone de la France en 2005

Emissions produites en France	410 MtCO <sub>2</sub>
+ GES liés aux imports	+ 340 MtCO <sub>2</sub>
- GES associés aux exports	- 205 MtCO <sub>2</sub>
= <u>Empreinte</u>	= <u>545 MtCO<sub>2</sub></u>

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

Les trajectoires des deux notions sont divergentes : de 1990 à 2007, l'empreinte carbone par personne s'est ainsi accrue de 5 % alors que les émissions par personne sur le territoire de la France métropolitaine ont baissé de 15 %.

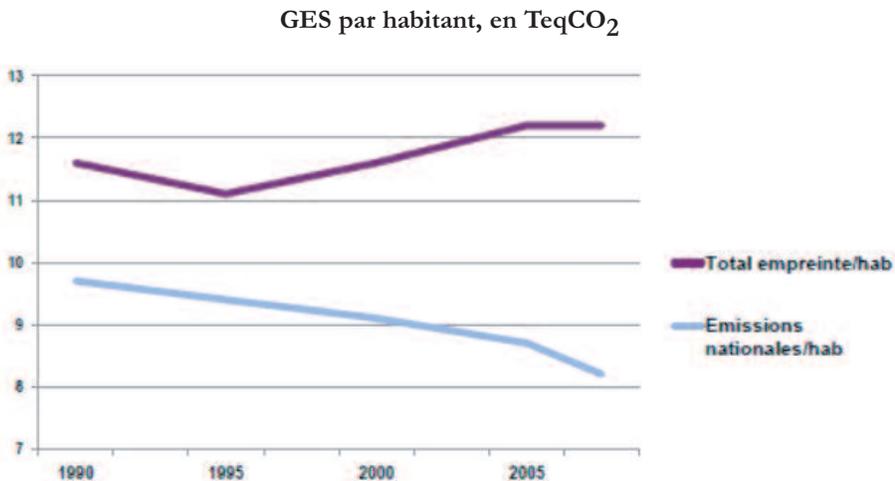


Figure 8. Evolution comparée de l'empreinte carbone par habitant et des émissions sur le territoire par habitant. Source : Cour des comptes d'après SoeS, mars 2012

En ne concernant que la production réalisée sur le seul territoire, la notion d'émission pousse à minorer les usages de l'énergie et, de ce fait, toute action qui conduit à modifier les comportements de consommation.

C'est pourquoi une définition de l'objectif principal du Paquet énergie climat en termes d'empreinte carbone plutôt que de seules émissions nationales apparaît plus pertinente. Cela pourrait être le but des négociations qui s'engagent autour de la révision des objectifs européens. Dans cette optique, un renforcement de la politique européenne de

transition énergétique apparaît souhaitable, notamment pour harmoniser les aides aux énergies européennes, mettre en place des mécanismes européens de réserve de capacité et financer les interconnexions.

Par l'ampleur des transformations qu'elle requiert, par la mise en cause des modèles culturels – alimentaires, de mobilité, de logement et d'urbanisme – et la recherche d'une sobriété énergétique inédite qu'elle suppose, la transition énergétique rendue nécessaire par le réchauffement climatique et la dépen-

# Incertitudes et défis de la transition énergétique

dance de nos économies aux énergies fossiles, est un projet d'ensemble qui requiert le concours de tous pour aboutir à l'invention d'un nouveau modèle de société. Par l'importance des investissements qu'elle nécessite, elle devrait conduire à la mobilisation durable de moyens financiers considérables. La France, qui contribue pour 4 % au PIB mondial et pour 1 % aux émissions, ni

même l'Europe, avec 25 % du PIB mondial et 8 % des émissions, ne peuvent la mener seules.

Une telle mutation ne peut ni s'inventer, ni se conduire sans une implication et une acceptation sociale fortes. Sa définition doit pouvoir reposer sur un débat public informé et transparent.

# Recommandations

→ réaffirmer le rôle et rénover le fonctionnement du comité interministériel pour le développement durable. Son secrétariat permanent devrait relever du ministre chargé de l'environnement et du développement durable et être assuré par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Le commissariat général au développement durable pourrait être supprimé ;

→ dans le document de politique transversale de « lutte contre le changement climatique », annexé à la loi de finances, présenter de façon transparente et méthodologiquement fiable les résultats et les moyens de cette politique, en identifiant ceux qui relèvent du Paquet énergie climat (PEC) ;

→ charger le commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) du débat et de la concertation sur la transition énergétique, et de la mise au point des outils de simulation nécessaires ;

→ regrouper et simplifier les différents dispositifs de soutien et d'accompagnement. Une fois définis et correctement quantifiés, ils devront demeurer stables, afin de permettre aux acteurs de s'engager dans des investissements de longue durée ;

→ intensifier la politique de recherche et de réalisation de démonstrateurs dans les domaines qui constituent des verrous technologiques au

développement des énergies renouvelables ;

→ revoir les méthodes de soutien et de financement de la politique de développement des énergies renouvelables, en intégrant les coûts complets systémiques dans le calcul économique (la Cour réitère ici ses recommandations contenues dans son rapport public thématique<sup>2</sup> de juillet 2013 sur cette politique) ;

→ au-delà des moyens déjà engagés dans la politique concernant le logement et le secteur tertiaire, accroître les moyens de la politique d'efficacité énergétique, tout particulièrement dans :

o les transports, où l'effort principal doit porter sur la route ;

o l'agriculture, pour laquelle il faut inciter à la diminution de l'utilisation des engrais, développer la politique de la forêt et de l'utilisation des sols ;

o la politique de « l'État exemplaire », où il s'agit de rattraper un retard important ;

→ adopter, pour le futur Paquet énergie climat, un unique objectif quantifié : la diminution des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, les autres objectifs devant lui être subordonnés ;

→ privilégier la réduction de l'empreinte carbone plutôt que celle des émissions nationales.

<sup>2</sup> Cour des comptes, *Rapport public thématique : La politique de développement des énergies renouvelables*. La Documentation française, juillet 2013, 241 p., disponible sur [www.ccomptes.fr](http://www.ccomptes.fr)