



Sommaire

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Synthèse Générale | 9 |
| Chapitre 1 – Introduction | 17 |
| Chapitre 2 – Le contexte énergétique mondial et européen | 21 |
| 1. Les principaux enjeux énergétiques à l'échelle de la planète | 23 |
| 1.1. Une demande énergétique mondiale en croissance et satisfaite par une offre très majoritairement carbonée | 23 |
| 1.2. Les ressources énergétiques sont abondantes mais des incertitudes pèsent sur leur accessibilité et sur leur prix | 27 |
| 1.3. L'impact climatique et l'acceptabilité des politiques énergétiques sont au cœur des préoccupations..... | 29 |
| 2. Le contexte énergétique européen | 30 |
| 2.1. Le paquet Energie-Climat | 30 |
| 2.2. La réalisation progressive du marché unique de l'énergie..... | 32 |
| 2.3. Les enjeux du mix énergétique européen | 33 |
| 2.4. Les perspectives | 37 |
| 3. Les politiques contrastées de nos voisins européens | 39 |
| 3.1. L'Allemagne accélère sa sortie du nucléaire..... | 39 |
| 3.2. Le Royaume-Uni revient à plus de régulation et maintient son programme nucléaire | 45 |

Chapitre 3 – Les enjeux du devenir du mix énergétique français et les incertitudes53

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Le mix énergétique français actuel | 55 |
| 1.1. Un mix énergétique encore fortement dépendant des énergies fossiles..... | 55 |
| 1.2. La dépendance énergétique de la France s'est considérablement réduite depuis 1973 | 57 |
| 1.3. Le parc de production d'électricité confère à la France le double avantage d'une électricité décarbonée et peu chère..... | 62 |
| 1.4. La facture énergétique de la France est déficitaire, mais l'électricité apporte une contribution positive..... | 65 |
| 2. Les contraintes et les incertitudes externes à la France qui pèsent sur la négociation énergétique | 66 |
| 2.1. La lutte contre le changement climatique et les incertitudes qui pèsent sur la négociation internationale | 66 |
| 2.2. La croissance et la volatilité des prix du pétrole et du gaz | 68 |
| 2.3. L'achèvement du marché unique européen de l'électricité pose un certain nombre d'interrogations..... | 71 |
| 2.4. Les évolutions contrastées de l'industrie du raffinage, entre pays occidentaux et pays émergents..... | 73 |
| 3. Des déterminants et des incertitudes propres à la France pèsent également ses perspectives énergétiques | 74 |
| 3.1. La nécessaire maîtrise de la demande..... | 75 |
| 3.2. L'exigence de sûreté : un préalable absolu au fonctionnement des centrales nucléaires | 77 |
| 3.3. Des technologies prévisibles à l'horizon 2030, incertaines au-delà. | 80 |
| 3.4. La construction nécessaire de nouvelles lignes électriques doit conduire à en accélérer la réalisation | 85 |
| 3.5. Un tissu industriel français à développer en lien avec la politique énergétique.... | 89 |
| 3.6. Une opinion publique favorable aux énergies renouvelables, plutôt favorable au nucléaire, mais surtout très sensible au prix de l'énergie | 92 |
| 3.7. L'« acceptabilité » de certaines évolutions technologiques n'est pas assurée.... | 94 |
| 4. Les critères auxquels doit répondre le futur mix énergétique français à l'horizon 2050 | 95 |
| 4.1. Tout mix énergétique à horizon 2050 est-il réalisable ?..... | 95 |
| 4.2. Les critères d'appréciation d'un scénario énergétique français à horizon 2050 .. | 97 |
| 4.3. Une trajectoire à 2050 se doit d'être flexible | 97 |

Chapitre 4 – Une analyse de la problématique du mix énergétique français à l’horizon 2050 à l’aune des modélisations étudiées 99

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Panorama des scénarios | 100 |
| 1.1. Description des scénarios..... | 101 |
| 1.2. Comparaison des scénarios..... | 103 |
| 2. Enjeux en termes de demande d’énergie | 105 |
| 2.1. Le cadre réglementaire français ne fixe pas d’objectifs de réduction de la demande au-delà de 2020 | 105 |
| 2.2. Les gisements d’économie d’énergie dans les différents secteurs sont bien identifiés par les scénarios traitant la demande..... | 108 |
| 2.3. Certains scénarios peuvent se montrer prudents quant à l’atteinte des objectifs du Grenelle à l’horizon 2020 | 111 |
| 3. Enjeux en termes d’offre..... | 113 |
| 3.1. Une grande variété de mix électriques est proposée, mais les effets sont loin d’être identiques | 113 |
| 3.2. A horizon 2050, les projections sont évidemment plus hasardeuses qu’à 2030 | 119 |
| 3.3. L’électricité ne représente néanmoins qu’une partie du mix énergétique français, qui doit être considéré dans sa globalité | 119 |
| 3.4. Les évolutions des coûts de production, de prix et d’éventuels sauts technologiques sont des déterminants majeurs pour juger de la pertinence des scénarios étudiés | 120 |
| 3.5. Le développement et le renforcement des réseaux sont des défis à relever dans la plupart des scénarios ce qui a un lien avec l’évolution des échanges internationaux..... | 123 |
| 4. Enjeux transverses | 126 |
| 4.1. Impacts des options sur les investissements | 127 |
| 4.2. Impacts des options sur les coûts unitaires et les prix de l’électricité..... | 129 |
| 4.3. Impacts des options sur la protection de l’environnement en particulier la lutte contre le changement climatique | 132 |
| 4.4. Impacts des options sur la facture énergétique et les approvisionnements..... | 134 |
| 4.5. Impacts des options sur l’acceptabilité sociale des solutions..... | 136 |
| 4.6. Impacts des scénarios en termes d’emplois..... | 137 |

Chapitre 5 - Les principaux enseignements de l’analyse 141

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Pertinence des représentations du futur correspondant aux scénarios étudiés | 144 |
| 1.1. La réduction de la demande est une variable à mieux documenter dans le futur | 144 |
| 1.2. Quel que soit l’horizon étudié et quel que soit le scénario, les incertitudes justifient que des calculs de sensibilité soient effectués pour évaluer leur robustesse..... | 146 |

| | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.3. | Les conséquences sur les réseaux de distribution et de transport, du déploiement des énergies intermittentes dans la production d'électricité mériteraient d'être précisées..... | 147 |
| 1.4. | La valeur du carbone est pour le moins incertaine dans les scénarios étudiés et traduit les incertitudes de la négociation internationale..... | 149 |
| 1.5. | La capacité de l'économie à financer les investissements proposés par les différents scénarios mériterait d'être mieux détaillée | 151 |
| 2. | Quelques idées forces pour un futur mix énergétique reposant sur l'examen des systèmes énergétiques étudiés à travers leurs représentations sous forme de scénarios | 151 |
| 2.1. | Les technologies qui pourraient émerger sont relativement bien connues d'ici 2030, mais difficiles à imaginer au-delà ; l'action de la puissance publique doit être adaptée à l'état de maturité de la technologie..... | 152 |
| 2.2. | Les prix futurs de l'énergie représentent un enjeu majeur pour l'économie française..... | 154 |
| 2.3. | L'acception des choix énergétiques sous-tendus par les scénarios est difficile à évaluer que ce soit pour les émissions de CO2, la sobriété énergétique, le nucléaire, les gaz de schiste ou de nouvelles technologies comme le CSC ; un dialogue sur l'encadrement des nouvelles technologies est à prévoir le plus en amont possible..... | 156 |
| 2.4. | La politique énergétique doit préserver ses filières d'excellence et en développer de nouvelles : il faut miser sur les filières d'excellence pour lesquelles nous possédons des compétences reconnues, mais aussi sur celles qui ont un potentiel de croissance important..... | 158 |
| 2.5. | La R&D doit être renforcée pour ouvrir les choix du futur et positionner au mieux l'industrie nationale | 159 |
| 2.6. | La combinaison de différentes énergies peut constituer l'une des clés du mix énergétique de demain | 162 |
| 2.7. | La formation doit constituer une priorité dans le cadre de la transition énergétique | 163 |
| 3. | Les conditions de réalisation et les impacts globaux de quatre grandes options de mix énergétique en fonction du rôle joué par le nucléaire | 164 |
| 3.1. | Classification des scénarios et regroupement en options | 164 |
| 3.2. | Description des quatre grandes options | 167 |
| 3.3. | Quelques éléments quantifiés de comparaison de ces différentes options | 176 |
| 3.4. | Analyse qualitative des options..... | 192 |
| Annexes : | | 197 |
| Annexe 1 : | Lettre de mission..... | 199 |
| Annexe 2 : | Composition du groupe..... | 203 |
| Annexe 3 : | Propositions des membres de la commission | 211 |
| | Propositions de l'ADEME | 212 |
| | Propositions de l'AEE..... | 218 |
| | Propositions de l'AFG | 222 |
| | Propositions de ANCRE | 227 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Propositions de Dominique BUREAU | 235 |
| Propositions de CAP GEMINI | 241 |
| Propositions de la CFDT | 246 |
| Propositions de la CFE-CGC | 252 |
| Propositions de la CGT | 261 |
| Propositions de Jean-Marie CHEVALIER, Université Paris Dauphine | 268 |
| Propositions de la CLCV | 271 |
| Propositions du Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France..... | 280 |
| Propositions de la Direction Générale de la Recherche et l'Innovation (MESR) . | 288 |
| Proposition de FO | 291 |
| Propositions de Pierre GADONNEIX, Président du Conseil mondial de l'énergie | 294 |
| Propositions du MEDEF | 299 |
| Propositions de Sauvons le climat | 306 |
| Propositions du SER | 308 |
| Annexe 4 : Synthèse de certains scénarios | 319 |
| Annexe 5 : Analyse des scénarios..... | 353 |
| Annexe 6 : Technologies : coûts et diffusion | 385 |
| Annexe 7 : Réseaux et marchés..... | 447 |
| Annexe 8 : Filières énergétiques et compétitivité..... | 481 |
| Annexe 9 : Emplois..... | 499 |
| Annexe 10 : Acceptabilité..... | 515 |

