



Menace d'une crise énergétique majeure et spectre d'un dérèglement climatique sans précédent : plus de trente ans après le fameux choc pétrolier de 1973 et au moment où le protocole de Kyoto entre effectivement en vigueur, les énergies renouvelables reviennent une nouvelle fois à l'ordre du jour. Aussi, afin de réduire encore notre dépendance à l'égard du pétrole et de lutter efficacement contre les émissions de gaz à effet de serre, le gouvernement français vient d'engager un important programme d'investissements dans les diverses formes d'énergies dites alternatives. Il concerne aussi bien les éoliennes que le solaire photovoltaïque, la biomasse, la géothermie ou les petits cours d'eau. *Industries* dresse ici l'inventaire des nombreux projets qui devraient permettre à la France de produire d'ici à l'horizon 2010 plus de 20 % de son électricité (moins de 15 % actuellement) à partir de sources d'énergie renouvelables.

Dossier réalisé par Laurence Chesnais, Florence Pijaudier-Cabot et Didier Willot.



Energies renouvelables : la

Afin de faire face à l'épuisement des énergies fossiles et de lutter contre les gaz à effet de serre, le gouvernement français a lancé un programme d'investissements visant à accroître la part de l'électricité nationale produite à partir des sources d'énergies renouvelables.

C'est un véritable plébiscite. Interrogés l'an dernier par l'institut Louis Harris à l'occasion d'une étude réalisée par les services de l'Ademe, nos compatriotes sont quasiment unanimes : 80 % d'entre eux considèrent en effet que les énergies renouvelables doivent constituer un outil essentiel de notre développement au cours des années à venir. Un chiffre qui fait sans aucun doute écho aux différentes mesures prises par le gouvernement depuis le début de la décennie 2000 en vue de favoriser l'émergence de ces nouvelles sources d'approvisionnement énergétique sur l'ensemble du territoire national. Dernière en

date : l'amélioration dans la loi de finances 2005 du dispositif de crédit d'impôt réservé aux contribuables qui décident d'installer dans leur habitation principale des systèmes de production d'énergie reposant sur des technologies dites renouvelables. Chaudières à basse température, chauffe-eau solaires, pompes à chaleur, panneaux solaires... la liste des équipements éligibles figure dans l'arrêté du 9 février 2005 qui vient d'être publié au *Journal officiel*.

Plus de 20 % de l'électricité nationale produite à partir d'énergies renouvelables

En réalité, il y a une bonne dizaine d'années maintenant que la France travaille à l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans l'origine de sa production nationale de chaleur d'abord, mais aussi d'électricité. Car tout a réellement commencé au milieu de la décennie précédente avec la prise de conscience par la plupart des experts internationaux de l'épuisement quasi certain – à plus ou moins long terme – des énergies dites fossiles, le pétrole et le gaz notamment, sur l'ensemble du globe terrestre. « *Malgré les efforts importants de recherche de nouveaux gisements et de méthodes nouvelles d'exploitation*, explique André Antolini, président du Syndicat des énergies renouvelables, *il est en effet alors très vite apparu que les ressources ne seraient bientôt plus à la hauteur des perspectives de croissance de la demande mondiale* ». Autre problème : la hausse régulière des émanations de gaz à effet de serre dans la plupart des pays industriels qui risque de provoquer avant la fin du siècle un réchauffement préjudiciable de la planète. Bref, autant de considérations qui ont conduit l'Union européenne d'abord, puis notre pays ensuite à se fixer des objectifs ambitieux en la matière. C'est ainsi qu'à la fin de l'année 2001 le gouvernement français décidait, dans le cadre d'une directive européenne sur le sujet, de faire passer progressivement de 15 à 21 % à l'échéance 2010 la part de l'électricité nationale produite à partir de sources d'énergie renouvelables. Option confirmée par Patrick Devedjian, ministre délégué à l'Industrie, lors d'un important séminaire consacré à la prospective énergétique internationale qui s'est tenu à Bercy le 30 juin dernier.

Mais comment y parvenir ? En développant, aux côtés de l'énergie nucléaire qui assure actuellement

Le Salon des énergies renouvelables

Seule manifestation consacrée à l'ensemble des filières du secteur, le prochain Salon des énergies renouvelables se tiendra du 27 au 30 avril 2005 à Lyon. Pendant quatre jours, près de 150 exposants – des fabricants, des équipementiers, des ensembliers, des installateurs et des bureaux d'études – y présenteront toutes les nouveautés de l'offre européenne en la matière. Eolien, solaire (thermique ou photovoltaïque), hydraulique et biomasse : le marché commence en effet à entrer dans une phase réellement opérationnelle et plusieurs trophées de l'innovation seront attribués à cette occasion. A noter qu'une grande Conférence européenne sur le sujet sera également organisée avec l'appui de l'Ademe. Deux journées seront ouvertes au grand public et plus de 14 000 visiteurs sont attendus pour l'ensemble de la manifestation.
www.energie.ren.com



fin de l'exception française

environ 75 % de la production française d'électricité, une production nationale faisant appel aux filières dont la maturité technique est aujourd'hui avérée même si leur coût de production reste souvent encore supérieur à celui des filières traditionnelles. Il s'agit, en fait, de fabriquer de l'électricité à partir de cinq sources d'énergie propres et infinies (d'où le qualificatif renouvelables) dont la France est relativement bien dotée : le vent, le soleil, la biomasse dont le bois et les déchets, la chaleur du sous-sol et les petits cours d'eau. Autant de domaines dans lesquels la France n'a guère jusqu'ici beaucoup investi dans la mesure où l'électricité d'origine hydraulique produite par les grands barrages construits pour l'essentiel avant la Seconde Guerre mondiale fournissait traditionnellement une part plus que significative de notre bilan énergétique : 15 % encore de la production nationale d'électricité actuellement.

Bref, autant de raisons qui ont conduit le gouvernement à présenter en mars 2003 un important pro-

gramme d'investissements en matière de production d'électricité d'origine renouvelable. Visant une puissance installée totale moyenne de l'ordre de 5 000 MW (dont plus de la moitié pour l'énergie éolienne) au 1^{er} janvier 2007, il devrait permettre d'atteindre les objectifs arrêtés pour l'échéance 2010.

Bien entendu, ce plan s'accompagne d'une série de dispositifs de soutien destinés à rendre le prix de revient de cette électricité rapidement compétitif. Outre le mécanisme d'obligation d'achat contenu dans la loi du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, des tarifs d'achat par filière sont fixés pour les installations d'une puissance inférieure à 12 MW et la possibilité est laissée aux pouvoirs publics de lancer des appels d'offre permettant de dynamiser l'une ou l'autre des différentes filières envisagées. Le projet de loi sur l'énergie, actuellement en discussion devant le parlement, est susceptible d'amender ce dispositif.

Autre élément important : les diverses dispositions qui sont prises régulièrement chaque année au fil des lois de finances afin d'encourager les entreprises d'une part et les particuliers d'autre part à se tourner davantage vers l'électricité ou la chaleur d'origines renouvelables. A noter enfin la loi du 3 janvier 2003 qui contribue notablement à clarifier les procédures applicables à l'instruction des projets d'implantation de centrales éoliennes sur le territoire national : la quasi-totalité des dossiers est désormais soumise à permis de construire, étude d'impact et enquête publique.

Voilà. Chacun est aujourd'hui conscient de la nécessité de faire une place croissante à l'électricité d'origine renouvelable dans le bilan énergétique de la France et l'année 2005 devrait être marquée par un certain nombre d'avancées significatives en la matière. Dans le domaine de l'utilisation de la biomasse d'abord où un appel d'offres a trouvé sa conclusion il y a quelques semaines. En matière d'énergie éolienne ensuite pour laquelle le dépouillement des deux appels d'offres lancés par le gouvernement en 2004 devrait être bientôt effectué. Deux décisions qui vont se traduire rapidement maintenant par des investissements importants qui marqueront sans aucun doute une étape importante sur la voie de la diversification de la production d'électricité dans notre pays. ■

L'Énergie édition 2004



Publication il y a quelques semaines dans la collection Référence Chiffres clés du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie de *L'Énergie* édition 2004. On y trouve toutes les données relatives à la situation de l'énergie aujourd'hui dans notre pays. Statistiques, graphiques, courbes et cartes à l'appui, l'ouvrage montre que la politique énergétique de la France continue de reposer sur la sécurité d'approvisionnement, le respect de l'environnement et la compétitivité économique. En matière de production primaire d'électricité, on remarque notamment la part désormais significative occupée par les énergies renouvelables. Ainsi, en 2003, la production nationale totale (575 TWh) se répartissait en fonction des quatre grandes catégories d'origines suivantes :

- thermique nucléaire : 441 TWh
 - thermique classique : 61 TWh
 - hydraulique : 65 TWh
 - autres énergies renouvelables : 8 TWh

Ce qui signifie que les énergies renouvelables représentent aujourd'hui environ 13 % du bilan électrique du pays.

Editions de l'industrie Télédod 536 139, rue de Bercy 75572 Paris Cedex 12. Tél : 01 53 18 69 00. Fax : 01 53 18 38 25.

Longtemps en retard par rapport à ses principaux voisins européens, la France est aujourd'hui convaincue de la nécessité de développer largement la production d'électricité d'origine éolienne sur notre territoire. Une programmation pluri-annuelle d'investissements a été arrêtée et de nouveaux chantiers sont lancés.

Affluence record pour la 4^e édition du Colloque national éolien qui s'est tenue du 9 au 11 décembre dernier à Caen. Organisée par les services de l'Ademe en liaison avec les divers organismes représentant l'ensemble de la profession, la manifestation a en effet rassemblé près de 700 congressistes. Un chiffre qui marque incontestablement le début d'un véritable décollage pour la filière de l'électricité d'origine éolienne dans notre pays. Car si la France dispose du deuxième potentiel européen (après le Royaume-Uni) en matière de production d'électricité à partir de l'énergie du vent, elle a semblé longtemps retarder tout investissement important en la matière. Mais aujourd'hui, avec une puissance installée de l'ordre de 400 MW, nous commençons réellement à combler notre retard. Et surtout les prévisions pour l'année 2005 basées sur les instructions de permis de construire en cours dans les préfectures font état d'un doublement au minimum de cette capacité avant la fin de cet exercice. « Une accélération, confirme Jean-Louis Bal, directeur des Energies renouvelables à l'Ademe, que l'on constate dans le monde entier où la production de l'électricité éolienne connaît un taux de croissance de l'ordre de 30 % depuis plusieurs années maintenant. »

Utilisée traditionnellement autrefois dans notre pays pour la marine à voile, la meulerie (on comptait environ 20 000 moulins à vent à la fin du XVIII^e siècle sur

Investir dans une éolienne

Investir dans du vent ! Avec les perspectives de développement de l'énergie éolienne dans notre pays, l'idée commence à émerger et nombre de sociétés envisagent aujourd'hui de monter des projets. Principale piste de réflexion : associer des constructeurs et des investisseurs privés (les riverains par exemple) au capital des futures sociétés d'exploitation, comme cela s'est largement pratiqué avec succès en Allemagne et au Danemark au cours des dernières années.

D'autres initiatives sont également apparues récemment dont la création de fonds communs de placement à risques orientés sur ce type d'investissements. Montant moyen : environ 15 millions d'euros pour un champ d'éoliennes comptant cinq machines. On peut tabler actuellement sur un rendement compris entre 7 et 10 % des sommes investies.

Une énergie



le territoire français) ou l'irrigation, l'énergie éolienne en tant que source primaire de production d'électricité n'est réellement apparue en France qu'au milieu de la dernière décennie. Dégradation des paysages, nuisances sonores, risques de destruction du milieu naturel, des oiseaux notamment, et sécurité des populations environnantes... Pendant longtemps, un certain nombre d'idées ont empêché le développement des fermes éoliennes dans la plupart des régions françaises. Résultat : notre pays occupe à cet égard une position plutôt médiocre au sein de l'Union européenne. On y compte en effet actuellement moins de 500 machines contre 3 000 par exemple dans un pays comme le Danemark qui est dix fois moins peuplé que le nôtre. Champions incontestés en Europe : l'Allemagne avec une puissance installée totale de plus de 15 000 MW devant l'Espagne (6 000 MW).

Aujourd'hui, il est vrai, les choses commencent réellement à changer. Non seulement l'opinion, dans son ensemble, se déclare favorable au développement de cette nouvelle forme d'énergie, mais aussi les progrès technologiques sont tels qu'une seule machine d'une hauteur inférieure à 100 mètres est maintenant capable de fournir une énergie totale de 2,5 MW. Ce

dans le vent

qui correspond aux besoins en électricité (hors chauffage) d'environ 7 000 personnes sans bruit gênant, sans émission polluante, sans déchet et sans nuisance pour l'environnement local. A noter que les principaux constructeurs internationaux – Vestas, GE Wind Energy, Enerco ou Gamesa – travaillent actuellement à la fabrication d'aérogénérateurs utilisant les technologies et les matériaux les plus modernes du secteur aéronautique et susceptibles de fournir prochainement une puissance de 6 MW par machine.

Une puissance installée multipliée par vingt d'ici à 2010

Autre facteur important : les dispositifs incitatifs qui ont été mis en place par les pouvoirs publics afin d'attirer les développeurs de projets. Au-delà de la programmation pluriannuelle qui prévoit l'installation sur le territoire d'ici à l'horizon 2010 d'environ 4 000 turbines nouvelles (ce qui permettrait de multiplier par vingt la puissance installée en France), le gouvernement s'est engagé par un arrêté interministériel publié en juin 2001 à acheter l'électricité produite à un tarif particulièrement avantageux. Portant sur une durée de quinze ans, les contrats avec les exploitants prévoient pour les cinq premières années un prix de 8,38 centimes d'euro par kWh. Pour la période suivante, un nouveau tarif est appliqué. Il est fonction de la quantité d'électricité effectivement livrée au cours des premières années. Afin d'éviter une concentration trop forte des champs d'éoliennes dans les régions les plus ventées, il reste proche de 8 centimes pour les machines dont la capacité est limitée mais il peut descendre jusqu'à 3,05 centimes pour les sites les plus performants. De plus, des appels d'offres ont été lancés pour l'installation d'éoliennes en mer et à terre d'une puissance supérieure à 12 MW.

De cette façon, le prix du kWh d'électricité d'origine éolienne devrait être d'ici à une dizaine d'années inférieur à celui qui sera produit à cette époque-là par le moyen le plus directement concurrent : la



turbine à gaz à cycle combiné. Le pronostic semble d'autant plus réaliste que dans les départements d'outre-mer où toute interconnexion avec le reste du réseau national de distribution d'électricité est naturellement impossible, l'électricité d'origine éolienne est déjà largement la moins onéreuse.

Toutefois, chacun en est persuadé : c'est essentiellement au niveau local que se jouera l'avenir de l'électricité éolienne en France. « *En tant que source d'énergie de proximité*, indiquent les promoteurs du site de Sortosville-en-Beaumont dans la Manche, *l'énergie éolienne ne peut se développer sans une adhésion réelle des riverains directement concernés* ». L'instruction des demandes de permis de construire est désormais confiée aux services déconcentrés de l'Etat. Après étude d'impact, enquête publique et concertation étroite avec les populations concernées, ce sont donc les préfets qui ont la charge de délivrer le permis de construire. Au cours des quatre dernières années, près de 200 permis ont été ainsi accordés et seulement un quart d'entre eux ont fait l'objet d'un recours devant les tribunaux administratifs tandis qu'aujourd'hui un peu moins de 400 demandes, représentant une puissance électrique totale de l'ordre de 2 500 MW, sont en cours d'instruction. Autant de chiffres encourageants qui confirment qu'une véritable dynamique en faveur de l'énergie éolienne est aujourd'hui enclenchée dans le pays. ■

Les parcs éoliens français



Inauguré en mai 2004, le parc éolien dit de La Clé-des-Champs implanté sur territoire de la commune de Saint-Simon dans le département de l'Aisne est aujourd'hui l'un des plus

performants de France. Avec quatre machines, il assurera cette année une production d'électricité de l'ordre de 20 millions de kWh. « Il y a seulement

cinq ans, peut-on lire dans le *Guide des parcs éoliens français* publié à la fin de l'an dernier par l'Ademe, *il aurait fallu 18 appareils pour produire une quantité équivalente d'électricité.* » D'après cet ouvrage, il ressort que les trois régions métropolitaines les mieux équipées fournissent près de 80 % de production nationale d'électricité d'origine éolienne : Languedoc-Roussillon (45 % de la puissance installée totale), Pays-de-la-Loire (22 %) et Nord-Pas-de-Calais (13 %). A noter que les régions insulaires – la Corse ainsi que les départements et territoires d'outre-mer – représentent, elles, environ 15 % du

total dont 9 % pour la seule île de la Guadeloupe où six sites sont actuellement en exploitation sur Grande-Terre ainsi que sur les îles de la Désirade et de Marie-Galante. Particularité à signaler : ces sites sont équipés d'éoliennes de petite dimension qu'il est possible de rabattre lors des tempêtes tropicales. Enfin, en France métropolitaine, de nouvelles fermes éoliennes devraient être prochainement installées en mer à quelques encablures du littoral. Un appel d'offres pour une installation de 500 MW avec centrales éoliennes en mer a été lancé récemment par les pouvoirs publics.



Le décollage de l'électricité photovoltaïque

De plus en plus souvent connectées au réseau national de distribution, des installations solaires photovoltaïques voient le jour et contribuent à la production française d'électricité verte.

Petit cours de physique : certains matériaux qu'on appelle des semi-conducteurs possèdent la propriété de générer de l'électricité lorsqu'ils reçoivent la lumière du soleil. C'est l'effet photovoltaïque qui permet de récupérer ainsi l'énergie solaire pour la transformer en courant électrique continu. Pour fabriquer cette électricité verte, on utilise le truchement de panneaux de verre bleu sombre, transparent et solide, d'une surface pouvant atteindre 3 m², dans lesquels on loge les cellules sensibles permettant de convertir les rayons du soleil sans bruit ni pollution. Particularité importante à signaler : ne contenant aucune pièce mécanique, les modules photovoltaïques peuvent résister aux intempéries pendant environ trente ans et ils ne nécessitent pratiquement aucun entretien.

Aujourd'hui, en tout cas, la production d'électricité d'origine solaire connaît une phase de forte expansion dans notre pays. L'année dernière, elle a ainsi approché les 200 millions de kWh. Soit un triplement au cours des cinq dernières années. De plus, la puissance installée totale sur l'ensemble du territoire fran-

Le plan Soleil

En attendant l'extension du champ d'application des crédits d'impôt liés aux dépenses d'équipement de l'habitation principale prévue par la loi de finances 2005 (40 % pour les équipements de production d'énergie renouvelable et les pompes à chaleur, 25 % pour les matériaux d'isolation et les appareils de régulation de chauffage, 15 % pour les chaudières à basse température), le bilan du plan Soleil 2005-2006 portant sur les capteurs solaires thermiques piloté par l'Ademe est aujourd'hui positif avec un marché en croissance de près de 45 % et l'installation de 56 500 m² de capteurs en 2004. Il a également permis la mise en place d'un réseau de 4 000 installations certifiées Qualisol.

Après une première vague de spots radio diffusés en janvier, la télévision prendra le relais pendant trois semaines au cours du mois de mars. Elle proposera un message comportant différents témoignages dont un concernant l'énergie solaire. En septembre prochain, la campagne radio reviendra sur les ondes pendant cinq semaines afin de rappeler les gestes utiles qui permettent de réduire sa consommation d'énergie.

çais commence à atteindre un seuil significatif : 22 MW dont près de 55 % dans les quatre départements d'outre-mer à la fin de l'année dernière. Comment expliquer une telle accélération ? « *Certainement le fait*, explique un expert, *que les installations photovoltaïques sont aujourd'hui de plus en plus souvent considérées comme une solution possible à un problème de production d'électricité à usage collectif.* » Dans ce cas, elles se trouvent reliées au réseau national de distribution auquel elles peuvent fournir un appoint substantiel en cas de nécessité. Un simple chiffre : 85 % en moyenne du parc photovoltaïque de toute l'Union européenne est désormais connecté au réseau national de chacun des Etats membres.

Des installations importantes de production d'électricité

Ce qui était évidemment loin d'être le cas au début de la décennie 1990. Elle a en effet d'abord été utilisée principalement pour assurer l'électrification d'un certain nombre de sites ruraux isolés dont le raccordement au réseau national d'Electricité de France s'avérait trop coûteux. On avait alors calculé qu'une installation d'une surface de 30 m² dans le Nord de la France (20 m² seulement dans le Sud et dans les départements d'outre-mer où l'intensité du gisement solaire est naturellement plus forte) pouvait couvrir les besoins de consommation électrique – hors eau chaude et hors chauffage – d'une famille de trois ou quatre personnes.

Mais aujourd'hui, les choses commencent à changer. Compte tenu de la baisse régulière au cours des dernières années du prix des panneaux photovoltaïques (environ 30 000 € aujourd'hui pour une surface de 20 m²) et des aides publiques consenties

Certaines installations photovoltaïques fournissent désormais l'électricité à des bâtiments importants.



EDF



EDF

Eau chaude et chauffage

Dans les maisons individuelles neuves, les installations de production d'électricité photovoltaïque sont souvent associées à des systèmes solaires combinés permettant également de couvrir l'essentiel des besoins du foyer en eau chaude et en chauffage.

Ces systèmes sont généralement composés de deux éléments :

- le chauffe-eau solaire tout d'abord. Equipement robuste et fiable, il comprend des capteurs d'une surface de 4 m² environ, un ballon de stockage de 200 à 300 litres et un dispositif calorifugé permettant la circulation de l'eau chaude ainsi produite.
- un système de chauffage ensuite qui peut être prescrit pour les constructions neuves répondant aux exigences de la nouvelle réglementation thermique. Outre le crédit d'impôt, ces systèmes peuvent bénéficier d'aides octroyées par les collectivités locales.

Plusieurs milliers d'installations de ce type, et notamment à l'Opac de Paris, fonctionnent actuellement sur le territoire français. A la fin de l'an dernier, elles représentaient une surface totale de capteurs de l'ordre de 0,8 million de m². Ce qui nous place au 4^e rang des pays de l'Union européenne derrière l'Allemagne (5,5 millions de m²), la Grèce (2,9 millions) et l'Autriche (2,8 millions).

pour ce type d'installations, la mise en place de panneaux solaires se développe. C'est le cas par exemple

à la résidence des « Jardins d'Harmonia » à Saint-Cyprien dans les Pyrénées-Orientales où une installation photovoltaïque desservira bientôt 66 villas et 514 appartements actuellement en construction.

Autre réalisation intéressante à Besançon, dans le Doubs, où la municipalité a mis en service en septembre 2004 une installation d'une capacité totale de 43 kW, l'une des plus importantes de France. Raccordée

au réseau, elle couvre la consommation des quelque 30 véhicules électriques que possède la ville. Les panneaux ont tout simplement été implantés sur le toit des ateliers où les véhicules sont mis en charge. Des réalisations qui pourraient annoncer le début d'un véritable démarrage de l'électricité photovoltaïque dans notre pays. ■

Biomasse : la chaleur et l'électricité

Longtemps destinée à la production de chaleur, la valorisation de la biomasse et du biogaz devrait déboucher bientôt sur une production significative d'électricité dans notre pays.

Après avoir pratiquement doublé au cours des années 1990, la production d'électricité à partir des déchets de bois, et notamment des résidus ligneux utilisés pour la fabrication de la pâte à papier, connaît en France une certaine stagnation depuis le début de la décennie 2000. C'est donc pour relancer cette filière dite de la biomasse que le gouvernement avait lancé en décembre 2003 un appel d'offres sur le sujet. Ouvert pour une puissance installée totale de 250 MW, il concernait la réalisation sur le territoire métropolitain, avant le 1^{er} janvier 2007, d'un parc supplémentaire de centrales électriques utilisant cette ressource naturelle. Boues papetières, plaquettes forestières, marc de raisin... Sur les 23 projets présentés, le gouvernement en a finalement retenu 15 en décembre dernier. Prévus dans huit régions françaises – Aquitaine, Champagne-Ardenne, Haute-Normandie, Ile-de-France, Limousin, Lorraine, Midi-Pyrénées et Provence-Alpes-Côte-d'Azur –, ils visent à utiliser les déchets de cinq papeeteries dont celle de Golbey dans le département des Vosges, quatre distilleries, deux scieries et un centre de stockage des déchets. Puissance installée totale : 232 MW dont 216 MW pour les 14 projets utilisant la biomasse proprement dite et 16 MW pour le seul projet faisant appel à la technique voisine du biogaz. Coût moyen prévisible de l'électricité



Dans les départements d'outre-mer, les résidus de l'exploitation de la canne à sucre servent à produire de l'électricité.

produite : 8,6 centimes d'euro le kWh.

En réalité, c'est au début des années 1970 que la filière dite de la biomasse est apparue dans notre pays. Destinée d'abord à valoriser le bois de rebut issu de l'exploitation forestière ou de l'activité industrielle ainsi que les sous-produits de l'agriculture et les déchets ménagers, elle présentait également l'avantage de contribuer efficacement à la lutte contre les émanations de gaz à effet de serre : le

gaz carbonique émis lors de la combustion du bois est en effet recyclé dans la croissance de nouveaux arbres. Autre phénomène à prendre en compte : l'utilisation de la biomasse comme ressource énergétique participe à la gestion rationnelle de nos ressources forestières et agricoles et donc à la qualité de nos paysages.

Les deux plans Bois énergie

En réalité, le bois constitue aujourd'hui la deuxième énergie renouvelable en France derrière la grande hydraulique. Selon le baromètre européen EurObserver, la France s'est même classée en 2003 au premier rang européen en la matière avec une production globale de 9,3 millions de tep (tonne équivalent pétrole). A noter que cette filière reste actuellement surtout utilisée pour le chauffage individuel ou collectif de nos concitoyens. Outre les quelque six millions d'appareils domestiques qui équipent les foyers français, on compte en effet dans notre pays plus

Les biocarburants

Largement utilisés dans notre pays au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, les biocarburants connaissent un regain d'intérêt depuis le début de la crise pétrolière. Autre facteur favorable : les contraintes liées au réchauffement climatique. Résultat : la France est devenue, en 2003, l'un des premiers producteurs européens de biocarburants, derrière l'Allemagne ou l'Espagne selon les filières.

En ce qui concerne la filière éthanol, la plus utilisée dans le monde, la France a produit l'an dernier 77 200 tonnes d'éthanol proprement dit et

164 250 tonnes d'ethyl tertio butyl ether, un dérivé fabriqué, lui aussi, à partir de la fermentation du sucre ou de l'amidon et d'avantage performant pour les moteurs à essence.

En ce qui concerne la filière biodiesel, notre pays a produit en 2003 plus de 350 000 tonnes de biocarburants divers spécialement adaptés à la consommation dans les moteurs Diesel dont le célèbre diester produit à partir du colza.

Représentant actuellement moins de 1 % de la consommation des carburants utilisés dans le domaine

du transport, les biocarburants bénéficient aujourd'hui d'un certain nombre d'exonérations fiscales. Des travaux de recherche sont actuellement en cours à l'Institut français du pétrole, au CEA et dans de nombreux laboratoires et un appel à candidatures visant l'agrément de plusieurs unités nouvelles de production sera dépouillé au cours du printemps prochain. Rappel : l'Union européenne a fixé un objectif indicatif de consommation de 5,75 % de biocarburants dans le domaine des transports à l'horizon 2010.



de 1 500 chaufferies collectives au bois dans des hôpitaux, des écoles et même dans des installations industrielles. A Nangis (Seine-et-Marne), par exemple, ce sont les locaux d'un centre spécialisé dans le tri des emballages qui bénéficieront de cette technique et à Aubervilliers (Seine-Saint-Denis), une chaufferie au bois assurera la moitié des besoins énergétique d'un ensemble de sept bâtiments comptant 836 logements. En 1994, un premier plan appelé Bois-énergie et développement local géré par l'Ademe et associant 13 régions françaises a été lancé pour soutenir cette filière. Doté de moyens financiers accrus, un second programme Bois énergie est entré en application au cours de l'année 2000. Son objectif : la création d'ici à 2006 d'un millier de chaufferies supplémentaires sur l'ensemble du territoire national, départements d'outre-mer compris

Aujourd'hui, la production d'électricité à partir de la biomasse commence à occuper une place significative : plus de 2 200 GWh l'an dernier pour l'ensemble du territoire national. C'est le cas, par exemple, dans les départements d'outre-mer où la combustion de la bagasse, les déchets issus de l'exploitation de la canne à sucre, sert à produire des quantités relativement importantes d'électricité. Sur l'île de la Réunion, il existe deux centrales utilisant cette source d'énergie primaire. Ouverte en 1982 à Bois-Rouge, la première est actuellement en cours d'extension tandis qu'une seconde fonctionne au Gol depuis 1995. En Guadeloupe, la centrale du Moule a été mise en service plus récemment, en 1999. En ce qui concerne la production d'électricité résultant de la combustion des déchets urbains, elle a doublé au cours des cinq dernières années pour atteindre aujourd'hui un niveau de l'ordre de 2 500 GWh.

Autre filière, celle dite du biogaz, dans laquelle on brûle les déchets non pas directement mais plutôt les gaz produits par leur fermentation. Cette technique semble aujourd'hui appelée à un certain développement. Depuis l'ouverture de la première usine de production de Soignolles-en-Brie en 1983 qui utili-

De plus en plus souvent, les usines d'incinération des ordures ménagères produisent seulement de l'électricité.

sait du gaz de décharge comme source d'énergie, un certain nombre d'unités nouvelles ont été implantées sur notre territoire. Aujourd'hui, le parc se compose de vingt installations dont douze produisent uniquement de l'électricité pour une puissance installée totale de l'ordre de 40 MW.

Et maintenant ? Le gouvernement a prévu pratiquement de doubler d'ici à 2007 la capacité de production d'électricité de notre pays à partir de cette double filière biomasse et biogaz. Objectif : 350 MW environ. Et c'est pour l'atteindre qu'un nouvel appel d'offres en la matière est déjà programmé pour la fin de cette année. ■

Chauffage individuel et collectif

Avec 9 millions de tep économisées chaque année, la valorisation énergétique du bois représente 3,5 % de la consommation d'énergie primaire dans notre pays. Utilisée aujourd'hui encore pour la production de chaleur, cette filière est largement soutenue par l'Ademe depuis une dizaine d'années maintenant.

En matière de chauffage individuel d'abord, c'est environ 300 000 appareils nouveaux qui sont vendus chaque année. Foyers, inserts, poêles ou chaudières... toutes ces installations bénéficient des crédits d'impôt prévus par la loi de finances 2005.

Quant au chauffage collectif, il réclame des matériels de grande dimension et de forte puissance alimentés de manière automatique. Le coût de ces installations reste sensiblement plus élevé que celui des grandes chaudières fonctionnant au fioul ou au gaz. Mais le handicap est maintenant compensé en grande partie par les aides de l'Ademe et des collectivités locales concernées.

Ainsi, à Besançon, une chaudière au bois répondant à 65 % des besoins de chaleur d'une cité de 350 logements et représentant un investissement de 350 000 € environ a été subventionnée à hauteur de 20 % par l'Ademe Franche-Comté et de 20 % également par le conseil général du Doubs.



En matière d'électricité d'origine géothermique, la France occupe le deuxième rang en Europe derrière l'Italie.



Le potentiel de la géothermie

Grâce à ses ressources géothermiques de grande profondeur, la France peut envisager de produire d'ici à une vingtaine d'années une part significative de son électricité renouvelable à partir de cette source d'énergie à fort potentiel.

Utilisée aujourd'hui en France, comme dans la plupart des pays industrialisés, essentiellement pour alimenter nos réseaux de chauffage urbain (puissance installée totale pour l'ensemble du territoire national : près de 1 000 MW dont 80 % environ pour la seule région Ile-de-France), la chaleur du sous-sol pourrait apporter une contribution plus que significative à la production d'électricité d'origine renouvelable dans notre pays. « *En effet*, explique l'un des responsables du Syndicat des énergies renouve-

lables, c'est un privilège que nous partageons avec seulement quatre autres Etats membres de l'Union européenne, l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie et le Portugal : la France dispose des ressources naturelles, c'est-à-dire des nappes d'eau chaude de très grande profondeur, qui lui permettent d'envisager une production d'électricité compétitive à partir de cette source d'énergie considérable. »

Une perspective qui reste malgré tout lointaine. Raison essentielle : la technique permettant de transformer de l'eau profonde en électricité réclame des investissements importants. C'est ainsi qu'en Italie, par exemple, où la puissance installée commence à atteindre des niveaux significatifs (environ 800 MW, soit 95 % de la puissance totale installée dans l'ensemble de l'Union européenne), un certain nombre de puits ont été fermés au cours des dernières années. A noter également que l'Allemagne et l'Autriche ne se sont actuellement engagées dans cette voie que de manière très timide.

En fait, seuls le Portugal et la France, grâce aux départements d'outre-mer qui disposent actuellement d'une puissance installée de l'ordre d'une quinzaine de mégawatts chacun, peuvent explorer cette piste de manière intensive. Ainsi, chez nous, la centrale de Bouillante dans le département de la Guadeloupe qui a été mise en service en 1986 devrait voir prochainement sa capacité multipliée par deux. Lancés en 2003, d'importants travaux d'extension lui permettront en effet d'atteindre une puissance installée totale de l'ordre de 20 MW à la fin de cette année.

En ce qui concerne le long terme et la recherche, plusieurs forages d'une profondeur supérieure à 4 000 mètres ont été réalisés récemment en Alsace dans la région de Soultz-sous-Forêts. La technique de pointe qui est mise en œuvre, si elle s'avère efficace, peut laisser espérer l'exploitation d'ici à une vingtaine d'années de plusieurs dizaines de sites représentant une puissance électrique d'une cinquantaine de mégawatts chacun. ■

Objectifs européens

En ce qui concerne l'électricité d'origine géothermique, l'Union européenne s'est fixé un objectif global de 1 000 MW de puissance installée à l'horizon 2010. Ajoutés aux nouvelles centrales de petite dimension que l'Autriche et l'Allemagne projettent d'installer sur leur territoire, ces chiffres doivent porter le total européen à un peu plus de 1 010 MW à l'échéance prévue. On en était déjà à près de 823 MW (chiffre officiel publié par le baromètre Observ'ER) à la fin de l'année 2003.

L'appoint de la petite hydraulique

Numéro un de la grande hydraulique en Europe, la France entend également occuper une position de premier plan en matière de petite hydroélectricité, c'est-à-dire d'électricité produite par des centrales de petite capacité et utilisant la force motrice des chutes d'eau.

Champion d'Europe incontesté de la grande hydraulique (de quelques dizaines à quelques centaines de mégawatt de puissance électrique installée), la France produit aujourd'hui environ 15 % de son électricité à partir de l'énergie contenue dans les immenses réserves d'eau stockées en amont des grands barrages dont le pays s'est équipé, pour l'essentiel, il y a maintenant plus d'un demi-siècle. Si la quantité d'hydroélectricité produite a continué à progresser, le pourcentage rapporté à la production totale a décliné depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale où la production d'électricité d'origine hydraulique a pu atteindre le niveau exceptionnel d'environ 50 % de la production nationale totale. Explication : La majorité des sites favorables à l'hydroélectricité étant déjà équipée, la France a été conduite, pour satisfaire une demande croissante en électricité, à se tourner vers d'autres sources d'énergies, notamment l'électricité thermique classique, puis après les deux chocs pétroliers de la décennie 1970, de l'électricité d'origine nucléaire.

« *Un déclin qui traduit aussi, peut-on lire dans Le Livre blanc sur les énergies publié par le gouvernement en novembre 2003, la difficulté à trouver de nouveaux sites hydrauliques à fort potentiel sur notre territoire national.* »



Après les grands barrages, la France souhaite investir dans la construction de petites centrales hydrauliques.

Les offres vertes des distributeurs

Depuis la libéralisation du marché de l'électricité, de nombreux opérateurs proposent aux clients éligibles – l'ensemble des professionnels à compter du 1^{er} juillet 2004 – de l'électricité garantie verte, c'est-à-dire provenant d'une énergie renouvelable. Parmi celles-ci, on trouve deux catégories d'offres : celles qui garantissent un pourcentage de l'énergie fournie à partir d'énergie verte (quelques dizaines de pourcents) et celles qui sont exclusivement énergie verte. Le surcoût s'échelonne de 0 à quelques centimes d'euro par kilowattheure pour les offres 100 % renouvelables selon les opérateurs.

La volonté de développer la production d'électricité renouvelable dans le domaine hydraulique a logiquement conduit le gouvernement à s'intéresser à la filière dite de la petite hydraulique, c'est-à-dire à la construction de centrales de faible capacité (moins de 10 MW en général) pour laquelle notre pays occupe également une place de premier plan en Europe où seule l'Italie nous devance. On compte ainsi actuellement sur l'ensemble du territoire français près de 1 800 petites centrales hydrauliques représentant une puissance installée totale de l'ordre de 2 000 MW. Idéales pour l'électrification de certaines zones rurales isolées, elles présentent également, pour celles d'entre elles qui sont associées à un réservoir et peuvent moduler leur débit, l'avantage de fournir un appoint utile à la production nationale d'électricité en cas de pics significatifs de la consommation.

Et maintenant ? La programmation pluriannuelle des investissements de production électrique du gouvernement en 2002 identifiait un potentiel de développement maximal en matière de petite hydraulique d'environ un millier de mégawatt. Si l'objectif technique paraît à notre portée dans la mesure où nous avons affaire là à une technologie largement maîtrisée (les barrages bénéficient en France d'une expérience industrielle qui remonte à plus d'un siècle), les contraintes environnementales liées à l'acceptabilité locale ne doivent pas être négligées puisqu'elles peuvent conduire à la non-réalisation de projets techniquement possibles.

Autre facteur favorable : le coût de revient du kWh produit par cette filière se situe parmi les plus compétitifs des filières renouvelables : entre 3 et 9 centimes d'euro selon les caractéristiques du site d'installation ainsi que l'indiquent les « coûts de référence de la production électrique décentralisée » de la direction générale de l'Énergie et des Matières premières (DGEMP) de décembre 2004. Le potentiel hydroélectrique est déjà grandement exploité en France, en particulier pour les sites les plus favorables. Les nouveaux sites correspondront vraisemblablement à des coûts plus élevés. Une augmentation du prix du kWh est également possible du fait de l'intégration d'équipements destinés à la protection de l'environnement. ■