

# Souveraineté énergétique

## Préambule

**Le sujet de la souveraineté énergétique présente de nombreuses difficultés, matière à nombreuses discussions. On en retiendra quatre dans le présent préambule.**

1. **La première difficulté est de s'entendre sur ce dont on parle.** Bien souvent, le mot souveraineté désigne en réalité l'indépendance, voire l'autonomie.
  - a. **S'agit-il d'être autosuffisants ?** Dans cette hypothèse, cette autosuffisance porte-t-elle sur l'énergie elle-même, ou inclut-elle également les éléments indispensables à sa production (par exemple le minerai d'uranium ou les composants clés pour l'énergie nucléaire) ? Perspective reconnue comme peu réaliste.
  - b. **S'agit-il de façon plus réaliste de ne dépendre dans nos approvisionnements que d'alliés sûrs ?** Ces alliés sûrs le sont-ils en matière de fourniture, ou également de prix (contrats à long terme) ? Les chaînes d'approvisionnement présentent-elles des vulnérabilités ? Quelle fraction de notre consommation d'énergie doit-elle être sécurisée, au regard des surcoûts que cette sécurisation engendre ?
  - c. **La théorie de la co-dépendance ou de la dépendance mutuelle, est-elle une alternative robuste,** ou simplement crédible ? L'invasion de l'Ukraine par la Russie et les conséquences que l'on constate remettent en cause bien des croyances.
  - d. **S'agit-il de façon moins contraignante encore de pouvoir définir notre mix énergétique de façon souveraine,** ou bien avons-nous délégué souverainement ce pouvoir de décision aux autorités européennes ? Dans cette situation, si cette délégation nous emmène dans une direction qui ne nous convient pas ou plus, pouvons-nous souverainement revenir dessus, et faudrait-il alors aller (ou non) jusqu'à un « Frexit » ?
  
2. **Deuxième difficulté, l'horizon associé aux grands choix énergétiques est particulièrement long.**
  - a. L'utilisation du charbon pour produire de la vapeur remonte à la machine de James Watt en 1762. C'est le mécanisme de base des centrales électriques à charbon. La première de ces centrales remonte à 1882 à Londres. Elles se sont développées dans les années 1950 en France avec l'essor de l'usage de l'électricité. Il y a actuellement 8.500 centrales électriques au

- charbon en service dans le monde, représentant une capacité de 2.000 gigawatts. Elles génèrent le tiers de l'électricité mondiale et émettent le cinquième des gaz à effet de serre.
- b. Le pétrole, connu depuis longtemps (plus de 3.000 ans), n'est vraiment entré dans l'histoire qu'en 1859 avec le début de son extraction en Pennsylvanie. Les premières voitures à essence remontent à 1884 (Edouard Delamare-Deboutville, suivi de peu par Carl Benz et Gottlieb Daimler). La sophistication du moteur à explosion, l'usage des dérivés du pétrole pour l'énergie et le chauffage en ont fait une ressource essentielle, dont le transport et la distribution ont donné naissance à un très considérable réseau d'infrastructures.
  - c. Pour ce qui est de l'électricité, son usage pour s'éclairer remonte à Thomas Edison en 1879. Le chauffage électrique commence à se développer dans les années 1960. Le choc pétrolier des années 1970 puis la prise de conscience du réchauffement climatique et la montée en puissance des énergies renouvelables accélèrent le mouvement. Et la voiture électrique, inventée au XIX<sup>ème</sup> siècle puis tombée en désuétude, réapparaît en tant que concept et prototype autour de 1970, puis en fabrication à partir de 1990, pour réellement décoller vers 2010.
  - d. L'énergie hydraulique a commencé à être utilisée pour produire massivement de l'électricité à partir du milieu du XX<sup>ème</sup> siècle (le barrage de Génissiat, le deuxième en France et le plus grand en Europe à l'époque a été mis en service en 1937, celui d'Assouan en 1971). Les barrages hydroélectriques n'ont pas de durée de vie théorique maximale.
  - e. Le premier réacteur nucléaire a été construit à Chicago en 1942. Les EPR, de troisième génération, ont été conçus dans les années 1990 et entrent en service. Leur durée d'exploitation pourrait atteindre 80 ans, la longévité de 75% des réacteurs nucléaires américains actuellement en service ayant déjà été portée de 40 à 60 ans.
  - f. Les centrales au gaz ont commencé à se développer récemment. La première a été mise en service en France en 2012. Leur souplesse d'emploi en a fait le complément naturel des énergies renouvelables et intermittentes (éolien et solaire). C'est pourquoi elles sont particulièrement utilisées en Allemagne. Considérées comme modérément émettrice de CO<sub>2</sub>, elles bénéficient d'un traitement privilégié dans les schémas de transition énergétique, ce qui leur garantit des décennies d'activité.

**100 ans est ainsi l'horizon minimal probable des décisions prises et à prendre aujourd'hui.** Certes, on peut mettre en avant le progrès technique, l'importance des moyens économiques mobilisables, l'accélération de l'histoire et l'urgence climatique, mais ceci concerne davantage la relative rapidité des virages que l'on peut effectuer que l'horizon pour lequel on s'engage et sur lequel on pourra amortir les investissements en équipements et en infrastructures à réaliser. Pour

ce qui concerne par exemple le stockage de l'énergie dont la production est intermittente, à terme, utilisera-t-on des batteries ou de l'hydrogène, voire procédera-t-on autrement ?

3. **Troisième difficulté, les choix en matière énergétique sont soumis à des influences spécifiques. Certes, il s'agit de bénéficier de façon compatible avec nos objectifs de lutte contre le réchauffement climatique, de l'énergie la moins chère possible, avec un degré de sécurité compatible avec notre ambition en matière de souveraineté.** C'est donc un enjeu technique, économique, et géostratégique. Ce n'est déjà pas simple. **Mais il faut y ajouter deux spécificités :**

- a. **Une forte dimension de politique intérieure**, portée par les mouvements écologistes de façon différenciée au cours du temps et selon les pays. En témoignent les vicissitudes du programme nucléaire français dont l'abandon de Superphénix en 1997 (les travaux avaient été lancés en 1974, malgré les importantes manifestations locales des opposants, en partie venus d'Allemagne) et plus récemment la décision de fermeture de la centrale de Fessenheim (effective en 2020 pour une mise en service en 1978), suivis par la relance du nucléaire annoncée par le Président de la République le 9 novembre 2021. En Allemagne, la Chancelière Angela Merkel a annoncé le 15 mars 2011, quelques jours après l'accident de Fukushima, la fermeture de toutes les centrales nucléaires d'ici fin 2022, et cette décision tient toujours. Dans ce pays, le développement prioritaire d'énergies renouvelables a entraîné une forte dépendance au gaz pour pallier l'intermittence de la production.
- b. **Une forte sensibilité aux évolutions du contexte géostratégique.** Sur 100 ans, les évolutions peuvent être considérables. On citera par exemple, la deuxième guerre mondiale, l'indépendance de l'Algérie, l'instabilité et les conflits au Moyen-Orient, la chute du rideau de fer, et en dernier lieu l'invasion de l'Ukraine par la Russie qui met en risque l'approvisionnement en provenance de ce pays.

4. **Il n'y a pas de consensus international sur les fondamentaux.** Par exemple :

- a. Convient-il dans une perspective de durabilité, et en particulier face au réchauffement climatique, de privilégier les énergies renouvelables, ou les énergies faiblement émettrices de carbone ?
- b. Peut-on faire une balance coûts-avantages du nucléaire partageable, ou les décisions relèvent-elles d'autres critères ?
- c. Quelle est la perspective de long terme de bilan CO2 et de coût économique de l'hydrogène vert ?
- d. Pour les climato-sceptiques, le réchauffement climatique est-il réellement lié aux émissions de CO2 ? Sur ce point, certains (très minoritaires) donnent du crédit à l'analyse scientifique selon laquelle l'augmentation du CO2 dans l'atmosphère réduit

l'arrivée d'énergie sur le sol, dans une proportion supérieure au ralentissement des ré-émissions. Le réchauffement climatique aurait alors d'autres raisons. Mais chacun s'accorde à considérer que les énergies fossiles ne sont pas inépuisables, et qu'en tout état de cause la question de leur succession se pose. Que ce soit pour cette dernière raison, par conviction en matière de réchauffement climatique, ou en application du principe de précaution, l'opinion et les pouvoirs publics mondiaux ont à présent basculé. La lutte contre le réchauffement climatique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, avec un objectif d'économie zéro carbone à un horizon défini, est le référentiel dans lequel nous nous inscrivons. Toutefois, cet horizon ne semble pas encore fermement fixé.

Dans un contexte aussi complexe et incertain, les travaux des Forums Mac Mahon ne visent pas à proposer un plan stratégique de souveraineté énergétique. S'inscrivant dans la perspective de long terme qui les caractérise, ils ont souhaité mettre le projecteur sur certains enjeux, faisant chacun l'objet d'une fiche.

\*

\* \*

**Quelques constats, à compléter et enrichir** : terminologie et statistiques ne sont pas homogènes. De plus, l'énergie primaire peut être transformée avant d'être consommée (par exemple transformation du charbon en électricité, méthanisation de la biomasse).

Les formes d'énergie primaire et leurs sources :

Fossiles :

Charbon, lignite

Pétrole

Schistes bitumineux

Gaz naturel, gaz de schiste

Renouvelables :

Energie de l'eau (hydraulique)

Energie du vent (moulins, éolien)

Rayonnement solaire (bois et biomasse, biocarburants, photovoltaïque, hydrogène vert)

Géothermie

Fission de minerais radioactifs (nucléaire)

Déchets

Les formes d'énergie finale (celle que l'on facture)

Carburants, fioul

Gaz

Electricité

Bois et dérivés

Hydrogène (à venir)

Autres : chaleur

NB : il y a aussi des énergies intermédiaires : méthane issu de la biomasse, déchets

**Comparaison de la consommation d'énergie par habitant dans quelques pays** (en Tonnes Equivalent Pétrole, 2014-2015, source Banque Mondiale) :

Monde : 1,92  
 Afrique subsaharienne : 0,69  
 Amérique du Nord : 6,89  
 Asie du Sud : 0,57  
 Allemagne : 3,82  
 Bangladesh : 0,23  
 Brésil : 1,50  
 Chine : 2,22  
 Etats-Unis : 6,80  
 Fédération de Russie : 4,94  
 France : 3,69  
 Inde : 0,64  
 Islande : 17,48  
 Italie : 2,48  
 Japon 3,43  
 Lesotho : 0,01  
 Malaisie : 3,00  
 Royaume-Uni : 2,76  
 Suisse : 2,96

**Comparaison du mix énergétique français, allemand, américain, russe et chinois (statistical review of world energy, 2020)**

%	France	Allema- gne	Etats- Unis	Russie (fédération)	Chine	Monde
Charbon/lignite	2,2	15,2	10,5	11,6	56,6	27,2
Pétrole	30,8	34,8	37	22,6	19,6	31,2
Gaz naturel	16,8	25,8	34,1	52,3	8,2	24,7
Nucléaire	36,1	4,7	8,4	6,8	2,2	4,3
Hydroélectricité	6,2	1,4	2,9	6,7	8,1	6,9
Renouvelables	7,8	19	7	0,1	5,4	5,7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Répartition électricité	2019 Min Trans Ecol					
-Charbon	3	23,6	19,7	14	63,2	35,1
-Gaz naturel	15,2	16,1	40,6	44,7	3,2	23,4
-Nucléaire	40,3	11,3	19,4	19,9	4,7	10,1
-Hydraulique	2	3,3	6,7	19,6	17,0	16,0
-Autres renouvelables	9,6	40,6	12,9	0,3	11,1	11,7
-Pétrole	29,1	0,7	0,4	1,0	0,1	2,8

-Autres	0,8	4,4	0,3	0,5	0,7	0,9
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Emission de CO2 par KWH d'énergie chauffage consommée :**

	Grammes d'équivalent CO2 par KWH
Chaudière à bois	30
Pompe à chaleur	49
Réseau de chaleur	100
Radiateur électrique	147
Chaudière gaz	227
Chaudière fioul	324

Source Ademe et Carbone 4

**Emission de CO2 par MWH d'électricité produite en France**

(y compris du fait des investissements de construction et de la maintenance ? à valider)

	Tonne d'équivalent CO2 par MWH
Centrale à charbon	1,058
Pétrole lourd	0,778
Centrale fioul-vapeur	0,730
Pile à combustible	0,664
Gaz naturel	0,443
Electricité (chauffage)	0,210
Géothermie	0,038
Biomasse (déchets de bois avec turbine à vapeur)	0,032
Hydroélectrique	0,010
Eolien (en terre)	0,010
Eolien (en mer)	0,009
Centrale nucléaire	0,006

Source : bilan GES de l'Ademe

**Prix de revient actuel du MWH d'électricité produit à partir de différentes énergies :**

1-1-2022	Coût direct €/MWH	CO2, T/MWH	Coût du CO2	Coût total €
Charbon	90	1	90	180
Pétrole				
Gaz	82	0,5	45	127
Nucléaire				53
Eolien				

Photovoltaïque				
Hydraulique				

**NB : coût du nucléaire**

Les coûts de revient d'un réacteur nucléaire se répartissent de la façon suivante :

Combustibles, recyclage, déchets	16%
Exploitation des réacteurs	34%
Maintenance	9%
Investissements	41%

Le coût de production nucléaire historique en France se situe à 53 €/Mwh pour EDF, 48 €/Mwh pour la CRE (Commission de régulation de l'énergie). Ce coût inclut le grand carénage (45 Mds€) et l'enfouissement (25 Mds€). Le prix de l'uranium représente 5 à 7% du coût et est relativement stable.

Le financement d'un réacteur nucléaire pose **trois problèmes** :  
Coût de la tête de série. L'expérience de la première génération montre que la durée de construction implique un taux d'intérêt qui peut être élevé : le prix d'actualisation peut passer de 3% à 10% suivant les craintes des investisseurs privés. C'est la raison pour laquelle une programmation industrielle sur au moins un décennie peut réduire le coût de 30%, voire de 50% si le financement est mixte avec une participation de l'Etat. EDF estime que le coût de production de l'EPR pourrait être inférieur à 60 €/Mwh voire 45 €/Mwh.

**Intermittence moyenne de la production d'énergie pour différentes sources**

	aléatoire	Sur 10 ans
Solaire		
Eolien terre		
Eolien mer		
Hydroélectricité	0	
Electricité nucléaire	0	