



Les Carnets des Dialogues du Matin

PIERRE PAPON

L'avenir de la politique énergétique française

Les Carnets des Dialogues du Matin

PIERRE PAPON

L'avenir de la politique énergétique française

Sommaire

Avant-propos
Jean-Claude Seys

p. 5

L'avenir de la politique
énergétique française
Pierre Papon

p. 7

Les publications
de l'Institut Diderot

p. 37

Avant-propos

Depuis le début de la révolution industrielle, l'univers de l'énergie a connu des évolutions multiples et profondes, quant à la nature même des ressources énergétiques, leur localisation, les techniques d'exploitation, les échanges internationaux ou bien encore leurs implications géostratégiques.

Les bouleversements en cours aujourd'hui n'ont cependant pas de précédent dans l'histoire du fait de leur simultanéité, notamment :

- la lutte contre le réchauffement climatique qui impose des contraintes à l'utilisation des ressources fossiles ;
- la montée en puissance de nouvelles économies fortement consommatrices ;
- la remise en cause du nucléaire après l'accident de Fukushima ;
- le développement massif du gaz de schiste à travers le monde, en particulier en Amérique du Nord ;
- le décollage des énergies renouvelables.

La France, dont les grands problèmes d'aujourd'hui chômage, déficits sociaux, déséquilibres des comptes extérieurs ne sont pas dus à l'énergie, même si les importations nettes pèsent désormais lourd dans la balance des paiements, est confrontée à la nécessité de définir une politique énergétique nouvelle, qui, selon les choix effectués, contribuera à la solution de ses problèmes ou, au contraire, à leur aggravation.

La connaissance parfaite des données et des enjeux permet à Pierre Papon d'exposer, sans *a priori*, les paramètres des choix offerts aux décideurs.

Jean-Claude Seys
Président de l'Institut Diderot

L'avenir de la politique énergétique française

Aujourd’hui, plus que par le passé, l’énergie est au centre de débats où se mêlent des enjeux géopolitiques, économiques, scientifiques, techniques et environnementaux. En France, si l’État s’est périodiquement attaché, depuis un siècle, à définir une stratégie énergétique, le contexte a profondément changé depuis la fin des années 1980 : le réchauffement climatique apparaît comme une menace, le prix de l’énergie croît, l’avenir du nucléaire est en débat après Fukushima, la percée des énergies renouvelables, indéniable pour l’éolien, se fait attendre pour le solaire. La politique française de l’énergie doit donc faire face à des nouveaux défis.

ENERGIE ET ÉTAT EN FRANCE : UNE RELATION SÉCULAIRE

L’implication de l’État dans la politique énergétique française est ancienne, mais c’est lors de la Première guerre mondiale qu’elle a pris un tournant majeur. La guerre de 1914 a en effet exigé une mobilisation massive des ressources énergétiques des belligérants : la mécanisation de la guerre, avec l’utilisation de moyens automobiles pour le transport de troupes et de munitions, ainsi que des innovations comme les tanks et l’aviation rendaient impérative la production massive de carburants.

Les approvisionnements énergétiques jouèrent ainsi un rôle clé pendant le conflit et ce d'autant plus que les alliés, notamment la France et l'Angleterre, dépendaient massivement de l'étranger pour leur approvisionnement en pétrole dont la plupart des gisements au Proche-Orient étaient aux mains de la Turquie alliée de l'Allemagne. L'intervention des États-Unis dans le conflit en 1917 changea la donne car la France, mal pourvue en carburants, importait la majeure partie de ses besoins par mer des États-Unis. Cette situation tendue amena le président du Conseil, Georges Clemenceau, à leur envoyer, le 15 décembre 1917, un télégramme en forme de supplique leur demandant d'accroître leurs livraisons de carburant à la France : « Si les alliés ne veulent pas perdre la guerre, il faut que la France combattante, à l'heure du suprême choc germanique, possède l'essence aussi nécessaire que le sang dans les batailles de demain »¹. Le pétrole est devenu, après guerre, l'enjeu de batailles diplomatiques et industrielles au Proche-Orient, où les puissances occidentales se disputèrent l'héritage de l'Empire Ottoman dans les sables de l'Irak et en particulier les dépouilles de la *Turkish Petroleum Company* (elle deviendra l'*Irak Petroleum Co*), dont la France reçut, en 1920, le quart du capital (la part allemande) par les accords de San Remo. Dès cette époque, le décor des conflits qui agitent depuis lors le Moyen - Orient était planté. En 1924, l'État créa la *Compagnie Française des Pétroles* (CFP), dont *Total* est aujourd'hui l'héritière, pour assurer ses approvisionnements pétroliers puis, en 1939, à l'occasion de la découverte du gisement de pétrole de Saint Marçal, en Aquitaine, la *Régie Autonome des Pétroles*, l'ancêtre d'*Elf-Aquitaine* absorbé aujourd'hui par *Total*. Si l'on excepte les initiatives prises pour s'assurer l'accès au pétrole d'Irak et de Roumanie, la France se

1. Cité par Chevalier, J-M. *Les grandes batailles de l'énergie*, Gallimard, Paris, 2004, p. 98.

préoccupa peu, dans l'entre-deux guerres, des enjeux que représentait l'énergie pour la modernisation du pays. De rares industriels, notamment un « technocrate » comme E. Mercier (l'un des premiers dirigeants de la CFP), firent un diagnostic lucide des faiblesses de l'économie française et plaidèrent, en vain, pour que celle-ci augmente sa capacité à produire de l'énergie². Après guerre, la nationalisation des charbonnages et la création d'EDF constituèrent un tournant majeur dans la politique de l'énergie du pays.

Alors que la Seconde Guerre mondiale approchait, les découvertes de la physique nucléaire laissaient entrevoir d'importantes applications de la nouvelle physique pour la production d'énergie, mais aussi pour la mise au point de nouvelles armes. La mise en œuvre rapide du *Manhattan project* aux États-Unis, qui allait aboutir à la construction de la bombe atomique, ouvrit un nouveau chapitre de l'histoire de l'énergie avec la construction de l'arme nucléaire puis l'exploitation de l'énergie nucléaire. Après Hiroshima, la plupart des pays développés travaillèrent à la maîtrise de l'énergie nucléaire et créèrent des organismes d'État spécifiques pour mener à bien cette entreprise. Ce fut le cas de la France qui créa, en octobre 1945, le *Commissariat à l'Energie Atomique* (CEA) chargé de cette mission.

La construction européenne elle-même ne négligea pas, dès ses débuts, l'enjeu que représentait l'énergie pour l'Europe. Le traité de Paris créant la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier (CECA), signé en 1951, mit sur les rails un pool du charbon afin d'augmenter sa production. L'Euratom, créé par l'un des traités de Rome en 1957, fixa aussi une ambition énergétique à l'Europe. On trouve ainsi dans le préambule de ce traité d'amples considérations sur la nécessité pour l'Europe

2. Cf. Kuisel R.F., *Ernest Mercier a French technocrat*, University of California Press, Berkeley, 1967.

de maîtriser son approvisionnement énergétique (elles sont encore d'actualité !) et d'accéder à l'énergie nucléaire grâce à une coopération scientifique et technique.

Le mouvement de globalisation des économies, qui s'est accéléré à la fin des années 1980, a touché le secteur de l'énergie : une dérégulation est intervenue (pour la production d'électricité notamment) avec une privatisation des sociétés publiques productrices d'énergie dans presque tous les pays. Si, en France, EDF et le CEA demeurent dans le giron du secteur public (avec une privatisation partielle d'EDF), en revanche *Elf Aquitaine* a été privatisée. Malgré cela, les préoccupations vis-à-vis de l'« indépendance énergétique » demeurent présentes dans de nombreux pays, notamment aux États-Unis où elles sont souvent exprimées par le président Obama, tandis que la question du réchauffement climatique est désormais inscrite à l'agenda de négociations internationales dont l'étape la plus récente, et qui n'est pas la dernière, s'est déroulée à Doha en décembre dernier.

UN MONDE TOUJOURS ÉNERGIVORE

Avant d'envisager l'avenir de la politique énergétique française, il est utile de faire le point sur la consommation d'énergie dans le monde. En 2010, la consommation mondiale d'énergie primaire (toutes les formes d'énergie avant leur transformation pour une utilisation finale) s'élevait à 12,7 Gtep (gigatonnes d'équivalent pétrole) soit : 81 % d'énergies fossiles (32 % de pétrole, 27 % de charbon et 22 % de gaz naturel), 8 % d'électricité nucléaire et hydraulique, 11 % de biomasse et de renouvelables autres que l'hydraulique³. La croissance de la demande mondiale d'énergie primaire a été continue depuis dix ans (avec néanmoins une baisse en 2009) à un rythme annuel proche de 2 % (avec une plus forte progression de la consommation

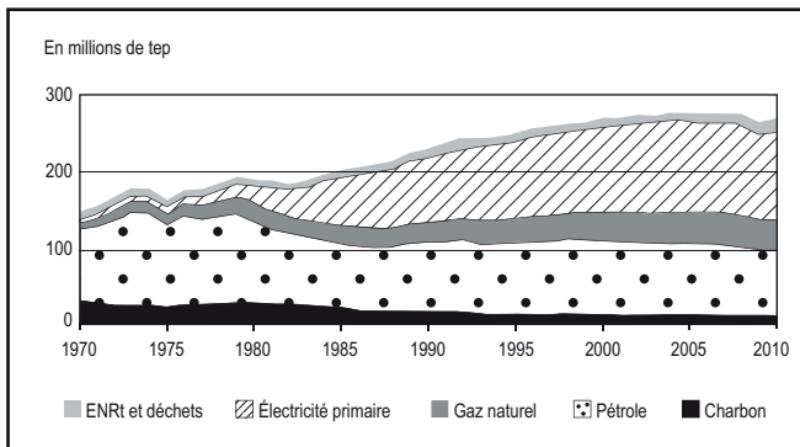
3. IEA, *World Energy Outlook 2012*, Paris IEA, 2012.

de charbon et de la production d'électricité).

Quant à la France, elle a consommé environ 266 Mtep d'énergie primaire en 2011 (cette consommation plafonne depuis le début de la « crise ») avec un mix énergétique constitué à 42 % d'électricité (de 75 à 80 % de nucléaire selon les années, l'hydroélectricité étant soumise aux aléas climatiques) et à 58 % d'énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon, aujourd'hui presque totalement importés) et de biomasse (du bois essentiellement). La composition du mix d'énergie finale (156 Mtep en 2011, hors utilisation du pétrole et du gaz comme matières premières industrielles) est assez différente : 24 % d'électricité, 42 % de produits pétroliers, 24 % de gaz naturel et le restant en charbon et en biomasse (essentiellement du bois et des biocarburants)⁴. Le secteur des bâtiments (résidentiels et tertiaires) est le plus gros consommateur d'énergie finale en France (43 % du total), suivi par les transports (32 %), l'industrie (22 %), l'agriculture fermant la marche avec 3 %. Le mix énergétique primaire de la France a profondément changé sur la période 1973-2010 : la part du charbon est passée de 14 à 4 %, celle du pétrole de 68 à 31 %, alors que celle du gaz doublait et celle de l'électricité décuplait (de 4 à 43 %). Dans la consommation finale d'énergie, si la part du bâtiment est restée stable, celle de l'industrie a fortement baissé (passant de 36 à 22 %) et celle du transport fortement progressé (passant de 19 à 31 %).

4. Commissariat Général au Développement Durable, *Bilan énergétique de la France pour 2011*, Paris, juillet 2012.

Evolution de la consommation d'énergie primaire en France depuis 1970, exprimée en millions de tonnes équivalent pétrole (tep). On observe une forte décroissance de la part du pétrole, remplacé par l'électricité nucléaire, et la montée de celle du gaz naturel (l'ENRt correspond à de l'énergie renouvelable thermique : bois, déchets, etc.).



Source : SOeS.

Si la France assure son indépendance énergétique à 50 % (grâce à l'électricité nucléaire), sa facture énergétique est fortement déficitaire (un déficit de 69 milliards d'euros en 2012, soit 3 % du PIB). Ce déficit va croissant du fait de la hausse du prix du pétrole et de la baisse de l'euro par rapport au dollar. On observera enfin qu'en France, comme dans la plupart des pays européens, la facture énergétique accroît les inégalités sociales : un grand nombre de ménages (en particulier des personnes âgées vivant dans de l'habitat ancien) ayant le plus grand mal à faire face à leurs dépenses d'énergie.

VERS UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

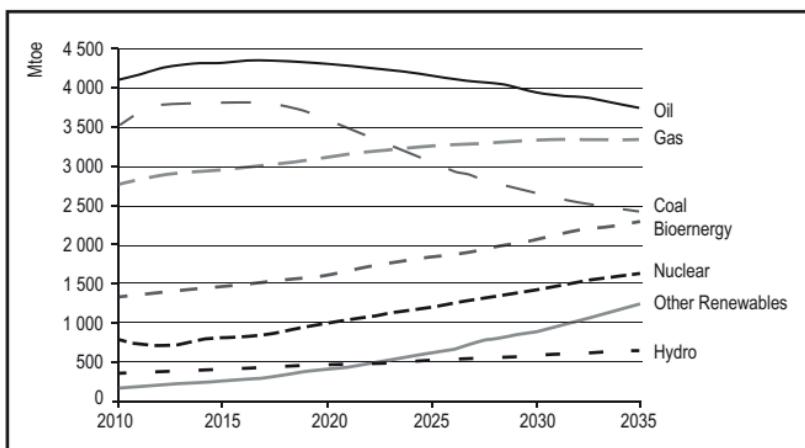
La France n'est pas un isolat dans le monde et sa politique énergétique va être soumise à de fortes contraintes, imposées d'une part par la question climatique et d'autre part par son approvisionnement en hydrocarbures. Il

existe, en effet, un quasi consensus international sur la nécessité de limiter le réchauffement de la température moyenne de l'atmosphère de la planète. Selon les climatologues, les émissions de gaz carbonique par combustion des combustibles fossiles, en amplifiant l'effet de serre, conduiraient à une augmentation de la température de l'atmosphère terrestre, entre les débuts de l'âge industriel et la fin du siècle, située dans une fourchette de 2 à 6° C. En 2009, la conférence sur le climat organisée par l'ONU à Copenhague a fixé un objectif de 2°C pour l'augmentation maximum de température de la planète, sans pour autant imposer les contraintes aux émissions de gaz à effet de serre nécessaires pour l'atteindre, contraintes qui supposeraient de réduire fortement et continûment l'utilisation des énergies fossiles. Les négociations internationales en vue d'aboutir à un traité « climatique » en 2015 se poursuivent, alors que la France s'est d'ores et déjà engagée (par une loi d'orientation sur l'énergie votée en 2005) à diminuer d'un « facteur quatre » ses émissions de gaz à effet de serre (principalement le CO₂) d'ici 2050. Elle est par ailleurs liée par le protocole de Kyoto, qui l'engageait à retrouver fin 2012 le niveau de ses émissions de 1990 (un objectif qu'elle a atteint) et, avec les autres pays de l'UE, elle a accepté, lors de la conférence de Doha, de reconduire jusqu'en 2020 ce protocole. Enfin, avec le paquet « énergie-climat » adopté par l'UE en 2008 (sous présidence française), elle a accepté de se plier au principe dit « trois fois vingt » d'ici 2020 : diminuer de 20 % ses émissions de CO₂, diminuer de 20 % son intensité énergétique (la quantité d'énergie nécessaire pour produire une unité de PIB), monter à 23 % la part des énergies renouvelables dans son énergie finale.

La lutte contre le réchauffement climatique impose de fait une transition énergétique, comme le révèlent de nombreux scénarios énergétiques. Ainsi l'Agence Internationale de l'Energie AIE , dans un scénario

« climatique » volontariste, table-t-elle sur la possibilité de plafonner en 2020 la croissance des émissions mondiales de CO₂ puis de les diminuer de moitié d'ici 2050 par rapport à leur niveau actuel. Il implique un fort ralentissement de la progression de la demande mondiale d'énergie et de faire passer, en 2035, la part mondiale des énergies fossiles dans l'énergie primaire de 82 % à 63 %, celle des énergies renouvelables et du nucléaire passant à 37 %.

Evolution de la demande d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole Mtoe) d'ici 2035 selon le scénario « climatique » de l'AIE (scénario qui permet de limiter à 2° C le réchauffement climatique d'ici la fin du siècle). La demande de pétrole chute après 2020, celle de charbon plus fortement. En revanche, celle de gaz continue à croître. La bioénergie (biomasse, biocarburants, biogaz), le nucléaire et les autres renouvelables (éolien et solaire) croissent très fortement, la croissance de l'hydroélectricité étant faible.



Source : AIE

L'accès à des ressources fossiles et à l'uranium constitue une seconde contrainte forte, qu'imposent à la fois la géologie et la géopolitique⁵. Les évaluations des réserves « prouvées » de pétrole et de gaz (des ressources existantes

5. Clément, D. Papon, P., *Vers une énergie durable ?*, Le Pommier, Paris, 2010.

exploitables de façon rentable dans l'état actuel des techniques) sont contrastées. Selon les estimations de BP⁶, les réserves de pétrole correspondraient à une cinquantaine d'années de consommation (en incluant des gisements « non-conventionnels », comme les sables bitumineux). Les estimations pour le gaz naturel sont plus optimistes, les réserves « prouvées » représentant environ 70 ans de consommation (au rythme actuel, qui va s'accélérer). Si l'on prend en compte les ressources de gaz qui seraient « techniquement » récupérables (certaines restant à découvrir) et qui incluent le gaz « non-conventionnel » (notamment le gaz de schiste), celles-ci, selon l'AIE, assureraient 230 années de consommation ! Ces ressources non-conventionnelles, d'exploitation encore problématique, se trouveraient pour l'essentiel aux USA, en Chine et en Australie ; en Europe, la France et la Pologne seraient les mieux dotées. Quant aux réserves de charbon, les estimations actuelles correspondent au minimum à 130 ans de consommation. La situation est différente pour les minerais d'uranium, qui alimentent en combustible la quasi-totalité des réacteurs nucléaires (les réacteurs français utilisent de l'uranium enrichi et partiellement un mélange plutonium-uranium). Les réserves estimées correspondent à environ 80 ans de consommation avec les filières actuelles de réacteurs (les surgénérateurs utilisant le plutonium changeraient la donne). La répartition géographique de certaines réserves pose un problème : en effet, si le charbon (un combustible qui n'a pas de caractère « stratégique ») se trouve pratiquement dans toutes les régions du monde, il n'en va pas de même du pétrole dont les réserves se trouvent pour les deux tiers dans les pays de l'OPEP et pour 50 % au Moyen-Orient, une région politiquement instable. Cette concentration n'est pas sans risques pour les pays importateurs, comme l'ont montré les chocs pétroliers

6. BP, *Statistical review of World Energy*, Londres, June 2012.

(augmentation brutale du prix du baril, embargo en cas de conflit). Les ressources de gaz naturel et d'uranium sont mieux réparties géographiquement (la Russie, l'Iran et le Qatar possédant toutefois la moitié des réserves de gaz). L'origine des importations de pétrole et de gaz de la France s'est diversifiée : celles de gaz proviennent à 32 % de Norvège, à 14 % de Russie, à 14 % d'Algérie et à 15 % des Pays-Bas ; celles de pétrole proviennent pour un tiers des pays de l'ex-URSS, pour 17 % du Moyen-Orient et pour 13 % de l'Afrique sub-saharienne (Nigeria et Angola notamment).

Le coût des importations d'hydrocarbures par la France a une forte incidence économique et sociale. Le prix du baril de pétrole est, probablement, durablement installé au-dessus de 100 \$ avec un risque de forte hausse en cas de tension internationale (au-delà de 150 \$!)⁷. Les tensions probables entre l'offre et la demande, avec des marges de manœuvre de l'offre mondiale limitées et des coûts élevés de production des pétroles « non conventionnels », donnent à penser que les prix du pétrole vont rester élevés et sans doute volatils, dans une fourchette de 100 à 220 \$ d'ici 2020 pour le baril (son cours était proche de 30 \$ en 2000). Observons que l'essence franchirait, en France, la limite des 2 € le litre pour un prix du baril à 180 \$. Une forte augmentation aurait une incidence sur l'activité économique car, selon le FMI, un prix du baril de pétrole à 150 \$ (soit 40 % au-dessus de son cours tendanciel) diminuerait de 0,75 % le PIB des pays de la zone OCDE.

SCÉNARIOS POUR UN AVENIR ÉNERGÉTIQUE

En 2012, le profil énergétique de la France permet de la situer parmi les pays les plus performants, si l'on en croit

7. Centre d'analyse stratégique, *Vers un prix du pétrole durablement élevé et de plus en plus volatile*, Paris, 2012

certains experts⁸. En effet, son électricité est de bonne « qualité » (faibles émissions de CO₂ pour la production) et produite à un coût relativement peu élevé ; l'intensité énergétique est allée en diminuant mais la grande faiblesse de son mix énergétique final demeure sa forte dépendance vis-à-vis des hydrocarbures importés. Compte tenu de ce constat et des contraintes de la transition énergétique, quels peuvent être les objectifs d'une politique énergétique d'un pays comme la France, dans le contexte économique « prévisible » à moyen terme ? L'Allemagne, l'Italie, la Suisse et, plus récemment, le Royaume-Uni ont en partie répondu à cette question, les trois premiers en décidant de sortir du nucléaire, le quatrième en choisissant un mix énergétique diversifié (avec du nucléaire), tandis que le Japon n'est pas encore sorti de ce débat après Fukushima.

Pour schématiser, on peut fixer cinq objectifs à la politique énergétique,

- assurer un approvisionnement énergétique dans de bonnes conditions de « sécurité » (au sens large du terme) et à un coût maîtrisable,
- diminuer la consommation des énergies carbonées afin de contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique (l'objectif central de la transition énergétique),
- assurer une équité dans l'accès à l'énergie en évitant une disette énergétique des ménages les plus pauvres,
- développer des filières d'avenir au plan scientifique, technique et industriel,
- mettre en œuvre une véritable politique énergétique européenne permettant de mutualiser certains moyens.

Le mix énergétique doit permettre d'atteindre ces objectifs, tout en étant cohérent en termes techniques et économiques et accepté par l'opinion. C'est tout l'enjeu du débat sur l'énergie.

8. Institut Choiseul, KPMG, *Compétitivité énergétique des États, Baromètre 2012*, Paris, novembre 2012

De nombreux scénarios ont été proposés pour atteindre ces objectifs. Le rapport « Energies 2050 », commandé par l'ancien gouvernement, en a fait une utile comparaison sur la base de paramètres comme les émissions de CO₂, le prix de l'énergie, l'emploi et la sécurité des approvisionnements. Partant de quatre scénarios pour la production d'électricité en 2030, les experts du groupe « Energies 2050 » estiment que l'option de la prolongation de la durée de vie des réacteurs nucléaires actuels au-delà des quarante années initialement prévues est la plus réaliste,⁹ car elle serait la moins coûteuse en investissements¹⁰ et fournirait un kWh le moins cher (dans une fourchette de 35 à 75 €/MWh selon la « dose » d'EPR). Un autre scénario part de l'hypothèse d'une baisse à 50 % de la part du nucléaire dans cette production (le Président de la République, François Hollande, a fixé l'horizon 2025 pour atteindre cet objectif) : il conduirait à une augmentation sensible du prix du kWh électrique (entre 69 et 79 €/MW) et à une perte d'emplois¹¹.

Deux scénarios globaux, intégrant toutes les filières, fournissent des visions très contrastées de l'avenir énergétique de la France en 2050. Le scénario dit « NégaWatt » est très volontariste et assez « radical » : il présente une alternative à l'augmentation quasi-continue de la consommation d'énergie, en faisant l'hypothèse qu'il est possible de diviser par deux la consommation française d'énergie primaire d'ici 2050 avec une sortie du nucléaire en 2035¹² ; il suppose un changement radical des modes de vie. Le scénario « Négatep » propose de diviser par un facteur quatre à la fois les émissions de CO₂ et la consommation d'énergies fossiles en 2050 (avec un baisse

9. Sous réserve que l'Autorité de sûreté nucléaire accorde son feu vert

10. Le coût des mesures post-Fukushima n'est toutefois pas complètement chiffré.

11. Ministère des finances et de l'industrie, Percebois, J., Mandil, C., *Rapport énergies 2050*, Paris, 2012.

12. Association négaWATT, Scénario négaWATT 2011, Paris, 2011.

de 15 % par habitant de l'énergie finale), ce qui suppose un fort développement des énergies renouvelables et du nucléaire¹³.

Les scénarios proposés par l'ADEME fin 2012 contribuent à éclairer l'avenir énergétique à 2030 et 2050¹⁴. Avec une hypothèse de croissance économique moyenne de 1,8 % par an et une population de 68,5 millions d'habitants en 2030, l'ADEME « prévoit » une diminution de 30 % de la demande d'énergie primaire en France en 2030 et de 20 % de la consommation finale, avec une part des énergies renouvelables qui serait de 34 % dans le mix final (12 % en 2010). En 2050, la consommation finale d'énergie aurait diminué de près de moitié et serait assurée à 70 % par des énergies renouvelables. Le scénario de l'ADEME pour 2030 prévoit une légère montée de la part de l'électricité dans le mix final, produite à 48 % par des énergies renouvelables, à 49 % par le nucléaire et à 3 % par le thermique (turbines à gaz pour l'essentiel). Par ailleurs, le parc de véhicules de transport terrestres en 2030 (35 millions de véhicules, comme aujourd'hui) serait constitué à 89 % de véhicules thermiques, à 7 % d'hybrides et à 4 % de véhicules électriques. Le bâtiment assurerait à lui seul les deux tiers de la réduction de la demande finale d'énergie et les transports le quart. Au total, les émissions de CO₂ chuteraient de 34 %. Pour conclure cette revue sommaire des scénarios, on observera que la plupart d'entre eux s'accordent pour estimer qu'en 2030 le coût du kWh produit par les énergies renouvelables sera très probablement plus élevé que celui du kWh actuel.

Elaborer des scénarios contrastés est un point de passage obligé de la prospective énergétique mais, s'il est utile de fixer un objectif « brut » pour un mix énergétique en

13. Acket, C., Bacher, P., “Le scénario Negatep”, *Futuribles*, No 376, p. 61, juillet-août 2011.

14. ADEME, *Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050*, Paris, 2012.

2025 ou en 2030, ce n'est pas nécessairement un moyen opérationnel. Ces scénarios permettent certes d'identifier les secteurs où il faut faire porter des efforts, mais force est de constater que rares sont ceux qui identifient les obstacles sur la voie de la transition énergétique (verrous techniques à faire sauter, coût des filières, etc.)¹⁵. La composition future du mix énergétique français dépendra à la fois d'un accord international sur les émissions de gaz à effet de serre et la taxation du carbone, du prix des hydrocarbures, des possibilités du nucléaire (notamment de la filière de l'EPR), du progrès des filières renouvelables et de l'efficacité énergétique. Cela constitue une belle somme d'aléas.

OBJECTIFS ET CONTRAINTES DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

Les grandes lignes de la politique énergétique du pays seront inscrites dans une loi de programmation des investissements pour l'énergie, qui sera votée par le parlement à l'issue du débat national sur l'énergie. Le « Grenelle de l'environnement » avait déjà fixé un certain nombre d'objectifs d'économie d'énergie d'ici 2020, objets de mesures législatives en 2009 et 2010 :

- diminuer de 40 % la consommation d'énergie dans le bâtiment (avec une norme de consommation de 50 kWh/m² an pour le bâtiment neuf),
- diminuer de 20 % les émissions de CO₂ dans les transports,
- faire monter à 23 % la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale.

Nous envisagerons pour notre part l'avenir énergétique de la France à l'horizon 2030 en formulant plusieurs hypothèses. La première est économique : l'économie du pays pourrait croître de 1,8 % en moyenne annuelle

15. ANCRE, *Identifier les verrous pour accélérer les développements industriels indispensables à la transition énergétique*, Paris, novembre 2012.

(hypothèse du CAS) avec une augmentation de la population de 5 millions d'habitants d'ici 2030. La deuxième porte sur l'intensité énergétique : celle-ci diminuerait de 2 % par an. La troisième concerne le mix électrique : la part du nucléaire y passerait à 50 % (l'objectif présidentiel est, rappelons-le, 2025). Enfin, nous supposons que la France n'exploitera pas, avant 2030, le gaz de schiste. Globalement notre « scénario » suppose une baisse de la demande d'énergie finale comprise dans une fourchette de 10 à 20 % (un objectif légèrement en retrait par rapport à celui de l'ADEME mais avec une légère progression de la demande d'électricité dans l'énergie finale) : elle se traduira par une nette diminution de la consommation d'énergie par habitant.

La production d'électricité est sans doute le point « chaud » du débat énergétique même si, rappelons-le, l'électricité ne représente que le quart de la consommation finale d'énergie. L'enjeu n'est pas mince car, comme l'a souligné Louis Gallois dans son rapport sur la compétitivité de l'industrie française, le coût de l'électricité est un facteur de compétitivité pour l'industrie, et le coût de l'électricité de base en France est aujourd'hui parmi les plus bas d'Europe (pour un gros consommateur industriel il était de 63 €/MWh en 2011 avec une moyenne européenne de 103 €/MWh et un coût de 109 €/MWh en Allemagne¹⁶). Pour les particuliers, le coût de l'électricité est également nettement en dessous de la moyenne européenne, alors que celui du gaz se situe dans la moyenne (le prix du gaz est désormais trois fois moins élevé aux États-Unis qu'en Europe). L'hypothèse « nucléaire à 50 % » en 2030 impose des contraintes fortes quant à la production d'électricité, qui est assurée aujourd'hui, en moyenne, à 75 % par du nucléaire. En effet, selon RTE (qui assure le transport de l'électricité), elle implique de retirer de la production le

16. Cf. sur ce point le rapport pour l'Assemblée nationale de David Habib sur le projet de budget pour 2013 de l'énergie.

tiers de la puissance nucléaire installée, soit 20 réacteurs sur 58. Pour assurer une production électrique à un niveau identique, voire légèrement supérieure, il faudrait :

- maintenir le niveau de la production hydraulique,
- allonger la durée de vie de réacteurs « historiques » maintenus en activité (au-delà de leur durée de vie 40 ans),
- mettre en service quelques EPR (en admettant que le prototype de Flamanville ait fait ses preuves...),
- installer, à l'horizon 2030, une puissance de 40 GW en éolien (en priorité l'éolien terrestre) et de 30 GW en solaire photovoltaïque, le tout complété par environ 10 GW de thermique (des turbines à gaz pour l'essentiel, les centrales au charbon existantes seraient fermées).

Cet effort important sur les filières d'énergies renouvelables s'explique par l'intermittence de leur production (les éoliennes ne tournent pas en absence de vent et leur disponibilité n'est que de 25 à 30 %). Il faut donc disposer d'une puissance installée plus importante que pour les réacteurs nucléaires et les barrages. Quant aux turbines à gaz, elles sont indispensables pour assurer les pointes de consommation électrique. La mise en œuvre de ce plan électrique suppose la construction de nouvelles lignes électriques, de façon à rendre le réseau compatible avec une production intermittente (l'absence de solutions techniques pour un « stockage » de l'électricité à grande échelle est un handicap actuellement) et à développer son interconnexion européenne. Si l'on voulait atteindre en 2025 l'objectif d'un mix électrique à 50 % de nucléaire, il faudrait alors construire d'avantage de centrales à gaz et un peu moins de centrales à énergie renouvelable (ce qui dégraderait le bilan CO₂ de la France).

S'agissant des autres vecteurs énergétiques, l'effort doit porter sur une compression de la demande finale d'énergies fossiles (produits pétroliers, gaz, charbon). Une diminution de 10 % de celle-ci, soit environ 12 Mtep, suppose une action vigoureuse pour réaliser des écono-

mies dans les secteurs du bâtiment et des transports. Cette diminution pourrait être nettement supérieure, et proche du scénario de l'ADEME, si l'on remplaçait une fraction d'énergie fossile par de la biomasse (méthanisation de déchets agricoles, bois énergie et biocarburants), si l'on installait des pompes à chaleur pour le chauffage, et si l'on récupérait une fraction de la chaleur perdue des centrales électriques pour alimenter des réseaux de chaleur. Dans le secteur des bâtiments, les techniques thermiques sont disponibles mais le coût des travaux dans le parc des bâtiments anciens est lourd. Un objectif de rénovation de 500 000 logements anciens par an (objectif fixé dans le scénario de l'ADEME) permettrait de faire chuter fortement la consommation, mais au prix d'investissements annuels de 10 à 15 milliards d'euros¹⁷. Le secteur des transports pose davantage de problèmes techniques si l'on veut diminuer la consommation de carburants pétroliers (43 Mtep en 2011 tous modes de transport confondus). La contrainte par les prix (une hausse inéluctable en cas d'envolée du prix du baril de pétrole) serait évidemment un moyen radical pour y parvenir... Les économies d'énergie réalisables dépendent des progrès sur les moteurs (moteurs thermiques à consommation plus faible 3 litres/100km en 2030 ? et à moindre émission de CO₂) et sur les batteries pour les véhicules hybrides rechargeables et totalement électriques. Elles dépendent aussi des possibilités de produire avec un bon rendement des biocarburants dits de deuxième et de troisième génération (soit à partir de la partie cellulosique de la biomasse, soit d'algues). A horizon 2030, l'objectif de diminuer de 15 à 20 % la consommation d'énergie dans les transports n'est pas hors d'atteinte mais suppose une politique volontariste (via notamment des normes de consommation et d'émission de CO₂) pour promouvoir

17. Le Président François Hollande, dans son discours d'ouverture de la conférence environnementale, le 14 septembre 2012, a fixé un objectif de 1 million de logements à rénover.

à la fois les transports publics (avec la mise à disposition dans les villes de véhicules électriques en location du style « Autolib ») et les innovations techniques. Une forte baisse des émissions de CO₂, en cohérence avec les engagements de la France, ne peut être obtenue qu'au prix d'un effort massif d'économies d'énergies fossiles dans les transports et le bâtiment.

LA PANOPLIE DES MOYENS DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

L'État dispose de multiples moyens pour sa politique énergétique avec, notamment, une panoplie réglementaire et fiscale déjà bien pourvue : normes de consommation d'énergie dans les bâtiments, normes d'émission de CO₂ par les automobiles (avec l'objectif d'atteindre en moyenne sur le parc 49g de CO₂/km en 2030 selon le scénario de l'ADEME), bonus-malus pour l'achat de voitures neuves en fonction de leurs émissions de CO₂, tarif de rachat garanti pour l'électricité produite par une énergie renouvelable. Celle-ci peut être complétée mais à condition de faire un bilan, en 2015 par exemple, de l'impact industriel de ces mesures¹⁸. Par ailleurs, l'exigence d'une certaine équité en matière d'accès à l'énergie (en particulier une électricité de base pour tous les foyers) conduit à instituer l'équivalent d'un tarif « social » ou d'un chèque énergie pour les consommateurs en situation de précarité (environ 4 millions de ménages), l'équivalent en quelque sorte d'un RSE (« Revenu de solidarité énergétique ») qui ne peut être financé, pour l'électricité, que via la CSPE (contribution au service public de l'électricité).

Cette politique de l'État doit être complétée, au niveau territorial, par des plans pour l'énergie (transports publics,

18. Le soutien à la filière photovoltaïque conduit, par exemple, à des importations massives de panneaux solaires qui ont fragilisé la filière industrielle française.

locations de voitures électriques, moyens de chauffage collectifs tels que des réseaux de chaleur par exemple). Plusieurs villes ont pris des initiatives dans ce sens en France (Tours, Grenoble) et en Europe¹⁹.

Un dernier volet de cette politique de l'énergie est industriel, scientifique et technique. Il concerne une pluralité d'acteurs (entreprises, centres de recherche, universités, IUT et écoles d'ingénieurs pour la formation). Un effort concerté est nécessaire pour développer la recherche sur les filières prometteuses, soutenir l'innovation dans les entreprises (notamment les PME) et la formation d'ingénieurs et de techniciens, alors que l'offre risque de ne pas être au rendez-vous. La Banque Publique d'Investissement et le Crédit d'impôt recherche (mieux ciblé sur les PME) sont deux outils d'une politique industrielle dans les secteurs de l'énergie.

Il reste que les incitations étatiques aux économies d'énergie, à l'innovation et à la R&D, requièrent des moyens financiers sur le long terme pendant une période, sans doute durable, d'austérité budgétaire et cela conduira, tôt ou tard, à poser le problème majeur de la taxation de l'énergie. Cette taxation s'opère déjà via la TICPE (la taxe intérieure sur la consommation des produits énergétiques qui a remplacé la TIPP) et la CSPE. Une taxation globale, mais diversifiée, de l'énergie (pesant moins sur les énergies non-fossiles) est probablement inévitable. Une taxation du carbone s'appliquant tant aux entreprises qu'aux particuliers serait l'outil fiscal d'une politique de l'énergie, mais son impact social et industriel devrait, bien sûr, être évalué. Sa mise en œuvre serait une décision politique majeure et stratégique.

19. Cf. Sur ce sujet le numéro de la revue *Futuribles*, « *La société postcarbone* », Janvier-février 2013, No 392.

L'HORIZON 2030 ET SES INCERTITUDES

Au regard des enjeux considérables de la transition énergétique, les objectifs et les moyens de la politique énergétique française sont-ils réalistes ? La réponse à cette question va dépendre de l'évolution à moyen terme de deux dossiers clés.

On doit s'interroger en premier lieu sur la faisabilité du scénario pour le mix électrique. Indépendamment de toute hostilité idéologique à l'égard de la filière nucléaire, un scénario de diminution de sa part dans la production d'électricité peut se justifier par le choix politique de mieux diversifier le mix électrique (une trop grande dépendance à l'égard d'une technique comporte toujours un risque en cas de défaillance majeure de celle-ci) et de préparer la montée en puissance des énergies renouvelables. Cette option n'est pas « irréalisable » au plan technique, mais elle pose le problème du coût du kWh électrique. Observons d'ailleurs que, si dans les mois qui ont suivi la catastrophe nucléaire de Fukushima en 2011, le Japon a retiré une puissance nucléaire installée de 20 GW (en arrêtant tous ses réacteurs) tout en répondant à la demande d'électricité, ce fut au prix d'une forte augmentation des tarifs et d'efforts d'économie avec une discipline collective « à la japonaise ». Rappelons aussi que si le coût HT de production de l'électricité (nucléaire ou hydraulique) est d'environ 50 €/MWh en France, il augmentera immanquablement lorsque seront appliquées les mesures de sûreté post-Fukushima et pour tenir compte du coût de l'EPR de Flamanville (et de quelques éventuelles unités supplémentaires)²⁰.

Avec ces aléas (et même en admettant que les coûts de démantèlement des réacteurs aient été sous-estimés), la compétitivité du kWh nucléaire restera probablement assurée tandis que celle des autres filières est encore problématique. En Europe, les coûts de l'éolien terrestre

20. Cour des comptes, *Les coûts de la filière électronucléaire*, Paris, 2012.

et off-shore seraient respectivement dans une fourchette de 50 à 110 €/ MWh et de 110 à 150 €/ MWh (l'éolien terrestre est donc proche de la rentabilité). Quant au solaire, toutes filières confondues, ses coûts de production seraient compris entre 200 et 570 €/ MWh. Ces coûts sont très sensibles au taux d'actualisation. Quoi qu'il en soit, on peut s'attendre à une hausse du prix du kWh qu'un rapport sénatorial chiffrait à environ 50 % d'ici 2030 (l'UFE donne un chiffre assez proche²¹). Le coût des investissements sera lourd (chiffré par l'UFE à 380 milliards d'euros sur la période 2010-2030 en incluant les lignes électriques). Il sera répercuté sur les prix de production avec un soutien aux énergies renouvelables via la CSPE qui ne peut être chargée sans limite, alors que le maintien d'un prix de l'électricité moins élevé que la moyenne européenne doit être un objectif central de la politique énergétique, car c'est un facteur de compétitivité. Ajoutons, enfin, qu'il est probablement difficile de viser l'horizon 2025 pour abaisser à 50 % la part du nucléaire dans le mix électrique (seule la fermeture de la centrale de Fessenheim – 1 GW

a été programmée), l'horizon 2030-2035 semblant plus réaliste.

En second lieu, la diminution de la demande finale d'énergies fossiles de 10 %, voire *a fortiori* de 20 %, est un objectif ambitieux qui ne peut être atteint qu'au prix d'une politique volontariste d'action sur la demande et de diminution de l'intensité énergétique dans le bâtiment et les transports. Qui plus est, des arbitrages en aval sur les consommations de gaz et d'électricité seront probablement nécessaires, en fonction des besoins et des coûts de l'énergie. Ils ne seront pas sans conséquence sur les émissions françaises de CO₂. Soulignons, enfin, qu'une interdiction de toute expérimentation (que permet la loi de 2011) pour l'exploration d'éventuelles ressources en gaz et en pétrole

21. Union Française de l'Electricité (UFE), *Électricité 2030, quels choix pour la France*, Paris, 2012.

de schiste, dans des bonnes conditions environnementales, serait sans doute une erreur stratégique dans la mesure où une bonne stratégie voudrait que l'on évaluât les ressources potentielles et les alternatives aux techniques actuelles et que l'on disposât d'un moyen de pression sur nos fournisseurs de gaz naturel, auxquels nous sommes liés par des contrats de livraison à long terme.

La possibilité de créer des emplois dans les secteurs de l'énergie est souvent évoquée avec un chiffre de création de 600 000 « emplois verts ». Ce qualificatif vague s'applique à des métiers très divers, qui ne concernent pas tous les filières énergétiques, et le chiffre est très approximatif. Toutefois, il est probable que la promotion des économies d'énergie dans le bâtiment ainsi que le développement de filières renouvelables matures comme l'éolien seraient sources d'emplois. Le maintien de la compétitivité de la filière nucléaire française, et donc de l'emploi dans le secteur, est également un impératif industriel.

Le chemin qu'empruntera la politique énergétique française jusqu'en 2030 sera sans doute chaotique mais celle-ci évitera d'autant plus les chaos (la géopolitique pouvant elle-même s'en mêler à la suite de « troubles » dans des pays producteurs de pétrole, ceux de l'OPEP par exemple) qu'elle alliera le volontarisme au pragmatisme afin de surmonter les crises toujours possibles. Les années proches de 2030 seront sans doute des années charnières. En effet, si, au plan des techniques, peu de changements majeurs surviendront avant 2030, au-delà de cet horizon la donne peut changer grâce à la recherche et au progrès technique.

Ainsi, devrions nous disposer, vers 2030, d'éléments de réponse à ces questions importantes :

- la quatrième génération du nucléaire (celles des surgénérateurs utilisant le plutonium) sera-t-elle viable ?
- peut-on exploiter en France le gaz et le pétrole de schiste dans de bonnes conditions ?
- disposons-nous des moyens scientifiques et techniques

-
- de produire des biocarburants à partir de la biomasse cellulosique, des algues ou du CO₂ atmosphérique?
 - est-il possible de mettre en œuvre des nouvelles filières solaires ?
 - peut-on innover dans les moyens de stockage (des nouvelles batteries notamment) et de distribution de l'électricité afin d'exploiter les énergies renouvelables à grande échelle?

Au-delà, la recherche pourrait ouvrir de nouvelles perspectives tant pour le nucléaire que pour les énergies renouvelables. Cela suppose une politique de R&D dynamique, avec une vision prospective des enjeux ²². Les réponses aux défis énergétiques ne sauraient être purement françaises car, s'il faut « ratisser large » pour faire émerger du neuf, la France a des moyens limités. Ce constat plaide pour une relance de la politique européenne de l'énergie dont la route a été, elle aussi, chaotique. Les divergences en Europe sont profondes (sur l'avenir du nucléaire par exemple) mais il y a place pour des stratégies communes, en particulier dans la R&D, qui sont à peine ébauchées.

CONCLUSION : EN ATTENDANT UNE DYNAMIQUE MOBILISATRICE

L'énergie est au centre de nombreux enjeux (scientifiques, industriels, économiques et sociaux) et une réflexion prospective doit permettre de les évaluer. Un débat pour éclairer l'opinion est nécessaire : il devrait impliquer tous les acteurs de la politique énergétique (parlementaires, organismes publics, entreprises, collectivités territoriales, mouvements associatifs, etc.) afin d'enclencher une dynamique mobilisatrice.

Retrouvez l'intégralité du débat en vidéo sur www.institutdiderot.fr

22. Papon, P., *Energie : La science peut-elle changer la donne ?*, Le Pommier, Paris, 2012.

Les publications de l’Institut Diderot

Dans la même collection

L’avenir de l’automobile

Louis Schweitzer

L’avenir des nanotechnologies

Etienne Klein

L’avenir de la croissance

Bernard Stiegler

L’avenir de la régénération cérébrale

Alain Prochiantz

L’avenir de l’Europe

Franck Debié

L’avenir de la cybersécurité

Nicolas Arpagian

L’avenir de la population française

François Héran

L’avenir de la cancérologie

François Goldwasser

L’avenir de la prédiction

Henri Atlan

L’avenir de l’aménagement des territoires

Jérôme Monod

L’avenir de la démocratie

Dominique Schnapper

L’avenir du capitalisme

Bernard Maris

L’avenir de la dépendance

Florence Lustman

L’avenir de l’alimentation

Marion Guillou

L'avenir des humanités dans l'entreprise

Jean-François Pradeau

L'avenir des villes

Thierry Paquot

L'avenir du droit international

Monique Chemillier-Gendreau

L'avenir de la famille

Boris Cyrulnik

L'avenir du populisme

Dominique Reynié

L'avenir de la puissance chinoise

Jean-Luc Domenach

L'avenir de l'économie sociale

Jean-Claude Seys

L'avenir de l'hôpital public

Bernard Granger

L'avenir de la guerre

Rony Brauman & Henri Bentégeat

L'avenir de la vie privée dans la société numérique

Alex Türk

L'avenir de la politique industrielle française

Louis Gallois

Les Notes de l'Institut Diderot

L'euthanasie, à travers le cas de Vincent Humbert

Emmanuel Halais

Le futur de la procréation

Pascal Nouvel

La République à l'épreuve du communautarisme

Eric Keslassy

Proposition pour la Chine

Pierre-Louis Ménard

L'habitat en utopie

Thierry Paquot

Une Assemblée nationale plus représentative

Eric Keslassy

Les Dîners de l'Institut Diderot

La Prospective, de demain à aujourd'hui

Nathalie Kosciusko-Morizet

Politique de santé : répondre aux défis de demain

Claude Evin

La réforme de la santé aux États-Unis :

quels enseignements pour l'assurance maladie française ?

Victor Rodwin

Les entretiens de l'Institut Diderot

L'avenir du progrès

(actes des entretiens 2011)

L'avenir de la politique énergétique française

Depuis le début de la révolution industrielle, l'univers de l'énergie a connu des évolutions multiples et profondes, quant à la nature même des ressources énergétiques, leur localisation, les techniques d'exploitation, les échanges internationaux ou bien encore leurs implications géostratégiques.

Les bouleversements en cours aujourd'hui n'ont cependant pas de précédent dans l'histoire du fait de leur simultanéité, notamment :

- la lutte contre le réchauffement climatique qui impose des contraintes à l'utilisation des ressources fossiles ;
- la montée en puissance de nouvelles économies fortement consommatrices ;
- la remise en cause du nucléaire après l'accident de Fukushima ;
- le développement massif du gaz de schiste à travers le monde ;
- le décollage des énergies renouvelables.

La France, dont les grands problèmes d'aujourd'hui - chômage, déficits sociaux, déséquilibres des comptes extérieurs - ne sont pas dus à l'énergie, même si les importations nettes pèsent désormais lourd dans la balance des paiements, est confrontée à la nécessité de définir une politique énergétique nouvelle, qui, selon les choix effectués, contribuera ou non à la solution de ses problèmes.

La connaissance parfaite des données et des enjeux permet à Pierre Papon d'exposer, sans a priori, les paramètres des choix offerts aux décideurs.

Jean-Claude SEYS

Président de l'Institut Diderot



“

Ancien directeur général du CNRS, ancien Président directeur général de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), Président d'honneur de l'Observatoire des sciences et des techniques.

Pierre PAPON

La présente publication ne peut être vendue



FONDS DE DOTATION POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ECONOMIE SOCIALE REGI PAR LA LOI N°2008-776 DU 4 AOUT 2008 - SIRET N° 513 746 651 00019
11, place des 5 martyrs du lycée Buffon 75014 Paris / T. +33 (0)1 53 10 65 60 / F. +33 (0)1 53 10 65 36
contact@institutdiderot.fr / www.institutdiderot.fr