

Les énergies renouvelables : quel apport contre l'effet de serre et le réchauffement climatique ?

Non émettrices de gaz à effet de serre et largement réparties sur le globe, les énergies renouvelables sont naturellement au cœur de tous les scénarios de prospective qui visent à limiter nos émissions. Et notamment des propositions de scénario énergétique de la Commission européenne pour l'Europe en 2020, entérinées par la conférence des chefs d'Etat de l'Union européenne des 7, 8 et 9 mars derniers. Mais cette part croissante des énergies renouvelables dans le bilan énergétique français devra s'accompagner d'un effort équivalent en matière de maîtrise des consommations dans les secteurs de l'habitat et des transports. Sans oublier que l'effet de serre, responsable du réchauffement climatique, est un problème planétaire et que la solution ne peut que l'être aussi.

Quelques éléments de réflexion sur les perspectives des différentes filières en France.

par Erik GUIGNARD, Conseiller Economie et prospective auprès du SER

Les énergies renouvelables (Enr) représentent, en 2004, 13 % de la production mondiale d'énergie primaire mondiale avec de fortes disparités régionales : 30 % en Suède, pays aux ressources hydrauliques et en bois importantes, mais moins de 2 % en Angleterre qui dispose pourtant du premier gisement éolien européen... !

La France se situe, quant à elle, dans la moyenne des pays européens (1) avec 7 % de ses ressources primaires ; un peu plus, 10 %, si l'on se place en termes de besoins d'énergie finale, c'est-à-dire en tenant compte des différents rendements de transformation de la ressource énergétique en énergie utilisable par le consommateur (il s'agit, notamment, du passage de la ressource primaire nucléaire, c'est-à-dire thermique, à la distribution d'une ressource électrique avec un rendement de 33 %).

En 2004, deux grandes filières contribuent à 90 % des ressources : l'hydraulique pour les besoins électriques, et la biomasse – le bois – pour les besoins de chaleur. Le solde correspond aux autres filières : l'éolien en électricité, la géothermie, les pompes à chaleur et le solaire pour des besoins de chauffage, les biocarburants pour les transports, des filières qui pèsent peu actuellement mais qui, toutes, se développent désormais à un rythme élevé.

Les Enr productrices de chaleur

Les Enr productrices de chaleur produisent 11 Mtep des besoins de chaleur estimés à 85 Mtep (2), industrie incluse.

Les achats d'appareils au bois – foyers fermés, inserts, poêles, chaudières – augmentent rapidement dans l'habi-

tat individuel – +33 % en 2006 – grâce à des appareils plus performants et moins polluants, pour la plupart labellisés « flamme verte » et garantissant un rendement supérieur à 70 %.

545 000 appareils ont ainsi été achetés en 2006, soit en renouvellement de matériels existants (près de 30 % d'économies de bois grâce à l'amélioration des rendements), soit, surtout, pour des installations nouvelles.

Les pompes à chaleur, PAC, drainent la chaleur de l'air ambiant ou de la terre pour la restituer à l'intérieur du logement : un coefficient de performance (COP) de 3 permet, avec une consommation électrique de 1 kWh, d'apporter 3 kWh au logement (c'est le fonctionnement inverse d'un réfrigérateur) et parfois nettement plus avec les pompes géothermales mieux adaptées aux utilisations collectives et aux climats les plus froids. Plus de 50 000 PAC ont ainsi été installées en 2006, soit deux fois plus qu'en 2005 !

L'énergie solaire peut être utilisée pour la production d'eau chaude ou le chauffage : 30 000 chauffe-eau solaires individuels et 16 000 systèmes combinés ont été installés en 2006, soit 280 000 m² de capteurs et une progression de 130 %.

En supposant que le niveau des ventes des capteurs solaires et des pompes à chaleur puisse être doublé d'ici 2020, la production d'Enr s'en trouverait augmentée de plus de 50 %, soit environ 4 Mtep (3).

Ou encore le tiers des besoins de chaleur de la branche « résidentiel-tertiaire » (15 Mtep/45) si des efforts concomitants d'efficacité énergétique par l'amélioration de l'isolation étaient conduits par ailleurs.

On pourrait certainement faire mieux encore en fonction de la disponibilité des ressources en bois, des incitations qui seront mises en place en faveur du chauffage et de l'eau chaude dans l'habitat collectif, de la rigueur de la réglementation thermique, notamment la suppression rapide du chauffage électrique résidentiel par effet joule au profit des pompes à chaleur à fort coefficient de performance ; enfin, avec la systématisation des équipements mixtes, utilisant plusieurs sources renouvelables.

Les Enr productrices de carburants

Les Enr productrices de carburants avoisinent actuellement 0,4 Mtep, soit un très faible pourcentage de la consommation des transports – plus de 50 Mtep – hélas en forte croissance annuelle.

Il faut bien distinguer les deux filières principales de biocarburants : celle du bioéthanol utilisé en complément des essences et celle du biodiésel en complément du fuel.

Si le bioéthanol est, on le sait, largement utilisé au Brésil avec une fabrication à base de cannes à sucre, et dans des voitures équipées de moteurs acceptant un large éventail de carburants, il est encore peu utilisé en France où le marché automobile est en majorité à motorisation diésel.

Priorité a donc été donnée au développement de la filière du biodiésel à partir de colza ou de tournesol, avec l'inconvénient d'un rendement net à l'hectare sensiblement inférieur au rendement des filières de bioéthanol utilisant les betteraves et, plus modestement, le blé.

Compte tenu de ces contraintes, soit de marché, soit de disponibilité en terres, il sera sans doute difficile de dépasser la proportion de 10 % de biocarburants, telle que programmée par le gouvernement pour 2010 dans la consommation de ce secteur. Il faudra attendre la percée industrielle (vers 2015 ?), des biocarburants dits de seconde génération – c'est-à-dire valorisant aussi les parties ligneuses des plantes – pour dépasser de façon significative cette proportion sans avoir à arbitrer avec d'autres besoins, notamment alimentaires.

Les Enr productrices d'électricité

Principale source renouvelable de ce secteur, l'*hydraulique* fournit, avec des variations fonction de la pluviométrie, 14 % des 480 TWh de la consommation brute d'électricité en France, pourcentage qui pourrait augmenter à l'avenir, sous réserve de l'accord des riverains et des différents utilisateurs des cours d'eau.

La *filière éolienne* se met en place, avec 810 MW en 2006 et un parc installé atteignant globalement 2 000 MW à ce jour. Ce taux de progression maintenu devrait permettre, à terme, d'atteindre le niveau de la production hydraulique (60 à 65 TWh) et donc de doubler à consommation constante la part renouvelable dans le bilan électrique. Il sera, à ce jour, et à moins d'un développement important de l'éolien en mer, plus difficile d'aller au-delà compte tenu, notamment, des contraintes paysagères.

Le *solaire photovoltaïque* raccordé au réseau a triplé en trois ans avec une puissance installée de 12 MW en 2006. La ressource est immense mais son développement entravé par un coût élevé ; le développement de la filière est par contre incontournable dans le cadre de projets d'habitat à énergie positive où le consommateur se transforme en producteur, et on prévoit une diminution très rapide des coûts.

Quelques projets d'utilisation de la *biomasse cellulosique* et du *biogaz* voient par ailleurs le jour. Mais il faut noter que la biomasse est clairement mieux utilisée directement en production de chaleur, sans passer par l'intermédiaire de l'électricité, quoique la technologie des pompes à chaleur permette de récupérer tout ou partie de la chaleur perdue lors de la production d'électricité... Ceci pourrait plaider pour une généralisation des projets de cogénération bois qui permettrait aux énergies renouvelables stockables d'être aussi présentes sur le marché de l'électricité de pointe actuellement ouvert aux seules énergies fossiles.

D'ici 2020, le niveau de la production d'Enr sera, en fait, largement dépendant, non des décisions qui seront prises sur le renouvellement du parc nucléaire – décisions qui n'auront d'impact significatif qu'après 2020 –, mais de l'acceptabilité des projets par les riverains et de l'évolution de la demande électrique.

Celle-ci pourrait, en effet, soit se réduire pour apporter sa contribution à la baisse de l'intensité énergétique demandée par l'Union européenne soit, au contraire, augmenter pour faire face à de nouveaux développements (alimentation des PAC et complément du solaire thermique, moteurs hybrides rechargeables dans l'automobile, nouveaux besoins de climatisation).

Pour résumer, on peut raisonnablement estimer que, dans la perspective d'une demande électrique croissante, les Enr pourront fournir au moins 21 % des besoins d'électricité en 2020 (mais plus de 25 % dans un scénario de consommation maîtrisée).

Quel scénario pour la France de 2020 ?

La conférence des chefs d'Etat des 7 au 9 mars 2007 a entériné les propositions de scénario énergétique de la Commission européenne pour l'Europe en 2020, scénario dont les principales composantes, dans son volet unilatéral et obligatoire, quel que soit le résultat des négociations internationales, seraient les suivantes :

- ✓ baisse de 20 % des émissions de GES/niveau de 1990 ;
- ✓ baisse de 20 % de la consommation énergétique primaire totale, *global primary energy use*, en 2020 soit, compte tenu de la croissance attendue en l'absence de toute politique corrective (+7 %), un niveau de consommation de -13% par rapport à la consommation actuelle globale de 1 750 Mtep primaire ;
- ✓ part des enr de 20 % dans le mix énergétique de la production primaire ;
- ✓ part minimale de 10 % de biocarburants dans la consommation des transports.

Il est prévu que la Commission européenne demande à chaque pays de lui notifier un plan d'action national avec des objectifs précis par secteur de consommation, biocarburants, chaleur, électricité. La consolidation des plans nationaux devra permettre d'atteindre les objectifs globaux, ce qui promet de fort difficiles négociations !

Il paraît raisonnable d'appliquer les objectifs européens pour la France dans la mesure où la part des Enr dans notre pays (10 % de la consommation finale et 6,8 % de la consommation primaire) est très proche des valeurs moyennes européennes.

Ceci conduirait alors au scénario du tableau 1, qui suppose le maintien de la capacité exportatrice de la France en matière d'électricité et la construction de l'EPR de Flamanville et, aussi, le développement confirmé des pompes à chaleur et des véhicules hybrides rechargeables.

Ce scénario est-il cependant plausible ?

Il représente sans nul doute un plafond fort difficile à atteindre, puisqu'il faudrait, en effet, outre de solides programmes d'économie d'énergie, tripler la part des Enr, celle des ressources en bois et biomasse et donc mobiliser quelques millions d'hectares en concurrence avec d'autres besoins industriels ou alimentaires mais, aussi, équiper plus de 20 % du parc automobile en véhicules hybrides et 20 % des logements en pompes à chaleur performantes...

Dans une hypothèse de contrainte forte sur la consommation électrique, comparable à celle qui est demandée aux

autres secteurs, le scénario est encore plus difficile à boucler, toute la contrainte de l'objectif inchangé de 20 % d'Enr se reportant alors sur les ressources en bois et biomasse.

Les ressources, certes, existent ; mais leur mobilisation à échéance aussi rapprochée paraît problématique, d'autant que ces objectifs seront considérablement plus difficiles encore à atteindre pour des pays comme l'Allemagne et la Grande-Bretagne... Ils permettent de dépasser largement, en ce qui concerne la France, l'objectif proposé de diminution des émissions de gaz à effet de serre, et donc de CO₂, de 20 % et même celui de 30, en cas d'accord international.

Un scénario alternatif...

Selon les documents préparatoires à la décision des chefs d'Etat et de nouvelles discussions en cours à la Commission européenne, le pourcentage de la part d'Enr de 20 %, moyenne européenne, pourrait, en fait, ne concerner que la consommation d'énergie finale et non pas celle d'énergie primaire.

Dans ce cas, notre pays disposant de bons gisements de renouvelables, la part française pourrait être, après négociations, nettement supérieure à 20 %.

Voici, à titre d'exemple, dans le tableau 2, ce que pourrait être un scénario, toutes autres hypothèses inchangées, avec un ratio de 25 % d'Enr sur la consommation d'énergie finale.

Mtep	en 2004	en 2020	Observations
Consommation primaire <i>(hors usages non énergétiques)</i>	267,6	236,7	- 13 %
<i>dont Enr</i>	18,3	47,3	20 % de 236,7
Pertes, usages internes, soutes	101,6	97,2	
Consommation finale	166,0	139,5	
Consommation finale	166,0	139,5	<i>5,3 Mtep exportations d'électricité incluses</i>
<i>dont EnR</i>	16,1	46,2	
Electricité	41,4	47,2	<i>5,3 Mtep exportations incluses</i>
<i>dont nucléaire</i>	32,1	33,2	<i>+ 1 EPR</i>
<i>dont EnR</i>	5,5	10,0	21 % EnR dont 50 TWh éolien
<i>dont fossiles</i>	3,8	4,0	
Transports dont agriculture : 3 Mtep	53,6	39,0	
<i>dont EnR biocarburants</i>	0,4	6,0	> au minimum de 10 %
Chaleur <i>dont industrie : 28 Mtep en 2004</i>	71,0	53,3	hors apports électriques (14 Mtep en 2004)
<i>dont EnR biomasse</i>	10,4	23,6	
<i>dont EnR PAC et solaire</i>		6,6	hors apports électriques
Emissions Mt CO₂ <i>(soutes maritimes incluses)</i>	390	212	

Tableau 1.

Mtep	en 2004	en 2020	Observations
Consommation primaire (hors usages non énergétiques)	267,6	236,7	- 13 %
dont Enr	18,3	35,9	
Pertes, usages internes, soutes	101,6	97,5	
Consommation finale	166,0	139,2	
Consommation finale	166,0	139,2	5,3 Mtep exportations d'électricité incluses
dont Enr	16,1	34,8	25 % de 139,2
Electricité	41,4	47,2	5,3 Mtep exportations incluses
dont nucléaire	32,1	33,2	+ 1 EPR
dont EnR	5,5	10,0	21 % EnR dont 50 TWh éolien
dont fossiles	3,8	4,0	
Transports dont agriculture : 3 Mtep	53,6	39,0	
dont EnR biocarburants	0,4	5,0	> au minimum de 10 %
Chaleur dont industrie : 28 Mtep en 2004	71,0	53,0	hors apports électriques (14 Mtep en 2004)
dont EnR biomasse	10,4	15,0	
dont EnR PAC et solaire		4,8	hors apports électriques
Emissions Mt CO₂ (soutes maritimes incluses)	390	235	Plus 10 Mt CO₂ liée à la production des biocarburants

Tableau 2.

Ce scénario (4) aboutit à des contraintes nettement assouplies s'agissant des ressources liées à la biomasse, destinée aux biocarburants ou à la chaleur, de la part du parc automobile équipé en véhicules électriques rechargeables (plug-in) ou, enfin, de celle des logements équipés, en 2020, en équipements renouvelables solaires et PAC.

Il montre aussi que, si l'Union européenne devait finalement définir ses objectifs d'Enr en pourcentage de la consommation finale, un objectif de 25 % pour la France peut parfaitement être accepté comme devant être contraignant au regard des règles communautaires.

Ce scénario reste, au demeurant, parfaitement en ligne avec un objectif de division par quatre des émissions de gaz à effets de serre et, ce, bien avant 2050. En effet, en 2020, la technologie aura sans nul doute progressé : les nouveaux carburants, dits de seconde génération comme les technologies d'une exploitation « propre » du charbon, seront disponibles industriellement, les pompes à chaleur à fort rendement, les véhicules hybrides rechargeables et l'énergie électrique solaire pourront se généraliser, les rendements de la plupart des technologies seront améliorés.

Commencer par « décarboner » devant sa porte

La consolidation d'une politique qui a commencé à se mettre en place depuis deux ans et confirmerait les ten-

dances du scénario alternatif conduirait, en 2030, à une part croissante des énergies renouvelables que l'on peut estimer alors à presque 40 % du bilan énergétique français. Cela, à condition qu'un effort équivalent soit ardemment poursuivi en matière de maîtrise des consommations dans les secteurs de l'habitat et des transports, avec une économie annuelle supérieure à 1 % du bilan énergétique.

Les émissions de CO₂ liées à la consommation énergétique, c'est-à-dire hors émissions des autres GES et des secteurs non énergétiques et avec le maintien d'une capacité de production d'électricité nucléaire adaptée aux besoins du marché et à la demande électrique, pourraient alors, dès 2030, ne pas dépasser les 140 Mt CO₂.

Reste, bien entendu, à ne pas oublier que la lutte pour la réduction des GES est une lutte planétaire. Mais ne faut-il pas commencer par « décarboner » devant sa porte ?

Et, quel que soit le résultat des négociations internationales, il faut aussi se protéger contre les aléas prévisibles du marché des énergies fossiles et développer des énergies qui favorisent croissance et emploi (5).

Notes

(1) EUROPE – EU 25 – source OCDE factbook

✓ consommation primaire : 1 750 Mtep (dont Enr : 110 Mtep f (6,2 %), nucléaire : 230 Mtep f, fossiles : 1 410 Mtep f),

✓ consommation électrique : 750 Mtep primaire, soit 3 100 TWh f, soit 266 Mtep f, dont 78 Mtep f nucléaire (30%).

(2) 57 Mtep en résidentiel et tertiaire, 28 Mtep pour l'industrie, soit 85 Mtep au total dont 14 proviennent de l'électricité.

(3) +2,3 Mtep en bois, +1,6 Mtep en PAC et 0,12 Mtep en solaire pour des installations nouvelles ou en remplacement de moyens fossiles. Lorsqu'une PAC ou un appareil bois vient en remplacement d'un équipement similaire existant, la consommation électrique ou de bois diminue parce que les nouveaux appareils ont de bien meilleurs rendements, ce qui contribue à l'amélioration de l'efficacité énergétique globale.

(4) Quelques conséquences pratiques du scénario, montrant qu'il s'agit, là encore, d'un objectif ambitieux :

✓ 50 TWh de nouvelles installations électriques Enr (soit, par exemple, dix mille éoliennes de 2,5 MW moins la croissance possible en biomasse et nouvel hydraulique). La demande du secteur électrique reste en croissance dans ce scénario, à cause de l'émergence probable de nouveaux besoins d'électricité spécifiques (c'est-à-dire ne pouvant pas être satisfaits par d'autres moyens) ; cette hypothèse serait à revoir en cas d'une efficacité significati-

ve des programmes visant à maîtriser la demande d'électricité (PNAQ, certificats blancs...);

✓ consommation moyenne des transports réduite à 120 g/km au lieu de 160 ; plus développement rapide des transports collectifs ;

✓ 3 à 5 Mhectares supplémentaires affectés aux biocarburants suivant la part de biodiésel ou de bioéthanol (rendement 1 et 2 tep nette/ha) ;

✓ 2 à 3 millions de véhicules électriques rechargeables ;

✓ consommation moyenne pour le chauffage des habitations réduite du tiers, soit 110 kWh/m² par an au lieu de 160 kWh/m² ;

✓ équipement de 4 millions de logements individuels et 6 millions de logements collectifs en bois et biomasse ;

✓ équipement de 1 million de logements en pompes à chaleur et thermique solaire.

(4) Le surcoût éventuel du développement de ces nouvelles technologies, sans tenir compte des gains d'externalités qui sont rarement comptés, ni des hausses prévisibles des énergies fossiles, reste parfaitement accessible, moins d'un milliard d'euros annuel pour une moyenne, très largement comptée, de 100 \$/tonne de CO₂ économisée.