





**« DÉFIS ÉNERGÉTIQUES ET POLITIQUE EUROPÉENNE »**



## Sommaire

Accueil par M. Jean-Pierre Chevènement, Président de la Fondation Res Publica.....	7
« <i>Contexte mondial, les mouvements de fond dans la géopolitique de l'énergie</i> » par M. Olivier Appert, Conseiller au Centre Énergie de l'Ifri, ancien Président-directeur général d'IFP Énergies nouvelles et du Conseil Français de l'Énergie, et membre de l'Académie des Technologies.....	12
« <i>L'Union européenne au cœur de la nouvelle géostratégie de la transition énergétique. 2030-2040</i> » par Mme Viviane Du Castel, Analyste géopolitique et géostratégique, auteur de <i>Transition énergétique et changement climatique : enjeux et défis géoénergétiques de l'Union européenne</i> , (Connaissances et savoirs, 2017), <i>Choix énergétiques : quels enjeux?</i> (L'Harmattan, 2015), <i>La sécurité des approvisionnements énergétiques- enjeux et défis pour l'Union européenne</i> , (L'Harmattan, 2014).....	24
« <i>Reconquérir l'autonomie de décision dans l'intérêt du consommateur particulier et industriel ; le sens de l'intérêt général et l'utilité d'une vision à long terme</i> » par M. Henri Progllo, Ancien Président-directeur général d'EDF.....	30

« *R&D, verrous technologiques à faire sauter, horizons de temps pour la maturité des technologies en question* »

par M. Pierre Papon,

Professeur d'Université, ancien Directeur général du CNRS puis de l'IFREMER, auteur, entre autres, de *Vers une énergie durable* (avec Daniel Clément) (Le Pommier, 2010) et *2050 : quelles énergies pour nos enfants ?* (Le Pommier, 2017), membre du Conseil d'administration de la Fondation Res Publica..... 40

Débat final ..... 48

Mesdames,  
Messieurs,  
Chers amis,

Je vous remercie d'être venus nombreux et vous souhaite une amicale bienvenue ainsi qu'à nos intervenants :

Mme Du Castel, géopoliticienne, a publié un certain nombre d'ouvrages sur les questions d'approvisionnement énergétique<sup>1</sup>.

M. Papon, ancien Directeur général du CNRS, membre du Conseil d'administration de la Fondation Res Publica, traitera des verrous technologiques. À quel horizon peut-on espérer les faire tomber (si tant est qu'on puisse les faire tomber) ? Comment ce sujet s'intègre-t-il dans une vision d'ensemble ? Une vision d'ensemble qui manque souvent cruellement.

Je n'ai pas besoin de présenter M. Henri Proglío. Ancien PDG d'EDF et riche d'une longue expérience industrielle, il sait de quoi il parle !

Ce n'est pas la première fois que M. Olivier Appert, conseiller au Centre Énergie de l'Ifri, président du Conseil Français de l'Énergie, nous fait l'honneur de répondre à notre invitation. Nous l'avions écouté avec beaucoup d'intérêt lors d'un précédent colloque que nous avons tenu en 2013<sup>2</sup>. Nous avons d'ailleurs organisé plusieurs colloques sur le sujet de l'énergie en 2004<sup>3</sup>, en 2006<sup>4</sup> et en 2008<sup>5</sup>. À la relecture de ces colloques, j'ai été frappé par la pertinence des propos

---

<sup>1</sup> *Choix énergétiques : quels enjeux ?* Viviane du Castel, éd. L'Harmattan, 2015.

*La sécurité des approvisionnements énergétiques - enjeux et défis pour l'Union européenne*, Viviane du Castel, éd. L'Harmattan, 2014.

*Le renouveau du nucléaire après Fukushima*, Viviane du Castel, en coopération avec Julie Montfort, éd. L'Harmattan, 2012.

<sup>2</sup> *La France et l'Europe dans le nouveau contexte énergétique mondial*, colloque organisé par la Fondation Res Publica le 17 juin 2013.

<sup>3</sup> *Approvisionnement énergétique de l'Europe et politique de grand voisinage*, colloque organisé par la Fondation Res Publica le 14 décembre 2004.

<sup>4</sup> *Le nucléaire et le principe de précaution*, colloque organisé par la FRP le 24 janvier 2006.

<sup>5</sup> *Quelle politique européenne de l'énergie ?*, colloque organisé par la Fondation Res Publica le 20 octobre 2008.

tenus et par la difficulté qu'il y a d'apprécier les retombées concrètes qu'ont pu avoir les inflexions données à la politique de l'énergie en France et en Europe.

« *Défis énergétiques et politique européenne* », tel est l'intitulé du colloque qui nous réunit ce soir. La politique européenne consiste à fixer des objectifs, quelquefois chiffrés. Chiffrés en fonction de quoi ? L'exigence se resserre, on voit qu'une pression s'exerce, mais l'exposé rationnel manque. On fixe des objectifs à l'horizon 2020 ou 2030 en matière d'émissions de gaz à effet de serre, d'efficacité énergétique, mais il est difficile d'en comprendre la cohérence globale. Bien entendu, il y a des objectifs que personne ne conteste et que nous n'allons pas contester, telle l'efficacité énergétique. Obtenir le même produit avec moins d'énergie est évidemment souhaitable. Les économies d'énergie sont souhaitables en tous domaines. Nous ne le contestons pas. De même, l'objectif bas carbone, l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 (nous ne rejetterons pas plus de gaz carbonique que nos forêts et nos sols ne sont capables d'en absorber) n'est pas choquant si on rapporte le réchauffement climatique à « l'anthropocène » (l'effet que peut produire la multiplication des hommes et de leurs activités). Encore faudrait-il isoler tous les facteurs. Je remarque, pour autant que je puisse être informé, que la réflexion sur des phénomènes qui relèvent plutôt de l'astrophysique, telles les éruptions solaires, et un certain nombre de facteurs qui influent sur le climat est rarement évoquée et jamais discutée.

Notre fondation, reconnue d'utilité publique, a le souci d'exercer le doute méthodique sur ces sujets difficiles (climat, énergie). Elle ne conteste pas un certain nombre d'objectifs très valables, encore qu'on pourrait quelquefois s'interroger : Pourquoi, bien que l'objectif de neutralité carbone soit fixé à l'horizon 2050, l'Allemagne a-t-elle programmé la sortie du charbon seulement en 2038 alors qu'on a vu des pays comme la Grande-Bretagne réduire dans des proportions tout à fait considérables leur consommation de charbon en l'espace de quatre ans ? Quelques questions mériteraient d'être posées.

Questions que, exerçant l'esprit de doute méthodique, je m'efforcerai de poser avant de donner la parole aux intervenants que vous êtes venus écouter.

J'ai parlé de l'objectif de décarbonation (bas carbone ou neutralité carbone) à l'horizon 2050. La promotion des énergies renouvelables a été l'axe majeur du tournant énergétique qui a été pris dans la foulée de Fukushima, notamment en Allemagne par Mme Merkel. Cette promotion des énergies renouvelables a



représenté un investissement considérable. Le paysage allemand lui-même a changé. En Allemagne de l'Ouest et du Nord on est frappé par la prolifération des éoliennes, la construction de réseaux a modifié le paysage de certaines régions.

Quelles sont les conséquences de ces énergies dites « renouvelables » en termes de compétitivité ? Chacun sait que la facture d'électricité des ménages allemands est deux fois plus élevée que celle des ménages français. Il y a évidemment en France une contribution au service public de l'énergie mais en Allemagne une fiscalité beaucoup plus forte encore renchérit le coût de l'électricité. Si le prix de l'électricité est resté constant pour les industriels, c'est probablement au prix d'un certain nombre de manipulations dont je ne veux pas connaître. Le renchérissement du coût de l'électricité a marqué dans un premier temps la promotion des énergies renouvelables mais aujourd'hui une information contraire est véhiculée : sous le titre « Les énergies renouvelables stagnent, une mauvaise nouvelle pour le climat », *Le Monde* d'aujourd'hui<sup>6</sup> publie notamment une courbe montrant la baisse du coût de production des énergies renouvelables, le coût du solaire passant en dix ans de 359 à 43 dollars/MWh tandis que l'éolien passerait de 135 à 42 dollars/ MWh. Si le coût des énergies renouvelables a beaucoup chuté, la croissance de leur installation stagne, d'où le signal d'alerte lancé par *Le Monde*.

J'aimerais quand même poser un certain nombre de questions à ce sujet.

On confond souvent le coût du MWh installé et le coût du MWh produit<sup>7</sup>, ce qui diffère sensiblement lorsqu'on parle d'énergies intermittentes. En effet, les

---

<sup>6</sup> « Les énergies renouvelables stagnent, une mauvaise nouvelle pour le climat ».

Même si le secteur couvre désormais plus du quart des besoins mondiaux d'électricité, sa progression n'est pas suffisante pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris, selon un groupe d'experts.

Par Pierre Le Hir et Nabil Wakim. Publié dans *Le Monde* du 18 juin 2019.

<sup>7</sup> On installe des MW et on produit des MWh en « mobilisant » la puissance (les MW) pendant une durée pour avoir de l'énergie (les MWh). Dans la mesure où il n'y a pas de combustible dans les éoliennes, le coût du MWh produit dépend effectivement de la durée d'utilisation de la machine par comparaison avec un hypothétique coût du MWh si elle fonctionnait sans interruption toute l'année. Mais le vrai sujet est l'intermittence : par quoi compenser la non production quand il n'y a pas de vent ou de soleil ? Du réseau, des batteries, des centrales à gaz ou à charbon, du nucléaire ? Il faudra bien que le consommateur paie ! (cf. Sylvain Hercberg : *Sur le système électrique en France*, éd. L'Harmattan, 2019, note de bas de page 98)

éoliennes ne tournant qu'un tiers du temps, il faut multiplier par trois le coût du MW installé pour obtenir le coût du MWh produit. À la question de la compétitivité s'ajoute la question de la compensation de l'intermittence des énergies renouvelables. Le nucléaire étant proscrit (Mme Merkel a décidé en 2011 de sortir du nucléaire à l'horizon 2022), la compensation ne peut se faire qu'à travers des énergies fossiles (charbon, lignite, gaz). En Allemagne le charbon et le lignite représentent encore 38 % de la production d'électricité, ce qui est considérable. Pour des raisons internes faciles à comprendre, l'Allemagne prévoit d'étaler la sortie du charbon jusqu'en 2038, c'est-à-dire pendant dix-neuf ans, beaucoup plus longtemps que la Grande-Bretagne ne l'a fait. Pourquoi cette lenteur ?

Se pose aussi une question de sécurité d'approvisionnement, du moins si l'on en croit les textes très difficiles à déchiffrer de la Commission européenne. On pense bien entendu à la dépendance au gaz russe. Mais si on ne dépend pas du gaz russe, on dépend du gaz iranien ou du gaz Qatari ! Est-ce tellement plus sûr ? Cela mérite discussion. J'ajoute que la dépendance s'exerce dans les deux sens. L'économie russe est dépendante de ses débouchés autant que l'Europe est dépendante de ses fournisseurs. Il y a donc une dépendance de la Russie par rapport au marché européen qui est encore, et de loin, le principal débouché de la production de gaz russe.

Selon le *Spiegel*, Mme Merkel aurait déclaré que l'*Energiewende*<sup>8</sup> était une erreur car cette politique contrevient aux exigences d'une économie industrielle développée. En effet la compensation de l'intermittence des énergies renouvelables exige la construction de réseaux à haute tension. Si elle ne remet pas en cause le bien-fondé de la sortie du nucléaire, la Chancelière s'interroge sur la promotion des énergies renouvelables. Peu après les élections allemandes des décisions ont été prises pour diminuer considérablement le montant des subventions qui étaient accordées à ces énergies renouvelables. L'*Energiewende* a été décidée en 2011, huit ans ont passé, on se rend compte que c'était un choix précipité. Je fais observer en tant que citoyen que ce choix s'est fait sous la pression médiatique énorme qui a résulté de l'accident de Fukushima. Bien que

---

<sup>8</sup> En Allemagne, l'*Energiewende* (tournant énergétique) s'est imposée pour désigner à la fois l'abandon accéléré de la production nucléaire et le maintien d'objectifs ambitieux pour la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> grâce, d'une part, à l'amélioration de l'efficacité énergétique, et d'autre part, à l'essor des EnR.

l'origine en fût un tsunami, cela a rendu le nucléaire peu fréquentable et un certain nombre de conséquences ont été tirées à ce jour par l'Allemagne. Certains pays comme la Belgique ou l'Espagne s'interrogent. En tout cas, s'agissant de la politique européenne, le cadre général fixé en 2008 a été fortement resserré en 2014-2015. Les objectifs d'émission de gaz à effet de serre ont été durcis. Mais cette politique est définie en termes suffisamment vagues pour que l'on puisse dire qu'aujourd'hui encore la politique européenne juxtapose des politiques nationales. Je ne parlerai pas de « modèles » car ceux-ci ont perdu beaucoup de leur cohérence. Par exemple, le projet de loi sur l'énergie dont l'examen commence aujourd'hui en commission<sup>9</sup> à l'Assemblée nationale et qui sera sans doute adopté au mois de juin a un objectif que je juge plutôt raisonnable qui est d'étaler la fermeture de quatorze tranches nucléaires jusqu'en 2035 (« *réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2035* ») mais sans justifier cette fermeture autrement que par la pression des écologistes dont l'influence s'est trouvée accrue par le résultat des dernières élections européennes où ils ont obtenu 13,48 % des suffrages exprimés. Cela ne représente que 7 % des électeurs inscrits mais cela pèse dans le discours public.

Peut-être M. Proglia nous expliquera-t-il ce que signifie « l'accès régulé à l'énergie nucléaire historique ». Il s'agit d'amener EDF à revendre une part (20 % ou 25 %) de ce qu'elle produit à des fournisseurs d'électricité qui en tirent sans doute quelque bénéfice.

Parce que sa rationalité globale est très mal définie, la politique de l'énergie ne peut être comprise par les citoyens. Nous n'acceptons pas de nous soumettre à la pression médiatique ou idéologique de quelque groupe de pression que ce soit, c'est pourquoi je pose ces questions inspirées par le seul souci de l'intérêt public.

Je vais maintenant laisser la parole aux intervenants. M. Appert et Mme Du Castel aborderont les questions stratégiques. Puis M. Proglia, en qualité de grand praticien du sujet, pourra intégrer d'autres variables, notamment économiques et financières. Enfin nous passerons la parole à la Recherche : M. Papon nous parlera des verrous technologiques qu'il faudrait faire sauter pour arriver à rationaliser un peu le sujet de la production d'énergie.

---

<sup>9</sup> Le texte du projet de loi relatif à l'énergie et au climat a été renvoyé à la commission des affaires économiques qui a rendu son rapport le 20 juin 2019. Ces documents peuvent être consultés sur le site de l'Assemblée nationale.

*Contexte mondial, les mouvements de fond dans la géopolitique de l'énergie*

Votre introduction m'amène à apporter trois précisions :

D'abord, les industriels allemands sont exonérés de la CSPE (Contribution au service public de l'électricité). La Commission européenne a accepté cette surprenante distorsion de concurrence. Les industriels français payent la CSPE, les industriels allemands ne la payent pas. Seuls les consommateurs allemands la payent.

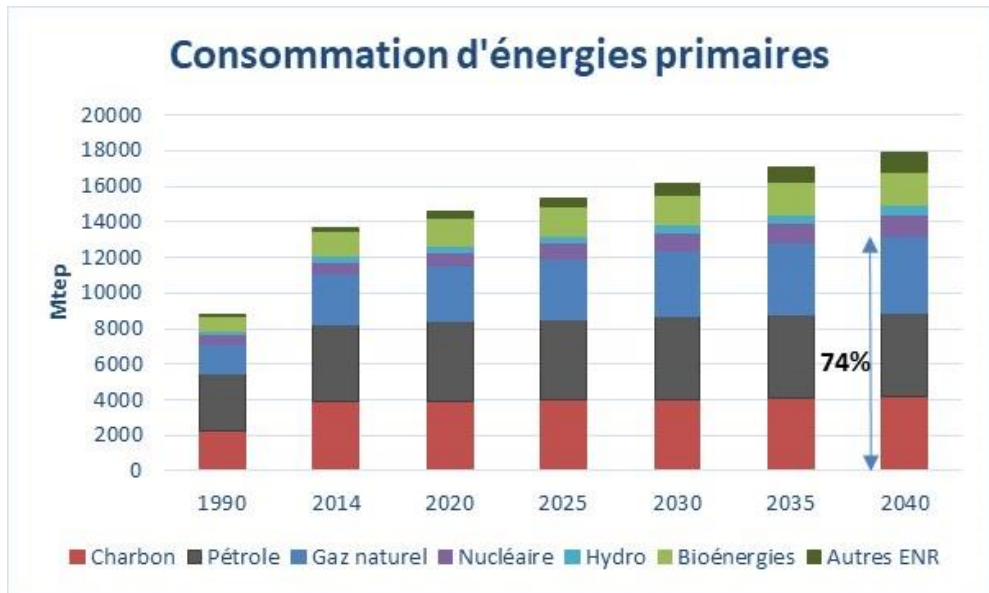
Deuxième point. Le développement des énergies renouvelables en Allemagne implique un développement considérable des interconnexions. L'Allemagne envisage un programme de 10 000 kilomètres d'interconnexions entre le Nord et le Sud de l'Allemagne parce que le vent souffle au Nord et que les consommateurs (et les centrales nucléaires) sont en Bavière au Sud. Or l'année dernière, ils en ont construit 32 kilomètres, soit la distance parcourue par un escargot en un an.

Troisième point, plus inquiétant. Les autorités allemandes, les industriels, les milieux économiques allemands comprennent qu'ils vont dans le mur. Et je crains que la stratégie allemande ne tende à emporter dans ce mouvement l'ensemble des pays européens pour en atténuer le choc pour l'économie allemande.

Lorsqu'on aborde le thème de la géopolitique de l'énergie on parle beaucoup des Conférences des parties (COP) qui représentent une part importante de la dimension géopolitique, de la mobilisation internationale sur les aspects énergie et environnement. Mais cette mobilisation consensuelle doit être replacée dans le contexte plus général des enjeux géopolitiques qui marquent le secteur de l'énergie depuis un siècle. Ces enjeux géopolitiques continueront à jouer un rôle pendant des décennies et peuvent même bouleverser à court terme la donne énergétique et la donne politique. On le voit avec ce qui est en train de se passer sous nos yeux dans le Golfe d'Oman.

Ces enjeux politiques concernent d'abord la demande d'énergie. Les États jouent un rôle absolument déterminant dans les conflits de pouvoirs liés à la mobilisation des ressources. Toutefois on constate que les acteurs non-étatiques commencent à jouer un rôle croissant. Enfin, le déploiement des énergies renouvelables représente un défi géopolitique nouveau dont on n'a pas encore vraiment pris conscience.

Les perspectives énergétiques, qui font consensus, de l'Agence internationale de l'énergie montrent que la demande d'énergie devrait continuer à croître jusqu'en 2040 (+19 % entre 2014 et 2040). Les énergies fossiles représenteront encore 74 % de la consommation énergétique mondiale en 2040, contre environ 80 % aujourd'hui.

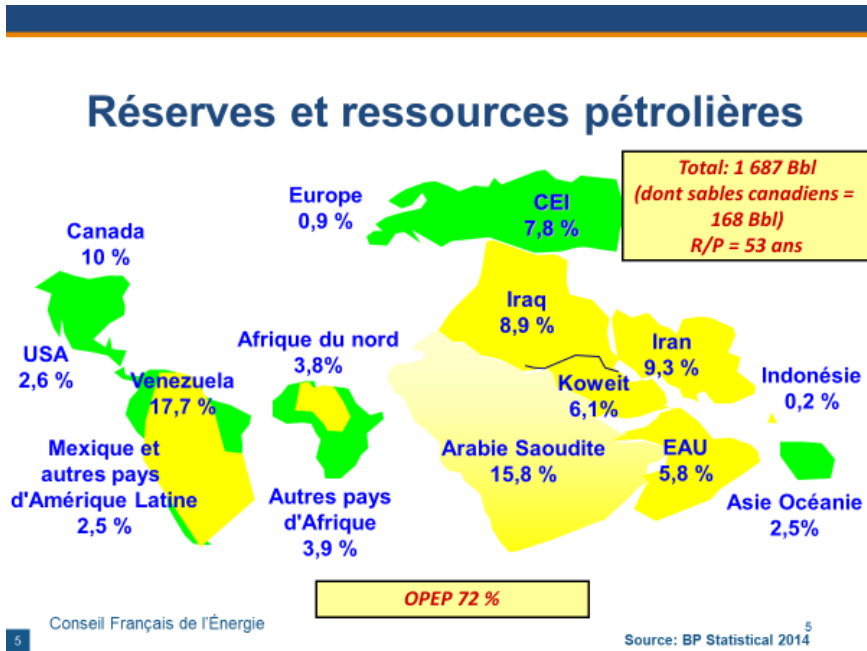


On voit que le secteur énergétique présente une inertie extrêmement importante.

André Giraud, mon maître à penser, ministre de l'Industrie pendant le deuxième choc pétrolier, avait coutume de dire que « le pétrole est une matière première à fort contenu diplomatique et militaire, avec une valeur fiscale indéniable et accessoirement un pouvoir calorifique ». Ce qui est en train de se passer au Moyen-Orient nous rappelle que cette définition reste valable. Elle l'était déjà pendant la Première Guerre mondiale. « Désormais pour les nations et pour les peuples, une goutte de pétrole a la valeur d'une goutte de sang. », déclarait Georges Clemenceau pendant la bataille de Verdun, alors que le gouvernement français essayait désespérément d'obtenir du pétrole américain. De retour de Yalta, le président Roosevelt, sur le croiseur Quincy, signa avec Ibn

Séoud, le roi d'Arabie saoudite, un accord stratégique qui a ouvert aux États-Unis la ressource pétrolière du pays.

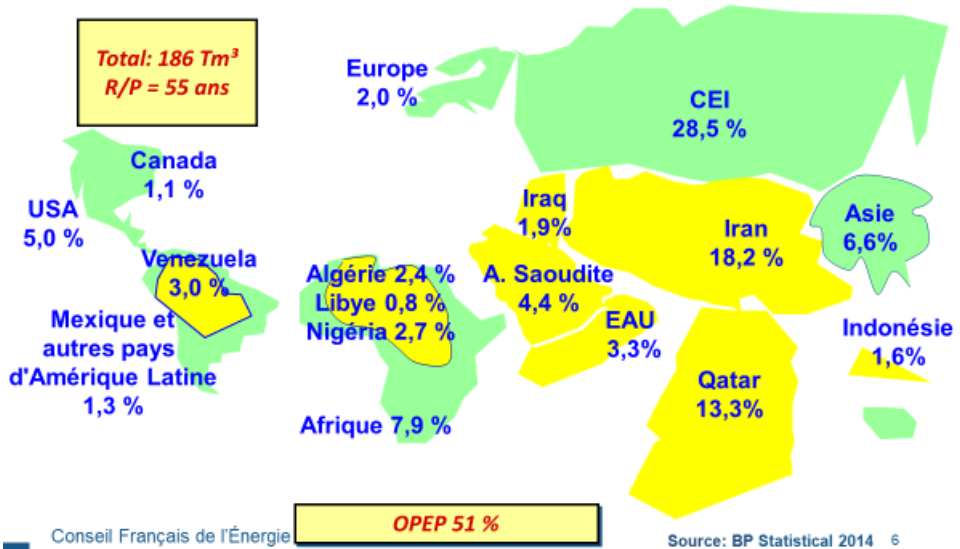
La dimension géopolitique du pétrole vient en particulier de l'inégale répartition des réserves.



Cette carte où la superficie des pays est proportionnelle à leurs réserves illustre parfaitement l'anomalie géologique du Moyen-Orient et les enjeux géopolitiques qui lui sont liés.

Il en est de même pour le gaz. Les deux-tiers des réserves de gaz sont situées entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> méridiens, avec la Russie, le Turkménistan, l'Iran et le Qatar.

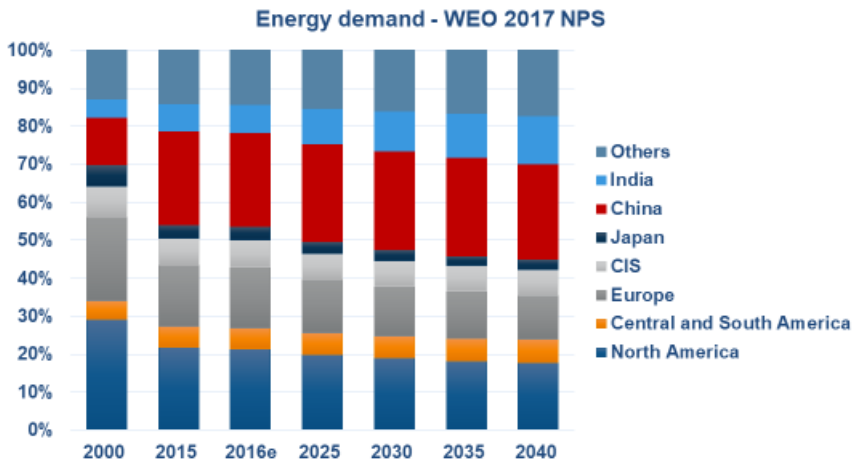
## Réserves et ressources gazières



Le conflit récent entre la Russie et l'Ukraine nous rappelle le rôle géopolitique du gaz. C'est un enjeu majeur pour l'Europe dans les quelques mois qui viennent. Ces cartes ne prennent pas en compte les hydrocarbures non conventionnels qui représentent un *game changer* abordé ultérieurement.

Il y a un enjeu géopolitique au niveau de l'offre mais aussi un enjeu géopolitique au niveau de la demande.

## Une nouvelle géopolitique de la demande



Conseil Français de l'Énergie

7

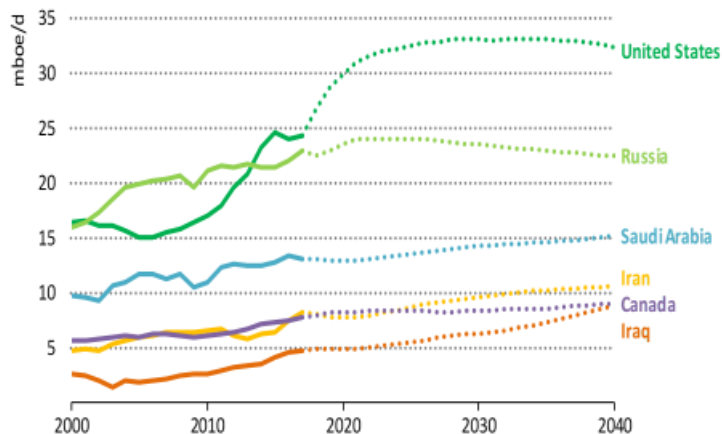
La demande d'énergie, qui était concentrée au niveau des pays de l'OCDE dans les années 2000, évolue de façon irréversible vers les pays émergents. En 2000, les pays de l'OCDE consommaient la moitié de l'énergie mondiale. Leur part ne sera que de 27 % en 2040 d'après les projections de l'Agence internationale de l'Énergie. La part de la Chine augmente mais se stabilise compte tenu de la maturité progressive de l'économie chinoise, le relais étant pris notamment par l'Inde.

Ainsi le secteur de l'énergie est confronté à une compétition accrue pour l'accès aux ressources.

Les États ont joué – et vont continuer à jouer – un rôle déterminant dans la géopolitique de l'énergie.



## Le leadership retrouvé des Etats Unis



*The rise in US production of tight oil and shale gas since 2010 is the largest parallel increase in oil and gas output in history*

Conseil Français de l'Énergie

9

Source: World Energy Outlook 2011

Les États-Unis ont de tous temps joué un rôle absolument majeur dans la géopolitique de l'énergie. Il y a un siècle, les États-Unis étaient les premiers producteurs de pétrole au monde et ils ont profité de leur *leadership* pendant les deux guerres mondiales. Et lorsque le potentiel considérable du Moyen-Orient est devenu une évidence, ils ont cherché à contrôler les ressources de cette région, tant en Arabie saoudite, avec l'accord du Quincy auquel j'ai fait allusion qu'en Iran avec le renversement du Premier ministre iranien Mossadegh en 1952. Ceci leur a permis de faire face à l'augmentation considérable de leur demande intérieure. La révolution iranienne en 1979 et l'attaque du 11 septembre 2001 par des terroristes majoritairement saoudiens ont fait perdre aux États-Unis leurs deux principaux alliés dans la région, l'Iran et l'Arabie saoudite. Cependant la révolution des hydrocarbures non conventionnels a complètement rebattu les cartes et aujourd'hui le pays est devenu le premier producteur mondial de produits pétroliers et il devrait retrouver en 2020 son indépendance énergétique totale pour la première fois depuis 1952. Cette révolution des hydrocarbures non conventionnels joue un rôle majeur dans l'attitude des États-Unis au niveau de leur diplomatie internationale. Les États-Unis étaient coincés par les contraintes

d'approvisionnement en énergie. Aujourd'hui ils ont retrouvé toute latitude vis-à-vis de leurs anciens partenaires.

Le président Trump ne parle plus, comme le président Obama, d'*energy independance* mais d'*energy dominance*. Ce changement de mots est plein de sens. Il est clair que le nouvel ordre économique mondial dessiné par Donald Trump va bouleverser la géopolitique de l'énergie. On en voit quelques exemples au Moyen-Orient avec le débat sur le détroit d'Ormuz et la sortie des Américains de l'accord nucléaire avec les Iraniens. Ce retrait relatif des États-Unis du Moyen-Orient offre cependant une ouverture pour la Chine et la Russie qui en profitent d'ores et déjà dans leurs relations auprès des pays producteurs.

Les *shale gas* (le gaz non conventionnel) permettent aussi aux États-Unis de devenir un acteur majeur sur le marché du gaz. Les États-Unis ont l'ambition de devenir en 2025 le plus grand producteur mondial de gaz. Cette situation conduira à l'évidence à une confrontation autant politique qu'énergétique avec la Russie sur l'échiquier européen. De tous temps, la Russie a utilisé l'arme du pétrole au service de ses intérêts politiques. C'était le cas à Cuba et maintenant, dans des conditions différentes, c'est le cas en Iran et au Venezuela. La dépendance de l'Europe vis-à-vis du gaz russe représente un enjeu géopolitique spécifique.

Dans le contexte du conflit entre la Russie et l'Ukraine, le gazier russe, Gazprom, a cherché à contourner le transit via l'Ukraine par des gazoducs via la Turquie ou la Mer Baltique. Les États-Unis aujourd'hui font une pression forte pour bloquer un projet important de contournement de l'Ukraine, c'est le projet *Nord Stream 2* qui passe par la Baltique. Donald Trump présente le GNL (Gaz Naturel Liquéfié) américain comme une alternative au gaz russe. Ce conflit intervient dans un contexte géopolitique de tension entre la Russie et l'Ukraine, avec un contexte politique ukrainien spécifique. Des élections présidentielles viennent d'avoir lieu, avec un résultat qui a surpris, et des élections législatives devraient avoir lieu le 21 juillet. Or le contrat de transit pour approvisionner l'Europe en gaz à partir de la Russie via l'Ukraine arrive à échéance au 1<sup>er</sup> janvier 2020, c'est-à-dire demain. Il est à craindre que le projet *Nord Stream 2* n'arrive pas en production compte tenu des blocages mis en place par les Américains. L'absence d'accord entre Russes et Ukrainiens pourrait conduire à une rupture de l'approvisionnement européen via l'Ukraine dont les conséquences pourraient

être graves : c'est une situation qu'on a déjà affrontée dans le passé récent mais qui est quand même extrêmement grave.

L'accès aux ressources est le talon d'Achille de l'économie chinoise. Amenée à faire face à une dépendance énergétique croissante (68 % pour le pétrole, 45 % pour le gaz), la Chine déploie une politique extrêmement active dans les principaux pays producteurs d'hydrocarbures. Ses compagnies pétrolières investissent massivement dans les gisements au Moyen-Orient, en Afrique, au Venezuela et même en Mer du Nord et elles bénéficient d'un appui diplomatique extrêmement fort du gouvernement chinois et de la mobilisation des entreprises chinoises fournisseurs de biens et de services.

Si je n'ai pas parlé de l'Europe, c'est que malheureusement l'Europe est totalement absente dans ce nouveau paysage géopolitique qui se dessine.

De nouveaux acteurs non étatiques prennent une importance croissante. C'est bien entendu le cas des ONG qui sont de plus en plus actives. Les organisations internationales jouent un rôle central. C'est le cas du GIEC malgré la lourdeur des institutions onusiennes. Le GIEC a survécu après l'échec de la COP de 2009 à Copenhague : il est confronté maintenant au retrait de plusieurs pays à commencer bien entendu par les États-Unis.

Pour sa part l'AIE joue un rôle croissant de conseil en matière de politique de l'énergie et de l'environnement pour les pays de l'OCDE : mais son influence s'étend aussi aux pays non membres de l'OCDE. L'OPEP conserve une position défensive des intérêts des pays producteurs de pétrole. La crise de la chute des prix du pétrole en 2014 a montré que l'organisation n'était plus en mesure de contrôler seule le marché pétrolier comme elle l'a fait depuis 1973. L'OPEP en 2016 a dû faire appel à un certain nombre d'autres pays producteurs, en particulier la Russie qui s'est associée dans la gestion de la production de pétrole. C'est ce qu'on appelle « OPEP + ». Il y a donc deux pilotes dans l'avion, l'Arabie saoudite d'une part et la Russie d'autre part.

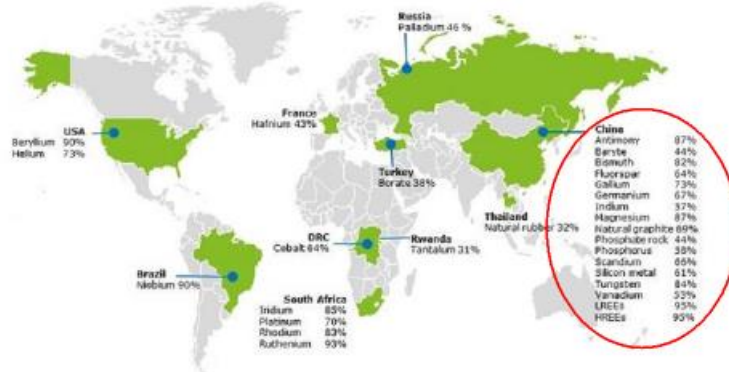
Il y a de nouveaux acteurs non-étatiques, ce sont notamment les villes. Ce n'est pas anormal dans la mesure où le PIB d'une ville comme New York est comparable à celui de l'Australie. De plus en plus les villes prennent des engagements dans le domaine des énergies et de l'environnement. C'est vrai aussi

des États et des villes américaines qui, en contradiction avec la politique de Donald Trump, ont pris des mesures en faveur de la transition énergétique.

L'implication de ces nouveaux acteurs complexifie clairement le débat géopolitique qui était jusqu'à présent concentré uniquement sur les États.

2018 a vu l'émergence d'une nouvelle dimension de la géopolitique de l'énergie. On a pris conscience que le déploiement des énergies renouvelables représente un défi géopolitique d'un type tout à fait nouveau. Ces énergies ou plus généralement les technologies utilisées par la transition énergétique nécessitent en effet la mobilisation croissante de ressources importantes de métaux dits « critiques ». La géopolitique des énergies de la transition énergétique est liée à l'accessibilité et au prix des ressources de nombreuses matières premières telles que les terres rares, le cobalt mais aussi le cuivre...

## La Chine producteur de métaux critiques

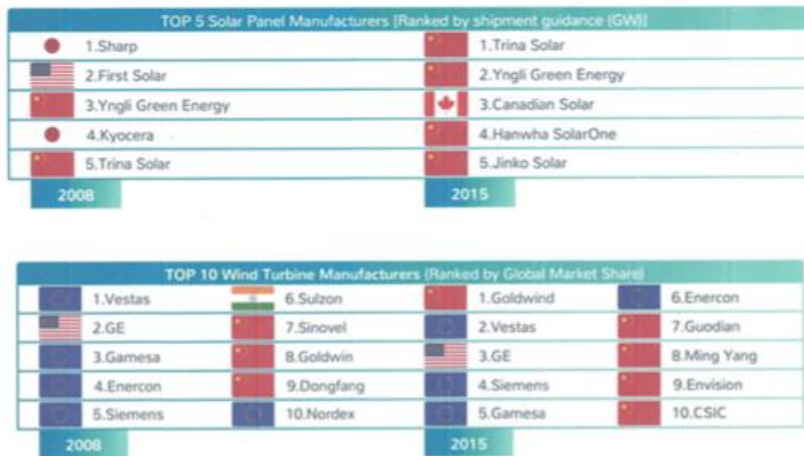


Source: European Commission 2017

Baucoup de métaux critiques sont contrôlés par la Chine qui, à elle seule, représente 80 % de la production mondiale de terres rares indispensables pour les alternateurs et pour les aimants. 64 % du cobalt consommé dans le monde est

produit en RDC (République du Congo) mais les entreprises chinoises contrôlent la moitié de la production de ce pays et 52 % du cobalt est transformé en Chine. Il y a donc là une dimension géopolitique nouvelle, tout à fait majeure où, une fois de plus, la Chine joue un rôle clé. Il ne faut pas ignorer aussi une dimension technologique. La Chine est le grand bénéficiaire de l'explosion des renouvelables. Les entreprises chinoises ont acquis en quelques années seulement une position monopolistique dans la production de panneaux solaires.

## Une position monopolistique des industriels chinois



Source CGEMP

Conseil Français de l'Énergie

15

Il est clair que, tant au plan des ressources que des technologies, la Chine dispose d'une position monopolistique qui ne peut qu'inquiéter.

Donc, en un mot comme en cent, la géopolitique est un enjeu tout à fait majeur dans le secteur de l'énergie et il ne faut pas l'oublier. Malheureusement, trop souvent on l'oublie et on a une approche un peu trop naïve de ce qui est un problème de rapport de force entre États.

Merci M. Appert.

Quelles conséquences politiques tirez-vous de cette dépendance de l'Europe que vous avez décrite comme absente du débat ? Dans le domaine du gaz, par exemple, on voit bien l'oscillation entre la Russie et les États-Unis. En est-il de même en termes de coûts ?

Sommes-nous dans la dépendance des fournisseurs chinois concernant les panneaux solaires et peut-être même les éoliennes ? Une réglementation européenne très sévère nous impose d'atteindre un pourcentage élevé de véhicules électriques à l'horizon 2030 ou 2040. Ceux-là même qui promeuvent le véhicule électrique disent que l'informatique viendra des États-Unis et les batteries de Chine. La Commission européenne réglemente donc pour nous soumettre à une double dépendance vis-à-vis des États-Unis et de la Chine auxquels elle offre un marché. Est-ce la réalité ou l'effet de mon esprit critique excessivement développé ?

Vous avez posé beaucoup de questions. J'essaierai d'être très simple au risque d'être caricatural.

Le gaz russe représente aujourd'hui 35 % de l'approvisionnement européen. Par ailleurs Gazprom, le fournisseur de gaz russe, a tout fait pour s'aligner sur les conditions tarifaires et les conditions générales de ses concurrents. D'autre part l'Union soviétique (puis la Russie) a été depuis 70 ans environ un fournisseur très fiable de l'ensemble de l'Europe. Les rares ruptures d'approvisionnement étaient liées à des conflits politiques entre l'Ukraine et la Russie.

Il est exact qu'une pression très forte est exercée par la Commission européenne en faveur des véhicules électriques par le biais indirect des normes d'émission des véhicules. La Commission n'impose pas un pourcentage de véhicules électriques mais exige que les véhicules des constructeurs vendus sur le marché n'émettent pas plus de 90 grammes de CO<sub>2</sub> au km. *De facto*, elle impose d'intégrer dans le

mix de vente des constructeurs automobiles des véhicules électriques supposés ne pas émettre de CO<sub>2</sub>. Il y a un biais majeur car on raisonne du réservoir à la roue et non du puits à la roue. En France cela ne fait guère de différence du fait que le nucléaire, contrairement à ce que certains croient, n'émet pas de gaz à effet de serre. Par contre, avec le mix électrique allemand basé en grande partie sur le charbon, les véhicules électriques circulant en Allemagne émettent beaucoup plus de gaz à effet de serre que les véhicules thermiques. Mais au niveau européen les réglementations sont établies en raisonnant uniquement du réservoir à la roue. Il y a des enjeux importants au niveau de l'analyse du cycle de vie. Mais ceci a aussi un impact industriel majeur.

Comme je l'ai montré la messe est presque dite en ce qui concerne les panneaux solaires : nous n'avons pas d'autre choix que d'importer des panneaux solaires chinois. En ce qui concerne les éoliennes on suit le même chemin. Plus grave, les Chinois sont en passe d'atteindre un monopole concernant les batteries des véhicules électriques. Demain, pour respecter les normes européennes, nous serons contraints d'importer des véhicules électriques produits en Chine.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT
-------------------------

Merci pour cette réponse très précise.

Ces questions touchent aussi à ce qu'on peut appeler la sécurité d'approvisionnement, sujet dont Mme Du Castel est la spécialiste.

*L'Union européenne au cœur de la nouvelle géostratégie de la transition énergétique, 2030-2040*

Comment l'Union européenne, cette grande absente, peut-elle essayer de revenir au cœur de la nouvelle géostratégie de la transition énergétique ?

J'essaierai d'analyser la nécessaire prise de conscience de l'Union européenne de sa dépendance, des divergences qu'il peut y avoir entre les différents États membres mais également des contraintes, le tout dans une configuration de tensions géopolitiques, à l'horizon 2030 ou 2050.

Il est également nécessaire de s'intéresser aux politiques et aux instruments dans leur mise en place, leur évolution et leur vision d'ensemble. Je traiterai à ce propos de deux points plus particuliers : la nécessaire coopération entre les États membres et la place de la politique européenne de sécurité énergétique.

Concernant la nécessaire coopération, j'évoquerai le défi de la coopération France-Allemagne, notamment sur le passage problématique d'une énergie de stock à une énergie de flux tendu, avec toutes les conséquences et les incidences que cela peut avoir sur le plan technique, notamment pour les pays consommateurs, en raison de l'insuffisance de production d'énergie par manque de ressource alternative (éolien, hydraulique et solaire par exemple), mais également sur le plan géopolitique : le contrôle dépend des appareillages et des systèmes électriques, d'où les risques de cyber-attaques, de cyber menaces et les problématiques liées à la révolution de « l'énergie 4.0 » (énergie numérique ou digitale). Les problèmes d'adéquation des réseaux de transport sont également fondamentaux.

Nous sommes face à la nécessité d'un équilibre mutuel entre les modes de production et les conditions climatiques locales. C'est dans ce contexte que sont apparus les *Super-grids*<sup>10</sup> destinés à relier au niveau régional tous les points de

---

<sup>10</sup> Système de transport de l'électricité utilisant principalement le courant continu, conçu pour faciliter la production d'énergie d'origine renouvelable dans des régions retirées et leur transport jusqu'aux centres de consommation Capables de transporter de grandes quantités d'électricité sur de longues distances grâce aux technologies de *Smart grids*, ces



production avec tous les points de consommation. C'est un élément déterminant. Les réseaux électriques de l'Union européenne doivent assurer l'accessibilité de nouvelles installations de production d'électricité, avec des engagements de 40 % de production énergétique d'électricité d'origine renouvelable. Cela pose évidemment des problèmes de réseaux de transport et de distribution d'électricité qui sont de plus en plus à la maille. Il faut également prendre en compte les problématiques de stabilité réglementaire pour que demain nous puissions avoir un véritable système continental.

À propos des piliers de sécurité énergétique, je n'insisterai pas sur les problèmes de mix énergétique de l'Union européenne et la dépendance aux importations d'énergie fossile, M. Appert en ayant parlé très largement. Sur la nécessité de densifier les approvisionnements gaziers je citerai l'exemple du doublement de *Nord Stream* (et la marginalisation de l'oléoduc *Brotherhood* qui traverse l'Ukraine). Cela entraîne évidemment des problèmes d'interconnexion au niveau du transport, sachant que le maillage est au niveau de la distribution. Tout cela est à mettre dans un contexte plus global de politique industrielle.

Les divergences entre la France et l'Allemagne sont liées aussi à l'effort de la puissance publique, notamment en ce qui concerne les incitations fiscales ou les subventions. Une grande coordination entre la France et l'Allemagne et une inclusion dans la plaque européenne sont nécessaires. La réduction des gaz à effet de serre est une des problématiques. Je ne reviendrai pas sur l'utilisation du charbon et du lignite dans la production non nucléaire d'électricité en Allemagne, M. Appert ayant bien présenté la question. Il faut également prendre en compte le faible coût du charbon. La dimension politique de l'énergie est un élément majeur des choix des Européens.

Or, concernant les énergies alternatives, notamment les éoliennes, il convient de rappeler qu'en Allemagne, l'opposition aux EnR (énergies renouvelables) est très faible, contrairement à la France.

La France va manquer ses objectifs de transition énergétique en termes d'EnR et l'Allemagne ne répondra pas à ses objectifs de diminution des gaz à effet de

---

réseaux électriques de grand transport permettront à l'Union européenne de développer une approche régionale de la gestion de ses ressources électriques, et donc de transporter l'énergie produite au Nord du continent (éolien en mers du Nord de l'Europe, hydraulique en Norvège) vers les centres de consommation au Sud.

serre. Or, il s'agit bien là d'un fort enjeu de stabilité. La France redoute en effet que les conséquences de la fermeture des centrales nucléaires et des centrales à charbon n'entraînent une hausse des besoins énergétiques en provenance de France... énergie nucléaire... Or elle veut éviter un *Black out* énergétique. De ce fait l'Allemagne craint qu'une sortie rapide du charbon ne la rende encore plus dépendante des importations d'électricité en provenance de France.

Les axes de la politique énergétique européenne sont basés sur une véritable volonté politique, une logique spécifique, une politique de sécurité énergétique, une disponibilité brute pour tous et évidemment l'accessibilité. Les axes de la politique énergétique sont donc bien distincts des moyens.

Les grands enjeux de l'Union européenne, qu'ils soient économiques (mondialisation), sécuritaires (montée des intégrismes, risques cyber, etc.) ou environnementaux (transition énergétique), doivent être replacés dans un contexte global.

Pour cela on a des composants stratégiques :

- maximiser les avantages de l'efficacité énergétique,
- maximiser le déploiement des EnR et l'utilisation d'électricité (consommer au moment où l'on produit). Il faut souligner le rôle du *Smart* numérique et du digital.
- adopter une mobilité accrue, sûre et connectée,
- développer la bio économie et créer des puits de carbone,
- développer les infrastructures et les réseaux intelligents et les interconnexions adaptées liées (Micro et *Smart Grids*),
- favoriser une économie circulaire et, pourquoi pas, une industrie européenne compétitive,
- lutter contre les émissions de CO<sub>2</sub> résiduel par le captage et le stockage de carbone,
- enfin, prendre en compte le coût pour le consommateur, adopter des réglementations et des normes stables.

Cette transition énergétique à l'horizon 2030 nous met face à de véritables défis pour respecter les engagements de l'Union européenne en matière d'énergies renouvelables :

- déploiement du solaire et de l'éolien,

- fermeture programmée des réacteurs nucléaires allemands en 2022,
- baisse progressive du charbon,
- transformation des systèmes énergétiques selon les 3D (Décentralisation, Décarbonisation et Digitalisation) mais aussi déploiement de la mobilité électrique. Des ruptures technologiques apparaîtront en 2050.

La dépendance énergétique de l'Union européenne n'est pas uniquement due aux importations de pétrole et de gaz (50 % de sa consommation) mais, comme l'a souligné M. Appert, elle concerne aussi les terres rares utilisées dans la production d'énergies renouvelables.

Cette diversification des risques est associée à de véritables tensions sur les approvisionnements.

Des tensions économiques sur les prix (gaz, notamment sur le marché des États-Unis, électricité, pétrole) liées aussi à la stratégie charbonnière de la Chine, à l'augmentation de la demande de GNL en Asie, aux stratégies commerciales influençant les prix à la hausse.

Des tensions géopolitiques, au Moyen-Orient, dans la mer d'Oman (Détroits d'Ormuz, de Bab el Mandeb) ont des conséquences sur le pétrole et le GNL. L'alliance Russie-Arabie saoudite influe sur le prix du brut et impacte le gaz en Asie.

Nous dirigeons-nous vers de nouvelles crises du gaz ?

Le renouvellement des contrats de transit entre transporteurs ukrainiens et Gazprom, en 2020, pose problème, tout comme les décisions sur les mises en service des différents gazoducs (*Nord Stream 2*, *Turkstream*). Ceci sur un fond de tensions entre Russie et Ukraine, Russie et États-Unis, États-Unis et Chine.

Concernant la sécurité énergétique de l'Union européenne, nous avons tous en tête la crise du gaz de 2009. Actuellement nous assistons à une hausse du système d'intégration du marché gazier européen et de la résilience. Les interconnexions bidirectionnelles sont de plus en plus nombreuses, en rupture avec le modèle d'entreprise verticalement intégré. Nous allons vers une convergence des prix de gros entre les différents marchés. Des bourses fixent le prix du gaz.

L'Ukraine est intégrée au marché gazier européen (importation de gaz à rebours depuis la Slovaquie) et joue un rôle accru en tant que pays de transit. Les terminaux de GNL permettent le désenclavement de la Pologne et de la Lituanie.

Malgré le projet de diversification du corridor gazier Sud, Gazprom voit augmenter ses parts de marché et profite de ventes très élevées.

Les consommateurs européens bénéficient d'un gaz moins cher.

Demain, quel sera le panorama ?

Il dépendra de conditions géopolitiques.

Le rachat des opérateurs de transports et de distribution électriques est un enjeu de sécurité énergétique. On pense aux interconnexions transfrontalières et à la présence chinoise, déjà importante au Portugal et en Grèce. Les transporteurs et distributeurs pourraient passer sous dépendance d'États extra-européens à l'image des mécanismes économiques et financiers.

Il sera aussi marqué par la volonté affichée de la Chine, à horizon 2030, d'une intégration électrique au niveau eurasiatique et, le cas échéant, d'un partage de la sécurité énergétique des États membres.

Les problématiques technologiques et réglementaires seront aussi des éléments majeurs (réseaux électriques intelligents, normes européennes) de *Smart Grids* vers une normalisation sur des standards européens propres. De même, un appui est nécessaire sur la prédominance continentale sur les réseaux électriques de nouvelle génération.

L'énergie est donc un axe essentiel et incontournable de la croissance économique et du développement social.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Merci, Madame.

Vous avez souligné, après M. Appert, l'importance de la crise ukrainienne en 2014. Avant cette crise, l'Ukraine était intégrée dans le système russe (elle l'est toujours plus ou moins, en réalité, malgré les désaccords entre le gouvernement russe et le gouvernement ukrainien) et l'approvisionnement se faisait à un prix modéré de la Russie vers l'Ukraine. Depuis 2014, c'est beaucoup plus difficile. À noter quand même que la Russie n'a pas coupé le gaz à l'Ukraine. Avant cela était intervenue la mise en service du *Nord Stream 1*.

Comment expliquer la contradiction entre l'*Energiewende* de 2011, décidée par l'Allemagne de Mme Merkel et l'attitude de l'Allemagne lors de la crise ukrainienne (elle avait réagi sur un plan de principe d'une très grande fermeté, d'une très grande rigueur) ? Y a-t-il une cohérence entre ces deux politiques dont l'origine est quand même très largement en Allemagne ?

VIVIANE DU CASTEL

Concernant l'*Energiewende*, la chancelière Merkel a été contrainte de donner une réponse politicienne à une question politique, plus qu'à une véritable question énergétique. Son repositionnement actuel sur cette question montre que c'était plus une réponse de politique politicienne qu'autre chose.

La réaction allemande lors de la crise ukrainienne est due aussi aux relations particulières qu'entretiennent depuis longtemps l'Allemagne et la Russie. L'Ukraine étant un pays de transit, je pense que la réponse est aussi « en transit » dans les relations entre la Russie et l'Allemagne.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Les relations entre la Russie et l'Allemagne sont complexes. On observe deux orientations : l'*Ostpolitik*, à laquelle je rattacherais la politique de Helmut Kohl, et la politique de fermeté, de durcissement, menée par Mme Merkel et les

libéraux allemands (pas M. Genscher mais son successeur). On peut donc parler de pile et face dans la politique allemande.

Dans toutes ces questions énergétiques, la grande question est finalement : Qui décide et en fonction de quoi ?

Quelle est la logique de toutes ces décisions qui, prises séparément, peuvent se défendre ou pas ? Quelle est la logique d'ensemble pour qui veut comprendre ? Est-ce simplement la résultante d'un rapport de force ? Ou bien y a-t-il une logique sous-jacente et quelle est-elle ?

Voilà, Monsieur le président, la question que nous vous posons.

HENRI PROGLIO
---------------

*Reconquérir l'autonomie de décision dans l'intérêt du consommateur particulier et industriel. Le sens de l'intérêt général et l'utilité d'une vision à long terme.*

Je crois, Monsieur le ministre, qu'il y a un croisement de politiques qui non seulement ne sont pas cohérentes mais se contredisent. On ne peut pas dire qu'on en sorte pleinement convaincu.

Je n'ai pas pour habitude de tenir des discours très diplomatiques. Vous me pardonnerez d'être parfois un peu brutal.

Des politiques nationales de l'énergie, il en a existé, notamment en France.

Il y a soixante-dix ans le constat avait été fait que la France, ne bénéficiant pas de ressources énergétiques, était totalement dépendante de ses importations et qu'il était nécessaire de construire son indépendance énergétique, d'assurer la qualité des services et l'accès permanent de tous à l'énergie à un prix compétitif. C'est ce qui a guidé la France dans ses choix énergétiques de l'époque.

Ces choix ont été initialement marqués par l'hydraulique qui représente encore 12,5 % de la production d'électricité en France. Ce fut ensuite la grande aventure nucléaire qui a donné à ce pays un outil (le parc nucléaire français : cinquante-huit réacteurs, plusieurs en « construction éternelle ») et, à travers un opérateur initié et construit pour cela (EDF), l'électricité la plus compétitive d'Europe qui

arrive au même prix dans tous les foyers, quelle que soit leur situation géographique, y compris dans les DOM-TOM. La France avait conquis son indépendance énergétique, un atout dont ne disposait aucun autre pays industriel, *a fortiori* européen.

Il y avait alors une politique, il y avait même un ministre de l'Énergie. Aujourd'hui, il n'y a plus de politique énergétique mais une politique de la « transition ». On mute, on transite, on essaye de détruire ce qui existe pour aller vers... quelque chose dont ni l'objectif ni même les grandes caractéristiques n'ont été définis. On a donc confié la « transition » à des ministres qui ne sont pas chargés de l'énergie.

Dans le même temps, un pays voisin qui, bien que n'ayant pas eu cette consistance, avait réussi sa politique industrielle, donc sa compétitivité mondiale à travers son industrie, a identifié un grand risque : son énergie électrique coûtait à peu près deux fois plus cher que l'énergie française. Or, dans la compétitivité des territoires, l'énergie allait jouer un rôle déterminant. Par conséquent, à défaut de résoudre son problème, il lui fallait *a minima* détruire la compétitivité du voisin. J'avais rencontré Mme Merkel en 2011 au moment de la décision sur l'*Energiewende* et de l'arrêt du nucléaire. Elle avait eu ces paroles dont je me souviendrai toute ma vie : « Allemande de l'Est, je suis totalement convaincue par le nucléaire. Mais j'ai besoin des Verts pour gagner les élections régionales et demain les élections nationales. Je sacrifie les industriels de l'énergie allemande à l'intérêt supérieur du Reich qui est d'avoir la CDU à la tête du pays ». On pouvait comprendre et j'ai parfaitement intégré la variable de la politique allemande.

Malheureusement, il n'y avait pas de politique française en face ! Pourtant, de temps en temps, on ajoute une disposition qui permet de continuer à détruire ce qui existe... « Oblige-t-on EDF à vendre son énergie à ses concurrents ? », demandiez-vous, Monsieur le ministre. Oui, bien sûr. Chaque jour on promeut un fournisseur d'énergie (Engie ou autre) qui vend de l'énergie 10 % moins cher présentée comme « verte » ! En réalité, ces fournisseurs vendent avec bénéfice l'énergie qu'ils achètent à EDF, en prétendant qu'elle est « verte » ! Il s'agit donc d'une subvention à la concurrence. En effet, le seul principe qui guide l'Europe : la concurrence fait le bonheur des peuples, balaie l'argument selon lequel nous avons un système qui est peut-être monopolistique mais qui est efficace !

Les barrages eux-mêmes doivent être mis en concurrence. Or les barrages ne servent pas à produire mais à stocker. Ils sont un élément d'optimisation du système électrique, une grande pile à combustible. L'énergie stockée est utilisée

quand on en a besoin, quand les centrales nucléaires sont à l'arrêt, lors des pointes de consommation etc. Pourtant, l'Europe imposant la concurrence, nous sommes sommés de mettre les barrages en appel d'offres. J'ai résisté pendant cinq ans... Désormais soumis à concurrence les barrages vont nous être achetés pour la valeur de production et non pour la valeur d'utilité qui serait incommensurablement plus importante. On va donc désoptimiser le système électrique, augmenter le coût de revient... au détriment du consommateur qui, *in fine*, va payer.

Mais ce n'est pas tout. Parce que le monde regorge de liquidités, une surenchère folle sur les infrastructures aboutit à des taux d'intérêt négatifs. D'énormes liquidités ne savent pas où s'investir parce que les placements bancaires traditionnels ne sont pas rémunérés. Or ces liquidités appartiennent à des actionnaires qu'il faut rémunérer. Quoi de mieux que de les investir dans des infrastructures vitales qui s'amortissent sur des durées très longues et permettent des investissements massifs ? Les réseaux durent très longtemps, ils sont utilisables, comme les barrages, pendant cent ans. À condition de bien l'entretenir, un réseau peut s'amortir sur une durée très longue. Formidable opportunité de placement des fonds mondiaux d'infrastructures qui appartiennent à la finance mondiale, à des liquidités, à des trésoreries qui fluctuent etc. On va vendre des réseaux !

En vendant les réseaux, on coupe la production du consommateur et on désoptimise une nouvelle fois le système. Avec la vente aux concurrents des barrages, des réseaux, on est en train de détruire ce qu'on a construit pendant soixante-dix ans.

Je n'ai jamais rencontré de politique européenne. Je l'ai vainement cherchée dans les tiroirs, à Bruxelles et un peu partout en Europe.

Les Espagnols ont une politique, les Italiens ont la leur.

Les Polonais, qui ont du charbon, qui veulent du gaz – et surtout éviter les Russes honnis – sont tombés dans les bras des Américains, lesquels rêvaient d'établir leur domination sur un pays européen. La Pologne est devenue américaine. Des terminaux GNL de gaz de schiste américain sont construits en Pologne. Vive l'environnement ! (J'ai passé ma vie dans l'environnement avant de venir à EDF<sup>11</sup>).

On a déjà parlé des Allemands.

---

<sup>11</sup> M. Proglia a longtemps dirigé Veolia Environnement.



Les Belges font ce qu'ils peuvent. Leurs sociétés, Électrabel<sup>12</sup> et Tractebel<sup>13</sup>, ont été rachetées par Engie, qui n'existe pas. Les Belges sont donc au milieu de nulle part. Leurs deux centrales nucléaires étant fréquemment arrêtées ils se demandent à qui ils vont acheter une électricité qu'ils ne sont plus capables de produire.

La France faisait donc figure de havre de paix et surtout de réservoir électrique européen. Tous les pays européens comptaient, en cas de « trou noir », avoir accès à l'électricité française à un coût compétitif. Cela a été – et sera – le cas de l'Allemagne.

Que sera l'électricité française demain ? Je ne le sais pas.

De quoi parle-t-on quand on parle de politique énergétique ?

Je rappellerai quelques principes :

L'énergie est un secteur très différent des autres secteurs industriels parce qu'il est d'une nécessité vitale qui touche à la sécurité nationale. Plus capitalistique que n'importe quel autre secteur industriel, il nécessite un horizon à très long terme. Une centrale nucléaire dure soixante ans, un réseau ou un barrage cent ans. Les investissements, très massifs et à très long terme, doivent être réalisés en amont de la production et *a fortiori* de la distribution. Toute politique énergétique doit donc avoir une vision longue, avec une politique claire et sur le long terme. Or aujourd'hui, en raison de la financiarisation du monde et de la mondialisation, le long terme c'est trois à cinq ans ! Pour une société cotée, la dictature c'est le trimestre, le moyen terme trois ans, le long terme cinq ans. Il se trouve que cela correspond aux mandats politiques. Quel politique réfléchit à horizon de cent, cinquante ou même trente ans ? Lorsqu'on nous annonce des mesures à trente ans, nous comprenons qu'il s'agit de reporter les échéances pour ne pas les réaliser. C'est regrettable parce que dans l'énergie la vision longue devrait être le cas de figure normal.

---

<sup>12</sup> Électrabel est une société anonyme de droit belge fondée statutairement en 1905. Son nom actuel date de 1990, à l'issue de la fusion des sociétés Intercom, Ebes et Unerg. L'entreprise fait partie de Engie – actionnaire à 100 %. Electrabel est active au Benelux où elle domine le marché.

<sup>13</sup> Tractebel est une société internationale, d'origine belge, ayant une activité dans l'ingénierie, l'énergie, l'industrie et les infrastructures. Fondée en 1986, Tractebel appartient au groupe Engie.

Ce fut le cas en France pendant des décennies. Aujourd'hui, au plan national et plus encore au plan européen, le long terme est battu en brèche par la dictature de l'orthodoxie budgétaire à court terme et des contingences court-termistes.

L'énergie est aussi l'objet d'assauts de démagogie et d'injonctions contradictoires en termes de priorités.

La priorité d'aujourd'hui porte sur les gaz à effet de serre et le climat. Or la France est exemplaire en matière d'émission de CO<sub>2</sub> grâce à l'électricité d'origine nucléaire et hydraulique. C'est ce qui fait que la France se démarque des autres pays européens. On s'empresse donc de revenir aussi là-dessus ! Au plan européen il n'existe pas de volonté de promotion d'un modèle politique et les stratégies diffèrent d'un pays à l'autre. Aucune vision européenne.

À propos d'injonctions contradictoires, il nous faut constater qu'au plan national, faute de vision politique, de décisions politiques claires, nous ne sommes pas dans un débat rationnel. Quelles sont les priorités ? Le climat ? La sécurité d'approvisionnement ? La compétitivité industrielle ? Le coût pour le consommateur ?

Aujourd'hui on parle beaucoup de CO<sub>2</sub> mais sans aller au bout de cette logique. En effet le marché du CO<sub>2</sub> fonctionne très mal et, compte tenu de notre exemplarité en matière de CO<sub>2</sub>, il faudrait surtout préserver ce qui existe.

De même, en matière d'indépendance énergétique, Olivier Appert a parlé des incertitudes et des tensions géopolitiques sur l'énergie. Il a très bien résumé la situation : elle est aujourd'hui beaucoup plus explosive qu'elle ne l'a jamais été.

Le seul pays qui ait une politique énergétique est la Chine. Parce qu'elle n'a pas de ressources, elle se retrouve, à son échelle, dans la situation qui était celle de la France vers 1950. Et, comme le fit alors la France, la Chine choisit de faire du nucléaire (neuf réacteurs chaque année), de l'hydraulique (le barrage des Trois-Gorges est la première centrale hydraulique du monde) ... et un peu de renouvelables, autant que faire se peut. C'est certainement le plus grand chantier renouvelable du monde mais il est totalement marginal par rapport à la production chinoise qui est encore essentiellement charbonnière. La politique chinoise consiste à tendre la main à son voisin russe. L'énorme contrat gazier signé entre la Chine et la Russie n'est que la traduction de cette volonté politique

chinoise. Accessoirement, la Chine vient grappiller les infrastructures existantes en Europe (au Portugal, en Grèce...), non pas pour s'intégrer dans le système mais pour en prendre le contrôle. En effet, prendre le contrôle des réseaux, c'est prendre le contrôle du système énergétique. C'est ce qui a été fait il y a trois ou quatre ans en Grèce sans que personne n'y voie rien à redire.

Le débat énergétique est par ailleurs biaisé par de fausses affirmations quotidiennes. J'ai cité l'Allemagne, archétype surréaliste du mensonge ! En effet, avec son *Energiewende* et sa volonté affichée de développer les EnR, l'Allemagne a doublé ses émissions de CO<sub>2</sub> tandis que la France est restée exemplaire à cet égard. Avec 85 GW de solaire et d'éolien, l'Allemagne produit 120 TWh d'énergie électrique intermittente là où le parc nucléaire français en produit 400. On voit les divergences et l'énorme différentiel entre la France et l'Allemagne en matière de politique énergétique. D'où les remises en cause. Depuis 2012, l'Allemagne a mis en route chaque année l'équivalent d'un Fessenheim en énergies renouvelables pour un résultat ruineux qui ne lui sert pas à grand-chose et peu d'efficacité. Aujourd'hui elle ne sait comment faire face aux besoins sans importer massivement une énergie française évidemment nucléaire.

On oublie – ou on occulte – beaucoup de choses.

On oublie d'abord que les énergies renouvelables sont intermittentes, sauf l'hydro-électricité, mais que les besoins sont essentiellement des besoins de base.

On oublie assez facilement les spécificités géographiques. Il est absurde de construire du solaire en Scandinavie où il fait nuit six mois par an. Les pointes de consommation, dans les pays européens, ont lieu l'hiver et la nuit... le solaire est très utile mais c'est une réponse assez limitée. En France on a trouvé la réponse, on donne des subventions beaucoup plus importantes au kW, au GW ou au TW produit là où il n'y a pas de soleil pour compenser le manque de soleil. Selon cette logique sidérante, il vaut mieux faire du solaire à Maubeuge qu'à Nice, c'est plus rentable !

On oublie aussi le coût et les problèmes du stockage. Les énergies renouvelables auront toute leur force dès lors qu'on saura stocker l'énergie. Mais on est très loin de la compétitivité du stockage. On a fait beaucoup de progrès mais, d'après les chercheurs du secteur électrique et notamment d'EDF, il faudra encore trente ans pour envisager la possibilité de stocker l'énergie de manière compétitive. Aujourd'hui, la batterie représente le tiers du coût d'une Tesla. Ce qui peut être

accessible en coût pour un véhicule automobile ne l'est absolument pas pour la commodité qu'est le besoin électrique du citoyen pour sa consommation quotidienne.

Quelles priorités ? Sécurité énergétique, coût pour le consommateur, qualité environnementale, compétitivité industrielle, climat ? Si on prend ces priorités, on répond nucléaire ou hydraulique, à l'évidence... Encore une fois, j'ai passé ma vie dans l'environnement et je n'ai rejoint EDF que tard dans ma vie professionnelle. Je n'étais pas *a priori* fanatique de telle ou telle énergie mais je reconnais la puissance et l'efficacité du nucléaire. Nous avons la meilleure filière industrielle nucléaire du monde qui faisait de la France l'exemple à suivre. C'est du passé.

À la question des défis que nous devons remporter, j'ai presque envie de répondre que nous avons remporté tous les défis. Il eût suffi de continuer ce que nous faisons, de le faire un peu mieux : améliorer l'efficacité des réseaux, mettre la valeur ajoutée par les nouvelles technologies au service de l'optimisation énergétique, exporter notre savoir-faire et développer la science française dans le monde. Bref, aller à la conquête du monde entier qui a besoin d'énergie.

On n'a pas parlé du continent africain et de ses 1,2 milliard d'habitants qui seront 2,5 milliards dans trente ans. Aujourd'hui 16 % des Africains ont accès à l'électricité (70 % ont un téléphone portable). Comment peuvent-ils vivre sur ce continent sans eau et sans électricité, y compris dans des villes multimillionnaires en habitants ? L'enjeu du monde, la bombe à retardement du monde, c'est l'Afrique ! On peut s'attendre à un déferlement migratoire. En effet, ce continent ne peut pas satisfaire les besoins de ses 1,2 milliard d'habitants actuels. Comment pourrait-il en accueillir 1,3 milliard de plus sans faire des investissements massifs en matière d'accès à ces sujets vitaux que sont notamment l'énergie et l'eau ? Cela nécessiterait des investissements en milliers de milliards de dollars, ne serait-ce que sur les infrastructures essentielles que sont les réseaux. Je ne parle même pas de la production. S'il y avait un défi énergétique je dirais que celui-là est prioritaire sur tout ce dont on parle en permanence mais qui n'est pas important. Ce qui m'inquiète, c'est qu'on l'oublie.

Nous Français avons conçu, construit, à l'échelle d'un pays de taille moyenne mais très évolué, un outil remarquable qui a certes quelques défauts mineurs (un peu d'inertie, des problèmes de surcoûts en matière de frais de structures...). Pourquoi ne tirons-nous pas de cette compétence une certaine fierté ? Pourquoi ne ressentons-nous pas la nécessité de défendre ces acquis ? Si on raisonnait à l'échelle européenne et si possible mondiale de la même manière qu'a raisonné la France de 1950, le défi qui est devant nous serait en voie d'être remporté. Mais je crains que, pour des raisons souvent incompréhensibles, nous nous soyons éparpillés et que nous prenions beaucoup de retard par rapport à ces enjeux.

Je constate qu'au cours des dix dernières années on a régressé de manière considérable en matière de politique énergétique sur le continent européen.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Merci, Monsieur le président.

Si on se place du point de vue du gouvernement, faudrait-il relancer un nouveau programme électronucléaire après que Flamanville aura fait ses preuves (ce qui n'est pas encore tout à fait le cas) ? Un nouveau programme nucléaire ne sera-t-il pas rendu nécessaire par le fait que nos centrales, mises en service de 1977 à 1999, arriveront à péremption dans les années 2040 si on les prolonge à soixante ans ? Il y a donc un effet falaise. L'atout nucléaire qui existe depuis les années 1970-1980 va brusquement disparaître. Comme vous l'avez dit il faut savoir raisonner à long terme. 2040, c'est dans à peine vingt ans.

Faut-il prendre cette décision de principe de relancer un programme électronucléaire en France ? Si c'est le cas, quand faudrait-il la prendre pour qu'elle soit opératoire ?

HENRI PROGLIO

Oui, il faut le faire. En termes économiques, industriels, l'optimum serait de prolonger la durée de vie des centrales. C'est par ailleurs nécessaire, pour la raison qu'on a beaucoup perdu en compétence nucléaire au cours des quinze dernières années. Les conséquences de cette évaporation de compétence et des pertes

gigantesques de ce qu'a été Areva sont dramatiques pour l'industrie française. Je me suis fait couvrir d'injures pour avoir dit il y a quinze ans qu'Areva allait dans le mur. Les résultats sont là... Il se trouve que le mur n'a pas bougé et qu'on s'est fracassé. De la troisième filière industrielle du pays après l'aéronautique et l'automobile il ne reste que les traces.

Il faut reconstruire cette filière nucléaire. Nous n'avons pas aujourd'hui de réacteur compétitif à mettre en route (je ne reviendrai pas sur le sujet de l'EPR), nous devons donc concevoir un nouveau réacteur compétitif qui puisse rivaliser avec les Chinois et les Russes. Or, en supposant que l'on prenne la décision aujourd'hui, il faudrait quinze ans pour concevoir et construire un nouveau réacteur. J'avais initialement prévu ou proposé que l'on construise une coopération avec les deux nucléaristes puissants que sont aujourd'hui les Chinois et les Russes de manière à passer cette période de transition avec un système de partenariat industriel qui nous permettrait de concevoir et de construire un nouveau modèle français. J'ai été suivi de très loin... et ensuite contredit de très près. Rien n'a été fait. Et chaque année, chaque mois, chaque jour nous fait perdre du temps. L'intérêt de la France est de reconstruire son potentiel nucléaire à terme. Par ailleurs son intérêt serait de participer au développement du nucléaire mondial. Or aujourd'hui, malgré le déficit de notoriété du nucléaire – avec notamment l'accident de Fukushima et les conséquences qui s'en sont suivies – on constate un retour vers le nucléaire de beaucoup de pays, à commencer par la Suède qui, la semaine dernière, a fait savoir que le nucléaire était une industrie d'avenir. C'est le cas de nombreux pays, notamment les pays les plus peuplés à forte intensité de besoins énergétiques, la Chine, l'Inde, le Pakistan, l'Égypte et tous les pays pétroliers qui craignent de voir leur rente pétrolière s'évanouir. L'Arabie saoudite, il y a encore cinq ans, autoconsommait pour ses besoins en électricité 26 % de sa production de pétrole. Et quand on extrapolait les besoins de l'Arabie saoudite sur les trente ans qui suivaient, on prévoyait qu'elle en viendrait à importer du pétrole. Ce qui signifiait retourner au sable pour ce pays qui ne peut pas survivre sans son pétrole. D'où l'urgence des programmes énergétiques de ces pays, à commencer par les Émirats qui ont construit quatre réacteurs nucléaires, conscients de la nécessité qu'il y a à prendre le relais du pétrole par une autre énergie, pour leurs propres besoins et pour réserver leur outil pétrolier à la géopolitique dont parlait Olivier Appert.

Oui, la réponse logique d'une France lucide devrait être celle-là. Mais – conséquence ou hasard ? – nous n'avons plus de ministère de l'Industrie ni de ministère de l'Énergie. Donc le problème n'existe pas.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Mais nous avons un ministère du Temps libre !

Je m'inquiète – et vos propos ne m'ont pas rassuré – sur le fait qu'il faut au moins quinze ans pour élaborer un nouveau réacteur. Cela demande en effet des études très compliquées. Nous disposons d'un EPR qui n'est pas au point par rapport à un certain nombre d'exigences, qui peut-être le sera d'ici quelques années. En 2040 se produira l'effet-falaise que j'ai décrit tout à l'heure, c'est-à-dire la chute brutale de la production du nucléaire qui en l'espace de quelques années va passer de 50 % à 30 % puis à 20 % de notre production d'électricité. Cela me paraît gravissime. Aucun homme politique ne s'est exprimé sur ce sujet. Un projet de loi relatif à l'énergie et au climat, qui va être voté en procédure accélérée à la fin du mois de juin, programme la fermeture de quatorze tranches nucléaires. Où est le sens de l'avenir ? Peut-on espérer un réveil de l'esprit de service public, d'un réflexe patriotique élémentaire ? C'est d'autant plus urgent que ces décisions se prennent longtemps à l'avance.

À l'arrière-plan de tout ce qui s'est dit, nous sommes confrontés à l'effet massif de l'idéologie irrationnelle des Verts. Je préfère parler d'« idéologie des Verts » que d'« écologie » parce qu'il existe sûrement une bonne manière de traiter les problèmes écologiques. Je ne suis pas du tout hostile aux exigences de l'environnement, pas plus que M. Proglia qui a été longtemps à la tête de Véolia. Selon un effet idéologique consécutif à la Deuxième Guerre mondiale, à l'horizon de l'histoire humaine le progrès a été remplacé par la catastrophe. Cet effet a beaucoup à voir avec les camps d'extermination et avec les bombardements d'Hiroshima et Nagasaki. La psyché collective fait que peu à peu cette psychologie s'est emparée de l'opinion à travers les médias et que, sous la pression médiatique, nous avançons vers le vide, un peu comme, dans le conte transcrit par les frères Grimm, les rats sont entraînés vers la Weser par le joueur de flûte de la ville de Hamelin. Nous sommes dans cette situation pour des raisons profondément idéologiques et accessoirement politiciennes. On a tiré du résultat des dernières

élections européennes des conséquences indues. En effet, un certain nombre de gens ont voté pour les Verts parce qu'ils ne voulaient plus voter pour la gauche, pour des raisons que l'on peut comprendre. Mais ceci ne justifie pas cela.

Le problème des verrous technologiques se pose quand même. Nous sommes confrontés au problème massif de l'intermittence des énergies renouvelables qui ne pourra être surmonté que s'il est possible de stocker l'électricité. Il y a sans doute beaucoup d'autres verrous technologiques à faire sauter. Je fais confiance à Pierre Papon, éminent expert de la question, pour nous les décrire.

PIERRE PAPON
--------------

*R&D, verrous technologiques à faire sauter, horizons de temps pour la maturité des technologies en question*

Ma tâche n'est pas très facile parce que les questions de R&D sur l'énergie exigent de passer du court terme au moyen terme et au très long terme. Comme cela a été dit pour un certain nombre de filières, il faut préparer des investissements sur quinze ou vingt ans.

Je donnerai trois coups de projecteur sur des enjeux scientifiques et techniques concernant l'énergie :

Comment peut-on encore utiliser des énergies carbonées alors qu'il faut sortir des énergies fossiles qui de toute façon auront une durée de vie limitée (quarante ou soixante ans pour les hydrocarbures) ?

Comment utiliser les énergies renouvelables ? Quels verrous faut-il faire sauter ?

L'avenir du nucléaire sur d'éventuelles nouvelles filières.

*I. Les énergies carbonées.*

La première chose à faire est d'économiser l'énergie en améliorant l'efficacité de tous les systèmes thermiques, qu'il s'agisse des turbines à gaz, du chauffage des bâtiments, des aciéries, des usines qui produisent du ciment ou de l'engrais... Une recherche à bas bruit est en cours pour augmenter l'efficacité énergétique de tous ces systèmes.



Ne pourrait-on se débarrasser du gaz carbonique qui sort d'une centrale thermique ou d'une aciérie ? Beaucoup de scénarios énergétiques retiennent la possibilité de le faire, en captant et en stockant le CO<sub>2</sub> (un processus dit CCS pour *Carbon Capture and Storage*), moyennant quelques points d'interrogation techniques. Par exemple, on filtre le CO<sub>2</sub> dans les effluents d'une centrale thermique par un procédé chimique ou physico-chimique, on l'envoie dans un gazoduc puis on l'enfouit dans un souterrain ou un ancien gisement de pétrole. L'opération n'est pas donnée : soixante euros à quatre-vingts euros la tonne de CO<sub>2</sub> économisée. Cela n'a de sens que si une taxe carbone mondiale pèse sur tous les systèmes utilisant les combustibles fossiles. Une quinzaine ou une vingtaine d'installations pilotes fonctionnent dans le monde. La Commission européenne a d'ailleurs très récemment accordé un contrat au BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) qui va piloter un projet européen avec une quinzaine de partenaires. De même, l'IFP énergies nouvelles (l'Institut Français du Pétrole et des Énergies Nouvelles) vient d'obtenir un contrat européen pour faire la même opération à Dunkerque sur une usine ArcelorMittal (le CO<sub>2</sub> est capté à la sortie de l'aciérie puis envoyé dans un gazoduc vers la Norvège où il est enfoui). Ces opérations qui techniquement ne sont pas très difficiles sont coûteuses car elles nécessitent des infrastructures.

Des progrès considérables ont été réalisés dans les rendements des turbines à gaz et autres systèmes thermiques destinés à produire de l'électricité. Je pense aux turbines à cycles combinés : les effluents gazeux qui sortent d'une turbine à gaz passent dans un échangeur, on fait chauffer de l'eau, on la vaporise, on l'envoie dans une turbine à vapeur classique, le rendement est de 55 % à 60 %. Pour ce faire, une innovation pointe le bout du nez aux États-Unis : dans une chambre de combustion du gaz naturel est porté à haute température (1200° à 1300°) puis l'effluent, essentiellement du CO<sub>2</sub>, est comprimé à 300 atmosphères, on le fait passer dans une phase dite supercritique en thermodynamique (c'est-à-dire à haute densité) et on fait fonctionner une turbine à CO<sub>2</sub> mise au point par Toshiba (l'idée vient du MIT). Et le CO<sub>2</sub> est encore recyclé deux ou trois fois. L'installation pilote est à Houston aux États-Unis où de nombreux gisements de gaz naturel ou de pétrole épuisés permettent de se débarrasser du gaz résiduel. Le rendement est de 60 % avec une seule turbine. Ce n'est pas miraculeux mais cela permet d'espérer que, pour les turbines à gaz, la messe n'est peut-être pas complètement dite, on peut même chanter un *Te Deum* pour ce genre de système !

On peut aussi utiliser le carbone renouvelable fabriqué par les cycles photosynthétiques et fabriquer des bio-carburants à partir de la biomasse. Ce sont les bio-carburants classiques de première génération. La France utilise 8 % à 9 % de bio-carburant, c'est-à-dire de l'éthanol mélangé à l'essence ou du biodiesel fabriqué à partir de corps gras mélangé au diesel. On peut aussi, mais on ne le fait pas, utiliser des moteurs fonctionnant à l'éthanol pur (les Brésiliens roulent à l'alcool pur). M. Proglia parlait de l'Afrique, on peut se demander s'il est décent de mettre dans les réservoirs des biomasses à finalité alimentaire, tel le maïs, comme le font les Américains.

D'où l'idée d'une deuxième génération de bio-carburants sur lesquels une recherche assez active est menée dans le monde. Cela consiste à utiliser les déchets végétaux (déchets forestiers, rafles de maïs, paille...) et à transformer l'ingrédient de cette biomasse, la lignocellulose (lignine + cellulose) : la cellulose, un polymère du glucose, est coupée en petits sucres avec de l'enzyme puis fermentée. Le rendement est moins bon que dans la première génération mais c'est faisable. Huit à dix pilotes fonctionnent dans le monde dont un près de Reims, à Pomacle.

Troisième génération : les algues. L'équivalent d'un biodiesel mélangeable avec le kérosène peut être fabriqué à partir des algues qui contiennent des corps gras. Les Japonais ont mis au point ce genre de technique. Ce carburant est testé dans une ou deux compagnies d'aviation japonaises et dans plusieurs avions de l'armée de l'air américaine.

Enfin une technique très futuriste, envisagée dans le très long terme, consisterait à utiliser le génie génétique pour transformer le génome de plantes, d'algues, de bactéries, afin qu'elles produisent directement de l'alcool, voire des hydrocarbures. L'expérience a été faite par les Coréens du sud il y a quelques années. C'est encore au stade du laboratoire. Cela suppose évidemment l'admissibilité des OGM.

On voit qu'il y a encore des perspectives avec l'utilisation du carbone.

## *II. Les énergies renouvelables.*

Les intervenants précédents ont insisté sur le fait que ce sont des énergies intermittentes sauf la géothermie. L'énergie hydraulique elle-même est intermittente (quand il ne pleut pas ou qu'il n'y a pas de neige l'hiver, les barrages d'EDF ne sont pas pleins).

L'éolien est une énergie mature (connue depuis le haut Moyen Âge), qu'il soit terrestre ou *off-shore*. Les projets, notamment en Allemagne, financés par la Commission européenne, concernent des éoliennes d'une puissance de 10 MW (soit la puissance de l'ensemble des moteurs d'une rame de TGV Atlantique) voire 20 MW. Cela suppose, pour l'*off-shore*, des mâts d'éoliennes hauts d'environ 200 mètres et des pales de 150 mètres de diamètre. D'où des difficultés techniques qui nécessitent des recherches sur la mécanique afin que les éoliennes *off-shore* résistent à la tempête.

On peut placer une hydrolienne dans un courant marin fort et régulier. Cette énergie a l'avantage de n'être pas intermittente. Une expérience est menée à la pointe de La Hague dans le raz Blanchard, un courant qui a une grande vitesse. Le problème de l'énergie marine, c'est la tenue en mer du système, dans un milieu très corrosif. Très peu de scénarios énergétiques envisagent que l'énergie marine acquière une place importante dans la production d'électricité.

Il existe deux modes d'utilisation du solaire.

Le solaire thermique à concentration consiste à concentrer les rayonnements solaires, par un jeu de miroirs, sur un récipient pour chauffer un liquide qui va passer dans un échangeur et produire de la vapeur ensuite utilisée dans une turbine et un alternateur. Cette technique, mature, fonctionne bien mais exige un ensoleillement fort et régulier. Les Marocains ont une centrale pilote d'une centaine de mégawatts à Ouarzazate. Une filiale de Total a aussi une centrale de ce type en Californie. Le solaire thermique offre l'avantage de pouvoir stocker la chaleur solaire dans un liquide pour l'utiliser la nuit, ce qu'on ne peut pas faire avec le solaire photovoltaïque.

Le solaire photovoltaïque transforme directement l'énergie lumineuse en énergie électrique par l'intermédiaire d'un matériau semi-conducteur (cellules et panneaux solaires). Le cheval de bataille est le silicium, semi-conducteur de base de la micro-électronique, dont les coûts de fabrication ont chuté énormément depuis dix ans, en raison de sa fabrication industrielle par les pays asiatiques, la Chine notamment. Le rendement est au maximum de 25 %, pour des raisons physiques liées au semi-conducteur. Les recherches portent sur des nouveaux matériaux. Plusieurs solutions sont envisagées dont les pérovskites, mis au point au Japon et à l'École polytechnique fédérale à Lausanne. Le rendement (23 %)

n'est pas meilleur que celui du silicium, mais le coût de fabrication serait beaucoup plus faible si les pérovskites s'avèrent stables.

Le problème central concerne donc les matériaux. Là encore je dirais que la messe n'est pas dite. Les Chinois ont certes un avantage (ils ont cassé les prix) mais il faut attendre une nouvelle génération de matériaux.

L'intermittence suppose des réseaux électriques qui permettent de passer les pointes de puissance. C'est un problème central qui exige une recherche essentiellement à base d'informatique, de capteurs etc.

Le deuxième problème massif est le stockage de l'électricité. 95 % de l'énergie électrique du monde est stockée dans des barrages. Mais tout le monde ne peut pas avoir un barrage à sa porte.

On peut stocker l'énergie dans des batteries électro-chimiques, qui sont le verrou pour la production d'électricité comme pour la voiture électrique. Aujourd'hui la batterie lithium-ion, malgré quelques incendies (il y a toujours des risques) est au point. Le problème majeur est la densité énergétique, c'est-à-dire le nombre de Wh stockés par kilo (au maximum 150 - 170 Wh par kilo pour la batterie lithium). La Zoé de Renault, dans sa version 160 km d'autonomie embarque 250 kilos de batterie. La version 400 km 400 kilos de batterie. Le problème majeur consiste à alléger les batteries, en particulier les électrodes.

La batterie lithium-ion fonctionne avec du cobalt dans sa cathode (la batterie de la Zoé contient 25 à 30 kilos de cobalt). Or le cobalt est un matériau coûteux, rare, dont la Chine a le quasi-monopole de la production. Des recherches sont menées pour essayer de faire sauter ce verrou. Selon des publications récentes, un autre type de batterie, fonctionnant toujours au lithium mais avec l'oxygène de l'air est testé en laboratoire (on pompe l'air dans la batterie, on le stocke dans une cathode en graphite, ce qui évite d'utiliser le cobalt). Reste à savoir si cela sera industrialisable.

Il existe d'autres cycles de batteries, notamment des batteries stationnaires sur le lieu de production de l'électricité. Une batterie sodium-soufre est testée par EDF à La Réunion. Les Japonais l'utilisent beaucoup. Il y a donc des alternatives à la batterie au cobalt.

Il existe une alternative aux batteries électro-chimiques : la pile à hydrogène. Pour stocker sur un lieu de production, on produit de l'hydrogène par électrolyse de l'eau, ce qui évite d'utiliser du gaz naturel donc d'émettre du CO<sub>2</sub>. L'hydrogène

est stocké sous très haute pression (700 bars dans un réservoir de voiture électrique) puis combiné avec l'oxygène de l'air. On produit de l'électricité par le processus inverse de l'électrolyse, avec une pile à combustible. Mais une pile à hydrogène pour voiture nécessite du platine, métal rare dont l'Afrique du sud a le quasi-monopole. Le rendement (50 %) n'est pas suffisant pour que cela soit économiquement rentable notamment dans une voiture électrique. Cela me semble être une application du principe : Pourquoi faire simple quand on peut faire compliqué ?

S'agissant des dépenses publiques de R&D, 15 % sont consacrées aux énergies carbonées, y compris les biocarburants, 35 % aux énergies nouvelles. Les 50 % restants vont au nucléaire.

### *III. L'énergie nucléaire est mature.*

Les centrales françaises fonctionnent avec de l'uranium naturel enrichi en uranium 235 à 3,5 % ou 4 %, avec quelquefois un peu de plutonium. Un réacteur fonctionne comme un moteur thermique : à la sortie du corps du réacteur, l'eau sous haute pression est à 320° ou 330°. Le rendement de ces centrales est de 33 % - 34 %. Dans le cas de l'EPR, les rendements prévus, à température un peu plus élevée, sont de 37 %.

À long terme les perspectives sont d'essayer d'augmenter la température de fonctionnement d'un réacteur et d'utiliser d'autres cycles de combustible.

Des recherches sont menées, notamment en France, sur la filière des surgénérateurs destinés aux réacteurs à haute température utilisant le combustible classique uranium-plutonium. Dans ces réacteurs, des neutrons très énergétiques, les neutrons rapides, sont capturés par l'uranium 238 et se transforment en plutonium, de sorte qu'en fin de cycle, on a dans le réacteur plus de combustible utilisable qu'on n'en a introduit. Avec ces réacteurs, le cœur étant très énergétique, on ne peut plus utiliser l'eau pour le refroidissement et il faut recourir à un fluide à haute capacité calorifique. On envisage d'utiliser le sodium fondu ou d'autres métaux. Trois prototypes ont été testés en France : les réacteurs Rapsodie (rapide + sodium), Phénix et Superphénix (qui a eu quelques ennuis). Un autre projet, sur la même filière, le réacteur Astrid (*Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration*) est prévu à Cadarache sur un site du CEA, pour renouveler l'expérimentation sur un pilote. Des travaux analogues sont effectués dans d'autres pays.

À beaucoup plus long terme, on pourrait utiliser un autre combustible, en l'occurrence le thorium (trois fois plus abondant que l'uranium) et un sel fondu. Le thorium fondu servirait à la fois de combustible et de fluide caloporteur pour extraire la chaleur du réacteur (800° ou 900°). Cette technique suppose évidemment des conditions de sécurité assez draconiennes. Les Chinois et les Indiens travaillent sur ce type de projet. Les Américains, qui ont une expérience en la matière, ont une petite entreprise qui essaye de renouveler la filière.

Je termine par un coup de chapeau à la fusion thermo-nucléaire. Si on ne veut pas faire de la fission, on peut faire de la fusion, c'est-à-dire faire rentrer en collision dans un réacteur des atomes légers, des isotopes de l'hydrogène, à très haute température (cent millions de degrés). La fusion dégage de l'énergie thermo-nucléaire (c'est ce qui fait marcher le soleil et la bombe H). Depuis cinquante ou soixante ans, on s'évertue à essayer d'appliquer ces concepts à des réacteurs à finalité civile. On en est à une étape internationale, avec le réacteur Iter, en collaboration internationale totale. C'est Euratom qui finance la participation européenne. Coût du réacteur : dix-huit à vingt milliards d'euros. On n'attend pas de résultats avant 2022-2023 et ce réacteur ne produira pas d'électricité. Il s'agit d'un projet à très long terme sur lequel, pour des raisons physiques, beaucoup de points d'interrogation subsistent sur la possibilité d'aboutir à un résultat.

Environ 50 % de la dépense de recherche publique est consacrée à l'énergie nucléaire. Ce financement abonde à la fois des travaux de recherche à moyen terme, sur des questions de rendement énergétique, et à très long terme, sur le nucléaire voire sur le stockage de l'électricité. On observe toutefois un paradoxe : alors que les dirigeants politiques de tous les pays développés sont conscients de la nécessité de renouveler les sources d'énergie, la dépense de R&D publique dans le domaine de l'énergie a baissé continûment dans les pays de l'OCDE (sauf au Japon) depuis 2010-2011, y compris en France (mais à un moindre rythme). Ce paradoxe est inquiétant car il concerne des filières d'avenir.

Merci, Pierre Papon, pour cet exposé remarquable et très complet.

Je retiens que si on ne raisonne pas à très long terme il n'y a pas de recherche qui réponde, à l'échelle, aux problèmes que pose l'intermittence des énergies renouvelables, essentiellement l'éolien et le solaire.

Je voudrais rappeler que dans notre bouquet énergétique le nucléaire représente 79 % de la production d'électricité et l'hydraulique 10 % à 12 %. Le reste provient soit des énergies fossiles (6 % ou 7 %), soit des énergies renouvelables (mode éolien et solaire), ce qui représente très peu de chose. Si toutefois ces EnR croissent très vite nous devrons, pour des problèmes liés à l'intermittence, retrouver des capacités de production qui ne pourront être que nucléaires ou d'origine thermique (charbon et gaz).

Le Belfortain que je suis se réveille un peu en entendant dire par Mme le porte-parole du Gouvernement que Belfort était sacrifiée sur l'autel de la « transition énergétique ». Si vraiment le gaz devait disparaître du paysage, ce serait absolument dramatique pour les pays européens qui n'ont pas l'atout nucléaire de la France, pour les Italiens, pour les Allemands, lesquels, en faisant *Nord Stream 2* ont bien anticipé qu'ils auraient encore besoin de gaz et de turbines à gaz. Les turbines à gaz fabriquées à Belfort vont en Afrique, au Moyen-Orient, dans le Sud-Est asiatique et quelquefois même aux États-Unis. Désormais certains modèles seront fabriqués aux États-Unis mais, d'après les études dont j'ai eu connaissance, le marché de la turbine à gaz, qui connaît peut-être un ralentissement passager, est beaucoup moins compromis qu'un certain nombre de gens ne le disent. Cela mérite quand même une analyse rigoureuse, scientifique et le grand scientifique qu'est Pierre Papon ne me contredira pas. Je pense que dans le bouquet énergétique le gaz subsistera encore très longtemps.

Aucun scénario énergétique mondial n'exclut les turbines à gaz ou les centrales thermiques, pour la simple raison qu'on ne peut pas se contenter, dans un pays qui n'a pas d'énergie nucléaire – et il y en a beaucoup – des seules énergies renouvelables. En cas d'anticyclone majeur, de problèmes d'ensoleillement ou de

défaut de stockage, on sera obligé pour passer les pointes de recourir aux turbines à gaz qui ont l'avantage de se mettre en route très rapidement.

### *Débat final*

JEAN-MICHEL QUATREPOINT

Je voudrais revenir un instant sur la politique énergétique américaine. Les États-Unis ont, comme la Chine, une politique énergétique, cela depuis Barack Obama. Cette politique énergétique est basée sur l'exploitation du gaz et du pétrole de schiste.

Cela explique la géopolitique américaine. Aujourd'hui, les points de tension dans le monde concernent le Venezuela, l'Iran et la Russie.

Selon une carte très intéressante présentée par Olivier Appert, le Venezuela dispose de très importantes réserves de schiste bitumineux non exploitées. Le pétrole vénézuélien était acheté en partie par les Américains. Si l'industrie pétrolière du Venezuela est en chute libre, c'est en partie en raison de l'embargo imposé par les États-Unis. Il est clair que l'objectif des Américains est de remettre la main sur les réserves vénézuéliennes et notamment sur les schistes bitumineux. Et forts de l'expérience acquise dans l'exploitation des gaz de schiste sur leur territoire, qui ne sont pas inépuisables, ils auront ainsi une réserve de schiste bitumineux pour les décennies suivantes.

L'Iran est le deuxième pays mondial en ce qui concerne les réserves gazières. L'objectif de mettre à bas le régime des mollahs – car c'est bien l'objectif poursuivi aussi par l'Arabie saoudite – est de refaire le coup qui avait été fait avec Mohammad Mossadegh, c'est-à-dire de reprendre le contrôle des réserves gazières iraniennes.

Et derrière cela, c'est la Russie qui est visée !

C'est là qu'on retrouve la politique énergétique américaine. La production de gaz naturel liquéfié a créé énormément d'emplois aux États-Unis et continue d'en créer. Ce GNL est envoyé par mer en Europe où on installe des ports méthaniers, d'abord dans les Pays baltes puis en Pologne. Aujourd'hui Donald Trump explique aux Allemands que s'ils ne veulent pas voir leur industrie automobile taxée ils



seraient bien inspirés d'acheter du gaz liquéfié américain – un gaz un peu plus cher mais un gaz « libre » ! – pour éviter de dépendre des méchants russes.

C'est la véritable stratégie des Américains. Nous Européens n'avons pas compris que la stratégie mise en place, non par Donald Trump mais par Barack Obama et Hillary Clinton dès 2010, entre en action aujourd'hui. La géopolitique américaine, l'Iran, le Venezuela, les sanctions contre la Russie, la volonté d'empêcher *Nord Stream 2* d'être construit, vise à pouvoir approvisionner le marché européen avec leur gaz naturel liquéfié. Les Américains font de la morale mais ils font aussi du *business*. Il ne faut jamais oublier que derrière la géopolitique il y a du *business*.

Les besoins énergétiques concernent aujourd'hui essentiellement l'électricité. Ce sera encore plus vrai demain parce que le numérique est un gigantesque consommateur d'électricité. Face à ce besoin croissant d'électricité se repose la question du nucléaire et du gaz. Le gaz nous fournira de l'électricité. Et nous retrouvons la géopolitique américaine.

STÉPHANE ROZÈS
----------------

On entend dire que l'architecture et la gouvernance d'EDF se dirigeraient vers une maison mère « bleue » dans laquelle entreraient le parc nucléaire, le nouveau nucléaire, l'hydraulique, le thermique, et d'autre part, une maison « verte » dans laquelle on retrouverait les réseaux Enedis, RTE, Dalkia, la partie commerce d'EDF et les énergies renouvelables. J'aimerais savoir ce que vous en pensez. J'ai en tête à ce sujet un article très intéressant paru dans *Le Débat*<sup>14</sup> où l'ancien directeur de la stratégie d'EDF, Jean-Paul Bouttes, et le directeur de la prospective, François Dassa, montraient que chaque modèle énergétique dépendait non seulement des ressources énergétiques mais aussi et surtout de l'histoire et de la culture de chaque pays qui donnaient une sorte de *design* et de cohérence à chaque modèle.

Ma seconde question est de nature plus technique. Il me semble que pour atteindre les objectifs du mix énergétique on prévoit la multiplication par deux

---

<sup>14</sup> « Électricité : les erreurs de l'Europe et comment en sortir ? » par Jean-Paul Bouttes et François Dassa, dans la revue *Le Débat* n° 197, 2017/5, p. 167-181.

des éoliennes et par cinq des panneaux solaires (ce qui représenterait la superficie des Landes). Or, l'énergie éolienne pose dès maintenant un problème d'acceptabilité. C'est une difficulté.

D'autre part j'aimerais avoir votre avis concernant les déchets nucléaires. J'ai entendu dire qu'un Nobel français avançait sur la possibilité de réduire considérablement la question des déchets nucléaires par une sorte de traitement au laser.

Dans le prolongement de l'EPR, d'autres pays semblent s'orienter vers un nucléaire plus petit. Cette option ne semble pas retenue prioritairement en France. Pourquoi ? Est-ce en raison de conceptions d'ingénieurs sur les économies d'échelle ou de questions techniques ou de savoir-faire ?

Enfin, Henri Proglío vous avez rappelé que pendant au moins une décennie – correspondant au moment où le politique n'était plus clair sur l'avenir du nucléaire – nous avons perdu en savoir et en savoir-faire. Je voudrais avoir votre précision sur cette question.

Merci.

HENRI PROGLIO
---------------

La première question est d'une actualité immédiate ou future puisqu'elle évoque un projet (sur lequel mon avis n'a pas été sollicité bien sûr). Je ne peux pas dire que je bondisse d'enthousiasme devant ce projet, pour plusieurs raisons.

La désintégration du système me surprend et m'afflige. Découper en tranches un système optimisé pour faire en sorte qu'on puisse le désoptimiser me paraît une démarche un peu déconcertante. Dont acte.

De plus, ce projet suit un chemin essentiellement financier et nullement technique. Ce schéma optimise théoriquement la situation financière de l'ensemble en ouvrant le capital de ce qui est facilement vendable, à la mode, et en renationalisant ce qui ne l'est pas, c'est-à-dire le nucléaire. On ne sait trop que faire de l'hydraulique, censé être soumis à appel d'offres. Cela pose plusieurs questions, à commencer par la faisabilité technique. Je sais que des banquiers très experts se sont penchés sur le sujet mais le fait de renationaliser son entreprise en rachetant les minoritaires pour ensuite revendre des morceaux me semble devoir provoquer d'inévitables frottements. Ma grande surprise vient surtout du fait que

la valorisation du nouvel ensemble qui va être coté, ouvert, vient essentiellement des réseaux. En dépit des grands discours sur le renouvelable on sait que c'est marginal et que ce n'est pas là que va se situer l'essentiel de la valeur. Quant aux réseaux... J'avais cru comprendre autrefois que les réseaux devaient impérativement rester sous contrôle français, d'où le fait que, perdant le contrôle du transporteur (RTE), nous étions obligés de le vendre à la Caisse des dépôts, seul investisseur public susceptible de l'acquérir. EDF conserve 51 % du transporteur (un outil qui vaut 10 milliards) mais n'a plus aucun droit de regard sur sa gestion ! C'est surprenant dans un monde capitaliste... Beaucoup de choses surprennent dans cette nouvelle vision du monde !

Je crois savoir que le réseau de distribution est évalué pour un montant tout à fait conséquent mais EDF n'en est pas propriétaire. Il s'agit d'une délégation de service. Le réseau appartient aux collectivités territoriales. Il est donné en gestion à EDF pour une durée déterminée, sachant que les collectivités territoriales peuvent en reprendre la gestion. Cela ne s'est jamais fait. On avait tellement l'habitude de l'opérateur unique – qui gérait d'ailleurs très bien le réseau – qu'on ne voyait pas pourquoi changer ce qui fonctionnait bien. Avec l'émergence des collectivités territoriales que sont les communautés de communes, les métropoles etc., tentation est forte auprès de certaines d'entre elles de reprendre en main la gestion des réseaux. Que vend-on ? Un contrat ? Je crains que cela ne déséquilibre tout le système.

Comme vous, initié de loin par la presse, je me pose des questions à propos de ces nouveaux sujets dont je ne vois pas vraiment la rationalité, si ce n'est d'acter le fait qu'EDF devient une simple entreprise de production et s'interdit désormais de gérer le service intégré. J'y vois une désoptimisation, d'autant que l'électricité de demain ce sera le système électrique, c'est-à-dire d'abord les réseaux. L'optimisation viendra d'abord des réseaux. Toute la technologie avancée, toute la valeur ajoutée et intellectuelle résideront dans les réseaux et le producteur sera asservi à la contrainte des réseaux. C'est une drôle d'ambiance pour une grande entreprise comme EDF de se voir désormais reléguée au rang de producteur indépendant « sous contrôle étatique ».

Ce changement de mode de pensée et de gestion aura des conséquences dramatiquement importantes. *Quid* de la science, de la recherche ? Où va se situer la recherche ? Qui va continuer à chercher ? Qui va continuer à nourrir toute la recherche non nucléaire du groupe ? Les réseaux ? L'investisseur ? Je ne sais pas.

Avons-nous ou non l'ambition d'être l'opérateur mondial des systèmes électriques ? Si c'est le cas, ces projets ne doivent pas voir le jour.

Sous prétexte d'un système qui ferait une pseudo-optimisation de l'équation financière à court terme de la dette d'EDF on en arrive à changer complètement le modèle. Ce n'est pas grave de changer de modèle à condition d'avoir le modèle alternatif auquel on a réfléchi et qui finalement l'emporte par la conviction, par une vision.

Ne voyez pas d'amertume dans ma réaction. Je ne regarde pas le passé dans un rétroviseur avec admiration. Non. J'ai trop de conscience de ce qu'est la mission de ce qu'a été le service public de l'électricité et cette formidable aventure d'avoir construit le premier EPR mondial. Je vois dans mon ancienne maison des interrogations se faire jour chez des gens d'une grande qualité (vous citiez l'un d'entre eux). EDF était probablement la plus belle entreprise de France en termes de compétences. À quel avenir les destine-t-on ? Quelle est la feuille de route ?

Je suis là aujourd'hui pour poser des questions. Je n'ai pas vocation à y répondre, encore moins à critiquer. Les acteurs du paysage médiatique présentent la France comme un pays attractif où les bonnes décisions sont prises. J'aimerais que l'un d'entre eux se penche sur le sujet, y réfléchisse et nous dise si vraiment il y a une vision. Je ne demande qu'à être convaincu.

Sur le nucléaire, je constate que la France prend du retard en regardant ce qui se passe ailleurs.

La Chine a un marché intérieur tel que les producteurs d'énergie chinois n'ont pas besoin du marché international, au moins pendant les vingt ans qui viennent. Toutes leurs ressources doivent être mobilisées pour satisfaire aux besoins du marché chinois. Ils construisent neuf réacteurs par an et sont en surcharge permanente.

Avec Rosatom, la Russie a construit un énorme outil nucléaire qui ne peut pas se satisfaire du marché russe et qui, obligé d'aller de l'avant, doit se confronter au marché mondial et inventer des solutions adaptables à ce marché mondial. D'où l'avance considérable des Russes dans les nouvelles applications, tels les microréacteurs. J'étais au salon, à Moscou il y a quelques semaines. Les stands Rosatom étaient impressionnants en termes technologiques. Je pense aussi aux surgénérateurs à neutrons rapides qu'ils construisent, et qui fonctionnent, eux !

Je dis que nous sommes en train de perdre des talents parce que je le vois. J'aimerais dire le contraire mais je sens, je vois, je constate que la France prend

un retard considérable dans un système industriel, une ambition industrielle. En effet le nucléaire, au-delà d'être un producteur d'énergie, est d'abord une industrie qui implique énormément de science et de valeur ajoutée technologique. Or nous sommes en train de perdre pied, nous ne sommes plus la référence.

PIERRE PAPON

Je réponds à la question sur l'*off-shore*. Six projets ont été attribués par l'État pour six parcs dont la construction n'a pas encore commencé à cause des recours devant les tribunaux administratifs de personnes qui ne veulent pas voir une éolienne à l'horizon. Le gouvernement s'est engagé sur un nouveau contrat pour un parc *off-shore* au large de Saint-Nazaire. La plupart de ces procès sont réglés. Le Conseil d'État a rendu un arrêt par rapport à un certain nombre de ces recours. Là se situait le principal frein.

L'éolien *off-shore* français rencontre aussi un problème technique car la côte française tombe assez vite à pic. Ce problème côtier, qui ne se pose pas au Danemark ni au Nord de l'Allemagne, est soluble.

Vous avez posé aussi une question sur les déchets nucléaires. Effectivement des travaux de recherche sont en cours sur le stockage ou l'élimination des déchets nucléaires, notamment au laboratoire de recherche souterrain de l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) à Bure en Meuse/Haute-Marne.

Pour l'instant, le site est conçu pour être réversible jusqu'en 2150. Des travaux de recherche portent sur la possibilité de casser les déchets nucléaires à vie longue, par transmutation, notamment dans le cadre d'un projet européen, financé par l'Euratom, au centre nucléaire de Mol, en Belgique, avec la participation du CEA et du CNRS. Le principe est assez ancien : à l'aide d'un accélérateur de particules, on envoie des neutrons sur le cœur d'un réacteur fonctionnant avec un combustible composé d'uranium, de plutonium et de déchets nucléaires à vie longue que l'on veut casser. L'idée est de faire d'une pierre deux coups : faire fonctionner un réacteur avec un accélérateur et, en même temps, casser les déchets par transmutation (en cas d'accident, on coupe le courant et cela arrête la réaction). Il n'est pas évident qu'on y parvienne. Le prix

Nobel français Gérard Mourou propose d'utiliser un laser de puissance pour casser les radionucléides. Il n'est pas évident que cela fonctionne. Comme l'a dit Henri Proglio, il y a des projets de petits réacteurs modulaires (100 à 200 MW). Une étude du MIT en partie financée par EDF préconise ce genre de solution qui serait plus économique parce qu'on ne ferait pas seulement de la réaction en chaîne mais de la production « en chaîne » de réacteurs.

OLIVIER APPERT
----------------

J'ai été administrateur d'EDF pendant six ans. On parle avec cette réorganisation d'une sanctuarisation du nucléaire mais je considère qu'il y a un risque de fragilisation du nucléaire dans la mesure où l'idée serait de mettre le nucléaire à 100 % sous le contrôle de l'État. Il sera donc très facile de décider de limiter à 50 % la part du nucléaire en 2025 car l'État, pour des raisons politiques, peut décider de gaspiller l'argent et accepter des pertes de valeur considérables. Ces derniers mois, la fermeture de Fessenheim a subi des contraintes dues au fait qu'EDF étant coté en bourse, l'État ne pouvait pas faire n'importe quoi. Ce que l'on présente comme une sanctuarisation risque de se révéler une fragilisation du nucléaire.

En ce qui concerne les déchets nucléaires la transmutation est connue depuis très longtemps mais, comme le disait excellemment Turgot : « Moins on sait moins on doute ». Donc on n'en sait rien et on ne doute absolument pas des bénéfices. Il est clair que le problème aujourd'hui est de se lancer dans le stockage des déchets radioactifs tel qu'il est envisagé à Cigéo (Centre industriel de stockage géologique) et dans le contexte de la consultation en cours.

Jean-Pierre Chevènement se posait des questions sur le fonctionnement de l'EPR. Parviendrons-nous à faire cet EPR en France ? Je n'en doute pas une seconde. Deux EPR fonctionnent déjà en Chine et produisent de l'électricité. Nous rencontrons un problème de soudure assez complexe mais qui devrait être résolu sans trop de difficultés.

Ma deuxième remarque s'adresse à M. Papon. J'ai cru comprendre qu'Astrid n'était plus financé et que le CEA n'allait plus s'y intéresser. On murmure même que le CEA pourrait ne plus s'intéresser à tout ce qui est nucléaire...

Je viens de lire un article sur une concentration accrue de gaz méthane dans l'atmosphère. Pour l'instant on n'en connaît pas l'origine. Quelques hypothèses ont été faites. On utilise de plus en plus de gaz, on peut donc penser à des fuites. Et les gaz de schiste sont peut-être à l'origine de fuites beaucoup plus importantes. C'est un sujet extrêmement important pour le climat.

Il est vrai que l'on constate depuis quelques années une augmentation de la concentration de méthane dans l'atmosphère. L'explication des fuites sur les gisements n'est pas suffisante. On parle d'une dégazéification liée au dégel du permafrost.

Le projet Astrid à Cadarache est financé en partie par le programme « Investissements d'avenir ».

---

<sup>15</sup> Gérard Pierre est professeur émérite de Physique à l'Université de Bourgogne, vice-président de « Sauvons le Climat », une organisation observatrice dans le processus UNFCCC, admise par la Conférence of the Parties (COP) le 19 janvier 2016.

DANS LA SALLE.

En début de séance, M. Chevènement a parlé du problème de l'ARENH<sup>16</sup>.

L'AEN (Agence pour l'Énergie Nucléaire) a des effets particuliers sur le système. La CRE (Commission de Régulation de l'Énergie) fixe désormais le prix du « tarif bleu » dont la dernière augmentation ne correspond à rien. Ces évolutions sont-elles dues au hasard ou à des choix politiques non éclairés ? N'est-ce pas plutôt le résultat d'une stratégie anti-nucléaire ? Pour diminuer le nucléaire en France, il fallait détruire EDF. Les écologistes français, qui ont une formation d'extrême gauche classique, ont selon moi une stratégie structurée pour casser EDF afin de mettre fin au nucléaire.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Mais le système dit d'« accès régulé à l'énergie nucléaire historique » (expression un peu ampoulée) a bien une origine !

HENRI PROGLIO

Une directive européenne de plus que nous nous sommes empressés de traduire !

Évitons la théorie du complot. L'ARENH est liée à l'inconséquence de la traduction en France d'une directive européenne initiée par les anti-nucléaires, allemands en particulier. On pouvait y survivre... Je me suis battu sans trêve pour

---

<sup>16</sup> Le dispositif de l'ARENH (Accès Régulé à l'Électricité Nucléaire Historique) a été créé en 2010 par la loi NOME. Cette loi sur la Nouvelle Organisation du Marché de l'Électricité avait pour but la création d'un marché régulé qui permettrait une concurrence « équitable » entre les fournisseurs. Il s'agissait de permettre aux fournisseurs concurrents d'EDF de se développer en mettant fin à la situation de quasi-monopole d'EDF sur la production d'électricité française grâce notamment à son parc nucléaire. Pour répondre aux exigences européennes, la loi NOME a donc conduit à la mise en place d'un dispositif contraignant EDF à vendre une partie de son électricité nucléaire à des prix régulés. L'ARENH est entrée en vigueur le 1er juillet 2010 par les articles L 336-1 à L 336-10 du code de l'énergie.



essayer de défendre un prix acceptable de l'ARENH, au nom du bon sens : puisqu'on nous oblige à vendre une partie de notre électricité nucléaire, que ce soit au moins au prix de revient, sans marge. Mais ce n'était pas du tout l'ambition du législateur. Il a fallu des années de combat pour que je parvienne à arracher un chiffre à 42 euros le MWh, ce qui est encore inférieur au coût de revient, mais pour un volume limité. Aujourd'hui, sans autre directive européenne, mais avec la bonne conscience d'un système qui n'a plus de vision, on va peut-être augmenter le prix mais on va augmenter beaucoup plus le volume – ce qui est encore plus grave – sans que personne ne réagisse ! Je croyais de mon devoir de défendre la maison que je dirigeais mais aujourd'hui je n'entends aucune voix s'élever pour s'interroger sur la vision de l'entreprise.

Pourquoi laisse-t-on une publicité mensongère, délirante, se déverser tous les jours sur nos écrans de télé pour promouvoir une énergie « verte » qui est en réalité achetée à EDF ! C'est de l'escroquerie. Autrefois un bureau de vérification de la publicité interdisait de faire de la publicité mensongère. Aujourd'hui c'est le CSA qui en est chargé, autant dire personne... On laisse faire. Où cela va-t-il s'arrêter ?

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Nous sommes en présence d'un symptôme supplémentaire de dégradation de l'État et de la démocratie puisque ces directives sont émises par une autorité qui n'a pas de comptes à rendre. Des transpositions se font par voie législative mais aussi de plus en plus – je le note à travers la lecture de la loi sur l'énergie – par voie d'ordonnances. Le circuit est complètement bouclé.

DANS LA SALLE

Je suis une victime de l'éolien terrestre et côtier. On a parlé de l'acceptabilité de l'éolien sur le terrain. Il faut le vivre pour le comprendre. Cela défigure le paysage français et c'est très bruyant. L'éolien *off-shore* détruit les espèces marines, sans parler des oiseaux, et se substitue aux activités comme la pêche côtière. Même implantées à dix ou quinze kilomètres des côtes ces éoliennes de

210 mètres de haut seront visibles. Et leur taux de charge ne dépassera pas 30 %.  
Ne parlons pas de leur coût !

PIERRE PAPON

Les éoliennes produisent en effet des nuisances.

S'agissant de la politique européenne de l'énergie, je me demande si la France n'a pas manqué des occasions dans les années 1980. L'Allemagne nous avait proposé de coconstruire un surgénérateur, nous ne l'avons pas fait. Selon plusieurs témoignages, non seulement de dirigeants de l'Euratom mais d'anciens responsables, y compris au niveau ministériel, le CEA a contribué à saboter l'Euratom dans les années 1960-1970. Il y avait à cela quelques raisons. En effet, la France craignait, à l'époque, un contrôle du combustible nucléaire, notamment le plutonium, alors qu'elle construisait sa force de dissuasion nucléaire. Mais nous n'avons pas essayé de jouer la carte européenne alors qu'il en était encore temps. Je pense que nous avons une responsabilité dans un certain nombre d'échecs de la politique européenne de l'énergie.

JEAN-PIERRE CHEVÈNEMENT

Merci à nos intervenants pour leurs contributions très éclairantes.



**PUBLICATIONS RECENTES**

**L'EXTRATERRITORIALITÉ DU DROIT AMÉRICAIN**

Colloque du lundi 1<sup>er</sup> février 2016

**ETATS-UNIS, HORIZON 2017**

Colloque du lundi 18 avril 2016

**INTÉGRATION, LAÏCITÉ, CONTINUER LA FRANCE**

Colloque du lundi 23 mai 2016

**OÙ VA L'INDE ?**

Colloque du lundi 6 juin 2016

**LES EVOLUTIONS DU CONTEXTE ECONOMIQUE ET FINANCIER  
MONDIAL**

Colloque du lundi 4 juillet 2016

**LA DÉMOGRAPHIE EN EUROPE  
ET SES REPERCUSSIONS ECONOMIQUES ET SOCIALES**

Colloque du lundi 24 octobre 2016

**L'EXERCICE DE LA SOUVERAINETÉ PAR LE PEUPLE :  
LIMITES, SOLUTIONS**

Colloque du lundi 14 novembre 2016

**QUEL AVENIR POUR LA FRANCOPHONIE ?**

Colloque du lundi 12 décembre 2016

**VERS LA FIN DE LA GLOBALISATION,  
MYTHE OU RÉALITÉ ?  
QUELLE STRATÉGIE POUR LA FRANCE ?**

Colloque du lundi 6 mars 2017

**ENJEUX MARITIMES DU MONDE ET DE LA FRANCE**

Colloque du lundi 20 mars 2017

**OÙ VA LA TURQUIE ?**

Colloque du lundi 29 mai 2017

**CIVILISATION, AVEC OU SANS 'S' ?**

Colloque du lundi 22 mai 2017

**OÙ VA LA TURQUIE ?**

Colloque du lundi 29 mai 2017

**L'AVENIR DES RELATIONS GERMANO-AMÉRICAINES**

Colloque du lundi 18 septembre 2017

**MAX GALLO, LA FIERTÉ D'ÊTRE FRANÇAIS**

Rencontre-hommage du mardi 21 octobre 2017

**L'ECOLE AU DEFI DE L'INTEGRATION REPUBLICAINE**

Colloque du lundi 27 novembre 2017

**LE MOMENT REPUBLICAIN EN FRANCE ?**

Colloque du lundi 11 décembre 2017

**QU'Y-A-T-IL DANS LE CHAUDRON DU MOYEN-ORIENT ?**

Colloque du lundi 12 février 2018

**DESERTIFICATION ET REANIMATION DES TERRITOIRES**

Colloque du mardi 27 février 2018

**L'EUROPE, COMMENT CA MARCHE ET COMMENT LA REDRESSER ?**

Colloque du mardi 20 mars 2018

**LES NOUVELLES ROUTES DE LA SOIE, LA STRATEGIE DE LA CHINE**

Colloque du lundi 4 juin 2018

**FAKE NEWS, FABRIQUE DES OPINIONS ET DEMOCRATIE**

Colloque du mercredi 20 juin 2018

**L'EUROPE FACE A L'EXTRATERRITORIALITE DU DROIT AMERICAIN**

Colloque du lundi 24 septembre 2018

**LE DROIT CONTRE LA LOI**

Colloque du lundi 22 octobre 2018

**ORDOLIBERALISME, MERCANTILISME ALLEMAND ET FRACTURES  
EUROPEENNES**

Colloque du lundi 19 novembre 2018

**SITUATION DE L'ITALIE, REALITE ET PERSPECTIVES**

Colloque du mercredi 5 décembre 2018

**OU VONT LES ETATS-UNIS ?**

Colloque du mardi 29 janvier 2019

**LA BAISSÉ DE LA NATALITÉ ET LES PERSPECTIVES DE LA  
DÉMOGRAPHIE FRANÇAISE**

Séminaire du mardi 2 avril 2019

**LA SOUVERAINETÉ EUROPÉENNE, QU'EST-CE À DIRE ?**

Colloque du mardi 16 avril 2019

**L'EURO VINGT ANS APRÈS, BILAN ET PERSPECTIVES**

Colloque du lundi 6 mai 2019

**IMMIGRATION ET INTÉGRATION – TABLE RONDE AUTOUR DE  
PIERRE BROCHAND**

Séminaire du mardi 2 juillet 2019

## NOTES ET ETUDES :

### Parues récemment :

- **Benjamin Morel**, maître de conférence en Droit public à l'Université Paris II Panthéon-Assas, docteur en Science politique de l'École Normale Supérieure Paris-Saclay, « **Le droit à la différenciation, les dangers d'une révision constitutionnelle** », juillet 2019.
- **Alain Dejammet**, président du Conseil scientifique de la Fondation Res Publica, « **Samuel P. Huntington revisité** », avril 2019.
- **Baptiste Petitjean**, directeur de la Fondation Res Publica, **Joachim Imad et Nathan Crespy**, « **Une vue d'ensemble sur les relations commerciales internationales** », août 2018.
- **Franck Dedieu**, responsable du développement de la Fondation Res Publica : « **La fin d'un modèle économique, le nouveau départ d'un autre ?** » (suite au colloque du 4 juillet 2016 sur « Les évolutions du contexte économique et financier mondial »).
- **Baptiste Petitjean**, directeur de la Fondation Res Publica : « **Où va l'Afrique ? Pour une approche réaliste** » (suite à la matinée d'échanges du 8 juin 2016 autour de **Sylvie Brunel** Professeur à l'université Paris-IV-Sorbonne, auteure de « *L'Afrique est-elle si bien partie ?* » (Sciences humaines ; 2014).
- **Daniel Bloch**, ancien Président d'université, ancien Recteur, ancien Directeur des enseignements supérieurs, et **Pierre Hess**, Inspecteur de l'Education nationale : « **Apprendre à parler, à penser et à vivre ensemble** », avril 2015.
- **Jean-Michel Naulot** membre du Conseil scientifique de la Fondation Res Publica, auteur de « *Crise financière - Pourquoi les gouvernements ne font rien* » (Le Seuil, 2013) : « **Le défi Tsipras** » (tribune parue dans Libération le 14 avril 2015).
- **Kevin Limonier**, Docteur en géopolitique, Institut Français de Géopolitique (Université Paris 8) et **David Amsellem**, Docteur en géopolitique au Centre de Recherche et d'Analyse Géopolitique (CRAG), Université Paris VIII : étude cartographique réalisée pour la Fondation Res Publica : « **Que peut faire la France en Afrique subsaharienne ?** », décembre 2015.

## NOTES DE LECTURE :

### Parues récemment :


- « **Le couple franco-allemand n'existe pas** » note de lecture du livre de Coralie Delaume, *Le couple franco-allemand n'existe pas. Comment l'Europe est devenue allemande et pourquoi ça ne durera pas* (Michalon, 2018), par Marie-Françoise Bechtel, conseiller d'Etat (h), vice-présidente de la Fondation Res Publica.
- « **Une approche réaliste des problèmes internationaux** », note de lecture du livre d'Hubert Védrine, *Comptes à rebours* (Fayard, 2018), par Marie-Françoise Bechtel, conseiller d'Etat (h), vice-présidente de la Fondation Res Publica.
- « **Les nouvelles routes de la soie et les ambitions mondiales de la Chine** », note de lecture du livre d'Alice Ekman (dir.), *La Chine dans le monde* (CNRS éditions, 2018), par Baptiste Petitjean, directeur de la Fondation Res Publica.
- « **Déchiffrer le monde** », note de lecture du livre de Thierry de Montbrial, *Vivre le temps des troubles* (Albin Michel, 2017), par Marie-Françoise Bechtel, conseiller d'Etat (h), vice-présidente de la Fondation Res Publica.
- « **La diplomatie religieuse de l'Arabie saoudite : une 'industrie idéologique'** », note de lecture du livre de Pierre Conesa *Dr. Saoud et Mr Jihad. La diplomatie religieuse de l'Arabie saoudite* (Robert Laffont, 2016), par Baptiste Petitjean, directeur de la Fondation Res Publica.
- « **Vers un monde hyper industriel** », note de lecture du livre de Pierre Veltz *La société hyper-industrielle – Le nouveau capitalisme productif* (Le Seuil, 2017), par Baptiste Petitjean, directeur de la Fondation Res Publica.
- « **La concorde civique face au spectre de la guerre civile** », note de lecture du livre de David Djaiz *La guerre civile n'aura pas lieu* (Editions du Cerf, 2017), par Baptiste Petitjean, directeur de la Fondation Res Publica.



FONDATION RES PUBLICA

52, rue de Bourgogne

75 007 Paris

 01.45.50.39.50

[info@fondation-res-publica.org](mailto:info@fondation-res-publica.org)

Achévé  
d'imprimer  
en octobre 2019