

LTECV : quelle stratégie pour 2035

Les faiblesses des scénarios présentés cet automne par l'ADEME, RTE et le SER : pourquoi 50% de production nucléaire ??? Quand l'idéologie l'emporte sur le pragmatisme.

Jean-Pierre Pervès

Résumé

De nombreux scénarios révisés viennent d'être présentés, dans la perspective d'une mise à jour des objectifs de loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) et de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE). Nous n'examinerons dans cette note que les scénarios (parmi 3 ADEME¹, 5 RTE et 1 SER)², qui sont présentés comme compatibles avec les nouvelles orientations du ministre : priorité à la lutte contre le changement climatique et 50% d'électricité nucléaire vers 2030/2035. Nous nous limiterons à l'examen des objectifs 2035, ceux concernant 2050 étant encore plus incertains et dépendant d'évolutions techniques non démontrées.

Il est nécessaire au préalable de constater que les scénarios, qui veulent respecter à la fois la baisse des émissions de GES³ et la baisse du nucléaire à 50% de la production d'électricité, essaient de concilier deux exigences contradictoires. Il est affligeant que l'ADEME et RTE ne remettent pas en cause cette hypothèse de réduction du nucléaire, non justifiée, et qui ne peut que dégrader la qualité de notre mix électrique. Ces scénarios ne peuvent parvenir à leurs objectifs (théoriquement !) qu'au prix de contorsions non réalistes :

- *brider ou réduire la consommation d'électricité, malgré des transferts d'usages aussi essentiels qu'en faveur de la mobilité électrique ou de la substitution au chauffage fuel et gaz ;*
- *sous-estimer le risque résultant de la simultanéité d'épisodes climatiques semblables dans les pays voisins, avec des risques de fragilisation de l'équilibre des réseaux français et européens ;*
- *accepter une dépendance à des échanges irréalistes avec nos voisins, sans concertations : il est naïf de compter sur les interconnexions pour réparer nos faiblesses ;*
- *prendre en compte des évaluations optimistes des rendements associés aux technologies mises en exergue, par exemple pour l'éolien et les méthodes de stockage ;*
- *minimiser l'impact des surcoûts des réseaux RTE et ENEDIS dus aux fortes puissances installées en énergies renouvelables aléatoires.*

Il n'y a pas de miracle : les scénarios présentés font appel à des surcapacités considérables, jusqu'à + 50 % de la capacité actuelle, même en bridant fortement la consommation d'électricité.

Celui des trois scénarios présentés par l'ADEME⁴, révèle clairement les fragilités des options retenues. Il faut faire appel à une utilisation maximale, excessive, des quatre leviers que sont la réduction de la

¹ Les trois scénarios de l'ADEME sont examinés dans le détail à l'horizon 2050 dans l'étude : « Energie-Climat selon l'ADEME » de Claude Acket, <https://www.sauvonsleclimat.org/fr/>

² ADEME : L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ; RTE : Réseau de transport de l'électricité ; SER : Syndicat des énergies renouvelables

³ GES : Gaz à Effet de Serre. Ce sont principalement le CO₂ (73%), le CH₄ (13 %) et le NO₂ (9 %)

⁴ Scénario 2050 – 50 % d'électricité nucléaire. Les deux autres scénarios visent à une baisse beaucoup plus rapide du nucléaire avec un objectif de sortie du nucléaire dans les années 2050.

http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_visions2035-2050-rapport.pdf

consommation d'énergie finale (à un niveau inatteignable techniquement et économiquement), un appel accéléré aux énergies renouvelables thermiques d'une part et électrogènes d'autre part, et un recours à des importations d'électricité. Le scénario « Volt » de RTE, donne une vision assez différente du mix électrique, consommatrice d'investissements et très dépendante de nos échanges inter frontaliers, ce qui montre qu'un travail d'unification avec l'ADEME n'a pas été entrepris. Le scénario du Syndicat des énergies renouvelables (SER) se révèle simplement voracement commercial.

La présentation de ces scénarios n'est pas accompagnée d'une évaluation de leurs coûts pour la collectivité. Un calcul simple permet d'estimer le surcoût annuel du seul secteur électrique par rapport à un scénario préservant le rôle du nucléaire. Il s'établit à environ 3 milliards par an pour scénario 50 % de l'ADEME (scénario très couteux dans les autres secteurs, dont l'efficacité énergétique), et à environ 5 à 7 milliards par an pour celui de RTE. La croissance des énergies renouvelables électrogènes pose en effet toujours les mêmes difficultés : ce sont des capacités qui s'ajoutent pour l'essentiel aux capacités actuelles, en raison de l'intermittence et de la très faible probabilité de voir émerger dans les 15 prochaines années un stockage de masse d'électricité pour la compenser. ***Ce surinvestissement, largement importé et sans impact sur les émissions de CO2, est sans intérêt quand on considère nos engagements vis-à-vis du risque climatique.*** Et il amplifiera la croissance, déjà évidente, du prix de l'électricité.

L'ADEME et RTE⁵, se sont pliés à cet objectif de 50% de nucléaire sans état d'âme alors qu'il pèsera fortement sur les autres secteurs énergétiques qui auront à porter tout le poids de la politique climatique. Il est en contradiction avec l'objectif prioritaire qui devrait être de remplacer les technologies faisant appel aux combustibles fossiles par des énergies non carbonées. Il est également en contradiction avec la volonté affichée par le gouvernement de préserver notre compétitivité et de « remettre la France sur le chemin de la croissance et de l'emploi en priorisant une renaissance industrielle ».

La France va se trouver dans l'impossibilité de respecter ses engagements de réduction des GES, car :

- Elle a adhéré à la stratégie européenne, portée par l'Allemagne (elle-même incapable de tenir ses engagements), qui impose des objectifs techniques (taux d'ENR, réduction des consommations) contradictoires avec un objectif climatique au meilleur coût ;
- Elle a accepté passivement un pourcentage de réduction de ses émissions de GES de 2005 à 2030 équivalent à celui de ses voisins⁶ alors que ses émissions per capita sont déjà nettement inférieures grâce à son électricité déjà décarbonée ;
- Elle ne bénéficiera pas d'une possibilité de réduction à coût supportable de ses émissions en basculant vers le gaz, comme le feront les pays qui utilisent massivement charbon et lignite ;
- Tout reposera donc sur la décarbonation des transports et sur une modération énergétique inatteignable avec un patrimoine ancien : le coût en sera insupportable pour les familles.

Une politique plus réaliste devrait prendre en compte un recours plus dynamique à notre électricité décarbonée (avec son hydroélectricité et un nucléaire puissant), pilotable, sans pollution atmosphérique, au service de tous les secteurs d'activité. Ce n'est pas ce que proposent ces scénarios (ni la LTECV et la PPE) !

⁵ L'ADEME est sous le commandement direct de Monsieur Hulot, qui milite depuis longtemps pour une sortie du nucléaire, et RTE est dirigé par Monsieur Brottes qui, en 2011, avait accepté lors d'une négociation électorale avec les Verts une réduction à 50 % de la contribution du nucléaire à la production d'électricité.

⁶ Il s'agit d'une réduction de 37% en 2030 par rapport à 2005 des émissions hors EU ETS (European Union Emissions Trading System). Le chiffre pour l'Allemagne est de 39%.

1. Quels scénarios pour 2035 ?

Nicolas Hulot vient d'acter l'impossibilité de respecter tous les objectifs de la Loi pour la Transition Ecologique et la Croissance Verte (LTECV) en constatant qu'une réduction de 75 à 50% d'ici 2025 de la contribution du parc nucléaire à la production d'électricité n'était pas soutenable⁷ et qu'elle aurait pour conséquence une augmentation des émissions de GES. Il a indiqué que cet objectif, qu'il veut cependant maintenir, ne pourrait être atteint avant 2030/2035. Un autre point a été souligné par le ministre, aussi important : il n'était pas acceptable qu'un objectif de la loi puisse conduire à une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES).

Dans le même temps, des propositions multiples de scénarios ont été présentées simultanément par l'ADEME (3 scénarios pour 2035 et 2050)⁸, le Réseau de Transport d'électricité (RTE, 5 scénarios de 2018 à 2035)⁹ et le Syndicat des industriels des énergies renouvelables (SER 2030)¹⁰.

Face à cette accumulation, il est préférable de se limiter, si on veut examiner le réalisme de ces scénarios :

- A l'horizon 2035 compte tenu des incertitudes cumulées des scénarios de la période 2017/2035 et de celles résultant des évolutions technologiques à plus long terme¹¹,
- Et aux scénarios qui se rapprochent des deux évolutions actées par le ministre avec en priorité la limitation des rejets de CO₂.

On en vient à ne retenir que 2 scénarios, celui de l'ADEME qui prévoit 50% de nucléaire en 2035¹², ce que ne font pas les deux autres scénarios, et le scénario « Volt » de RTE. Les propositions du SER, orientées vers un développement massif des énergies renouvelables électrogènes, et plus de nature commerciale que technique, ne seront présentées qu'à titre indicatif.

La principale difficulté rencontrée dans cette comparaison tient aux caractéristiques de la LTECV qui accumule des objectifs, tous contraignants, même s'ils sont contradictoires quand on se réfère à leurs conséquences sur les rejets de CO₂, ainsi que vis-à-vis du coût pour les consommateurs et de la précarité énergétique.

2. La LTECV et l'énergie

En terme quantitatif, les principaux objectifs fixés par la loi sont des objectifs généraux :

⁷ Voir en plus des études de SLC : <https://www.sauvonsleclimat.org/fr/base-documentaire> celles de :

- Académie de technologie : http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/lpdv_190417.pdf ,

- Institut Montaigne,

http://www.institutmontaigne.org/ressources/pdfs/publications/note_energie_priorite_au_climat.pdf

- IFRAP : http://www.ifrap.org/sites/default/files/publications/fichiers/sc172_dossier_global_0.pdf

- France Stratégie :

http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/transition_energetique_allemande_la_fin_des_ambitions_etienne_beeker_note_n59_aout_2017_0.pdf

⁸ http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_visions2035-50_010305.pdf

⁹ http://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2017_synthese_17.pdf

¹⁰ Enerpresse novembre 2017 : Le SER dévoile ses propositions de trajectoire PPE à l'horizon 2030

¹¹ L'ADEME indique que pour respecter l'objectif global de réduction des émissions de GES en 2015 il faudra « explorer de nouveaux leviers en étudiant des scénarios où se développeront des modes de production, de consommation et d'organisation de l'espace, plus en rupture avec ceux actuels : des scénarios de ruptures technologiques (stockage et séquestration du carbone, forte pénétration des équipements à hydrogène, mutation numérique des transports et des équipements énergétiques, etc.), ou de ruptures socio-économiques (effets de l'évolution des modes de vie sur la consommation et les déplacements).

¹² Il s'agit du scénario baptisé « 2050 – 50 % d'électricité nucléaire » qui en fait respecte le critère 50% aussi bien en 2035 qu'en 2050, mais en accompagnant une réduction soutenue de la consommation globale d'énergie. Les deux autres scénarios, baptisés 80 et 90 % visent à une pénétration de 80 ou 90% des ENR dans le mix énergétique français et à une très probable sortie du nucléaire au-delà.

- Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4)
- Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à la référence 2012

Mais également des objectifs techniques imposant le développement de moyens ou fixant des objectifs de performances :

- Rénover énergétiquement 500 000 logements par an à compter de 2017, dont au moins la moitié est occupée par des ménages aux revenus modestes, visant ainsi une baisse de 15 % de la précarité énergétique d'ici 2020 ;
- Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 ;
- Réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025 (contre 75% en 2015) ;
- Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements à 2050 (*réduction d'un facteur 5 par rapport à la moyenne actuelle*¹³) ;
- Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation de matières premières.

On peut déjà s'interroger sur l'option de réduction de la production nucléaire alors que notre mix électrique est très peu émetteur de GES (11 fois moins que l'Allemagne avec 43 g de CO₂ par kWh en 2015 selon RTE), pour lui substituer la production d'énergies renouvelables essentiellement intermittentes, avec un accroissement certain des émissions de CO₂ pour compenser cette intermittence, et un surinvestissement considérable compte tenu d'une disponibilité aléatoire, en fonction de la météo du jour (en Allemagne, pour un pic de puissance appelée de 80/85 GW leur parc mobilise 93 GW de centrales fossiles et nucléaires et 93 GW d'éolien et solaire).

Un examen du retour d'expérience des dernières années montre par ailleurs toute la difficulté, voire l'impossibilité, d'atteindre cet ensemble d'objectifs de la LTECV.

3. Les performances énergétiques et climatiques actuelles

Pour établir ses comparaisons L'ADEME se réfère à l'année 2010, avec parfois des écarts significatifs avec les chiffres officiels de SOeS¹⁴. Nous choisissons donc d'oublier ses références et d'établir les comparaisons avec la réalité 2015, bien documentée, et les évolutions sur les 10 et 3 dernières années, ces dernières étant les plus significatives car postérieures à la crise économique de 2008.

3.1.1. Performances énergétiques

Entre 2006 à 2015 la consommation finale d'énergie¹⁵ a évolué de de 157,1 à 149,2 Mtep, soit - 0.5 % par an, y compris lors des 3 dernières années¹⁶. Il est important de noter que le secteur électrique, décarboné à 94%, ne représente que 29% de notre énergie finale (60% pour les combustibles fossiles). L'industrie reste le principal contributeur à cette baisse.

¹³ Sur 34 millions de logement la moyenne actuelle est de 240 kWh par m² et par an. La performance BBC est de 50 kWh par m² et par an. Une telle baisse est inatteignable pour un parc antérieur à 1975 pour 53%.

¹⁴ SOeS : Service de l'Observation et des Statistiques du Commissariat général au développement durable (CGDD) <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/accueil.html>

¹⁵ Il s'agit de la consommation d'énergie hors usages non énergétiques, ces derniers ayant évolué de 13,6 à 13Mtep en 10 ans

¹⁶ ADEME, pour évaluer ses scénarios adopte une consommation finale d'énergie en 2010 inférieure de 2 % à la statistique officielle ce qui facilite son exercice !

En effet, si on observe l'évolution des consommations finales par secteurs :

- La consommation d'énergie du secteur résidentiel + tertiaire est fluctuant depuis dix ans, au niveau 66 à 68 Mtep, et baisse légèrement, de 0,4 % par an, depuis 3 ans (67 Mtep en 2015)¹⁷.
- La consommation d'énergie du secteur transports a baissé de 0.36% par an en 10 ans et est en légère augmentation depuis 3 ans, soit +0.6 % par an (49,4 Mtep en 2015).
- La consommation d'énergie du secteur industriel a chuté de 2,2 % par an depuis 10 ans, y compris si on prend en compte le secteur non énergétique, largement suite à la crise économique et la désindustrialisation, et encore de 1,6 % par an depuis 3 ans (23,56 Mtep en 2015).
- La consommation d'énergie du secteur agriculture et pêche a baissé de 3 % par an depuis 10 ans et de 1,3 % par an depuis 3 ans, mais reste très minoritaire, soit 4,45 Mtep en 2015

3.1.2. Performances climatiques

D'après les « Chiffres clés de l'environnement Édition 2016 »¹⁸, sur la période 1990-2015, les émissions de gaz à effet de serre sur le territoire national ont baissé de 16 %, malgré l'augmentation dans le même temps de celles des transports (+ 11 %) et des déchets (+12 %). Ces fortes croissances ont été compensées par la réduction des émissions du secteur de l'industrie manufacturière (-42 %), désindustrialisation oblige, et de celles de l'énergie (- 44 %), , du résidentiel/tertiaire (- 5 %) et du secteur agricole (- 3 %).

Le constat est sévère puisque les progrès résultent essentiellement des performances du secteur électrique, aujourd'hui quasiment acquises, et de la baisse de notre activité économique. Les émissions conjointes des deux secteurs essentiels que sont le transport et le résidentiel/tertiaire, qui représentent les 2/3 des émissions de CO₂, ont été légèrement croissantes ces dernières années, malgré les progrès sur les motorisations et les rénovations thermiques des bâtiments.

4. La vision 2035 de l'ADEME dans son scénario de réduction à 50% de la contribution du nucléaire à la production d'électricité

La documentation disponible sur les scénarios de l'ADEME (Réf. 3) est succincte. De nombreux chiffres essentiels manquent (par exemple les puissances électriques pilotables conservées). Sans données chiffrées certaines valeurs présentées ci-après sont, pour cette raison, évaluées sur les diagrammes présentés. La consommation totale d'énergie s'établirait à 105 Mtep à comparer à la situation en 2015, soit 149 Mtep. La diminution de 29,5 % sur 20 ans, soit en moyenne de 1,35 % par an, est plus rapide d'un facteur 3 par rapport l'évolution globale actuelle mais ne peut être évaluée que dans le cadre d'une analyse secteur par secteur.

4.1. Consommation par le secteur résidentiel et tertiaire

L'ADEME l'évalue à 47.4 Mtep en 2035 soit une baisse de 29,3 % par rapport à 2015 (67 Mtep). La diminution annuelle moyenne devrait être de 1.34 % par an, alors qu'on construit plus qu'on ne détruit et que la population augmente de 11 % sur la période. Il faudrait multiplier l'effort d'un facteur 3,4 par rapport aux années récentes. Est-ce réaliste ? Les statistiques indiquent qu'environ 300.000 logements sont rénovés chaque année (sur 32 millions) mais sans moyens de mesurer l'ampleur et l'efficacité énergétique des travaux réalisés. Le scénario ADEME prévoyant un passage à 500.000 rénovations par an, la performance énergétique des travaux devrait être améliorée d'un facteur 2,4 ce qui impliquerait une professionnalisation très forte des entreprises du secteur, généralement très petites¹⁹. Sur ce

¹⁷ L'ADEME indique une diminution de 1% par an depuis 5 ans, non vérifiée dans les statistiques officielles, et un report des énergies fossiles essentiellement vers le bois.

¹⁸ <https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/datalab-9-cc-de-l-environnement-edition-2016-fevrier2017.pdf>

¹⁹ Sur les 501.000 entreprises du bâtiment 74 % ont moins de 10 salariés et seulement 2% plus de 20 salariés. Il est difficile de bénéficier des compétences requises pour une bonne rénovation thermiques en dessous de 15 à 20 salariés.

thème, l'ADEME s'engage facilement puisque la responsabilité des actions repose sur les citoyens et les entreprises, éventuellement sous la contrainte de nouvelles réglementations. Par ailleurs la réglementation technique s'appliquant au bâtiment, la RT 2012, favorise le chauffage au gaz pour obtenir une réduction du nucléaire, ce qui est contraire à l'objectif climatique de réduction des émissions de CO₂.

4.2. Consommation du secteur des transports

L'ADEME l'évalue à 25.8 Mtep en 2035 soit une baisse de 48 % par rapport à 2015 (49,4). La diminution annuelle moyenne devrait être de 3,3 % par an, alors que la consommation du secteur est encore croissante. Les modifications sociétales étant lentes, sauf sous de fortes contraintes réglementaires, seul le développement de la mobilité électrique et hybride (et dans une faible mesure des biocarburants) sera efficace dans les 15 prochaines années, sous réserve que l'électricité produite en France reste très décarbonée. Dans ce domaine, tout reste à faire avec une transformation radicale de l'industrie automobile. Ce secteur dispose d'un avantage par rapport au bâtiment, une durée de vie des véhicules courte, une quinzaine d'années. L'ADEME confirme qu'il ne faut pas attendre d'ici 2035 un développement significatif des biocarburants (3.8 Mtep) ou des piles à combustibles.

4.3. Consommation du secteur industriel

L'ADEME l'évalue à 29 Mtep en 2035 soit une quasi stabilité par rapport à 2015 (28.4Mtep en 2015 alors que l'ADEME se réfère dans son étude à 2010 avec 31.4 Mtep), après une forte décroissance du secteur. Cette option porte l'espoir d'une renaissance industrielle portée par une meilleure efficacité énergétique. Elle ne fait qu'accentuer la pression qui devra s'exercer sur les secteurs du transport et des bâtiments

4.4. Consommation du secteur agriculture et pêche

L'ADEME l'évalue à 3 Mtep en 2035 soit une baisse de 33 % par rapport à 2015 (4.5). La diminution annuelle moyenne devrait être de 2.2 % par an alors que la consommation du secteur est aujourd'hui stable. D'après l'ADEME, l'essentiel de l'évolution résulterait d'une baisse radicale de l'usage des produits pétroliers, d'un facteur presque 4, remplacés partiellement par le biogaz, les biocarburants et l'électricité.

4.5. Evolution des ressources énergétiques

4.5.1. Les énergies renouvelables thermiques

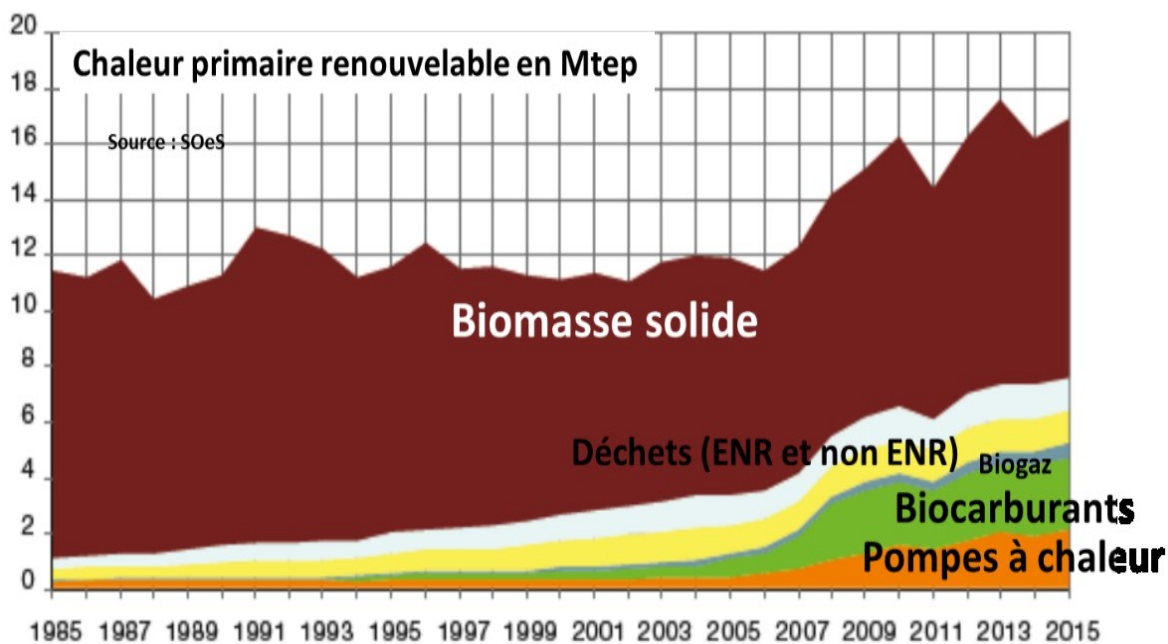
Globalement, l'ensemble des renouvelables thermiques représenterait environ 36 Mtep en 2035, soit 130 % de plus qu'en 2015 (15,7). Elles se répartiraient approximativement comme suit (renseignements très incomplets complétés par d'autres sources) :

	SOeS	ADEME
	2015	2035
Biomasse solide	9,3	14,7
Méthanisation	0,2	5,9
Biocarburants	3	7,1
Pompe à chaleur	2	4,4
Solaire thermique	0,1	1,8
Déchets ENR	0,9	0,9
Géothermie	0,21	1,96
TOTAL	15,71	36,76

Les énergies renouvelables thermiques en Mtep (dont 1 Mtep d'importations de biocarburants)

Il est frappant de constater dans le document ADEME qu'au-delà de 2035 la croissance de ces ENR thermiques est beaucoup plus faible, ce qui montre la limite de la ressource, l'essentiel du développement étant antérieur à 2035. Cette limite, associée à la volonté de l'ADEME d'aller vers une sortie du nucléaire, et en conséquence de limiter l'usage de l'électricité, explique pourquoi le bouclage de ses scénarios repose essentiellement sur une réduction de la consommation dont nous avons déjà constaté les limites.

Leurs objectifs sont cependant très ambitieux avec plus qu'un doublement alors que la production, stable depuis 2010, n'a progressé dans les années 2006/2010 qu'avec les biocarburants de 1^{ère} génération, dont le développement est bloqué car peu performants, et par ailleurs les pompes à chaleur.



Evolution de la production des énergies renouvelables thermiques de 1965 à 2015 (Mtep)

L'essentiel de l'augmentation prévue repose en premier lieu sur la biomasse solide, qui stagne aujourd'hui et dont l'exploitation est freinée par les réglementations, une propriété très morcelée et une gouvernance défaillante. Elle repose ensuite sur des biocarburants de seconde génération, dont la démonstration technologique et économique reste à faire, et un développement massif d'installations de biogaz (400 nouvelles installations par an alors qu'il y en avait en tout environ 500 en 2015 !). Tous les postes sont sollicités simultanément à leur maximum, sans souci des conflits d'usage²⁰. De plus il est frappant de constater dans le document ADEME qu'au-delà de 2035 la croissance de ces ENR thermiques est beaucoup plus faible, ce qui montre la limite de la ressource, l'essentiel du développement étant antérieur à 2035.

4.5.2. Les énergies renouvelables électriques

Le document présente très peu d'informations sur les puissances installées en nucléaire, biomasse et fossiles (on indique l'arrêt du charbon mais sans informations sur les puissances Gaz et fuel conservées). Il n'y a donc pas moyen de donner un avis sur la solidité du réseau. En effet, la réserve de puissance pilotable, compte tenu des effacements et des importations garantis, ne devrait pas être de plus de 10 % inférieure à la puissance appelée maximale, pour tenir compte d'arrêts pour maintenance ou pannes.

L'évolution proposée est la suivante par rapport à la réalité 2015.

²⁰ Par exemple les conflits d'usage entre la biomasse solide énergie, le bois œuvré (construction et mobilier) et le papier.

			AD EME	
	RTE	Réel	50%	Nucléaire
	2015	2015	20	35
SOURCES	TWh	GW	TWh	GW
onshore	21,1	10,3	59,1	25,0
offshore	0,0	0,0	7,8	2,0
solaire	7,4	6,2	30,2	23,0
hydraulique	58,7	25,4	52,6	26,0
ENR thermiques	7,9	1,7	33,1	?
ENR marines	0,0	0,0	0,0	0,0
Total ENRi	95,1	43,6	182,9	?
nucléaire	417	63,1	215	?
gaz	22,1	10,9	21,5	?
charbon/Fuel	12,0	11,7	5,8	0,0
Consommation	476,3		424,7	
TOTAL	546,2	129,3	424,7	?
ENR Intermittentes	28,5	16,5	97,2	50,0
Export. - Import.	61,7		0	

Le mix électrique 2035 selon le scénario 50 % de nucléaires de l'ADEME à l'horizon 2035

On note une réduction de la production très sensible, de 22 %. Aucune information sur le niveau de dépendance aux importations en période de forte consommation et sur les problèmes posés par des puissances intermittentes éventuellement considérables dans les pays voisins. L'ADEME, contrairement à ses scénarios antérieurs, ne s'appuie plus sur des foisonnements favorables avec ses voisins, ce qui est une évolution notable et réaliste. Elle insiste cependant sur l'importance du réseau et des liaisons régionales, et retient un équilibre annuel importations/exportations.

On note aussi l'absence remarquable d'une contribution des énergies marines et une limitation de l'éolien offshore au niveau déjà engagé en 2017.

Le stockage de l'électricité, qu'il s'agisse de STEP ou de « batteries » n'est que modestement développé dans les quinze prochaines années car le nucléaire est présenté comme compensant les variations des productions intermittentes horaires autant que saisonnières : on peut en déduire une réduction faible des capacités nucléaires et une grande confiance dans les effacements, d'autant plus que les centrales à charbon sont arrêtées. Mais l'ADEME refuse de se prononcer clairement sur ce point.

4.6. Evolution des émissions de GES et de CO₂

En 2015, les émissions globales de CO₂ étaient de 295 MteqCO₂ (puis de 297 en 2016) et le scénario ADEME prévoit 172 MtCO₂ en 2035, soit une baisse de 42 %²¹. Cette diminution ne résulte pas du secteur énergie, qui reste stable à 24,2 M tCO₂, mais essentiellement de l'électrification des transports et du poste le plus incertain de son scénario, la réduction de la consommation d'énergie dans le résidentiel et le tertiaire.

4.7. Remarques générales sur le scénario ADEME

Les scénarios ADEME, contraints par leur volonté de réduction soutenue de la part du nucléaire et par la crainte de converger vers des investissements considérables en solaire et éolien, n'a d'autre solution que de réduire drastiquement la consommation d'énergie, quel qu'en soit le coût, celui-ci étant

²¹ Les émissions de GES, 259,4 MteqCO₂ diminuent de 33 % par rapport à 2015

supporté par les familles. Il leur faut en effet converger vers la double contrainte, purement politique, de réduction du nucléaire et développement des ENR pour respecter les engagements climatiques

On peut supposer, à la lecture des trois scénarios de l'ADEME (Réf. 8), que l'agence a été contrainte de présenter un scénario nucléaire plus réaliste, conformément aux indications du gouvernement et contrairement à sa politique passée. Le scénario 50 % analysé propose de plus une stabilité de la part du nucléaire (à 50% de la production d'électricité) entre 2035 et 2050, ce qui induit une baisse d'environ 10% sur la même période des ENR électrogènes intermittentes car la consommation d'énergie continue à diminuer dans le scénario²².

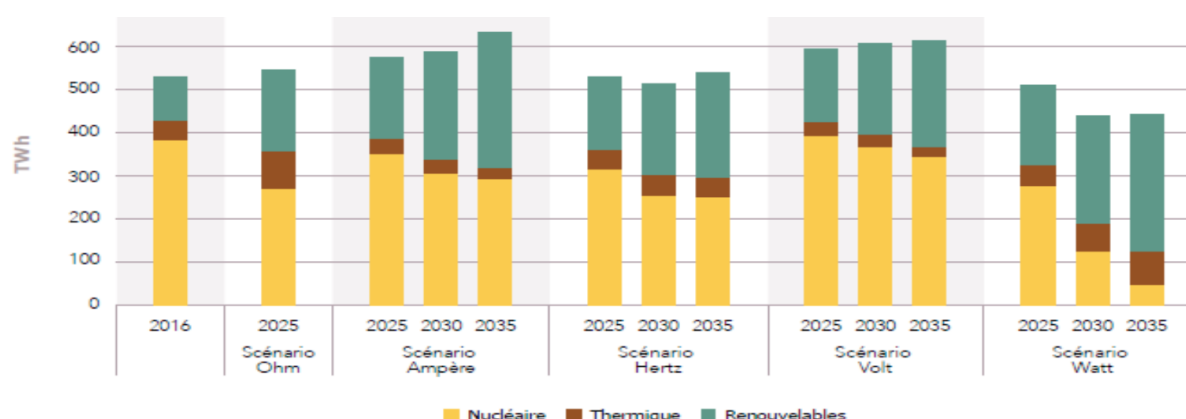
Elle a également fait évoluer ses deux autres scénarios, à 80 et 90 % d'ENR en 2050, pour atténuer (légèrement), les excès de son scénario 100% ENR de 2015, mais en poursuivant une stratégie de suppression du nucléaire dans les années 2050. Remarquable également est le fait que les efforts de sobriété énergétique et de développement des ENR thermiques sont quasiment identiques dans ses trois scénarios, ce qui montre qu'ils sont poussés à leur maximum par la LTECV (objectifs techniques §2).

Quand on compare ces trois scénarios de l'ADEME, on constate des performances GES et CO2 absolument identiques. Ce n'est donc pas sur ce critère que le gouvernement peut choisir entre les 3 scénarios de l'ADEME, mais plus probablement sur leurs performances économiques, d'indépendance énergétique et de maintien de la cohésion sociale, hors considérations idéologiques. Or, le maintien d'un nucléaire plus fort donne un net avantage au scénario 50% proposé par l'ADEME par rapport aux scénarios 80 et 90%, en évitant un surinvestissement massif (et largement importé) en énergies intermittentes. Plus encore le scénario NEGATEP²³ de SLC donne un éclairage clair sur l'avantage qu'aurait une LTECV modifiée donnant priorité à une politique climatique s'appuyant majoritairement sur un développement aux meilleures conditions économiques d'une électricité décarbonée, incluant le nucléaire.

5. Le scénario « Volt » de RTE²⁴

5.1. Le bilan 2035 production/consommation/exportations

RTE, conformément à ses missions, n'examine que le mix électrique. Ses 5 scénarios sont comparés dans le schéma ci-dessous qui donne les productions totales d'électricité en France :



²² Est-ce une provocation de l'ADEME qui s'est résolument engagée depuis 2011 dans un objectif prioritaire de 100 % d'ENR en 2050 ?

²³ Le scénario NEGATEP: http://www.sauvonsleclimat.org/images/articles/pdf_files/climat-energie/Negatep-2017.pdf

²⁴ Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France ÉDITION 2017 : http://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2017_synthese_17.pdf

Il est intéressant de comparer son scénario Volt à celui de l'ADEME et à la situation 2015. En effet, le scénario Volt semble le plus robuste car il est présenté comme répondant à une logique économique, et présente une diversification du mix plus progressive. Il est le plus performant du point de vue des émissions de CO₂ mais implique des échanges importants avec les pays voisins, sans coordination sérieuse avec ceux-ci. Les investissements sur toutes les composantes du système électrique sont importants²⁵ mais n'ont pas été présentés.

Le tableau suivant permet de comparer les deux scénarios entre eux et à la situation constatée en 2015. C'est cependant un exercice difficile car les indications restent parfois très partielles dans les deux scénarios. C'est ainsi que les capacités ne sont pas toujours précisées et que certaines données, telles que la contribution de l'autoconsommation, l'équilibre exportations/importations, les puissances maximales appelées par exemple, n'apparaissent pas clairement.

			AD EME			
	RTE	Réel	50%	Nucléaire	RTE	VOLT
	2015	2015	20	35	20	35
SOURCES	TWh	GW	TWh	GW	TWh	GW
onshore	21,1	10,3	59,1	25,0	88,0	40
offshore	0,0	0,0	7,8	2,0	29,0	10
solaire	7,4	6,2	30,2	23,0	43,0	36
hydraulique	58,7	25,4	52,6	26,0	65	26
ENR thermiques	7,9	1,7	33,1	?	24,5	5,2
ENR marines	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
<i>Total ENRi</i>	<i>95,1</i>	<i>43,6</i>	<i>182,9</i>	<i>?</i>	<i>249,5</i>	<i>112,0</i>
nucléaire	417	63,1	215	?	346	55
gaz	22,1	10,9	21,5	?	18	11,7
charbon/Fuel	12,0	11,7	5,8	0,0	0,0	6,5
Consommation	476,3		424,7		442,0	
TOTAL	546,2	129,3	424,7	?	613,5	183,9
<i>ENR Intermittentes</i>	<i>28,5</i>	<i>16,5</i>	<i>97,2</i>	<i>50,0</i>	<i>160,0</i>	<i>86,0</i>
<i>Export. - Import.</i>	<i>61,7</i>		<i>0</i>		<i>151,5</i>	

Comparaison du scénario ADEME 50 % nucléaire à l'horizon 2035 et du scénario Volt de RTE

En ce qui concerne le scénario RTE Volt, les valeurs déduites de la figure ci-dessus et les valeurs estimées apparaissent en italique dans le tableau. Ont été en particulier estimées les contributions des ENR thermiques. La production totale du scénario Volt est d'environ 610 TWh, la consommation étant évaluée à 442 TWh. Le bilan exportations moins importations apparaît ainsi très important, 151,5 TWh, 2,3 fois plus élevé qu'actuellement. Ce chiffre est révélateur de deux singularités :

- Le scénario Volt bénéficie d'un soutien puissant du nucléaire, 55 GW, qui contribue à la stabilité du réseau. C'est la preuve de la nécessité d'une capacité pilotable élevée.

²⁵ Ils devraient être présentés dans le rapport final avant fin 2017

- Il oblige à une surcapacité considérable, due pour l'essentiel aux ENRi, avec une puissance installée de 184 GW environ (par rapport à 129 en 2015) pour une puissance appelée crête de 90 à 100 GW.

La réduction de la capacité nucléaire est limitée à 8 GW soit -12.6%, alors que sa production chute de près de 20%. Parallèlement, si les centrales à charbon sont toutes arrêtées (3 GW), RTE conserverait les moyens gaz et fuel, soit 17 GW (non précisé !). La France conserverait une puissance pilotable plus importante, et sera contrainte à des exportations massives lorsque les productions intermittentes seront très élevées, mais aussi à des importations en hiver par temps calme. Elle se trouvera en concurrence avec ses voisins, leurs régimes climatiques étant souvent similaires, alors que leurs mix auront probablement été largement modifiés (croissance forte d'ENR et arrêts de centrales à charbon et lignite ?). Un écrêtage des puissances intermittentes pourrait devenir la règle.

RTE nous montre que la perspective de zéro nucléaire n'est pas réaliste ; de plus il montre que si l'on ne veut pas augmenter les émissions dues à la production d'électricité, une bonne capacité nucléaire est nécessaire à une sécurité d'approvisionnement qui serait sinon dépendante de turbines à gaz et d'importations. On peut à nouveau s'interroger sur l'utilité d'une réduction à 50 % de la production nucléaire, orientation purement politique.

Un autre scénario présente des rejets de CO₂ inférieurs aux rejets actuels, le scénario AMPERE, avec une baisse plus rapide du nucléaire (20 GW en 2035). Il permettrait de limiter le nucléaire à 50 % dès 2030 au prix d'investissements très lourds dans les énergies renouvelables²⁶ et d'un abandon rapide de moyens de production nucléaires largement amortis et très compétitifs. La garantie de fourniture en hiver semble cependant très problématique, ainsi que la stabilité du réseau en été, avec l'intermittence du solaire. On peut associer ce scénario à une option de sortie progressive du nucléaire, non clairement exprimée.

Sur l'ensemble de ses scénarios RTE suppose une puissance garantie de l'éolien de 10 % de la puissance installée. Cette hypothèse est inadmissible et en complète contradiction avec les inquiétudes exprimées dans la version 2016 de ce document. On ne peut y voir que la vision très politicienne de son nouveau président, François Brottes. En comparaison l'Allemagne, avec un parc de 50 GW, retient une puissance garantie de seulement 1%. Il y a donc sous-évaluation considérable de l'apport de puissance qu'il faudra importer lors de grands froids sans vents, fréquents entre fin novembre et février²⁷.

On voit que les hypothèses sont très différentes de celle de l'ADEME qui a privilégié une décroissance forte des usages de l'électricité et, en même temps, un équilibre importations/exportations avec une production totale inférieure de plus de 30% à celle du scénario Volt de RTE. L'ADEME n'a pas précisé l'origine des importations et la destination des exportations, ce qui est irresponsable. RTE et l'ADEME ne semblent pas avoir tenté de coordonner leurs études.

5.2. Les réseaux transfrontaliers pour échanger la puissance intermittente : prévisions réalistes ???

Rte présente les capacités d'échange nécessaires en 2035 à l'exportation comme à l'importation mais ne précise pas le niveau des équilibres exportations/importations. Nous les déduisons dans le tableau ci-dessous de l'analyse de l'écart production /consommation de chacun des scénarios de RTE, en estimant à 20 TWh les pertes, ce niveau n'influant pas beaucoup sur le résultat.

²⁶ En 2035 production 636 GWh, consommation 442 GWe, capacités totale 212 GW et exportations 194 GWh

²⁷ Georges Sapy : « La « capacité garantie » du parc éolien français selon le bilan prévisionnel 2017 de RTE n'est pas crédible » - SLC

	Production	Consommation	Bilan	Production ENR		Puissance	Puissance transportée	
ADEME	TWh	TWh	échanges	Intermittentes	Nucléaire	intermittentes	Importation	Exportation
Scénario			TWh*	%	%	GW	GW	GW
2016	531	473	39	5,5	72,3	18,5	12	17,5
Ohm 2025	549	460	69	22,5	50	54	27	33
Volt 2035	613	442	151	29	56	76	27	33
Ampère 2035	633	480	133	34,5	46	100	27	33
Hertz 2035	538	480	38	34	47	76	22	28
Watt 2035	441	410	11	56	11	100	22	28
(*) Pertes 20 TWh								

Comparaison des 5 scénarios de RTE : puissance des réseaux de transport transfrontalier

Le résultat est curieux puisque, quel que soit le scénario, avec des productions intermittentes qui varient d'un facteur 2 et des productions nucléaires d'un facteur 5, les puissances crêtes transportables sur les réseaux transfrontaliers s'envolent d'environ 100%, avec très peu de différences entre les scénarios.

Globalement RTE se dispense d'une étude systématique des périodes sans vent et se risque, dans sa synthèse sur l'équilibre offre demande pour l'hiver 2016/2017, à évaluer la disponibilité garantie du parc éolien à 10% de la puissance installée, soit 1300 MW. Or l'examen de la production 2016 révèle un minimum de 163 MW seulement, soit 1,4 % de la puissance installée²⁸. Une étude à paraître montre par ailleurs que la production cumulée minimale du parc des 18 principaux pays européens (150 GW au total en 2016) n'a été que de 6,5 GW soit 4% de la puissance installée. Ce résultat montre que l'éolien ne peut servir de socle au réseau, quel que soit l'étendue du réseau d'interconnexion, et que compter sur le foisonnement de la production en Europe sera illusoire. Quel intérêt peut trouver RTE à masquer cette réalité, et donc à désinformer le gouvernement, autre que de justifier ses propositions d'investissements ?

Aucune indication sur le coût d'extension mais on peut rappeler que l'Europe estime à 180 milliards les investissements sur les réseaux d'ici 2030, et que les seules 4 lignes HT prévues par l'Allemagne du nord au sud (2100 km de lignes de 2GW) devraient coûter de 3 à 8 milliards selon la part enterrée.

Qu'en dire ? Que l'adage on n'est jamais mieux servi que par soi-même s'applique aussi à RTE. On peut aussi rappeler que le coût du transport de l'électricité sur nos factures est déjà voisin de celui de sa production. L'impact sur les factures sera élevé, d'autant plus que le réseau ENEDIS devra lui aussi être profondément modifié pour fonctionner « à l'envers », ce pour quoi il n'est pas prévu : plus de 90% de production solaire et éolienne est en effet délivrée au réseau ENEDIS en moyenne ou basse tension. Elle doit, pour être redistribuée sur le territoire, être réinjectée en haute tension, pour une partie significative, dans le réseau HT de RTE.

5.3. Approche financière des scénarios ADEME et RTE

Ni l'ADEME, ni RTE n'ont présenté une évaluation des conséquences économiques de leurs scénarios, laissant ainsi entendre qu'il n'y en aurait guère, ce qui est faux !

Il est cependant possible d'en faire une approche, certes approximative, mais avec un bon ordre de grandeur. En 2035, compte tenu d'hypothèses concernant le coût du CO2 émis (taxe de 100 € par tonne), la valorisation des excédents de production (20 € par MWh) et le taux d'actualisation (5 %), le surcoût annuel pour le seul secteur électrique serait, d'après le modèle de Henri Prévot²⁹:

²⁸ Le minimum de production éolien + solaire a été de 299 MW, soit 1 % de la puissance installée !

²⁹ Source Henri Prévot : <http://www.hprevot.fr/calcul-parc-prod-electr.html>

- 2,9 milliards par an pour le scénario ADEME (50% de nucléaire et 40% d'ENRi). Mais, fondé sur une sous-estimation des besoins d'électricité (baisse de 20%), il repose sur des objectifs d'efficacité énergétique inatteignables même à coût élevé. De plus l'ADEME ne s'engage pas sur le besoin de puissance pilotable.
- 7.1 milliards par an pour le scénario Volt de RTE. Celui-ci présente une bonne marge de puissance, mais persiste également à brider l'usage de l'électricité aux dépens d'une politique plus ambitieuse de substitution aux combustibles fossiles. Il s'appuie aussi sur des volumes d'échange excessifs avec les pays voisins, qui pourraient mettre en danger la stabilité du réseau interconnecté.

En ce qui concerne les investissements de 2018 à 2035³⁰, ils seraient, pour le seul secteur de l'électricité intermittente, solaire et éolien, et les développements induits des réseaux à RTE (haute tension) et ENEDIS (moyenne et basse tension), de l'ordre de grandeur suivant dans les conditions actuelles :

- Scénario ADEME environ 55 milliards d'investissements pour une production supplémentaire par les ENRi de 88 TWh par an par rapport à aujourd'hui.
- Scénario RTE environ 120 milliards d'investissements pour une production supplémentaire de 154 TWh seulement par an (il faut noter l'impact d'un programme offshore ambitieux et coûteux de 10 GW).

En comparaison le grand carénage des réacteurs nucléaires d'EDF, soit 50 milliards, offrirait une production de 420 TWh par an pendant 20 ans, serait environ 5 fois plus efficace et assurerait une production régulière et pilotable. Une réduction des coûts d'investissements actuels des énergies intermittentes, même significative, ne pourra inverser ce constat.

6. Les propositions du SER

Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous pour 2030 :

	SER		
	20	30	
Sources	TWh	GW	Eff. %
onshore	96	40	28%
offshore	59	18	44%
solaire	59	52	13%
hydraulique	67	27	
ENR comb.	10	2,6	
ENR marines	12	3	45%
TOTAL	303	142,6	
Total intermittentes	226	113	

On peut sans surprise constater une proposition d'accroissement très rapide des ENR intermittentes à un rythme de 6,5 GW par an, triple du rythme actuel. Il est de 27 GW supérieur au scénario RTE de 2035, et de plus proposé 5 ans plus tôt, dès 2030 ! Les « rendements » indiqués sont sans rapport avec la réalité pour l'éolien onshore et offshore, de près de 20% supérieurs à ceux que nous constatons,

³⁰ Supposant des investissements par GW installé de 1,2 milliards pour l'éolien terrestre, 4,5 pour l'éolien marin, 0.8 pour le solaire au sol et 1.5 pour le solaire sur toitures, auxquels s'ajouteraient un milliard par an d'investissement sur les réseaux

alors que les sites les plus productifs auront été équipés en premier. Le rendement des énergies marines est purement hypothétique, les premières expériences indiquant des résultats très inférieurs.

7. Conclusion

Les scénarios 50% de l'ADEME et Volt de RTE ont été sélectionnés dans cette analyse car les **moins déraisonnables** si on se préoccupe d'une transition énergétique efficace et économiquement supportable. Nous nous sommes également limités à l'horizon 2035 car la vision 2050 de l'ADEME (RTE ne se risque pas à l'exercice !) repose sur des solutions techniques encore non prouvées, et sur une poursuite d'efforts d'efficacité énergétique hors de portée. Les conclusions de l'analyse ne pourraient qu'être confortées par l'examen des deux autres scénarios de l'ADEME (80 et 90% d'ENR dans le mix français en 2050) dans leur vision 2035, avec une réduction plus rapide du nucléaire jusqu'à quasi-extinction en 2050 et un développement massif des ENR, électriques en particulier. C'est pourtant au nucléaire que nous devons d'avoir réalisé pour partie notre transition avec une électricité déjà décarbonée.

On constate l'extrême fragilité des objectifs de la LTECV : la contrainte de réduction drastique de la consommation d'énergie qu'elle retient n'est pas adaptée à la situation française, avec un parc immobilier ancien pour la moitié, et ne laisse aucune marge de sécurité. Il n'est pas réaliste de contraindre tous les postes de la LTECV : seul le rythme de réduction des émissions de GES devrait s'imposer, tous les autres postes devant n'être qu'indicatifs, appuyés par des analyses technico-économiques dans le meilleur intérêt du pays, de sa balance commerciale et de son indépendance énergétique.

Pour ceux qui se préoccupent encore du prix de l'électricité pour les familles et les entreprises, réaffirmons que le « 50 % de production nucléaire » ne conduit à rien : si la consommation d'électricité augmentait de 20% d'ici 2035, pour remplacer les énergies carbonées, l'objectif « 50% » coûterait 15 milliards d'euros de plus par an, avec une hausse de 50 % du coût H.T. de l'électricité chez le consommateur³¹.

Seule une remise à plat de notre politique énergétique peut nous permettre de respecter nos objectifs climatiques :

- En transformant la LTECV en une loi clairement orientée vers la modération des émissions de gaz à effet de serre dans les conditions économiques les plus efficaces.
- En bénéficiant au mieux de l'avantage d'une électricité déjà décarbonée en prolongeant le parc nucléaire et en préparant son renouvellement, voire son extension.
- En favorisant l'émergence de nouvelles utilisations de l'électricité décarbonée, nucléaire et renouvelable.
- En donnant aux gouvernements futurs la souplesse d'action nécessaire à une bonne gouvernance dans un monde en évolution rapide. Les objectifs techniques (taux d'ENR, performances énergétiques des bâtiments, transports non émetteurs de CO₂) devraient être indicatifs et pilotés sur la base de plans glissants par chaque pays en fonction de ses atouts.
- En agissant en urgence en ce sens au niveau européen, qui ne devrait pas imposer des contraintes excessives sur les moyens techniques à mettre en œuvre, les laissant à l'initiative de chaque pays.

³¹ <http://www.hprevot.fr/resultats-simulation-prod-conso-elec.html#50pcnucl>

Le gouvernement devrait confronter ces scénarios à ceux qui mettent en priorité la lutte contre le changement climatique, par exemple le scénario NEGATEP, qui se concentre sur la réduction d'usage de l'ensemble des combustibles fossiles (Réf. 23).