



INSTITUT
POUR QUE L'AVENIR AIT BESOIN DE NOUS
SAPIENS



Reprendre en main notre destin énergétique

À propos de l'auteur



Philippe Charlez

Ingénieur des Mines de l'École Polytechnique de Mons (Belgique) et Docteur en Physique de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Expert internationalement reconnu en énergie, Charlez est l'auteur de plusieurs ouvrages sur la transition énergétique dont « Croissance, énergie, climat. Dépasser la quadrature du cercle » paru en Octobre 2017 aux Editions De Boek supérieur et « L'utopie de la croissance verte. Les lois de la thermodynamique sociale » paru en octobre 2021 aux Editions JM Laffont.

Philippe Charlez enseigne à Science Po, Dauphine, l'INSEAD, Mines Paris Tech, l'ISSEP et le Centre International de Formation Européenne. Il est éditorialiste régulier pour Valeurs Actuelles, Contrepoints, Atlantico, Causeur et Opinion Internationale. Il est l'expert en Questions Energétiques de l'Institut Sapiens. Pour plus d'informations sur l'auteur consultez www.philippecharlez.com et <https://www.youtube.com/energychallenge>

A propos de l'Institut Sapiens

L'Institut Sapiens est un laboratoire d'idées (*think tank*) indépendant et non partisan réfléchissant aux nouvelles conditions d'une prospérité partagée à l'ère numérique. L'humanisme est sa valeur fondamentale. Son objectif est d'éclairer le débat économique et social français et européen par la diffusion de ses idées.

Il fédère un large réseau d'experts issus de tous horizons, universitaires, avocats, chefs d'entreprise, entrepreneurs, hauts fonctionnaires, autour d'adhérents intéressés par les grands débats actuels. Sapiens s'attache à relayer les recherches académiques les plus en pointe.

Les travaux de Sapiens sont structurés autour de **sept observatoires thématiques** : développement durable ; IA et éthique ; science et société ; santé et innovation ; travail, formation et compétences ; politiques, territoire et cohésion sociale ; innovation économique et sociale.

Sa vocation est triple :

Décrypter — Sapiens aide à la prise de recul face à l'actualité afin d'aider à la compréhension des grandes questions qu'elle pose. L'institut est un centre de réflexion de pointe sur les grands enjeux économiques contemporains.

Décloisonner et faire dialoguer — Sapiens met en relation des mondes professionnels trop souvent séparés : universitaires, membres de la sphère publique, praticiens de l'entreprise ou simples citoyens. L'institut est un carrefour où ils peuvent se rencontrer pour réfléchir et dialoguer.

Se former — Le XXI^e siècle est celui de l'information ; il doit devenir pour l'individu celui du savoir. Les immenses pouvoirs que donnent les technologies appellent un effort nouveau de prise de recul et d'analyse. Grâce à ses publications, événements et rencontres, Sapiens se veut un lieu de progression personnelle pour ceux qui veulent y prendre part.

Pour en savoir plus, visitez notre site internet : institutsapiens.fr



Introduction

Reposant en grande partie sur une relance du nucléaire civil, le discours délivré par le Président de la République à Belfort le 10 février 2022 balaie d'un revers de main vingt années d'errements énergétiques consistant à abandonner de façon insidieuse une filière d'excellence au profit d'unités solaires et éoliennes centralisées (150 milliards d'euros d'investissements publics depuis 2002 !) nous fournissant...moins de 2% de l'électricité durant les heures de pointes hivernales.

S'il n'y a jamais eu en France une réelle volonté de sortir du nucléaire comme tel fût le cas Outre-Rhin après Fukushima, la filière a beaucoup souffert d'attaques incessantes portées contre elle depuis la fin du siècle dernier : opposition frontale durant les années 1970 à la construction du surgénérateur Superphénix débouchant sur l'arrêt du réacteur en 1998, fermeture de la centrale de Fessenheim et arrêt du prometteur projet ASTRID en 2019. En 20 ans d'inactivité opérationnelle (le dernier réacteur mis en service est Civaux-2 en avril 2002) la France a inexorablement perdu un savoir faire historique se laissant supplanter, dans un domaine dont elle était le leader mondial, par la Chine et la Corée.



Le discours de Belfort

Le discours s'articule autour de trois constats :

1. La transition énergétique reposant majoritairement sur le remplacement d'équipements thermiques (voitures à essence ou diesel, chaudières gaz ou fioul) par des équipements électriques (voitures électriques, hydrogène, pompes à chaleur), engendrera un accroissement massif de la consommation d'électricité,
2. Cette consommation ne pourra être assurée, loin de là, par un mix 100% renouvelables. Ces derniers devront impérativement s'appuyer sur une source d'électricité pilotable. Le Président le reconnaît explicitement dans son discours en déclarant « *qu'une stratégie misant sur un seul type d'énergie- i.e. les renouvelables- serait une impasse* »,
3. La flambée des prix de l'énergie déferlant sur l'Europe depuis l'été 2021 est principalement due à l'accroissement de la demande d'électricité que le gaz naturel supporte en priorité mais aussi à une contraction de l'offre liée à une baisse massive des investissements dans l'amont pétrolier & gazier (ils ont été réduits de moitié depuis 2014). Une flambée qui devrait s'accroître à la suite des sanctions qui seront imposées à la Russie pour cause de conflit russo-ukrainien. Une « *aventure gaz/renouvelable* » à l'allemande ruinerait définitivement un pays dont la dette et le déficit du commerce extérieur explosent. Elle plomberait également de façon structurelle le pouvoir d'achat des Français.

Pour pallier le court terme, l'exécutif a depuis Septembre 2021 déboursé 22 milliards d'euros dont 8 milliards de relèvement du plafond de l'ARENH¹ (100 TWh à 120 TWh) à charge d'EDF. L'action gouvernementale ne pouvait évidemment s'arrêter là et demandait de redéfinir une stratégie moyen/long terme prônant un développement durable s'appuyant sur une croissance soutenable. : « atteindre en trente ans la neutralité carbone » sans pour autant « faire preuve d'austérité énergétique » tout en « assurant le développement industriel de notre pays ». La stratégie présidentielle repose sur quatre piliers :

- > effectuer le « Grand Carénage » pour prolonger d'au moins 20 années les 56 réacteurs nucléaires actuellement en service,

¹ Accès Régulé à l'Electricité Nucléaire Historique

- > lancer la construction de six nouvelles EPRs de troisième génération et étudier la faisabilité de 8 autres (soit 14 au total),
- > atteindre à l'horizon 2050 100 GW de solaire (x8), 37 GW d'éolien terrestre (x2) et 40 GW d'éolien off-shore,
- > réduire de 40% la consommation d'énergie finale des Français.

Quel mix énergétique pour la France à l'horizon 2050 ?

Le concept d'intensité énergétique

Alors que la croissance économique peut en théorie se passer de carbone (il suffit de remplacer l'ensemble des énergies fossiles par des énergies décarbonées), elle ne peut en revanche se passer d'énergie. Il existe donc un seuil de consommation énergétique minimal sous lequel la croissance économique ne peut plus être assurée.

Pour l'anticiper on ne peut se contenter de la notion trop simpliste de sobriété énergétique (consommation annuelle d'énergie par habitant). Il est indispensable d'introduire le concept d'**intensité énergétique** égal au rapport entre la consommation d'énergie primaire d'une région ou d'un pays et sa production de richesse. S'exprimant en kWh/\$, elle traduit la quantité d'énergie requise pour produire une unité de richesse. Plus elle est faible, plus l'économie s'avère performante.

Depuis le début du XX^e siècle, l'intensité énergétique mondiale est passée de 7 kWh/\$ à moins de 2 kWh/\$. Cette remarquable baisse cache toutefois une forte disparité géographique : les pays de l'OCDE se situent bien en dessous de la moyenne mondiale tandis que la plupart des pays émergents ont une intensité énergétique bien supérieure. Ainsi pour produire 1\$ de richesse, la France et l'Allemagne consomment un peu moins de 1 kWh et la Grande-Bretagne 0,8 kWh. En revanche, pour produire ce même dollar la Russie consomme 5 kWh, l'Inde 3,5 kWh et la Chine 3 kWh.

Cette forte hétérogénéité s'explique en partie par la désindustrialisation des pays de l'OCDE au profit des services. Toutefois compte tenu du poids moyen de l'industrie dans la production de richesses nationales (<30%), la différence s'explique surtout par l'inefficacité des systèmes énergétiques des pays émergents (habitat mal isolé, parc de voitures mal entretenu, outil industriel souvent obsolète).

Selon les tendances mondiales l'intensité énergétique pourra difficilement descendre sous 0,5 kWh/\$ dans les économies tertiaires les plus désindustrialisées². Ramener en France la part de l'industrie à 20% du PIB (contre 12% aujourd'hui) demandera une intensité énergétique supérieure à 0,6 kWh/\$. En dessous de cette valeur, croissance économique et réindustrialisation ne seraient plus assurées.

Analyse de plusieurs scénarios de réduction de la consommation

Partant de la consommation d'énergie finale française 2019 (un peu moins de 1800 TWh incluant la partie non énergétique³ dédiée à la pétrochimie), quatre scénarios 2050 ont été considérés (**Figure 1 – haut**). Ils correspondent respectivement à des baisses de la consommation d'énergie finale de 21%, 40% (proposition présidentielle), 54% (second scénario de l'ADEME) et 60% (stratégie proche du scénario Negawatt 100% renouvelables). Dans tous les cas, une croissance économique minimale de 1% par an a été considérée et conformément aux données de l'INSEE une légère croissance démographique a été prise en compte (70 millions d'habitants à l'horizon 2050).

Les quatre scénarios prennent en compte les propositions de l'exécutif en termes de croissance des renouvelables (100 GW de solaire photovoltaïque, 37 GW d'éolien terrestre et 40 GW d'éolien off-shore). La puissance hydroélectrique actuelle (26 GW) est maintenue. En revanche, conformément aux prédictions de RTE⁴, la puissance nucléaire existante est ramenée à 15 GW en 2050 (**Figure 2**).

2 Ph. Charlez (2021) "L'Utopie de la Croissance Verte. Les lois de la thermodynamique sociale » JM Laffont

3 157 TWh en 2019 - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2015823>

4 <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-production-totale/#:~:text=En%20France%20m%C3%A9tropolitaine%2C%20la%20puissance,stable%20par%20rapport%20%C3%A0%202019.>

Figure 1 – Les quatre scénarios (-21%, -40%, -54%, -60%)
Haut – énergie finale Bas – Part du nucléaire et mix électrique

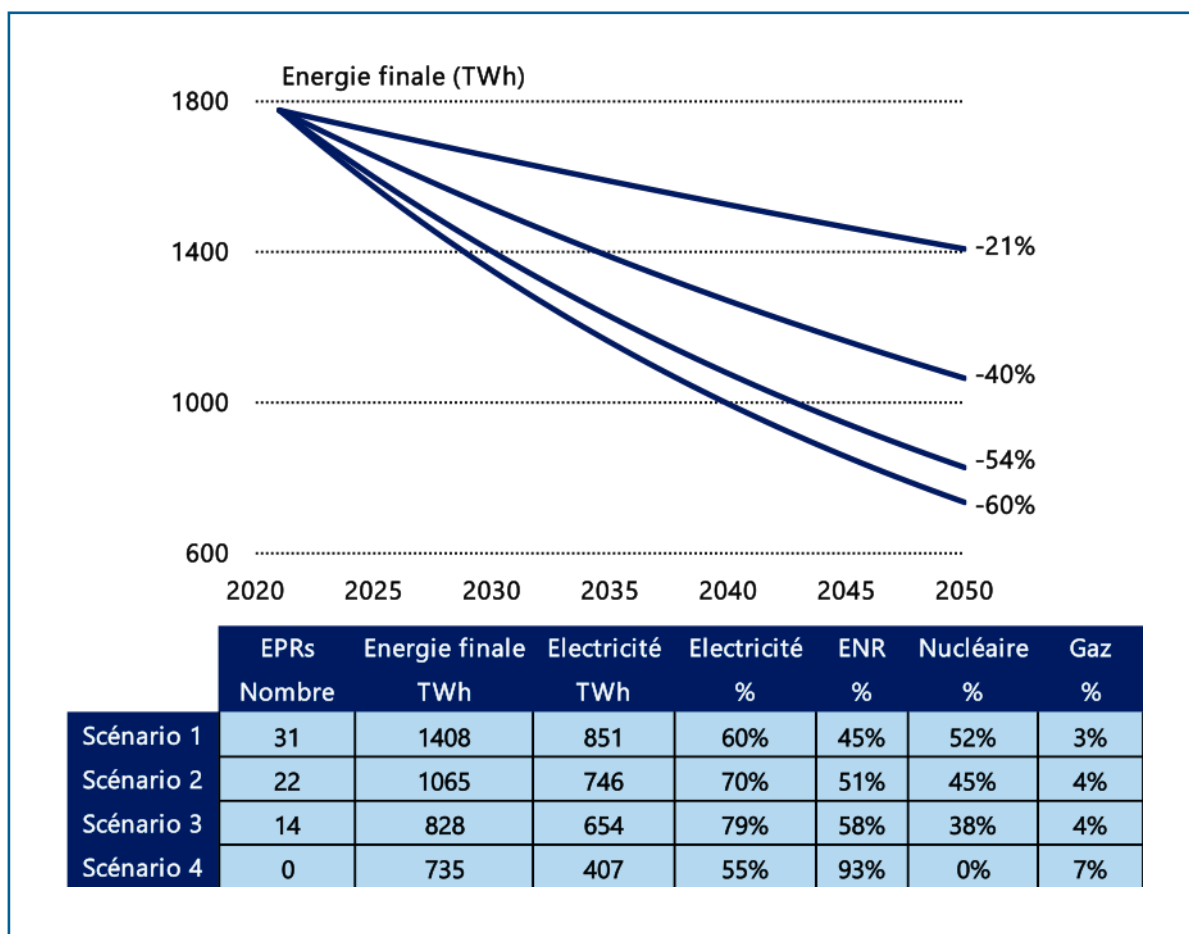
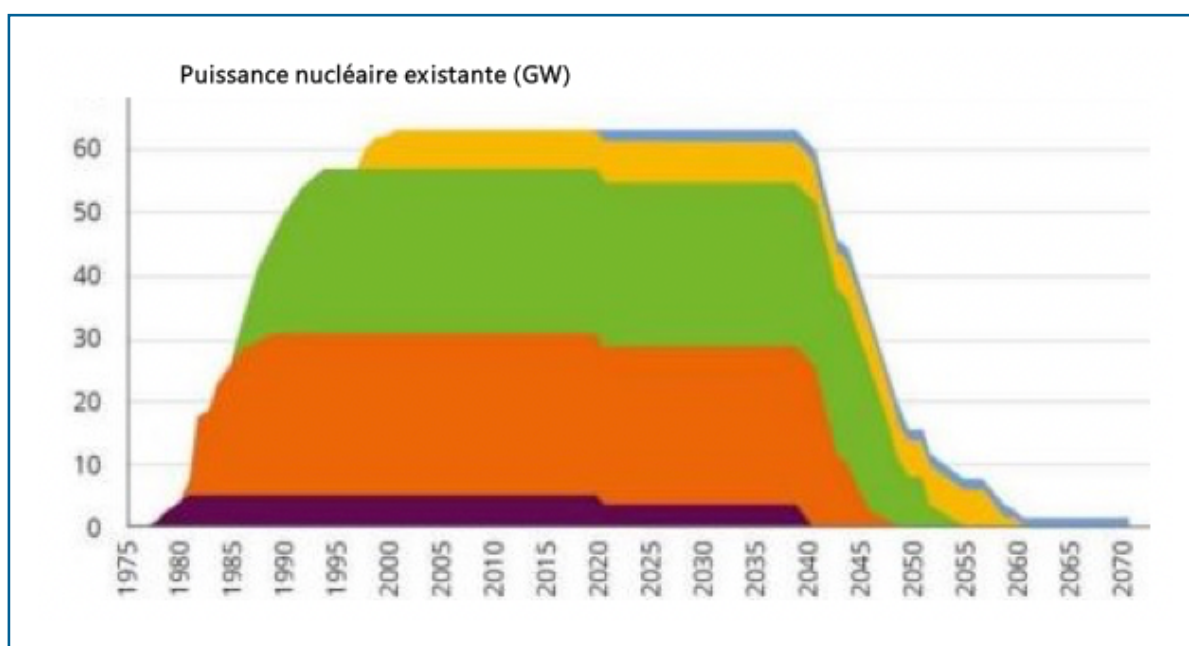


Figure 2 – Evolution de la puissance nucléaire existante



Dans les différents scénarios, la puissance nucléaire additionnelle (EPRs) est utilisée comme variable d'ajustement de la production d'énergie finale. 12 GW de gaz haute performance (Cycles Combinés – 60% de rendement) sont maintenus dans les quatre scénarios comme back-up pilotable.

Le scénario 1 (**Figure 1 – bas**) nécessite de construire 31 EPRs (1,6 GW chacun) et conduit à un mix final contenant 60% d'électricité (851 TWh de consommation électrique) bien équilibré entre 45% de renouvelables et 52% de nucléaire. Le scénario 2 demande quant à lui la construction de 22 EPRs et conduit à un mix dominé par 51% de renouvelables. Les scénarios 3 et 4 voient la part des renouvelables s'accroître respectivement à 58% et 93% aux dépens du nucléaire dont la part s'effondre respectivement à 38% et 0%.

Parmi les quatre scénarios envisagés (**Figure 3 – gauche**), seul le premier n'est pas contraint par le seuil d'intensité énergétique minimal. Pour le scénario deux, la valeur seuil est atteinte en 2041 tandis que pour les deux autres scénarios elle l'est respectivement en 2036 et 2030.

En termes économiques (**Figure 3 – droite**), seul le premier scénario assure une croissance économique continue du PIB/ habitant (+29,3%) sur la période 2021 à 2050. Si pour le second scénario la richesse reste quasi stationnaire sur la période (le PIB/hab progresse de 1,3%), sa décroissance s'amorce en 2041. Quant aux scénarios 3 et 4 ils sont tous deux profondément décroissantistes avec un PIB/hab déclinant sur la période respectivement de 22% et 55%.

L'économiste Christian Saint Etienne avait donc vu juste en twittant après le discours de Belfort que « *la baisse programmée de 40% de notre consommation d'énergie rendait impossible la réindustrialisation et la hausse du niveau de vie* ». ⁵

⁵ <https://www.lopinion.fr/elections/presidentielle/pourquoi-la-politique-energetique-francaise-doit-evoluer-lanalyse-de-christian-saint-etienne>

Recommandations de l'Institut Sapiens

Bien qu'allant dans la bonne direction, la stratégie proposée demande d'être corrigée sur deux points majeurs. Si l'on souhaite réindustrialiser la France et maintenir une croissance économique raisonnable, la réduction de l'énergie finale à l'horizon 2050 pourra difficilement excéder 25%. En conséquence, le nombre proposé de nouvelles centrales EPR (6+8) sera très nettement insuffisant pour satisfaire la forte croissance de la demande électrique. Dans le scénario retenu par l'Institut Sapiens (**Figure 4**), 60% de l'énergie finale serait électrifiée. Les 40% restants seraient principalement composés de biomasse (400 TWh principalement destinée à l'industrie, au chauffage et aux transports -biocarburants-) et de fossiles (167 TWh) à usage non énergétique.

Figure 3 – Gauche - Intensité énergétique - Droite – PIB/habitant

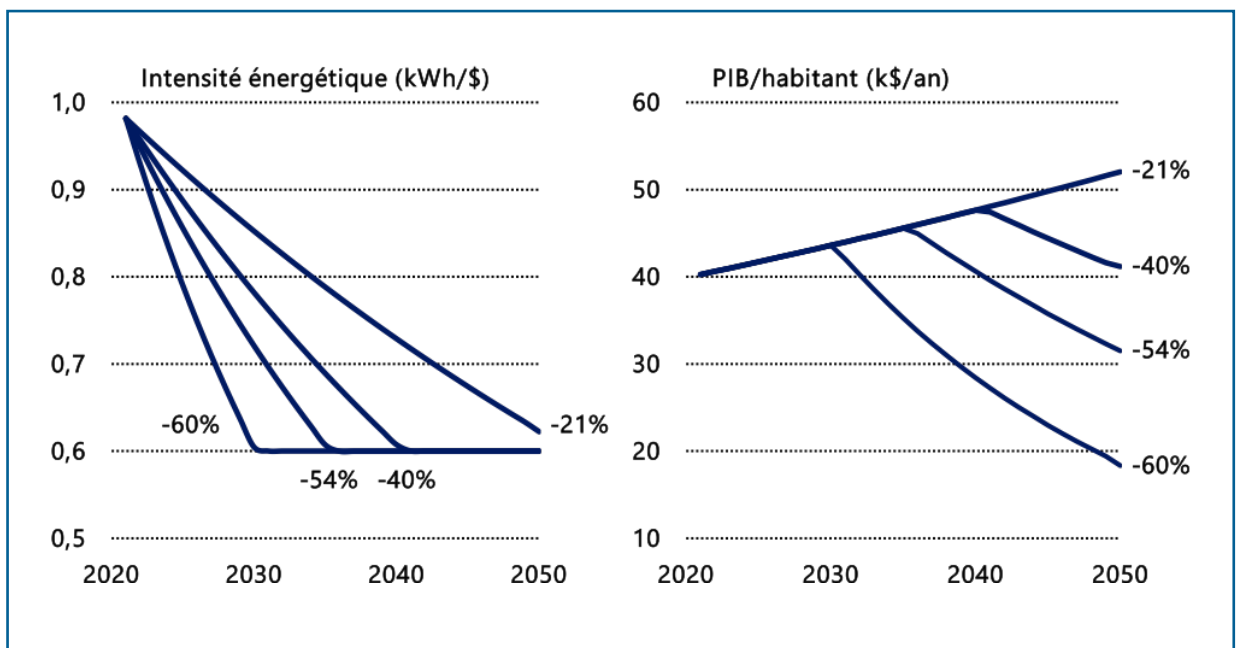


Figure 4 – Résumé des données du scénario 1

Parc électrique 2050	Puissance	Charge	2050	2050
	GW	%	TWh	%
Nucléaire existant	15	71%	93	52%
Nucléaire nouveau	50	80%	350	
Hydraulique	26	26%	60	45%
Eolien marin	40	38%	133	
Eolien terrestre	37	22%	72	
Solaire	100	12%	105	
Biomasse & déchets	2	57%	10	
Thermique gaz CC	12	25%	27	3%
Total	282		851	100%
	TWh			
Energie primaire	2268			
Energie finale	1408			
Dont électricité	851			
Dont hydrogène	165			

Pour produire les 850 TWh d'électricité, 31 EPRs de 1,6 GW (soit 50 GW) devront être construites. Dans le mix électrique 2050, le nucléaire assurerait un peu plus de la moitié de la production et les renouvelables (incluant l'hydroélectricité) l'autre moitié. Dans ce schéma, l'entièreté de l'électricité renouvelable intermittente on-shore (solaire + éolien – 165 TWh) pourrait être décentralisée (i.e. non reliée au réseau) et mise à profit pour produire les 3 millions de tonnes d'hydrogène nécessaires à la mobilité longue distance et forte puissance (camions, bateaux et avions) éliminant par-là les problèmes d'instabilité du réseau.

