

## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

### **INTRODUCTION : Où comment courir après des mirages...**

Les objectifs fixés par la Loi de transition énergétique sont triples :

- réduire notre consommation d' énergie (en général, et pas uniquement l' électricité)
- réduire nos émissions de gaz à effet de serre (qui ne proviennent que très peu de la production électrique)
- concevoir une production énergétique susceptible d' améliorer notre compétitivité.

Certains à l' ADEME ont voulu faire pression pour obtenir une loi de transition énergétique plus favorable à l'éolien et au photovoltaïque en publiant un rapport fixant un objectif de 100 % d'électricité renouvelable en 2050. A l' aide de démonstrations diverses, tantôt très techniques, tantôt plutôt économiques, au long de 120 pages assez indigestes comme beaucoup de travaux d' experts, ce rapport tente de convaincre à ses thèses.

S'appuyant soit disant sur un "comité scientifique constitué d' experts nationaux et internationaux du domaine de l' énergie, à la fois industriels et académiques", le rapport est en fait un travail de commande écrit par un bureau d'étude privé.

### **I . Le projet et ses implications pour 2050**

#### **100% d' énergies renouvelables, plus du tout de nucléaire ni de thermique à feu.**

La production électrique est assurée par 63 % d' éolien, 17 % de PV, 13 % d' hydraulique, et enfin 7 % de thermique renouvelable, méthanisation, géothermique, etc. Cette répartition ferait passer la puissance installée à 232 GW au total, c' est à dire une augmentation de plus de 50 % par rapport à la puissance installée actuelle, car il faut tenir compte de l' intermittence de l' éolien et du PV, mais même ainsi, cette surpuissance d' équipement sera loin de tout résoudre, et il demeure beaucoup de "si"... (voir p. 44 et 46 du rapport).

Une France transformée en champ de ventilateurs géants : en effet, passer de 9,5 GW de puissance éolienne actuelle à 110 GW de puissance dans le projet ADEME, cela implique une multiplication par 12 de la puissance éolienne, 50000 machines, d' un gigantisme accru, avec des machines qui atteindront 200 mètres de hauteur et plus ! Et je ne parle pas de l' éolien offshore, annoncé à hauteur de 5000 éoliennes ! On peut donc bien parler d' une France totalement défigurée, tant dans ses espaces ruraux que sur ses côtes, car il ne restera plus un espace "potentiellement possible" qui ne soit équipé.

Pour le PV, ce n' est guère mieux, il faudra multiplier par 15 la surface de panneaux solaires dans le pays, spécialement concentrés dans les régions du Sud, dont la nôtre (Drôme et Ardèche surtout); il s' agit là aussi d' en mettre à peu près partout, dans les champs et sur les toitures, mais il paraît qu' il restera encore assez de terres cultivables (sans doute au prix d' un accroissement de la productivité, ce qui n' est pas très écolo., mais là dessus, le rapport est muet !) Je me permets de faire rappel, à propos des panneaux solaires, que l' on ne maîtrise toujours pas leur recyclage, et qu' aucune étude vraiment sérieuse ne porte sur leur durabilité dans le temps, ni sur la décroissance progressive de leur production, paramètres pas du tout pris en compte par l' ADEME !

#### **Réduction de la consommation et fin des exportations d' électricité :**

La cohésion du projet ADEME repose sur une réduction de la consommation électrique de

## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

14 %, alors que la population aura dans le même temps augmenté de 15 % (72 millions d' hab.). Comme par ailleurs le taux de croissance économique retenu est de 1,8 % par an, ce qui est sur le long terme une croissance assez soutenue, et d' autre part un équipement du parc automobile à hauteur de 10,7 millions de véhicules électriques, les chiffres ne paraissent guère cohérents : jamais une telle évolution divergente n' a eu lieu dans le monde ! Mais bien sûr qu' il est nécessaire de faire de gros efforts d' économie d' énergie dans tous les domaines, en particulier le bâtiment, l' efficacité industrielle, celle des produits "blancs"... On peut le croire, sauf que là, le rapport reste à peu près muet sur les pistes et moyens.

La France, dans le projet ADEME, cesserait d' être exportatrice nette d' électricité, ce qui ne signifie pas que des flux avec nos voisins cesseront, au contraire : mais ils sont destinés à être presque totalement équilibrés. Cela pose néanmoins une série de questions qui restent sans réponses, faute pour l'ADEME de prendre en compte les politiques électriques des autres pays. Par exemple nos flux avec l' Allemagne : actuellement, ce pays équilibre pour une bonne part son rapport offre/demande grâce aux exportations françaises, qu' en sera-t-il dans le futur ? Inversement, la France en 2050 devra compter pour équilibrer son rapport offre/demande lorsqu' il y a de longues périodes sans vent sur des possibilités d' exportations allemandes vers nous : s' il n' y a pas d' offre en Allemagne non plus, on est dans l' impasse...

### **2. Consommation d'espace, acceptabilité sociale les grands oubliés du rapport .**

Le rapport parle de 17.000 km<sup>2</sup> nécessaire pour implanter les 50.000 éoliennes nécessaires. Mais ce chiffrage ne tient compte que des contraintes techniques d'espacement entre les éoliennes liées aux turbulences aériennes.

Il faudrait y ajouter les contraintes de relief (pas d' éoliennes dans les fonds de vallée faute de vent, sur les pentes faute de pouvoir y arrimer les socles), de zones habitées, de routes ... Il manque une étude sérieuse mais on peut estimer que c' est plus de 10 % du territoire français et des millions d'habitants qui se trouveront à moins d' un kilomètre d' une éolienne.

Afin d' augmenter le rendement des éoliennes, le rapport se basent dans la plupart des régions sur des éoliennes 'sur-toilées' avec des hauteurs de 200 mètres et des pales de 60 mètres et plus, donc un impact maximum sur l' environnement, les riverains et les paysages.

Le refus de beaucoup de riverains de voir leurs conditions de vie et parfois leur santé ainsi détériorées n' est jamais évoqué.

### **3. Le stockage, "talon d' Achille" du scenario 100 % enr...**

Le projet de l' ADEME d' une production électrique basée à 80 % sur les EnR intermittentes, donc aléatoires par rapport aux besoins, suppose d' énormes capacités de stockage, car il faudra pouvoir absorber les surplus de production lorsque le vent souffle et que le soleil permet une production PV ; inversement, il faudra puiser dans les stockages lorsque la demande électrique sera plus forte que la production, et que les aléatoires ne produiront pas assez. Cette question du stockage est abordée aux pages 32 et 33 du rapport, et apparaît sur les nombreux graphiques illustrant le dossier, dans la mise en relation offre/demande, à différentes pages.

Dans les détails, l' ADEME distingue plusieurs types de stockage :

- le stockage de court terme, c' est à dire d' une durée de moins de 6 heures de décharge, pour lesquels il est question de batteries lithium, ou du système ACAES (utilisation de structures

## Analyse critique du rapport Ademe 2050

souterraines avec air comprimé, que l' on stocke puis que l' on récupère pour produire de l'électricité...).

- le stockage infra hebdomadaires, dont le rôle pourrait être confié au système STEP (stations de transfert d' énergie par pompage).

- le stockage inter saisonnier, c à d de longue durée, par exemple entre été (trop d' énergie produite, en particulier grâce au PV) et hiver, où la consommation est forte à cause du chauffage. Ce type de stockage reposerait sur le principe de la méthanation (ne pas confondre avec la méthanisation...), c' est à dire la production puis la consommation d' un gaz de synthèse, peut être de l' hydrogène, mais l' étude ne le précise pas !

### Les "impasses" scientifiques et économiques sur les techniques de stockage :

Dans la réalité, il y a déjà plus d' un siècle que des scientifiques s' échinent à mettre au point des procédés qui permettraient de stocker des quantités industrielles d' électricité, sans jamais y parvenir, sauf à très petite échelle : l' ADEME fait donc un pari abracadabrantesque à considérer que cela pourrait être résolu avant 2050, alors que très peu de recherches sont effectuées et financées dans ces domaines.

La seule technique actuellement crédible et qui fonctionne est celle des STEP, dont nous disposons déjà, par exemple au barrage de Grandmaison (Isère). Mais au total, notre capacité STEP est de 4 GW, et ne pourra pas aller au delà de 6 ou 7 GW au mieux. Son rendement est acceptable, entre 0,7 et 0,8 ce qui signifie que pour 1000 KWh injectés, on ne récupère que 700 à 800 Kwh.

Le stockage de type air comprimé existe de manière expérimentale (aux EU et en Allemagne) mais il suppose des structures souterraines pour stocker l' air comprimé, comme on stocke par exemple des millions de m<sup>3</sup> de méthane (ex. stockage d' Etrez dans l' Ain). Ces structures n' existent pas partout, il faut de très gros travaux, et le rendement est ici très faible, moins de 0,5... L' ADEME n' a pas tenu compte de ces réalités dans son rapport.

Le stockage par batteries au Lithium est encore plus aléatoire : certes le rapport souligne l' amélioration des performances de ces batteries, mais il ne tient absolument pas compte de leur coût, qui ne pourra qu' exploser, surtout que dans le même temps on en aura besoin pour les batteries des 10,7 millions de voitures électriques prévues en France , et pour les aimants des éoliennes elles mêmes ! Or la production de lithium est conditionnée par les ressources existantes sur la planète, à moins qu' on aille les chercher sur Mars ! De toutes manières leur rendement est très faible, 0,3 à peu près...

Il reste le stockage par méthanation, c' est à dire production de gaz de synthèse, puis consommation de ce gaz pour refaire de l' électricité : là on nage en pleine science fiction ! Le rapport ne précise pas de quel gaz il pourrait s' agir (à mon sens, je ne vois que l' hydrogène, produit par électrolyse...) et encore moins le coût et le rendement d' un tel processus. Ensuite, ce gaz il faudra bien aussi le stocker, et on ne pose pas non plus d' hypothèse à ce sujet.

Cela pose bien plus de questions que de vraies solutions, et ne résout pas non plus l' équation économique, l' ADEME disant travailler aux coûts de 2013, et sans doute faire l' impasse sur les coûts lorsqu' elle n' a pas de références ; ainsi c' est tellement plus simple.

### 4. De "l' effacement diffus" a l' effacement contraint...

Le modèle 100 % EnR de l' ADEME suppose que lorsque la production intermittente est

## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

insuffisante pour répondre à la demande des consommateurs, on puisse couper l'alimentation à une partie de ces derniers par des moyens pilotables à distance, qui sont les fameux "smart grids" testés par EDF sur des installations expérimentales, mais qui ont aussi été diffusés chez certains clients volontaires, équipés du fameux compteur intelligent "Linky", et acceptant la pose d'un boîtier de pilotage de l'effacement du type de ceux de la société VOLTALIS. Soit dit en passant, la généralisation du compteur Linky par les distributeurs a un coût évalué de source officielle (ERDF) à 4,5 milliards d'euros... Or, si le projet ADEME connaissait un semblant de réalisation, le compteur Linky serait dépassé, et devrait être remplacé par un compteur "encore plus intelligent" !

### **Les hypothèses d'effacement prévues par l'ADEME :**

Elles sont présentées page 20 du rapport, et établies sur des bases pour le moins stupéfiantes :

C'est évidemment le chauffage électrique qui est le premier visé, car il est le plus gros consommateur électrique en puissance instantanée, un peu plus de 35 % des foyers étant concernés. Mais là où les hypothèses de l'ADEME sont paradoxales, c'est qu'elles sont établies sur un pourcentage d'environ 60 % de foyers chauffés à l'électricité, soit 22 millions de foyers sur 36 ! Cela voudrait dire que les français auraient été poussés à choisir ce mode de chauffage, ce qui est incompatible avec les hypothèses de baisse globale de la conso. électrique ! L'ADEME considère que 75 % de la puissance électrique chauffage est effaçable, c'est-à-dire 26 TWh/an avec une pointe de puissance de 14 GW. Cela suppose évidemment que les locaux concernés ne disposent plus de la maîtrise de leur chauffage, ou qu'ils doivent s'équiper de modèles "à accumulation", à moins qu'ils ne préfèrent opter pour un mode de chauffage d'appoint (CO2 en plus) !

Le pilotage portera ensuite sur les soi-disant 10,7 millions de véhicules électriques ou hybrides rechargeables dont devraient être équipés les français : la consommation annuelle prévisible dans le postulat ADEME est de 16 TWh/an pour une puissance de pointe de 7 GW : les possesseurs de ces véhicules ne pourront donc pas les recharger en fonction de leurs besoins, mais selon les oukases des gestionnaires du réseau !

Ensuite, l'eau chaude sanitaire fournie par les cumulus électriques : pour une consommation annuelle totale de 7 TWh, avec une pointe de puissance de 4 GW, elle sera là aussi pilotée à distance, ce qui signifie que si vous avez eu une consommation exceptionnelle, vous n'aurez pas forcément la possibilité d'avoir un surplus d'eau chaude ; à noter que là encore, l'hypothèse ADEME est établie sur une forte croissance des foyers équipés en eau chaude "électrique"... Enfin, les usages "blancs", car on ne les a pas oubliés (lave linge, lave vaisselle, sèche linge...) : ils sont considérés comme pilotables pour moitié, avec une consommation de 8 TWh/an pour une puissance de pointe d'environ 700 MW. Vous ne pourrez donc plus faire votre lessive ou votre vaisselle à votre guise, mais au gré des "pilotes" du réseau.

### **Les coûts "estimés" de l'effacement :**

La principale dépense sera l'équipement des consommateurs en nouveaux compteurs intelligents, puisque le Linky n'est plus suffisant ; mais ce que l'ADEME ne dit pas, c'est qu'il faudra aussi modifier les installations de nombreux particuliers pour en hiérarchiser les circuits, ce qui sera bien évidemment à leur charge. L'ADEME suppose aussi que "les normes internationales des équipements électriques imposeront cette capacité de pilotage", phrase lourde de sous-entendus, sans que l'on sache s'il s'agit des installations du bâtiment, ou des équipements intérieurs... Bien sûr qu'en outre il y aura un renforcement des centres de contrôle et de pilotage à distance, avec d'énormes moyens informatiques, etc.

## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

Pour les coûts à proprement parler, l'ADEME fait une évaluation à 5,4 milliards d'euros, qu'elle annualise sur 20 ans, pour rendre "la pilule moins amère" sans doute. Pour 36 millions de foyers, cela fera tout de même une charge de 150 euros/an, en plus des consommations, répartie entre l'investissement supplémentaire et le coût de gestion (100 plus 50). Il faudra y ajouter 50 euros pour les ménages équipés d'un véhicule électrique. (voir page 24 du rapport).

L'effacement tel qu'il est présenté dans le projet de l'ADEME est donc bien un effacement contraint et imposé à tous, consentants ou pas : le contrôle continu qu'il révèle, sur nos moindres habitudes de consommation électrique, c'est "big brother" appliqué à ce domaine, et ce n'est pas acceptable ; on peut aussi à bien des égards, douter de son efficacité réelle, et aussi du chiffrage des coûts annoncés, car les hypothèses de travail ne sont pas cohérentes par rapport à d'autres parties du rapport !!!

### **5. Nécessité d'un renforcement considérable des réseaux.**

Entre réseaux d'interconnexions européens, réseaux inter-régionaux et réseaux infra-régionaux, des milliers de kilomètres de lignes HT et THT viendront défigurer un peu plus nos espaces. Cela découle très directement et aussi indirectement du développement des EnR intermittentes ;

- un parc éolien ou une installation PV produit de manière géographiquement très dispersée des quantités finalement infimes d'électricité par rapport aux centrales thermiques, nucléaires ou non (il n'en existe que moins de 40 sur le territoire : 19 centrales nucléaires, une c. nucléaire pouvant compter plusieurs réacteurs, jusqu'à 6 pour la plus importante, et les autres centrales, à charbon ou gaz, n'étant plus très nombreuses, une vingtaine au total) : il faut donc raccorder les multiples parcs éoliens et PV au reste du réseau, éventuellement élever la tension du courant par des transformateurs, ce qui, au passage, entraîne une perte d'énergie par effet Joule, puis une perte en ligne qui sera fonction du voltage et de la distance...

- il faut aussi transporter cette énergie au delà des frontières, pour exporter nos surplus lorsqu'il y a du vent et du soleil, et transporter de l'électricité importée lorsque nous ne produisons pas assez : cela se fait déjà, mais ces "interconnexions" devront être considérablement renforcées si on suivait le plan de l'ADEME.

- le stockage/déstockage d'une part significative de l'électricité produite ou consommée, selon les périodes, nécessitera des réseaux supplémentaires, selon la localisation des sites de stockage, et celle des principaux points de consommation.

### **Combien de milliers de kilomètres de lignes supplémentaires ?**

Le sujet était sans doute trop sensible pour que l'ADEME fournisse brutalement des chiffres, d'où le fait qu'elle n'en donne aucun, en terme de longueur, mais présente seulement des cartes comparatives et seulement en ce qui concerne les réseaux inter-régionaux, avec le pourcentage d'une croissance de 36 % de la capacité d'échange, sous forme de lignes THT, c à d de 200 à 400 000 volts. Il est vain de chercher un autre chiffrage, hormis de coût financier. Pour les interconnexions européennes, l'ADEME avoue simplement ne pas avoir disposé de paramètres suffisants pour les évoquer, et pour la HT infra-régionale, elle ne donne pas non plus de kilométrage, et ajoute même que les réseaux de distribution actuels devraient suffire à quelques adaptations et modernisations près (pages 68 et 69 du rapport).

## Analyse critique du rapport Ademe 2050

C'est ainsi beaucoup plus simple, mais il est vrai aussi que le rapport DERDEVET remis au Président HOLLANDE fin février, avait traité de ces questions en profondeur, mais pour la seule période 2015-2030, et à l'échelle de l'Europe (Monsieur DERDEVET est Secrétaire GI d'ERDF). Ce rapport parlait tout de même d'un doublement des capacités d'interconnexion en Europe, avec la nécessité de construire 50 000 km de lignes HT et THT, dont une part en France, puisque nous sommes en position centrale géographiquement. Et inversement le rapport DERDEVET ne parle guère des lignes inter ou infra-régionales, sauf pour souligner leur nécessité (page 46 de son rapport).

Les silences de l'ADEME proviennent sans doute de la complexité du problème à traiter : on avoue page 38 39 qu'il a fallu prendre en compte pas moins de 14 millions de variables, et 19 millions de contraintes ! Le résultat ne peut donc être qu'à la mesure de ces réalités mathématiques, aléatoire. Cependant, l'ADEME et DERDEVET posent tous deux une bonne question : qu'en sera-t-il de l'acceptabilité sociale d'une telle multiplication des lignes, pylônes et transformateurs électriques ?

### Combien tout cela va-t-il coûter ?

Sur ces aspects financiers, l'ADEME fournit quelques hypothèses chiffrées, qu'il est difficile de confronter avec celles du rapport DERDEVET, qui ne porte ni sur les mêmes infrastructures, ni sur la même période.

Pour le réseau interrégional, l'ADEME avance un chiffrage de 33 000 euros/MW/an, ce qui donnerait un investissement en lignes THT de 2,2 milliards d'euros par an, soit 55 milliards sur la totalité des 25 ans. Mais le calcul est effectué sur une base de coûts au prix de 2013, et on ne sait pas à quel taux d'intérêt on se finance...

Il faut ajouter à cela 11,1 milliards d'euros pour l'infra-régional, constitué de lignes HT (63 à 90 000 v) et de lignes MT et BT pour la distribution (?). Sur 25 ans cela ferait 277 milliards d'euros!

Il reste à évoquer les interconnexions européennes, que seul le rapport DERDEVET chiffre, globalement à 215 milliards d'euros pour 2025, cette fois-ci (15 à 20 % pour la part de la France ?).

Enfin, désaccord sur la question de l'acceptabilité : cet aspect pourrait être résolu par des réseaux enterrés, aussi bien pour l'ADEME que pour DERDEVET ; mais pas aux mêmes coûts, car pour l'ADEME, c'est seulement trois fois plus cher que l'aérien, pour DERDEVET, c'est au moins sept fois plus cher !

Au total, tous ces milliards ajoutés donnent le tournis, tout cela à cause des EnR intermittentes, et il n'est même pas assuré que ces chiffrages soient exacts !!!

Une chose seule est certaine, c'est bien nous qui paierons...

### 6. Les calculs de coûts discutables de l'ademe...

Pour cette partie à propos de laquelle je ne disposais pas de tous les éléments de calcul, je me suis pour partie appuyé sur les démonstrations effectuées par "Sauvons le Climat", qui a repris les démonstrations et les chiffres de l'ADEME pour les invalider (travail effectué par MM. Bernard

## Analyse critique du rapport Ademe 2050

TAMAIN et Hervé NIFENECKER).

### **Premier pari discutable, une minimisation des coûts de productions renouvelables, éolienne et PV :**

Nous nous attarderons peu sur le PV, pour lequel l'ADEME table sur une réduction de coût d'environ 60 % d'ici à 2050 : cette réduction ne peut être validée que par une rapide décroissance des prix des cellules PV, mais elle a pour une grande partie eu lieu depuis 20 ans, sous le double effet des progrès technologiques, et surtout grâce à l'irruption de la Chine sur ce marché. Ces évolutions appartenant déjà largement au passé, et les coûts de main d'œuvre en Chine augmentant fortement, les chiffres de l'ADEME sont à revoir très largement : pour SLC, la baisse à attendre ne sera que de 40 à 45 % !

Pour l'éolien onshore, l'ADEME parle d'un coût qui passerait de 82 euros/MWh en 2010 à 65 euros/MWh en 2050 : curieusement, le chiffre de départ est celui du prix garanti par décision publique... Cela ne donne pas d'indication sur le coût de production effectif, que l'on a tout intérêt à ne pas divulguer... De toutes manières, l'hypothèse d'évolution de l'ADEME ne tient guère compte des marchés : par exemple, durant les 10 dernières années, les prix des matières premières, cuivre, béton, etc..., ont augmenté de 10 % à peu près. Pour les lanthanides, on sait que la Chine contrôle plus de 85 % du marché, et que la croissance exponentielle de la demande (batteries diverses, moteurs des véhicules électriques, etc...) ne peuvent avoir pour effet qu'une forte hausse des cours. Par ailleurs, en termes de rentabilité des parcs éoliens, les meilleurs sites en vitesse des vents sont équipés ou en projets ; les futurs sites seront donc moins productifs potentiellement, et les éoliennes, même de nouvelle génération, n'auront certainement pas une durée de fonctionnement à pleine puissance de 30 % sur laquelle repose l'hypothèse de l'ADEME (page 29 du rapport). SLC penche donc plutôt pour un maintien des coûts actuels... En effet, le calcul de l'ADEME est basé sur une nouvelle génération d'éoliennes, qui démarreraient avec des vents de vitesse plus faible ; mais elles devront aussi être arrêtées plus tôt, lorsque la vitesse du vent augmentera, de sorte que ce que l'on gagne d'un côté, on le perd d'un autre. Et il faut aussi tenir compte du fait que la généralisation de l'éolien entraînera fatalement l'utilisation de sites moins ventés, donc moins rentables, nouvelles éoliennes ou pas...

Pour l'éolien offshore(en mer), l'ADEME part des résultats des appels d'offre présents qui sont à plus de 220 euros/MWh, montant élevé qui s'explique par les coûts des fondations sous-marines ou structures flottantes, et la rudesse des conditions des interventions de maintenance. Or l'ADEME pense crédible de ramener ce coût à 80 euros/MWh, c'est à dire 64 % de moins, en 2050 ! Une telle réduction paraît tout à fait improbable pour SLC qui table plutôt sur 150 euros/MWh. Enfin, là aussi l'ADEME surestime le niveau d'efficacité de l'éolien offshore en le fixant à 50 %, SLC tablant sur 30 % avec pour base le parc éolien d'EON en Écosse, très favorable au niveau des vents.

### **La question fondamentale des coûts du stockage, et de leurs faibles rendements :**

Le stockage de court terme (cf. 3) : il fait appel soit à des batteries (géantes) soit au système de cycles de compression/ décompression de l'air : ces s. sont adaptés à la production PV, l'ADEME table sur un déstockage de 22 TWh/an (donc au moins le double pour la production à stocker) et pour un coût de 58 euros/MWh. Les calculs de SLC démontrent ici une sous estimation criante, elle même parvenant à une fourchette entre 167 et 246 euros/MWh !

Pour le stockage journalier assuré par les STEP, le désaccord porte moins sur les coûts présentés par l'ADEME qui sont validés à 46 euros/MWh, que sur la puissance installée annoncée

## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

par l' ADEME, à 7 GW ; pour SLC, ce n' est guère crédible, la puissance des STEP étant actuellement de 4,2 GW, et ne pouvant guère être augmentée faute de sites possibles...

En ce qui concerne le stockage inter-saisonnier, il reposerait, selon SLC, sur une première transformation de l' énergie électrique en hydrogène par électrolyse, puis en méthane par la réaction dite de "Sabatier", et sur une deuxième transformation par combustion du méthane qui produit de l' électricité (donc émission de GES, comme dans tout thermique à flamme !). Outre le fait que l' on ne sait pas faire tout cela industriellement aujourd' hui, l' ADEME fixe néanmoins un coût à 138 euros/MWh pour ce type de stockage, et avance un rendement de 33 % pour le processus complet. On ne récupère donc qu' un seul MWh pour 3 MWh injectés... A un prix de départ de 65 euros/MWh, cela donne donc un coût réel de 268 euros/MWh ( $138 + 65 \times 2$ ), et en validant les chiffres ADEME ! Si on table sur un rendement plus réaliste de 20 %, on aboutit alors à un coût de 528 euros/MWh !

### **L' indépendance énergétique mise à mal :**

La France est actuellement la première exportatrice d' électricité au niveau européen, et les autres pays comptent largement sur notre production pour équilibrer leur rapport offre/demande, en particulier l' Allemagne.

Dans le scénario 100 % EnR de l' ADEME, la puissance de stockage de référence atteint 36 GW ; la puissance des productions intermittentes annoncée est de 170 GW. Le seul stockage électrique ne suffit donc pas à assurer l' équilibre entre demande et offre. Il faut y ajouter des flux d' une puissance de 10 GW d' import-export, absolument indispensables pour atteindre cet équilibre, selon les heures, les jours ou les saisons. Or ces importations feront massivement appel à des centrales à combustibles fossiles (donc émission de GES), selon les pays fournisseurs, la plupart n' envisageant pas la fermeture de ces centrales : c' est donc très hypocrite de ne pas en tenir compte ouvertement, et c' est déplacer le problème des GES au lieu de le résoudre...

Mais notons aussi l' importance de ces importations sur une année : il est question de 56 TWh, soit 13 % de la consommation totale du pays. Notre indépendance énergétique est donc mise à mal. Mais l' ADEME compense ces importations par des exportations d' électricité "renouvelable" équivalentes, en supposant un bilan commercial nul (montant des exportations équilibrant le mt. des importations). Là où "le bât blesse", c' est que c' est impossible : les exportations seront faites à des heures de forte production intermittente, qu' auront aussi, au même moment, tous les pays mitoyens, affectés à priori par des conditions météo semblables ; inversement, les importations auront lieu à des moments de forte demande européenne, par ex. des nuits d' hiver très froides avec un puissant anticyclone. Or, on sait que les prix sur le marché EPEX-Spot sont fonction du rapport offre/demande, donc la France paiera un coût maximal pour ses importations, et vendra à un niveau très bas voire même négatif...

Il faut en profiter pour se pencher sur l' hypothèse d' une vague de froid historique, que l' ADEME évoque page 78 : à noter toutefois que l' on se garde de définir exactement la dite "vague de froid", avec des températures de référence, une durée, et une extension géographique au sens européen... L' ADEME établit 7 scénarii différents, pour démontrer qu' entre déstockage, pilotage de la demande et importations, il n' y a pas de problème... sauf pour le 7ème scénario qui fait apparaître un risque avoué de défaillance ! (donc en clair, un "black-out")

### **Des pics de production difficiles, voire impossibles à écouler :**



## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

Lorsque les conditions de production de l'éolien et du PV sont très favorables, la surcapacité de production installée peut conduire à une puissance de production de 125 GW pour les deux EnR principales ; si la demande est très nettement inférieure, par exemple, pour reprendre les chiffres de l'hypothèse ADEME présentée page 63, de 70 GW de demande non pilotée, cela laisse une puissance disponible de 59 GW, qu'il faut écouler...

Cela peut se faire pour partie grâce au stockage, qui, selon l'ADEME, pourraient écouler à peu près 37 GW, mais encore faut-il qu'ils en aient la capacité, ce qui est douteux s'ils ont été fortement sollicités sur une assez longue période ; il reste encore 22 GW de trop, on pourrait espérer en exporter une partie, si nos voisins en ont besoin, ce qui est douteux, car leur propre production risque d'être excédentaire au même moment, et on est de toutes manières limité par la capacité des interconnexions...

Il reste donc une surproduction résiduelle d'au moins 12 à 20 GW, que l'ADEME propose d'écouler vers la demande pilotable, mais on se demande laquelle si l'on est été et en pleine journée, sinon, dernière hypothèse, mais elle n'est pas évoquée, c'est bien entendu de suspendre partiellement la production éolienne, ce qui supposerait des contrats d'achats modifiés par rapport à la situation actuelle, et en conséquence une baisse du taux de charge moyen des parcs éoliens...

Mais il n'y a pas d'autre choix possible pour éviter le black-out, puisqu'on ne dispose plus de moyens de production pilotables, à l'exception d'un peu d'hydraulique de haute et moyenne chute.

### **L'optimisme déraisonnable de l'ADEME :**

Si l'on récapitule, compte tenu des quantités d'électricité stockées, l'ADEME aboutit à un coût annuel du stockage de l'ordre de 5,5 milliards d'euros ; les calculs de SLC le situent plutôt entre 11,5 et 20,3 milliards.

Hors stockage, l'ADEME estime à 26 milliards le coût total de la production, que SLC corrige à 33 milliards d'euros. En ajoutant le coût du stockage, l'ADEME atteint donc 31,5 milliards, et SLC une fourchette entre 44,5 et 53,5 milliards d'euros...

Ramené à une production de 482 TWh, le coût moyen est de 54 euros/MWh pour l'ADEME, et 68 euros/MWh pour SLC, hors stockage. Si l'on ajoute les coûts de stockage, l'ADEME table sur 65 euros/MWh, et SLC présente une fourchette de 93 à 111 euros/MWh, ce qui correspond pour l'évaluation ADEME à une sous-estimation de 43 à 71 % du coût de production électrique ! Et il faut ajouter que ces chiffres n'intègrent ni les coûts de transport de l'électricité, ni les incidences de coûts des "délestages pilotés" !

### **Le nucléaire en toile de fond :**

Les responsables de l'ADEME sont si peu sûrs de leurs démonstrations, qu'ils ont préféré présenter, à côté de l'hypothèse 100 % renouvelable, trois autres cas de figure :

95% EnR, donc reste 5 % conventionnel,

80% EnR, donc 20 % conventionnel,

40% EnR, donc 60 % conventionnel, 50 % nucléaire et 10 % thermique à flamme.

C'est surtout cette dernière hypothèse qui mérite la confrontation avec le 100 % EnR, car elle correspond aux objectifs gouvernementaux pour 2030, voire au-delà...

Ce scénario est soigneusement analysé par les "experts" de l'ADEME, car ils veulent en tirer la

## Analyse critique du rapport Ademe 2050

démonstration que la sortie du nucléaire et des énergies fossiles est possible, et à coût compétitif.

Cependant, on a vu que le scénario 100 % EnR sous estimait largement les coûts, selon les recalculs de SLC. Pour le scénario 40 % EnR, il n'y a plus besoin de stockage inter-saisonnier, et le stockage de courte durée peut être limité à une puissance de 2,2 GW, largement couverte par les STEP. Mais l'ADEME prend un coût du nucléaire à 80 euros/MWh, alors que le coût retenu par la Cour des Comptes est de 60 euros/MWh. Même en étant conscient des déboires de l'EPR, le chiffre annoncé par l'ADEME paraît excessif, et aboutit pour ce scénario à un coût global du MWh de 71 euros, SLC aboutissant pour sa part à 64 euros.

Mais que l'on retienne pour ce scénario le chiffre ADEME ou sa correction SLC, on est en tous cas très en-dessous de la fourchette 93/111 euros/MWh du 100 % EnR !!!

### 7. L'ADEME perd de vue la réduction des ges, du co2...

Certes, le rapport de l'ADEME n'a pas pour but de traiter de la question globalement, mais on pouvait tout de même s'attendre à lire un paragraphe montrant l'impact du 100 % EnR sur les GES et le CO<sub>2</sub>, même limité à la seule question de la production électrique : MAIS NON, RIEN, PAS L'OMBRE D'UNE LIGNE SUR LE SUJET...

Ces calculs de l'empreinte carbone de chaque mode de production électrique font ressortir, quel que soit le spécialiste qui les a effectués, une hiérarchisation des modes de production électrique ; je me suis basé sur deux spécialistes qui aboutissent à des chiffres convergents, comme tous leurs collègues : ceux de l'"Institut Paul SCHERRER" de Zurich, et ceux de J. RUSTE, Docteur Ingénieur en Physique des Solides (INSA).

On distinguera donc trois niveaux d'empreinte carbone:

- Production électrique à faible empreinte : l'hydraulique, champion toutes catégories, avec une empreinte de 4 à 18 grammes de CO<sub>2</sub>/KWh produit ; puis le nucléaire, selon le type d'industrialisation de l'enrichissement de l'Uranium, de 8 à 59 grammes de CO<sub>2</sub>/KWh.

- Production électrique à empreinte moyenne : l'éolien, de 11 à 75 grammes de CO<sub>2</sub>/KWh, selon le pays de fabrication des éoliennes, voire le pays de fonctionnement pour leur futur démontage ; la biomasse, de 8 à 116 grammes de CO<sub>2</sub>/KWh, et enfin le solaire, de 30 à 280 grammes de CO<sub>2</sub>/KWh, selon le pays de fabrication des cellules PV.

- Production à forte empreinte carbone : le gaz naturel, de 480 à 700 grammes CO<sub>2</sub>/KWh, selon le modèle de centrale, et le charbon, de 860 à 1300 grammes de CO<sub>2</sub>/KWh, ce qui varie en fonction du type de centrale et selon la qualité du combustible.

Ces chiffres sont corrélés avec ceux donnés par EDF, qui sont "dans" les fourchettes... On voit donc bien que lorsqu'on travaille sur des bases sérieuses, l'éolien et le PV, ce n'est pas l'absence d'émission de CO<sub>2</sub> !

Le "mix-énergétique" électrique actuel de la France est peu producteur de CO<sub>2</sub>. Si l'on applique, pour les différents modes de production électrique les chiffres moyens des fourchettes données plus haut, et que l'on rapporte ces moyennes aux pourcentages respectifs de chaque mode de production dans le mix actuel, soit 75 % de nucléaire, 12 % d'hydraulique, 10 % de thermique à feu, et 3 % de renouvelable éolien et PV, on aboutit à une émission moyenne de 112

## **Analyse critique du rapport Ademe 2050**

grammes de CO2/KWh, ce qui est assez proche du chiffre retenu par EDF, qui est de 80 grammes...

Ces chiffres sont très inférieurs à ceux donnés pour la production électrique d'autres pays européens, comme l'Allemagne ou le Danemark, qui à côté de leurs éoliennes et PV, ont conservé beaucoup de thermique à combustibles fossiles, et c'est encore plus net à l'échelle mondiale, où l'on atteint des valeurs de 900 grammes CO2/KWh, grâce à des pays comme la Chine ou l'Inde, voire même les Etats-Unis.

Notre empreinte-carbone pour la production électrique est donc l'une des plus faibles du monde, avec des pays produisant surtout grâce à l'hydroélectrique (Canada, Suède, Norvège). Quelle serait la réduction de CO2 obtenue par le mix-énergétique électrique 100 % EnR de l'ADEME, et comparons avec la situation actuelle : selon les chiffres communiqués par "Carbone 4", cabinet spécialisé dans la stratégie de décarbonation en France, la production d'électricité entraîne actuellement l'émission de 45 millions de tonnes de CO2 chaque année, ce qui ne représente pourtant que 11,5 % du total de nos émissions de CO2 fossile, toutes sources confondues. Demain, avec le mix 100 % EnR de l'ADEME, nous passerions d'une émission de 112 grammes de CO2/KWh à 59 grammes de CO2/KWh, soit une réduction de 47 % à peu près. On passerait ainsi, en tenant compte d'une réduction de 10 % de la production électrique, à 21,5 millions de tonnes de CO2, mais cela ne représente que 5 % de réduction de nos émissions totales, si l'on n'agit pas dans d'autres domaines...

### **L' ADEME se trompe de stratégie :**

Si l'on veut réellement réduire les GES et le CO2, il faut s'attaquer à d'autres sources émettrices, en commençant par les plus importantes, qui sont les industries les plus polluantes, comme les cimenteries, ou encore les ind. pétrochimiques; il faut poursuivre les efforts dans le domaine des transports en général, particulièrement l'aéronautique, forte pourvoyeuse de CO2.

Mais avant tout, il faut intensifier les efforts d'économies d'énergie, et pas seulement d'électricité, par toutes les techniques qui sont à notre disposition, comme l'isolation des locaux, les pompes à chaleur, l'éclairage à basse consommation, etc... On peut également reprendre les expérimentations sur les "puits-carbone", trop peu envisagés. Et il ne faut pas oublier que la France seule ne peut presque rien, il faut traiter la question au niveau européen et mondial...

### **CONCLUSION : L' ADEME en dehors de son rôle ?**

Par la publication de son étude, l'ADEME a eu pour objectif principal, pour ne pas dire unique, de faire une démonstration favorable à la sortie du nucléaire. Ce rapport est fortement influencé par le "Fraunhofer Institut", porte drapeau du "tournant énergétique allemand", à l'heure même où ces derniers se rendent compte de l'impasse où cela les conduit, et par "Greenpeace", ardente militante du "zéro nucléaire".

Mais ce n'est pas là l'objectif qui était fixé à l'ADEME par son autorité de tutelle, le Ministère de l'Environnement, à savoir :

- Réduction générale de notre consommation d'énergie, non limitée à la seule consommation électrique, et les moyens pour y parvenir,
- Réduction de nos émissions de GES/CO2, lesquelles ne proviennent pas essentiellement de la

## Analyse critique du rapport Ademe 2050

production électrique,

- Concevoir une politique énergétique capable d'améliorer notre compétitivité, celle de nos entreprises, c'est à dire fournir une énergie la moins chère possible, en garantissant au maximum notre indépendance nationale dans ce domaine...

Ces objectifs sont ceux du "Grenelle de l'Environnement" et ils sous-tendent aussi l'actuelle "Loi de Transition Énergétique" .

### **Il faut prendre conscience de la réalité future vers laquelle nous emmènerait le scénario du "tout renouvelable" de l'ADEME :**

- Un territoire et des côtes défigurés par la multiplication des champs d'éoliennes géantes et de panneaux PV sur des dizaines de milliers de km<sup>2</sup> ( au moins 10 % du territoire à moins de 1.000 mètres d'une éolienne) , et de lignes et pylônes HT et THT sur des milliers de kms...,

- Un "effacement contraint" qui exercerait une véritable police de la consommation électrique, avec ses "compteurs intelligents" et autres boîtiers de contrôle, autant d'intrusions inacceptables dans notre quotidien,

- Un renchérissement d'au moins 30 % des coûts de production électrique, ailleurs calculés sans y intégrer les amortissements des lignes de transport supplémentaires, ni les amortissements des coûts des stockages, évoqués, mais très largement minimisés...,

- Un pari aléatoire sur la question du stockage, élément indispensable pour envisager une forte production intermittente, donc aléatoire : cela signifie que la mise en œuvre du plan de l'ADEME risquerait fortement de nous conduire à une rupture d'approvisionnement de la fourniture électrique, donc un "black-out", qui aurait des conséquences plus graves que les pires attentats terroristes, et à une échelle européenne à cause de l'interconnexion des réseaux. Nous étions le maillon "fort" de l'équilibre électrique européen, la mise en œuvre du "100 % EnR" ferait de nous le maillon "faible"...

A côté de cela, l'ADEME reste totalement muette, dans son rapport, sur la question essentielle de la réduction des GES/CO<sub>2</sub>, parce que le sujet, s'il avait été honnêtement abordé, aurait révélé la faiblesse du potentiel de réduction par rapport à la production électrique.