



Les énergies renouvelables sur le territoire français

Thierry Ranchin

Dominique Dron : L'été dernier, Total a organisé une journée sur le climat et le pétrole. Le directeur des énergies renouvelables de Total a alors proposé deux scénarii pour 2050 : un dans lequel les énergies fossiles et le nucléaire forment les 3/4 de la fourniture d'énergie et un dans lequel ils ne constituent que 50% de cette fourniture, tout le reste étant renouvelable. Cela a été un sujet de discussion intéressant. Je propose maintenant d'aborder le détail des énergies renouvelables. Thierry Ranchin traitera de cette question. Il travaille au Centre énergétique et procédés de l'École des mines de Paris, qui s'occupe, entre autres, de ces questions.

Thierry Ranchin

Les exposés précédents ont présenté les défis auxquels nous devons faire face désormais. Nous sommes dans un moment crucial où il faut prendre un ensemble de décisions au niveau des investissements énergétiques et où il est aussi urgent de prendre des mesures combinées de lutte contre le changement climatique. Nous avons en outre pris des engagements internationaux en termes d'émission de CO₂.

Le rapport Stern présente le problème en termes chiffrés : l'impact du réchauffement climatique, c'est 5 à 20% du Pib mondial pour un scénario de +4°C d'ici 2050. Cela correspond à 5 500 milliards d'euros, mais il y aura d'autres impacts : des déplacements de populations de l'ordre de 200 millions de personnes, des volumes de récolte en baisse, des risques d'inondation et une disparition de la diversité. Ce rapport dit aussi que si nous commençons à réduire nos émissions dès maintenant, le coût sera beaucoup moindre. Nous avons donc intérêt à agir.

On a parlé tout à l'heure des options énergétiques du nucléaire et du charbon. Ce sont des options imparfaites. Le nucléaire fonctionne très bien pour une production en plateau mais ne sait pas très bien faire de la production de pic. Sa mise en place exige un consensus politique et sociétal. La gestion des déchets n'est pas tout à fait résolue et il faudrait arriver à une solution techniquement et économiquement viable. Si on reste sur le même scénario, il devrait donc y avoir, à terme, une diminution de la production. Le charbon a un passé glorieux et il y a des réserves mondiales pour encore 200 ans environ. Il n'y a pas de problème d'approvisionnement majeur, mais l'augmentation de la consommation prévue d'ici 2030 va produire plus de CO₂. Il faut donc trouver des technologies de charbon propres. L'utilisation du charbon ne sera une bonne idée que si on la combine avec de la séquestration de CO₂. C'est techniquement possible, mais on n'arrivera jamais à stocker plus de 20% du CO₂, et c'est cher — à plus de 50 euros par tonne de CO₂. À terme, on devrait arriver à un coût de l'ordre de 20 euros par tonne de CO₂ d'ici 2030. Cela a un impact sur le prix du kw/h produit par le charbon de 2 centimes par kw/h. C'est donc quelque chose d'intéressant. Un marché du CO₂ s'est installé. Soit on fait des investissements pour avoir une énergie compétitive sans CO₂, soit on achète et on vend du CO₂ sur le marché, mais il y a toujours une production de CO₂. Vaut-il mieux mettre cet argent dans des investissements industriels qui vont à terme être rentables ou bien vaut-il mieux faire de la négociation ? C'est un choix de société sur la façon d'envisager l'avenir.

Les énergies renouvelables sont les seules qui répondent à ces quatre objectifs à la fois : réduire les gaz à effet de serre, réduire la pollution de l'air, anticiper la disparition des ressources fossiles et améliorer la sécurité de l'approvisionnement.

Q : Le nucléaire ne permet-il pas les mêmes choses ?

Thierry Ranchin : Si, mais il utilise quand même des énergies fossiles, puisqu'il faut alimenter les centrales. En outre, les réserves prouvées d'uranium ne sont pas chez nous et elles ne permettent pas de répondre à la demande prévue dans les années à venir. Areva s'est récemment relancée dans la prospection, mais les ressources en uranium ne seront sans doute pas suffisantes.

Dominique Dron : Le prix de l'uranium a beaucoup augmenté ces derniers temps et il est vrai que les réserves d'uranium ne sont pas chez nous. Aujourd'hui, les réacteurs de type génération 3 sont très dispendieux en uranium et laissent beaucoup de déchets par rapport à ce qu'ils brûlent. Si on se met à construire beaucoup plus de centrales, vers 2040 ou 2060, nous serons confrontés à l'impossibilité de trouver assez d'uranium pour les réacteurs de génération 3. La question aujourd'hui est de savoir si des réacteurs de génération 4 seraient capables de retirer l'uranium des déchets produits par les réacteurs de génération 3 pour s'en servir comme combustible. C'est la condition de pérennité de la filière nucléaire. Cette évolution est nécessaire à la fois pour des raisons de prolifération et d'utilisation du combustible.

TR : Actuellement, il y a tout un ensemble de technologies viables et économiquement compétitives. Dans les prochaines décennies, de nouvelles technologies vont changer la capacité des renouvelables à fournir de l'énergie. Ces énergies apportent plusieurs valeurs ajoutées au mix énergétique. La première est de favoriser la sécurité de l'approvisionnement, en réduisant la dépendance aux importations d'autres sources d'énergie et en gardant les autres capacités de production pour certains besoins immédiats en cas de pic. Elles fournissent un tampon qui permet d'atténuer un peu les augmentations de prix des ressources fossiles et elles créent un cadre pour un développement industriel et économique, y compris dans le secteur des services. C'est un gisement d'emplois potentiel qu'il faut absolument exploiter. Ces énergies favorisent la réalisation des objectifs internationaux en matière d'environnement et permettent aussi d'augmenter la participation citoyenne à la prise de décision. Quand une personne décide d'installer sur son toit un chauffe-eau fonctionnant à l'énergie solaire, elle participe aussi aux économies de production d'énergie de son pays. Les objectifs fixés par l'Union européenne en 1997 sont d'arriver à un niveau de 12% d'énergies renouvelables en Europe. La directive européenne sur les énergies nouvelles et renouvelables fixe à 22% le taux d'électricité d'origine renouvelable en Europe. Les nouvelles discussions qui se tiennent actuellement visent plutôt à obtenir 20% d'énergies renouvelables sur l'ensemble de l'énergie consommée, soit 35% d'énergies renouvelables pour l'électricité. Aujourd'hui en France, 21% de la consommation d'électricité vient d'énergies renouvelables, notamment l'hydraulique, alors que l'Allemagne n'en est qu'à 13%. Pour l'ensemble de l'Europe, on atteint les objectifs qu'on s'est fixés sur certaines énergies renouvelables, mais pas sur toutes, avec des variations selon les pays. On ne peut pas demander à tous les pays d'avoir le même comportement, surtout quand les nouveaux membres de l'Union européenne ont un niveau économique si différent des membres plus anciens.

Les énergies renouvelables sont l'hydroélectricité, la plus ancienne et la plus développée en France, l'éolien, le solaire photovoltaïque, le solaire thermique, la biomasse, la géothermie et les énergies marines. Pour l'hydroélectricité, il y a plusieurs grands barrages qui produisent 15% de l'électricité en France. Un des gros problèmes est la réhabilitation de ces barrages et le traitement des sédiments qui s'y sont accumulés avec le temps. À cette hydroélectricité des grands barrages s'ajoute la micro-hydroélectricité, qui concerne toutes les petites centrales qui produisent moins de 10 mégawatts. Il y a donc un potentiel important limité par la directive sur l'eau, puisqu'il faut partager l'eau, mais qui n'est pas négligeable si on effectue les investissements. En Europe, la micro-électricité installée

produit 12 gigawatts, et 2 gigawatts en France. La petite hydroélectricité, qui représente 11% de la puissance installée, a produit en 2005 près de 15% de l'énergie hydraulique, parce que la production des grands barrages a baissé de l'ordre de 10 gigawatts.

En ce qui concerne l'éolien, l'Europe avait fixé pour 2010 un objectif de 40 000 mégawatts. Cet objectif a été dépassé en 2005 et les nouvelles estimations le fixent maintenant à 70 000 mégawatts pour 2010. Dans le monde, il y a au total 60 000 mégawatts installés, mais il s'agit d'un marché en développement (43% en 2005) et non négligeable (12 milliards d'euros dans le monde). Même Areva, qui produit de l'énergie nucléaire, a racheté 30% de REpower, une entreprise allemande de construction d'éoliennes. 31% de la capacité cumulative installée dans le monde se trouvent en Allemagne, l'Espagne n'est pas loin derrière, 15% aux États-Unis et la France n'apparaît même pas parmi les 10 premiers. Si on tient compte des nouvelles capacités installées en 2005, la France est 9^{ème} avec pas loin de 400 mégawatts installés, soit 3% de la nouvelle capacité installée dans le monde. C'est plutôt encourageant, mais on a encore changé la loi en 2005 avec les zones de développement éolien, dont la création est décidée par les préfets selon un ensemble de paramètres à respecter. Actuellement, je ne crois pas qu'il y ait une seule zone de développement éolien définie en France. L'éolien se heurte à fréquemment à une opposition locale parce qu'on l'accuse d'abîmer les paysages.

Olivier Coussi : On trouve le même problème d'acceptation politique de cette énergie renouvelable que ce qu'on a pu voir avec le nucléaire. Lors des réunions locales sur les projets de parc éolien, la population se mobilise féroce contre.

TR : Oui. C'est paradoxal, parce que les plus virulents sont les écologistes

Roland Geoffrois : Il y a une centrale offshore de 100 mégawatts près de Dunkerque qui attend une autorisation depuis longtemps.

TR : En plus, c'est la seule autorisée en France suite à l'appel d'offres de 2003.

Q : Pour en revenir à vos chiffres, l'Espagne est à la pointe et GAMESA est une des entreprises majeures dans le domaine de l'éolien. La puissance éolienne installée en France en 2004 correspond à un mois de production de l'usine GAMESA en Espagne.

TR : Quand on regarde les chiffres de la production française, la croissance a été de 148%, mais nous partons de tellement loin qu'il est facile d'avoir de tels taux. Pour l'éolien, on est actuellement dans un contexte énergétique mondial favorable. L'éolien est considéré comme un moyen industriel de production d'électricité. La France a le 2^{ème} potentiel éolien européen, mais il est complètement sous-exploité notamment parce qu'EDF n'en voulait pas et affirmait que l'éolien endommagerait ses réseaux. Maintenant, EDF a assoupli sa position, mais si elle l'avait fait plus tôt, la France serait plus avancée dans ce domaine.

En ce qui concerne le solaire photovoltaïque, il a quatre applications différentes : une consommation directe par des petits systèmes qui prennent de l'énergie, des productions d'électricité hors réseau pour une consommation industrielle locale, une consommation locale résidentielle hors réseau, et une production raccordée au réseau. Seulement une partie est économiquement viable, le reste dépend de mécanismes de support au marché.

Les modules photovoltaïques sont passés de 11 à 13% de rendement en 1995 à 15% en 2005 et l'objectif est de 20% pour 2010. La durée de vie de ces modules est de 30 ans, avec une faible dégradation et des coûts raisonnables. Quand il est autonome, le système a un coefficient de performance de 40 à 60% et en raccordé, ce coefficient est de 75% environ, puisque le système

fournit de l'énergie en continu. Quand on parle d'énergie photovoltaïque, tout le monde pense aux systèmes complètement autonomes pour des zones peu électrifiées, mais cela ne correspond plus à la réalité. Entre 1990 et 1994, l'Allemagne a lancé un programme consistant à installer 1 000 toits photovoltaïques raccordés au réseau. Le photovoltaïque a connu un tel engouement que 2 500 toits ont finalement été installés. Il s'agit de petits modules complètement intégrés dans le bâti. Sur 1 000 mégawatts installés en Europe fin 2004, il y en avait 20 en France. Les tarifs de rachat étant nettement au-dessus du cours du marché, il y a de nombreuses demandes d'installation de panneaux photovoltaïques.

Roland Geoffrois : Est-ce qu'ils sont subventionnés ?

TR : Oui. Cette subvention figure au bas de votre facture d'électricité, pour le fonds énergies renouvelables. Aujourd'hui, de gros investissements sont faits parce que la technologie solaire photovoltaïque est la seule qui promet une rupture technologique importante qui permettra d'obtenir des rendements de près de 80%. Cela devrait aboutir à terme à une division du prix par 10 et à une multiplication du rendement par 4.

Le solaire thermique a plusieurs usages. Le solaire à concentration vise à fournir de l'électricité. Il se développe beaucoup en Espagne, où il y a un projet de tour de 750 mètres de haut entourée de 350 hectares de capteurs et une production de l'ordre de 40 mégawatts, ce qui permettra d'alimenter 120 000 personnes à Ciudad Real. Ce projet a nécessité 240 millions d'euros d'investissements, mais il a aussi créé 500 emplois directs. Le solaire thermique peut aussi être destiné à chauffer l'eau. Lors d'un voyage récent en Grèce, j'ai été frappé de voir que tous les toits ont un ballon d'eau chaude avec un capteur solaire thermique à côté. Il serait possible de faire la même chose dans le Sud de la France, où il y a un ensoleillement de bonne qualité et où la fabrication et la mise en place de tels systèmes créeraient aussi des emplois. L'autre possibilité d'utilisation du solaire thermique est le chauffage de piscines.

La biomasse est une ressource variable en fonction des conditions atmosphériques. Elle est rare et donc chère, et il faut trouver d'autres voies que les voies alimentaires de production de la biomasse. Mais même dans ce cas, sa capacité est limitée. Il y a trois grands types de traitement de la biomasse : le thermochimique, le biochimique et l'agrochimique. Le thermochimique regroupe la combustion de déchets et de résidus, qui permet de produire de l'électricité, la pyrolyse et la gazéification. Dans la classe biochimique, l'éthanol est le plus connu — il a été très développé au Brésil — mais il y a aussi tout ce qui est utilisation des déchets ménagers et agricoles pour faire de la chaleur et de l'électricité. Ce sont des ressources à utiliser car il est dommage de laisser cette énergie aller dans le vide et produire plus de gaz à effet de serre. Dans la classe agrochimique, on retrouve les biodiesels. C'est ce qui est promu actuellement en France pour remplacer le diesel. En 2005, la production mondiale d'éthanol a été de 37 millions de tonnes, dont 80% sont directement utilisés pour le transport, ce qui est très faible par rapport aux chiffres du pétrole, qui sont de 1,6 gigatonne. Les biodiesels ne représentent que 10% de la production d'éthanol, et 80% de la production de biodiesels sont utilisés en Europe. On est donc très loin de pouvoir les utiliser pour remplacer le pétrole, même s'ils peuvent permettre de petites économies de pétrole en participant au mix énergétique. L'utilisation de la biomasse pour produire de l'électricité concerne principalement le chauffage en Europe. Les objectifs de 2010 sont de doubler la production et l'utilisation en chauffage, de développer l'utilisation pour l'électricité et de produire 19 mégaTEP pour le transport.

La géothermie est relativement faible en Europe. Le potentiel estimé est autour de 50 gigawatts pour 2030. Beaucoup d'utilisations sont possibles dans les pays en voie de développement, mais il y a très peu d'exemples en France. Son fonctionnement peut être simple, avec une source chaude et un système allant chercher la chaleur le plus loin possible et la faisant remonter dans une turbine. À titre de comparaison, le temps d'utilisation moyen du nucléaire est de 65%, celui du charbon est de 75%

et celui de l'énergie géothermique est de 70%. Il y a donc là un potentiel intéressant pour du chauffage individuel et sur de petites productions d'électricité. Une expérience est actuellement menée à Marne-la-Vallée avec un couplage avec des turbines à gaz qui raccordent 2 000 logements. Une des applications les plus connues de la géothermie est la pompe à chaleur, qu'on a longtemps décriée mais qui est capable de fournir directement de la chaleur pour des logements. C'est faisable facilement, localement et à un coût acceptable sans avoir à tirer des réseaux électriques ou de chaleur.

Le dernier exemple d'énergie renouvelable est celui des technologies marines. Le barrage de la Rance est l'expérience la plus connue en France. Il a été construit en 1966 et produit 600 gigawatts/heure par an, mais il a un impact environnemental fort sur l'estuaire de la Rance et a fortement modifié l'écosystème. Des technologies qui utilisent les marées sont en cours de développement avec quelques expériences en Écosse. Une autre technologie marine est l'utilisation de l'énergie des vagues, qui est maintenant opérationnelle. Sur cette base, le gouvernement portugais a décidé de faire une ferme de 500 mégawatts au large du Portugal. Mais cette technologie nécessite une surface de mer importante, et est mal acceptée par les pêcheurs.

Je n'ai pas parlé de l'éolien offshore parce qu'en France, une seule ferme a été acceptée lors de l'appel d'offres de 2003 et que sa construction est bloquée pour des problèmes environnementaux. De manière générale, tous les projets en Europe ont deux ans de retard à cause de problèmes d'acceptation mais aussi parce que l'éolien terrestre est tellement rentable que les industriels sont peu intéressés par l'éolien offshore.

Enfin, les hydroliennes utilisent l'énergie des courants. On constate que certains industriels militent dans des associations anti-éolien offshore pour qu'on favorise le développement des hydroliennes, ce qui est regrettable puisqu'on pourrait envisager des systèmes combinant éolien offshore et hydroliennes.

La structure de la production d'électricité en France en 2004 se répartit ainsi : 80% de nucléaire, 9 à 10% d'énergies fossiles, 11% d'hydroélectricité, le reste en énergies renouvelables. La structure de la production d'électricité d'origine renouvelable est à 93% hydraulique. La France est historiquement avancée dans ce domaine, ce qui explique qu'elle tienne à peu près ses engagements en matière de pourcentage d'énergies renouvelables dans la production d'électricité. Mais la production hydroélectrique a fortement baissé entre 2003 et 2005, ce qui s'explique par le fait que les réserves étaient plus faibles et qu'on voulait stocker un peu. C'est une ressource qui n'est pas aussi stable qu'on veut bien le penser.

Toutes ces productions d'énergies renouvelables sont des industries qui peuvent et qui vont créer des emplois. Si la France décide de ne pas s'engager dans cette voie, c'est un choix politique qui aura des conséquences. D'ici 2010, on prévoit qu'un million d'emplois pourraient être créés en Europe dans ces domaines, tous emplois confondus (industrie manufacturière, exploitation, maintenance et services), et que 2 millions d'emplois pourraient être créés d'ici 2020.

Q : Quelle est la source de ces chiffres ?

Thierry Ranchin : C'est un tableau cumulé d'EUREC, l'association européenne des laboratoires de recherche sur les énergies renouvelables.

Olivier Coussi : Ces créations d'emplois sont un miroir aux alouettes qu'on agite souvent. Dans notre agence de développement, nous avons fait un travail sur la prospection d'entreprises à capitaux étrangers dans le domaine des énergies renouvelables, parce que nous pensons effectivement qu'il y a là un gisement d'emplois. Mais il n'y a pas tant de projets et d'emplois que cela. Ces chiffres de

créations d'emplois sont-ils en flux nets ou bruts ? S'il y a des emplois détruits par le changement de sources de production d'énergie, ce n'est pas si intéressant.

TR : Je ne pense pas que des emplois seront détruits ailleurs. Ces chiffres représentent des emplois à créer pour développer les énergies renouvelables.

Roland Geoffrois : On peut aussi aligner un autre type d'argument. Bien sûr que le fait de fabriquer des éoliennes crée des emplois, mais c'est aussi vrai pour une centrale nucléaire. Il faudrait comparer combien d'emplois sont créés par les deux et les comparer sur le plan de la puissance installée et des terawatts/heure produits. Les tenants des énergies renouvelables oublient souvent de dire que la plupart des tableaux sont basés sur des capacités installées. Après, quand on considère l'énergie injectée dans un réseau en bout d'année, les éoliennes donnent 2 000 heures par an et une centrale nucléaire de base produit plus de 7 000 heures par an. Il faut comparer des choses comparables. Si tous les Français allument leur télé à 20 heures pour regarder le journal télévisé un jour sans vent, que fait-on ?

TR : Le message que j'essaie de faire passer est qu'il n'y a pas une seule solution, mais un bouquet énergétique à construire, et que les énergies renouvelables doivent avoir leur part dans ce bouquet, parce qu'elles ont des avantages et des potentiels que les autres énergies n'ont pas.

Pierre Veltz : Ces chiffres de créations d'emplois ne sont pas crédibles. Ils sont plus élevés que ceux de l'industrie automobile, ce qui n'est pas possible.

Yvon Emile : Dans le Massif central, la forêt produit chaque année 12 millions de m³. En 2000, on a donc décidé de lancer un grand programme d'utilisation de l'énergie bois parce qu'on n'utilisait que 2 millions de m³ sur ces 12 millions. Les arguments qui ont encouragé les politiques à prendre cette décision étaient qu'il y aurait un nombre donné d'emplois créés par m³ exploité de cette façon. Aujourd'hui, on exploite 4 millions de m³, mais aucun emploi n'a été créé par ce programme. J'étais entièrement d'accord avec presque toute votre intervention, mais je pense que ces chiffres de créations d'emplois sont malhonnêtes.

TR : Ils reposent sur une estimation et je pense que beaucoup de chiffres présentés aujourd'hui peuvent être qualifiés de malhonnêtes. J'essaie simplement de vous montrer qu'alors que les énergies renouvelables ont toujours été présentées avec des arguments purement écologistes qu'on ne prenait pas vraiment au sérieux, nous sommes maintenant devant une problématique différente : l'énergie et l'utilisation d'énergie ont évolué, et ces énergies renouvelables constituent un petit plus en termes de possibilités énergétiques. Ces chiffres de créations d'emplois sont peut-être très optimistes, mais il n'en reste pas moins que l'installation, l'utilisation et la maintenance de ces productions d'énergie renouvelables créeront des emplois. Nous ne sommes pas dans une situation de plein emploi où nous pouvons négliger ce potentiel.

Mari-Noëlle Jego-Laveissière : Je pense que les gisements d'emploi se trouvent plus dans la proximité de la micro-production que dans le fait de créer une usine. Ce n'est pas l'usine qui fait la différence, mais le fait que, la production étant locale, on ne peut pas délocaliser ces emplois.

TR : C'est une première partie de la réponse. En termes de développement industriel et technologique, décider de ne pas se lancer dans la production d'électricité éolienne parce qu'il n'y a pas de constructeur de grandes éoliennes en France est une erreur. Il y a en France des capacités de recherche et des développements technologiques sur l'éolien qui ne sont pas exploités à leur juste mesure. L'ONERA, en France, travaille sur le développement de nouvelles tailles d'éoliennes qui seront exploitées par les Norvégiens ou les Allemands. Certes, ce n'est pas de l'emploi industriel local, mais c'est de l'emploi qui va renforcer la technologie à terme.

Q : Dans ma région, je suis en charge de développer des productions industrielles dans le domaine des énergies renouvelables, notamment l'hydrogène et l'éolien. J'ai travaillé sur un certain nombre de projets d'implantations d'usines en provenance de Norvège, d'Allemagne ou d'Espagne sur ce bassin d'emploi. Aujourd'hui, le ticket d'entrée pour s'installer en France ou, pour une entreprise française, à créer une activité, est trop cher. Le problème est assez simple : en France, nous n'avons la capacité de créer un marché national d'éoliennes suffisant pour justifier la création d'une filière rentable, car nous n'avons pas la topographie de l'Espagne, de la Californie ou de l'Allemagne. On ne pourra pas implanter de façon massive des éoliennes en France. Quand on regarde la carte des vents, on voit que la France n'a pas le potentiel d'implantation pour un développement majeur. Si on le fait, il y aura un mitage du territoire, avec 4 éoliennes, 15 km de pavillons, puis encore quelques éoliennes... Je suis un ardent défenseur de ces filières et mon travail est de les implanter, mais il faut savoir en reconnaître les limites, y compris dans le volet création d'emplois.

TR : Le mitage est dû à la loi, qui a longtemps déterminé un taux de 12 mégawatts. Les zones de développement éolien devraient permettre de rationaliser les implantations et l'éolien a un potentiel intéressant. Toutefois, la dispersion a un avantage car elle peut compenser le caractère intermittent de l'énergie produite par le vent. Je suis d'accord avec vous sur le fait qu'on a raté le train en ce qui concerne l'aspect industriel de créations d'usines et d'implantations d'éoliennes, Mais ce serait une erreur que de dire qu'il est trop tard et qu'il faut renoncer à l'éolien. Actuellement, le plus grand projet européen de recherche sur la prédiction de production d'énergie éolienne est mené par des Français. Nous sommes en train de le vendre aux Australiens, aux Canadiens et à différents pays européens. Il y a là un potentiel, des emplois et des rentrées d'argent pour le pays.

Mari-Noëlle Jego-Laveissière : J'ai une question pour Roland Geoffrois. Pendant la discussion, je vous ai vu secouer la tête à chaque fois qu'on parlait d'une nouvelle énergie. Je comprends bien qu'on n'est pas dans les mêmes volumes de production. Mais on nous a expliqué que les problèmes de changement climatique sont graves, qu'il y aura un pic pétrolier : il faut bien faire quelque chose. On peut bien dire que ces énergies renouvelables ne produisent pas assez, mais on ne va pas attendre que tout aille encore plus mal pour chercher des solutions.

Roland Geoffrois : Vous avez dit vous-même que les ordres de grandeur ne sont pas les mêmes. Ce qu'il faut voir, ce sont les volumes d'énergie que l'on peut délivrer de manière économiquement réaliste dans un avenir pas trop lointain. On raisonne trop souvent en capacité installée et pas en kilowatt/heure fourni. Si on fait un bilan énergétique du photovoltaïque, il faut tenir compte du fait que la fabrication des cellules photovoltaïques consomme beaucoup d'énergie. C'est comme l'idée de faire rouler les voitures avec de l'hydrogène. L'hydrogène n'existe pas dans la nature, c'est un vecteur énergétique et pas une source d'énergie. Pour fabriquer de l'hydrogène aujourd'hui, on utilise du gaz naturel. J'appelle cela faire du Shadok. Il faut tenir compte des problèmes de rendement et des problèmes économiques (puisque une bonne partie de ces énergies renouvelables sont subventionnées), et de l'énergie fossile nécessaire pour produire ces sources d'énergie renouvelables. Bien sûr que tout le monde est pour les énergies renouvelables. Il faut bien qu'il y en ait dans le bouquet énergétique, mais il ne faut pas laisser croire que cela va résoudre les problèmes de la planète à l'horizon 2050.

TR : Ce n'était pas le sens de mon discours. Je dis simplement que nous faisons face à une série de problèmes et qu'une partie de la réponse repose sur les énergies renouvelables.

Roland Geoffrois : ce qui serait intéressant serait de mettre un chiffre sur cette partie de réponse. Vous seriez plus crédible ainsi.

Dominique Dron : Mais il y a des chiffres. Total a présenté des projections en termes de production d'électricité pour 2050.

Olivier Coussi : Avec l'arrivée de la Chine et de l'Inde comme puissances économiques, si nous ne développons pas les énergies renouvelables, le scénario catastrophe se produira bien avant 2050.

Mari-Noëlle Jego-Laveissière : Personne ne dit que les énergies renouvelables constituent toute la solution. Mais elles sont une des voies.

Roland Geoffrois : Oui, mais il serait plus intéressant de chiffrer de manière rationnelle et crédible la quantité et la proportion que l'on peut attendre de ces sources d'énergie au niveau mondial à l'horizon 2050. Ces chiffres sont notamment nécessaires pour orienter les choix, savoir quelle proportion d'éolien, quelle proportion d'hydraulique ou de solaire on devrait développer.

Mari-Noëlle Jego-Laveissière : Les réserves de pétrole baissent. Il faut bien trouver des alternatives.

Roland Geoffrois : C'est pourquoi je pense qu'il est incontournable de faire beaucoup de nucléaire au niveau mondial. Il sera impossible de boucler les bilans mondiaux en 2050 sans le nucléaire.

TR : Je n'ai pas dit qu'il ne faudrait pas faire de nucléaire. J'ai simplement voulu montrer les différentes possibilités. Il y a des projections chiffrées sur la proportion d'énergies renouvelables sur l'ensemble de l'énergie produite dans les prochaines années.

Q : Je voudrais revenir sur le retard de l'énergie éolienne. Je pense qu'il est largement lié au scepticisme qu'ont rencontré toutes les énergies renouvelables dans le passé. Il appartient maintenant à la France de tirer de ce retard un avantage en termes de discernement quant aux implantations. Les ZDE prennent du temps, mais elles permettront d'adapter les implantations à la spécificité du territoire français, en respectant son patrimoine naturel et la diversité de ses paysages.

TR : Tout à fait. Faut-il encore que les préfets aient la volonté de développer ces ZDE, ce qui peut être délicat à gérer localement.

Q : Ce ne sont pas les préfets qui prennent l'initiative, mais les collectivités. Les préfets sont ensuite tenus de rendre leur avis dans un délai très court. À partir du moment où les ZDE font l'objet d'une concertation locale, c'est vraiment une situation où les usagers participent à la décision en termes de poids énergétique.

TR : c'est un processus un peu long qu'il faudrait accélérer.

Q : Le retard de la France en matière d'éolien est marginal. Il permettra de faire des implantations de manière plus ordonnée et d'accroître l'acceptabilité par le public. Nous avons, certes, pris du retard par rapport à l'Allemagne et à l'Espagne, mais nous n'avons pas à avoir mauvaise conscience dans la mesure où notre énergie hydraulique est importante.

Henri de Navacelle : Pourquoi nous fatigue-t-on avec l'éolien alors que la capacité de production est relativement faible ? Si en 2040, il y a 10% d'éolien sur 73% d'énergies renouvelables, c'est minime. L'enjeu n'est pas l'éolien. Si l'enjeu est la biomasse, allons sur la biomasse.

TR : L'enjeu est d'avoir un bouquet diversifié, le plus complet possible. Si on parle beaucoup d'éolien, c'est parce que c'est le sujet qui déchaîne le plus les passions aujourd'hui.

Q : Y a-t-il un bilan énergétique sérieux et un calcul du coût environnemental des biocarburants ?

Dominique Dron : Cela dépend de ce dont on parle. Je n'aime pas parler de biocarburant parce que c'est un peu un fatras : je préfère parler de phytocarburant pour le carburant à base végétale,

d'agricarburant pour l'agriculture, ou de sylvicarburant. Pour les agricarburants, les plantations se divisent en pérenne (palmiers à huile...) et herbacé (colza, blé...). Tout dépend de l'endroit et de la manière dont l'exploitation est faite. Les plantations tropicales ont des rendements importants à l'hectare, mais des modes de plantation et de culture tels qu'entre la déforestation, l'érosion, les incendies et la perte de carbone des sols, par exemple en Malaisie, on en arrive à se demander s'il n'aurait pas été préférable d'en rester à l'essence dans les voitures. Pour les agricarburants dans les pays occidentaux à latitude tempérée, on n'a pas fini d'évaluer les impacts. Mais les calculs montrent que les gains d'énergie produite par rapport à l'énergie consommée ne sont pas énormes. En ce qui concerne le potentiel, je pense que d'ici une quinzaine d'années, les agricarburants de 1^{ère} génération seront obsolètes, parce que le ligno-cellulosique aura démarré avec des procédés nouveaux et des rendements à l'hectare bien plus élevé. Comme on va manquer de surface avec l'augmentation de la population mondiale, tout ce qui va permettre d'améliorer l'efficacité énergétique à l'hectare sera précieux. Les agricarburants actuels ne sont pas une mauvaise chose pour se faire la main, mais l'efficacité énergétique du système est largement optimisable. Le meilleur investissement qu'on puisse faire à ce sujet est sur les pratiques de culture. Les performances qu'on demande aujourd'hui au blé pour l'agroalimentaire ne sont pas nécessaires quand il s'agit de faire de l'énergie. Pour gagner en matière de révolution doublement verte, il faudra tester d'autres variétés et les mélanger, ce qu'on peut faire plus facilement en agricarburant qu'en blé planifiable. En tout état de cause, en se basant sur les estimations de Michel Griffon, si on compte ce qu'il faudra pour nourrir la population mondiale, même si les rendements alimentaires augmentent, ce sera bien si on arrive à produire 1,5 gigaTEP d'agricarburant dans le monde en 2050.