

Annexe technique 1

A. L'objectif européen de 55 %

La situation Française est très particulière, grâce au nucléaire en particulier, avec des émissions de GES inférieure de 19 % à celle de l'Europe et de 33 % à celles de l'Allemagne. Depuis 1990 nos émissions ont été réduites de 20 %, essentiellement en raison de la fin de la montée en puissance du nucléaire, de la substitution du gaz au charbon et surtout de la désindustrialisation. Ces gains sont épuisés et les réductions futures ne pourront porter que très lourdement sur l'ensemble des autres secteurs. C'est ce que montre clairement ce tableau, présenté par la DGEC, qui compare la réalité 2015/2019 aux objectifs de réduction par secteur en 2030 du scénario actuel amélioré, dit AMS 2030, et du scénario européen « fit for 55 ».

Des réductions supplémentaires à prévoir par rapport à l'AMS Mais un impact précis sur les émissions sectorielles encore incertain																																																			
<ul style="list-style-type: none">➤ Une baisse des émissions brutes d'environ -50% par rapport à 1990 (contre 43% dans l'AMS)➤ -59% sur l'ETS par rapport à 2005➤ -47,5% sur l'ESR par rapport à 2005➤ Puits LULUCF à -34MtCO2eq ➤ Pas de répartition ex-ante de l'effort entre secteurs pour le premier run	<table border="1"><thead><tr><th>Émissions en MtCO2eq (% réduction par rapport à 2015)</th><th>2019 (inventaire)</th><th>AMS 2030</th><th>Fit for 55 (indicatif)*</th><th>/ 2015-2019</th></tr><tr><th></th><th>AMS</th><th>55%</th><th></th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>Énergie</td><td>42,5 (-7%)</td><td>31,3 (-33%)</td><td>27,3 (-42%)</td><td>x 2,3</td></tr><tr><td>Industrie</td><td>84,2 (-3%)</td><td>52,1 (-35%)</td><td>46,2 (-43%)</td><td>x 6</td></tr><tr><td>Déchets</td><td>15,3 (0%)</td><td>10,6 (-37%)</td><td>9,1 (-45%)</td><td>x 100 ?</td></tr><tr><td>Bâtiments</td><td>75,1 (-10%)</td><td>44,5 (-52%)</td><td>36,7 (-61%)</td><td>2,6</td></tr><tr><td>Agriculture</td><td>83,1 (-5%)</td><td>72,9 (-18%)</td><td>65,4 (-27%)</td><td>x 1,8</td></tr><tr><td>Transports</td><td>135,9 (-2%)</td><td>98,8 (-28%)</td><td>87,2 (-36%)</td><td>x 7</td></tr><tr><td>Total hors UTCATF</td><td>436 (-5%)</td><td>310,1 (-33%)</td><td>272 (-41%)</td><td>x 3,3</td></tr><tr><td>UTCATF (%2015)</td><td>+1%</td><td>0%</td><td>-9%</td><td>x 4</td></tr></tbody></table>	Émissions en MtCO2eq (% réduction par rapport à 2015)	2019 (inventaire)	AMS 2030	Fit for 55 (indicatif)*	/ 2015-2019		AMS	55%			Énergie	42,5 (-7%)	31,3 (-33%)	27,3 (-42%)	x 2,3	Industrie	84,2 (-3%)	52,1 (-35%)	46,2 (-43%)	x 6	Déchets	15,3 (0%)	10,6 (-37%)	9,1 (-45%)	x 100 ?	Bâtiments	75,1 (-10%)	44,5 (-52%)	36,7 (-61%)	2,6	Agriculture	83,1 (-5%)	72,9 (-18%)	65,4 (-27%)	x 1,8	Transports	135,9 (-2%)	98,8 (-28%)	87,2 (-36%)	x 7	Total hors UTCATF	436 (-5%)	310,1 (-33%)	272 (-41%)	x 3,3	UTCATF (%2015)	+1%	0%	-9%	x 4
Émissions en MtCO2eq (% réduction par rapport à 2015)	2019 (inventaire)	AMS 2030	Fit for 55 (indicatif)*	/ 2015-2019																																															
	AMS	55%																																																	
Énergie	42,5 (-7%)	31,3 (-33%)	27,3 (-42%)	x 2,3																																															
Industrie	84,2 (-3%)	52,1 (-35%)	46,2 (-43%)	x 6																																															
Déchets	15,3 (0%)	10,6 (-37%)	9,1 (-45%)	x 100 ?																																															
Bâtiments	75,1 (-10%)	44,5 (-52%)	36,7 (-61%)	2,6																																															
Agriculture	83,1 (-5%)	72,9 (-18%)	65,4 (-27%)	x 1,8																																															
Transports	135,9 (-2%)	98,8 (-28%)	87,2 (-36%)	x 7																																															
Total hors UTCATF	436 (-5%)	310,1 (-33%)	272 (-41%)	x 3,3																																															
UTCATF (%2015)	+1%	0%	-9%	x 4																																															
* calculé en augmentant l'effort (-8,4%) de manière égale pour chacun des secteurs																																																			

Figurent à droite du tableau de la DGEC les facteurs d'accélération requis par les deux objectifs AMS 30 et européen 55 % par rapport à la période 2015/2019. On relève la faible efficacité de la LTECV et de la PPE, avec une évolution des émissions de GES de seulement 1% par an en moyenne depuis 5 ans, et la formidable accélération qu'il faudrait mettre en œuvre dans les 9 ans à venir dans le cadre des deux visions AMS 30 et à fortiori « Fit for 55 % ». Les objectifs proposés pour l'industrie, qu'il faut relancer, sont aberrants, et il n'y aura rien à gagner dans le secteur électrique comme dans celui des déchets. Ce sont donc les deux secteurs du transport et des bâtiments qui devront tout supporter. AMS30 est sans doute déjà aux limites du raisonnable, et Fit for 55 est inenvisageable en France.

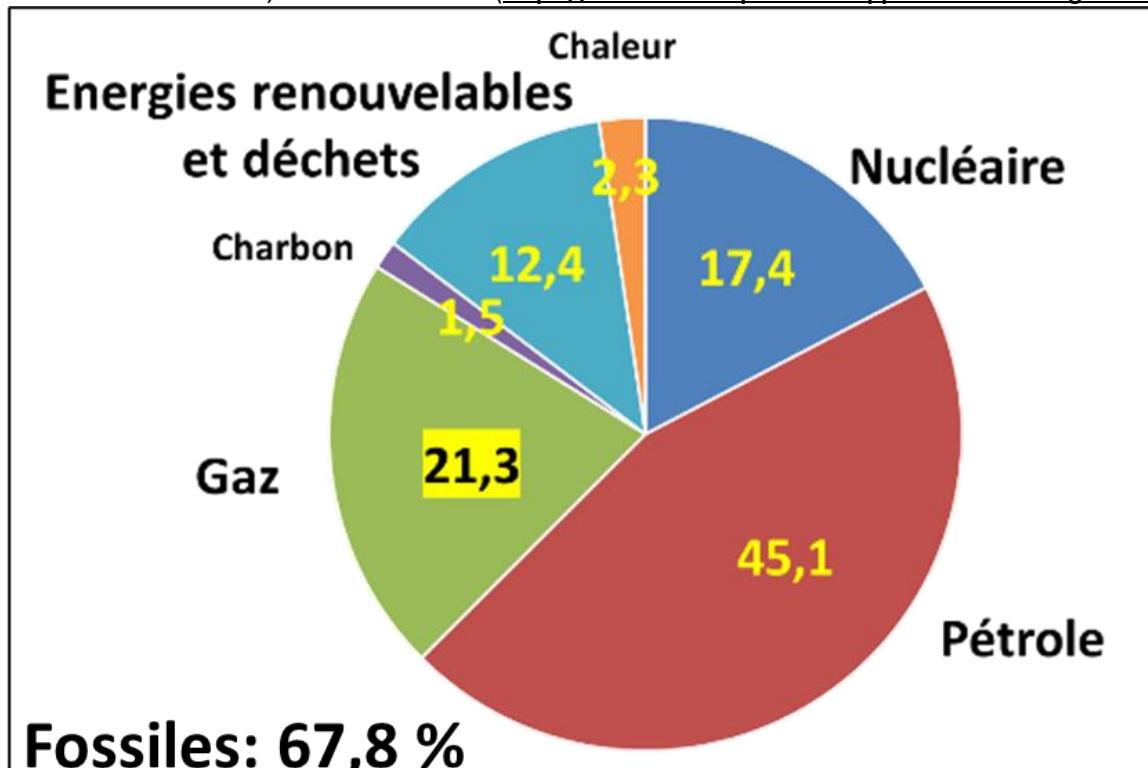
B. Suppression de L'ARENH (Accès régulé à l'électricité nucléaire historique).

L'ARENH, bloqué à 42 €/MWh en francs courants depuis 11 ans par la CRE (soit -13 % en euros constants), est destiné à donner un avantage compétitif aux concurrents d'EDF, sous prétexte de développer la concurrence et de stabiliser le prix de l'électricité. Ces concurrents (49 à notre connaissance) font presque tous appel à cette production, voire demandent d'en porter le volume de 100 à 150 TWh. Le bilan de cette anomalie de concurrence a été de priver EDF de capacités d'autofinancement, de générer une foule d'une quarantaine de « négociants » sans aucune responsabilité de gestion de l'équilibre du réseau pour la plupart. Il est de plus scandaleux que, sur la trentaine de fournisseurs dits « verts », 90 % sont acquéreurs d'électricité nucléaire via l'ARENH : ils bénéficient de tarifs confortables sur leurs achats d'ENR

et, en période de faiblesses de production, avec un prix de marché élevé, se fournissent à très bas prix auprès d'EDF. Plus grave encore la plupart de ces intermédiaires n'ont pas contribué à la création de nouvelles capacités de production destinées à compenser la baisse voulue du nucléaire et du charbon et de suppléer des intermittentes aléatoires, ce qui leur était demandé. Le marché ainsi mis en place a pour conséquence, avec le développement rapide de l'électricité intermittente, une augmentation pour les familles du prix de l'électricité, de 40 % en euros constants depuis 15 ans.

C. Une consommation d'électricité en 2050 très sous-estimée

Le nucléaire ne contribuait en 2019 que pour 17,4 % à la consommation d'énergie finale, les énergies fossiles dominant avec 67,8 % ou 1215 TWh (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>).



Dans son scénario de référence, RTE prévoit une croissance de la consommation d'électricité de 470 à 645 TWh. Avec une croissance de seulement 175 TWh, l'électricité pourrait-elle remplacer une part majeure (hors croissance des ENR thermiques) des 1215 TWh fossiles actuels ? C'est irréaliste ! C'est pourquoi il est indispensable que RTE étudie un scénario plus ambitieux, de 800 à 900 TWh en 2050/2060. Le taux de croissance correspondant est voisin de celui proposé par des pays similaires (Allemagne +20 % en 2030 et +70 % en 2045, et UK 80 % en 2050), mais très inférieur à celui prévu pour l'Europe par la Commission européenne, avec une consommation doublant ou triplant selon les hypothèses de production d'hydrogène.

La question est celle du réalisme des objectifs d'efficacité énergétique : si on observe les propositions de la SNBC, très radicales (inspirée largement du scénario antinucléaire Négawatt), elles se caractérisent par :

- un objectif de réduction, de moitié environ, de la consommation d'énergie primaire et finale dans tous les domaines,
- un développement massif des EnR électriques, intermittentes en particulier
- une consommation très contrainte d'électricité ,

La réalité démontre la difficulté de cette stratégie : depuis 2011, environ 150 milliards ont été consacrés à la seule efficacité énergétique et cet effort se poursuit au rythme de 20 milliards

par an. La consommation d'énergie finale, seule représentative de l'efficacité énergétique, n'a cependant diminué que de 2,5 %, soit 0,28% par an (tableau du §1).

Le point fondamental est que toute substitution d'une électricité décarbonée à une énergie fossile a un effet immédiat et quasi-total, alors que les actions d'efficacité énergétique sont coûteuses et ont un effet très partiel.

D. Un réseau de plus en plus fragilisé.

Depuis une quinzaine d'année la puissance pilotable de notre mix électrique s'est effondrée de 12,5 GW et son niveau actuel de 92 GW en théorie, soit 85 GW réellement en hiver (plutôt 80 actuellement avec le grand carénage), est notablement inférieur à la puissance appelée hivernale, soit 95 GW (voire 102 GW par froid décennal, comme en 2012). A titre de comparaison l'Allemagne, avec une puissance crête de 85 GW conserve 95 GW de puissance pilotable.

Les évolutions programmées sont très préoccupantes avec 15 GW de diminution supplémentaire d'ici 2035 (12 réacteurs nucléaires et arrêt des centrales à charbon), et refus de recours à de nouvelles centrales à gaz. Parallèlement les Allemands, qui sont nos principaux fournisseurs en cas d'insuffisance de notre réseau, s'apprêtent à fermer 22 GW d'ici fin 2023 et plus de 50 GW d'ici 2030. Quel que soit le nombre de nouvelles centrales à gaz qu'ils pourraient décider de construire, nous ne pourrons plus compter sur eux.

Quand on analyse le scénario 2050 de référence de RTE notre inquiétude ne peut que se renforcer. En effet, alors qu'il prévoit une consommation plus élevée, de 645 TWh, il indique également que la thermo sensibilité de la consommation sera en 2050 voisine de l'actuelle en hiver et plus élevée l'été. On peut s'attendre à une puissance crête appelée voisine de 100 GW (chiffre non renseigné par RTE) : or la puissance pilotable du scénario le plus raisonnable de sortie du nucléaire (scénario M 23) est 46 GW et leur meilleur scénario (N03), avec 51 GW de nucléaire culmine à 68 GW . Le choix retenu, bien fragile, est de compléter ces puissances :

- par des batteries (13 GW sans indication de l'énergie stockée), qui sont présentées comme seulement journalières et ne peuvent compenser des pénuries longues de soleil et de vent (et avec quel soleil en hiver ?),
- avec un développement considérable de la flexibilité, 15 GW (l'effacement des consommations industrielles et particulières qui n'est aujourd'hui que de 2 GW),
- et un recours à une capacité d'importation plus que doublée, à 39 GW. Or RTE indique que la consommation d'électricité européenne devrait, selon les hypothèses (poids de l'électrolyse) doubler ou tripler d'ici 2050, avec de 70 à 80 % de production intermittente dans un espace géographique limité, souvent sous les mêmes épisodes climatiques.

Et que penser, dans les scénarios de sortie du nucléaire, de la disparition d'une puissance réactive extrêmement précieuse pour l'équilibre du réseau, en France mais aussi en Europe. Il est bon de rappeler les inquiétudes exprimées en janvier 2021 par le président de RTE qui avait cité 4 évolutions toutes indispensables, aucune n'étant aujourd'hui qualifiée, pour assurer la gestion d'un réseau majoritairement intermittent.

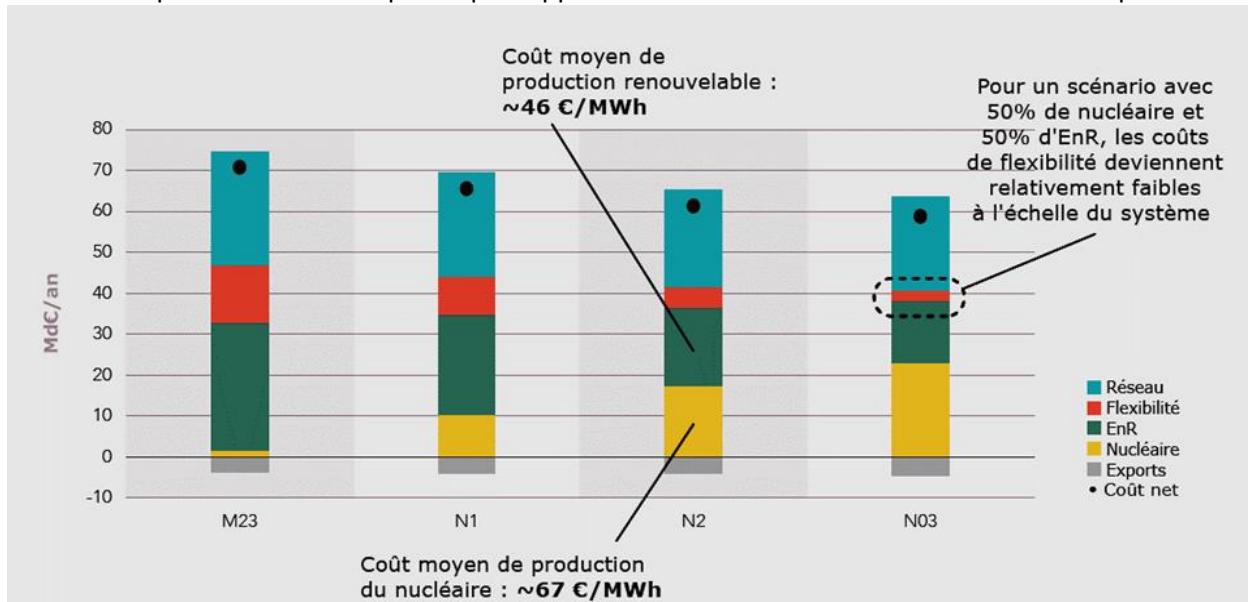
E. Electricité : coûts externalités incluses et performances CO2

Le développement massif des EnR est coûteux, les pays les plus avancés en la matière ayant un prix de l'électricité très élevé pour leur population (environ + 70 % par rapport à la France en Allemagne et au Danemark). Les raisons en sont bien identifiées :

- dispersion des sources conduisant à des réseaux beaucoup plus étendus, fonctionnant dans les deux sens (l'essentiel de la production intermittente se déverse sur les réseaux BT et MT, et doit être remontée vers le réseau HT pour distribution à distance),
- réseau plus complexes à gérer (102 mds€ programmés par RTE et ENEDIS d'ici 2035),
- nécessité de centrales en back-up en cas de manque de production intermittente,
- dégradation de la compétitivité des centrales pilotables obligées de s'effacer en cas de surproduction (impact de 5 % sur les centrales nucléaires aujourd'hui).

Quel est le poids de ces externalités ?

- RTE, en octobre 2021, relève la compétitivité des scénarios avec du nucléaire (N1, N2 et N03) dans le mix (compétitivité croissante avec sa part), quand on les compare aux scénarios de sortie du nucléaire (M1 à M23), fortement renouvelables. Pour un scénario N03, pourtant limité à 50 % de nucléaire (70/75 % aujourd'hui), le gain quand on analyse le coût du système complet est de 11 Md€ par an par rapport au scénario M23 de sortie du nucléaire le plus lent :



(M23 : 16 GW nucléaire ancien et N 1 à N03 avec de 29 à 51 GW nucléaire ancien et nouveau)

-En analysant le coût réel de chaque EnR, externalités incluses, Energy Pool arrive à des coûts systèmes cohérents avec les résultats « systèmes complets » de RTE :

Couts externalités incluses						
	Hydraulique fil de l'eau	Nucléaire actuel	Hydraulique barrages	Nouveau nucléaire	Eolien terrestre	Photovoltaïque
€ par MWh	22	63	113	125	154	172

En ce qui concerne les émissions évitées on peut estimer à environ 7,5 millions de tonnes par an les émissions évitées par les EnR jusqu'à accomplissement des objectifs PPE 2028. Le coût engagé aura été de 150 Md€ environ pour 25 ans d'exploitation, soit 750 €/tCO2 : un impact faible pour un coût supérieur d'un facteur 11 à celui du marché européen du CO2 en novembre 2021.

L'impact économique de la politique en faveur de l'électricité intermittente se traduit pour notre pays par une captation d'investissements par des technologies peu efficaces, investissements qui pourraient être plus utiles dans d'autres domaines : la Cour des comptes relève ainsi en 2017 que les EnR électriques ont reçu 7 fois plus de subventions que les EnR thermiques, qui se substituent directement au fioul et au gaz et ont produit 4,75 fois plus d'énergie.

L'impact sociétal est également lourd avec un coût de l'électricité qui a augmenté de 39,5 % de 2006 à 2021 pour les contrats de base, ce qui a conduit le gouvernement à mettre en place en 2015 un chèque énergie qui concerne 5,8 millions de ménages et va coûter 1,45 milliards € en 2021 (y compris

un versement exceptionnel pour compenser l'envolée des prix fin 2021, résultant de vents faibles en Europe).

F. U appauvri : un stock stratégique essentiel pour la 4ème génération de réacteurs

La France disposera en 2050 de plus de 500.000 tonnes d'oxyde d'uranium appauvri, capable d'offrir à la France, avec des réacteurs de 4^{ème} génération, des millénaires d'électricité. Ils sont stockés facilement (ICPE de la taille d'un terrain de football), sans danger car sous une forme stable et incombustible. Sous la pression du ministère, la DGEC et l'ASN ont demandé leur requalification en déchets, risquant ainsi de priver les générations futures de ressources considérables. PNC estime que ce stock devrait être repris par l'Etat et qualifié de « ressource stratégique nationale ».

Et que dire de l'immenses gaspillage résultant d'une succession de décisions déplorables qui ont fait d'un pays qui était leader(avec son cycle du combustible, l'expérience acquise sur Superphénix malgré un arrêt impardonnable, puis la mise à l'encan du programme Astrid), un pays qui observe le développement des projets autour du monde, tant en forte puissance qu'en SMR.

Il faut se préparer, avec les programmes nucléaires qui sont lancés, à une crise de l'uranium dans la seconde moitié du siècle. C'est maintenant qu'il faut relancer les recherches, réévaluer les voies ouvertes, reprendre le collier, en exploitant au mieux l'acquis.

G. Résidentiel tertiaire et transports : être réalistes.

Les résultats dans les deux domaines essentiels des transports et du résidentiel/tertiaire sont minimes, avec une baisse moyenne de 0,45 % par an.

Consommation finale d'énergie (Mtep CVC)	2015	2016	2017	2018	2019
Transports	45,7	45,8	46,2	45,2	45,2
Résidentiel/tertiaire	65,5	64,1	65,3	64,9	64,1

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

Or la SNBC fixe un objectif de baisse de 60 % pour les transports et de 40 % pour le résidentiel/tertiaire en énergie primaire en 2050 par rapport à 2015, un rythme d'évolution de 5 à 10 fois plus élevé.

Et l'évolution des émissions de GES n'est guère plus encourageante alors que l'objectif est de réduire à presque zéro les émissions de ces secteurs.

Emissions de CO2 (Mte)	2015	2016	2017	2018	2019
Transports	124,7	125,0	125,5	122,4	122,0
Résidentiel/tertiaire	69,6	69,8	69,6	65,5	63,9

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

Qu'espérer dans ces deux domaines ?

- les transports souffrent aujourd'hui de deux handicaps : le développement de transports de substitution, tels que les transports en commun, seront long et d'un coût élevé, et les évolutions récentes, véhicules de plus en plus lourds et opposition au diésel n'ont pas été en faveur du climat. La solution passe par l'électrification (qui intègre le vecteur hydrogène) et une faible part de biocarburants, le développement des carburants de 2^{ème} génération restant très hypothétique. Ce secteur a un atout, la durée de vie moyenne des véhicules est

relativement courte (environ 12 ans) et ils seront massivement remplacé d'ici 15 ans. Mais le marché efficace (électrique pur et dans une certaine mesure les hybrides rechargeables) évolue lentement, 1 % des ventes en 2021. Il faudrait un changement de rythme radical, alors que le prix de ces véhicules reste élevé et que les fabricants doivent modifier profondément leurs outils de production. La situation française reste cependant privilégiée avec une électricité décarbonée. L'électrification complète de 10 millions de véhicules, sur les 40 millions en circulation, mobiliserait environ 30 TWh, soit 5,5 % d'électricité en plus ou l'équivalent de la production de 5 réacteurs actuels.

- Le cas des bâtiments est plus difficile car notre parc immobilier est pour plus de la moitié ancien et 70 % du parc actuel sera encore présent en 2050. L'expérience acquise depuis une dizaine d'années montre que l'effort principal doit être porté sur l'élimination du chauffage au fioul et au gaz, qui contribuent encore majoritairement au chauffage pour 53% dans le résidentiel et 61 % dans le tertiaire. Plus étonnant, ils sont installés pour le chauffage dans 45 % des bâtiments neufs en raison d'une réglementation thermique, la RT 2012 d'inspiration anti-électricité (et antinucléaire) privilégiant le chauffage au gaz naturel. La difficulté de la tâche est soulignée par le retour d'expérience acquis dans les rénovations énergétiques récentes (ayant bénéficié des aides afférentes) : il montre une redoutable inefficacité des réalisations puisque, d'après l'ADEME (enquête TREMI), sur 5 millions de maisons rénovées seule 5% présentaient un gain de 2 niveau sur 7 du diagnostic de performances énergétiques, le DPE, soit moins de 50 % de gain énergétique et 10 % un seul niveau.

Il devient évident que l'atteinte d'objectifs climatiques ambitieux exige un changement radical de paradigme : il faut en priorité substituer des énergies décarbonées (électricité, EnR thermiques, biocarburants) aux énergies fossiles, car le gain en émissions de CO₂ est immédiat et radical, et développer les actions d'efficacité énergétique les plus « rentables », l'objectif étant de réduire les émissions rapidement et au meilleur coût de la tonne de CO₂ évitée. A titre d'exemple le remplacement d'un chauffage fioul ou gaz par une pompe à chaleur (environ 10.000 à 15.000 €) est à comparer à une rénovation thermique complète (environ 40.000€) qui sera deux à trois fois moins efficace pour le climat. De même, dans des appartements correctement isolés un chauffage électrique performant (joule) est très compétitif et efficace associé à un effort raisonnable d'isolation. La priorité donnée actuellement à des rénovations énergétiques complètes mobilisera des investissements considérables, de 500 à 1000 milliards, pour un résultat climatique modeste.

H. Préparer le futur avec la 4^{ème} génération de réacteurs

Les connaissances acquises par la recherche et l'industrie française sur les réacteurs surgénérateurs est considérable. C'est particulièrement vrai dans la filière sodium avec Superphenix, qui reste le seul réacteur de puissance au monde ayant mobilisé la totalité du cycle du combustible, mais aussi avec les expériences menées dans Phenix et les études de conceptions d'Astrid. On ne peut que s'affliger des arrêts successifs décidés par des gouvernements sans vision long terme, le flambeau étant maintenant porté par la Russie, la Chine, L'inde, et dans la catégorie des SMR par de très nombreux pays. Il faut reprendre le collier si nous n'avons pas passé d'une nation de premier plan à une nation à la traîne.

Comment nos décideurs ont-ils pu négliger le fait que la France disposera en 2050 de plus de 500.000 tonnes d'oxyde d'uranium appauvri, capable d'offrir à la France, avec ces réacteurs de 4^{ème} génération, des millénaires d'électricité. Ils sont stockés facilement (une simple ICPE de la taille d'un terrain de football), sans danger car sous une forme stable et incombustible. Sous la pression du ministère la DGEC

et l'ASN ont demandé leur requalification en déchets, risquant ainsi de priver les générations futures de ressources considérables. PNC estime que ce stock devrait être repris par l'Etat et qualifié de « ressource stratégique nationale ».

Annexe 2

Les chiffres concernant les gaz à effet de serre sont pour la France, selon l'ADEME:

- Nucléaire : 6 g CO₂/kWh
- Éolien terrestre : 14,1 g CO₂ kW/h
- Éolien marin : 15,6 g CO₂/kWh
- Photovoltaïque : 43,9 g CO₂/kWh
- Centrale à gaz : 443 g CO₂/kWh

https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?renouvelable.htm