

NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

Une publication ARSCA

n°72 - Juillet 2018



La centrale de Taishan © EDF

Dans ce numéro

Premier EPR à fonctionner,
Taishan 1 a démarré

Le débat public sur la programmation
pluriannuelle de l'énergie (PPE)

L'évolution du secteur énergétique

L'actualité des réacteurs nucléaires

Conversion et nouvelle géographie
nucléaire

Panorama de l'actualité de l'aval du cycle

Climat : 7 manières de ne pas se
tromper soi, et son monde avec

Vous avez dit contre-vérités ?

Nucléaire : halte au feu !

Appel de « Voix du Nucléaire »

Rappels sur énergie et puissance

ARSCA

Association d'anciens et de retraités d'AREVA

NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

Ce numéro est le dernier sous cette forme. Nous prévoyons désormais des diffusions plus fréquentes et un n° semestriel limité à une table des matières des récentes parutions.

L'ÉVÉNEMENT

Premier EPR à fonctionner, Taishan 1 a démarré Page 3

ACTUALITÉ – LA PEE

Le débat public sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (PEE) Page 4

ÉNERGIE

L'évolution du secteur énergétique Page 11

NUCLÉAIRE

L'actualité des réacteurs nucléaires Page 17

Conversion et nouvelle géographie nucléaire Page 22

Panorama de l'actualité de l'aval du cycle Page 26

NUCLÉAIRE et SOCIÉTÉ

Climat : 7 manières de ne pas se tromper soi, et son monde avec Page 34

Vous avez dit contre-vérités ? Page 37

Nucléaire : halte au feu ! Page 40

Appel de « Voix du Nucléaire » Page 43

QUELQUES RAPPELS SUR ÉNERGIE ET PUISSANCE

Page 44

Couverture : Centrale de Taishan (Copyright EDF).

« NUCLÉAIRE ET ENERGIES » est établi à partir d'articles rédigés par différents auteurs.

Ont contribué à ce numéro :

Actualité	Bernard LENAIL
Énergie	Louis-François DURRET
Nucléaire	Patrice CAUMARTIN, Claude SEYVE et Jacques SIMONNET
Nucléaire et Société	Henri ZACCAI ainsi que Myrto TRIPATHI et Dominique GRENÊCHE en tant qu'invités

ARSCA

Tour AREVA, Boîte 0706-B2

1 Place Jean Miller, 92084 PARIS LA DEFENSE

Mail bureau@uarga.org Site www.uarga.org

PREMIER EPR À FONCTIONNER, TAÏSHAN 1 A DÉMARRÉ

Le premier réacteur EPR à démarrer est celui de Taïshan 1 en Chine, au sud de la Chine et à 150 km de Hong Kong, comme attendu depuis déjà longtemps. La 1ère divergence a eu lieu le 6 juin avec une montée progressive en puissance, dès le 15 juin, la puissance de 10 % des 1650 MW était atteinte et après différents essais le réacteur était couplé au réseau électrique le 26 juin.

C'est indéniablement un grand succès pour la technologie française... depuis des années ce projet EPR défraie la chronique en France (Flamanville) et en Finlande (Olkiluoto) et EDF comme Framatome rencontrent, année après année, des difficultés et essuient les critiques... mais en plus il marche !

EDF et Framatome s'en sont bien sûr félicités ainsi que leurs partenaires industriels et la communauté nucléaire française et internationale très attentive. Aucun officiel français ne s'est joint au concert des félicitations ni même, semble-t-il, n'a relevé l'évènement.

À de rares exceptions, les media français qui ont mentionné le démarrage de Taïshan l'ont fait d'une curieuse façon : un premier (petit) tiers du texte relatant l'évènement très factuellement pour enchaîner sur les nouveaux déboires du réacteur de Flamanville (un gros tiers) et clore par le nouveau retard du programme finlandais d'Olkiluoto (dernier tiers)... bref le français moyen n'a guère appris qu'il ne savait déjà tant ces sujets sont ressassés.

Certes la construction des 2 EFR d'Olkiluoto et de Flamanville a pris beaucoup de retard mais il y a des explications à cela : en Finlande la construction a commencé avant achèvement des plans de détail, avec des équipes peu aguerries à un chantier de cette taille et parlant une vingtaine de langues différentes et une autorité de sûreté novice, très prudente et parfois mal conseillée. En France les choses se présentaient un peu mieux, mais après un arrêt de plus de 15 ans des constructions de réacteurs, l'expérience des équipes avait disparue et le tissu industriel était à reconstruire.

En ce qui concerne Taïshan, il y a beaucoup à dire : Taïshan 1 est le premier réacteur de génération 3+ à démarrer au monde, le plus gros aussi, avec des performances largement accrues notamment au plan de la sûreté/sécurité comme au plan économique, pour ce qui est de l'économie des ressources et enfin de la durée de vie, premier réacteur conçu pour être exploité au moins 60 ans... un joyau ! et enfin qui démarre et – cerise sur le gâteau – qui fonctionne quelques jours avant son concurrent de technologie américaine, l'AP1000 de Sanmen, en Chine également et dont la construction avait commencée avant celle de Taïshan 1. Peut-être faut-il voir dans ces quelques jours un petit coup de pouce des autorités habituées à ne rien laisser au hasard.

L'opérateur chinois (TNPJVC) du réacteur appartient à CGNP et EDF, partenaires heureux et exemplaires depuis plus de 30 ans, a bénéficié d'une part du retour d'expérience d'EDF et de Framatome sur les projets européens démarrés auparavant (4 ans en Finlande et 2 ans en France) et d'autre part du fait qu'en Chine les constructions se sont enchaînées sans discontinuer depuis une trentaine d'années. Notons incidemment qu'en Chine le contexte politique est très favorable au nucléaire, la communication limitée au strict minimum, la main d'œuvre est nombreuse, travaillant 7 jours sur 7 et très compétente.

Retenons que Juin 2018 marque une date historique pour l'EPR, la technologie française et la coopération franco-chinoise, l'achèvement en 9 ans d'une première construction. Le dernier démarrage en France remonte à 1998, 20 ans déjà. Désormais le retour d'expérience de démarrage et de fonctionnement viendra de Chine vers la France.

[Retour au sommaire](#)

LE DÉBAT PUBLIC SUR LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE

Bernard Lenail

Le débat sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour les périodes 2018/2023 et 2024/2028 s'est ouvert le 19 mars. Ce débat qui découle de la Loi de Transition Énergétique pour une Croissance Verte (LTECV) est destiné à aider le gouvernement à établir par décret en fin d'année la programmation pluriannuelle et à engager l'avenir de notre pays dans le domaine énergétique. La partie publique de ce débat s'est achevée le 30 juin. Curieusement ce débat ne découle pas de l'Accord de Paris sur le climat et n'y fait pas même référence.

Dès son lancement le débat s'est ouvert de façon surprenante puisque d'emblée l'accent a été mis sur le mix électrique, comme si celui-ci conditionnait l'atteinte des objectifs du pays sur la réduction des émissions de CO₂ alors que tous ceux qui s'intéressent à ces questions savent que l'électricité n'est responsable que de 6% de ces émissions car le mix est décarboné à environ 95% et qu'il le sera encore plus avec l'arrêt des centrales fossiles d'ici 2022.

On va, une fois de plus, encore débattre d'électricité alors que c'est d'énergie qu'il faut débattre. Les objectifs sont ailleurs : transports, bâtiments, chauffage,... qu'attend-on pour les cibler ? Du reste une étude du cabinet de conseil Carbone 4 qui fait autorité dans ce domaine soulignait que *le paysage énergétique reconstitué à partir des objectifs de la politique énergétique actuels conduit à une trop lente décarbonation du mix énergétique car ce sont surtout les substitutions entre énergies décarbonées (renouvelables et nucléaire) qui ont lieu et non le remplacement des énergies fossiles.*

Le ministre d'Etat semblant corroborer ce point de vue a précisé qu'il ne souhaitait pas que le débat se focalise sur la question du nucléaire et pourtant le Dossier du Maître d'Ouvrage rédigé par ses services montre que ce point est tout à fait central.

Le ministre a aussi fait une curieuse déclaration sur France Inter, le 13 mars : *j'aimerais que la PPE ne soit pas un débat confisqué par les experts, que les Français se l'approprient et le coconstruisent.* Est-ce une manière de dire que les experts ressassent toujours les mêmes idées fixes au point de lasser le gouvernement ? Tandis que du fait de son ignorance le public, qui connaît peu et souvent mal ces sujets compliqués, est digne d'intérêt et ouvert à toutes les carabistouilles qui vont pouvoir lui être racontées tout au long du débat ?

Venant après une soixantaine de réunions institutionnelles à travers la France, le point d'orgue du débat public fut la réunion, encadrée comme les autres de main de maître, le 4 juin d'un panel de 400 citoyens devant s'exprimer sur les grandes options de la période de façon à permettre de valider les options de l'administration, le ministre se chargeant lui-même de tirer les conclusions du débat dans un communiqué intitulé *les citoyens montrent aux politiques le chemin à prendre pour la PPE...observant qu'il est frappant de noter que les citoyens souhaitent très majoritairement réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité le plus rapidement possible.*



En grand animateur télé qu'il fut, le ministre n'a en fait guère cessé de se rappeler à l'attention du public, alternant :

- attaques contre EDF (qu'il convient de découper en deux entités : énergies du passé et énergies d'avenir), contre le nucléaire (qui nous emmène dans une dérive ou encore *on voit bien que le coût de l'énergie fabriquée avec du nucléaire ne cesse de monter parce que nous n'avons pas nécessairement provisionné un certain nombre de choses, en même temps que le coût des énergies renouvelables est en train de dégringoler et bien sûr l'urgence qu'il y a à disposer d'un calendrier de mise à l'arrêt des 15 à 20 premiers réacteurs* ; et
- prônes élogieux des énergies renouvelables (la montée en puissance des énergies renouvelables est devenue irréversible et va s'accélérer).

Presqu'au même moment le ministre de l'économie soulignait que le nucléaire est essentiel à long terme pour la France, sans aucun doute...il faut pouvoir accélérer dans les renouvelables sans affaiblir la filière nucléaire. Dans un passé pas si récent on aurait parlé de couac gouvernemental, en l'occurrence, ici RIEN.

Comme d'habitude il n'est guère question d'argent, pourquoi gâter le plaisir du bon peuple qui a longtemps aimé le nucléaire mais n'aime pas – on peut le comprendre – les coûts de démantèlement qui vont surgir avec la mise à l'arrêt progressive du parc ? Personne il est vrai ne lui a jamais dit que les consommateurs avaient payé ces dépenses à l'avance. Pourquoi gâter le plaisir de gens à qui on fait aimer jour après jour les énergies renouvelables dont les coûts ne cessent de baisser mais qu'il faut continuer de subventionner et dont on nous cache le coût complet réel ? Pourquoi un tel mépris pour l'économie, l'Etat et les citoyens ont-ils les moyens de la gabegie qui se développe à leurs dépens pour le bénéfice de quelques puissants lobbys ?

On ne parle pas non plus de sécurité du réseau et encore moins de risque de blackout pourtant plus probable chaque année puisque la puissance pilotable baisse et baissera avec la fermeture des centrales à charbon, compter sur les importations comme le fait RTE est un rêve irresponsable !... et encore moins du nécessaire lancement de la construction de nouveaux réacteurs.

Un tel lancement va cependant devenir urgent ne serait-ce que pour maintenir la part de nucléaire dans le mix à 50% comme fixé dans la loi de transition en vigueur si Nicolas Hulot parvient, comme il le souhaite, à accélérer la mise à l'arrêt des réacteurs les plus anciens et la montée en puissance des renouvelables... sauf bien entendu si la durée de construction de nouveaux réacteurs venait soudain diminuer de façon spectaculaire. Soyons sérieux un instant : il est nécessaire de se préparer à un renouvellement au moins partiel du parc de réacteurs à partir de 2030. Ceci passe par le lancement très prochain des premières réalisations compte-tenu des délais administratifs et de construction.

Les experts qui se sont exprimés sur le site du débat sont très nombreux à avoir manifesté leur intérêt pour le nucléaire et leurs doutes sur la capacité des renouvelables à remplir sans décevoir les performances que beaucoup en attendent. Ces avis seront-ils pris en compte par l'administration quand le ministère de la transition écologique rendra publique la version 1 de la PPE ? Il est permis d'en douter au vu du déroulé de la réunion de clôture du débat public PPE tenue le 29 juin 2018.

Il y aurait eu beaucoup d'autres choses à évoquer sur le site du débat qui n'ont été qu'effleurées :

- L'engouement pour le véhicule électrique sans s'être assuré de son vrai bilan carbone et de la durabilité de cette solution ;

- La condamnation du diesel, maintenant devenu propre, sans avoir cherché à faire un bilan honnête lui reconnaissant au moins son avantage CO₂ sur l'essence ;
- Le silence sur la mise en concurrence de l'hydraulique qui va consister à confier la gestion de l'eau dans une partie importante de notre territoire à des électriciens intéressés par le seul profit fait sur une électricité à bon compte ;
- L'utilisation des renouvelables pour des usages thermiques sans mise de l'électricité sur le réseau ou sans production d'électricité (solaire thermique, pompes à chaleur, géothermie, biomasse...) ; sans oublier
- La mise en place d'une vraie gouvernance sur ces questions au sein du gouvernement alors qu'elles sont appropriées par un seul ministère.

L'obsession de l'administration sur le nucléaire et les renouvelables n'a pas permis toutes ces réflexions. C'est fâcheux car nucléaire, photovoltaïque et éolien ne produisent que de l'électricité qui est, comme dit plus haut, quasiment hors sujet de notre transition énergétique avec sa part de 6% seulement de nos émissions de CO₂. Les passions décident aujourd'hui des orientations politiques lourdes alors qu'il y a 50 ans, et encore 20 ans, la raison scientifique, les réalités objectives et l'intérêt général prévalaient : voilà pourquoi aujourd'hui l'objectif de la protection du climat n'est pas vraiment prioritaire et encore moins l'utilisation optimale des ressources financières.

Différents adhérents de notre association se sont exprimés sur le site du débat dont beaucoup sans que nous en soyons avertis.

Les interventions les plus notoires sont celles de Robert Baschwitz :

<https://ppe.debatpublic.fr/programme-nucleaire-decroissance-nous-nattirons-plus-jeunes-clients-que-faire-sauver-notre-industrie>

Des jeunes étudiants qui a l'initiative de Jean-Luc Salanave, ont réussi à faire placer sur le site du débat 4 vidéos (**Des jeunes s'interrogent, Pistes qui permettraient de réussir cette "transition énergétique", Nucléaire, quelles critiques ? Nucléaire, quels atouts ?**) qu'on peut retrouver sur YouTube :

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLIkstnhCnzm0l7kzeGUW7uyVPiqXzdn2Q>

ainsi que sur le site www.uarga.org à l'adresse

https://www.uarga.org/actualite_evenem_doc/video.php

L'Association **Voix du Nucléaire** récemment créée se met en place progressivement : le Bureau et un panel de bénévoles spécialistes sont d'ores et déjà constitués, un groupe Facebook et un site seront opérationnels dans quelques semaines. Nous vous invitons à prendre connaissance de l'appel de Voix du Nucléaire en **page 43** et espérons vous voir répondre nombreux à cet appel. Présentation et bulletin d'adhésion [ici](#).

Il convient par ailleurs de signaler qu'un **Cahier d'Acteurs** soumis par un collectif d'adhérents aux organisateurs du site le 9 juin a été victime de dysfonctionnements inexpliqués qui n'ont pas été corrigés : alors que ce document a été rapidement déclaré publié sur le site il est resté introuvable jusqu'à la clôture du débat. **Il est reproduit dans les quatre pages suivantes.**

DÉBAT PUBLIC PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE

DU 19 MARS AU 30 JUIN 2018



CAHIER D'ACTEUR

Soumis le 6 Juin 2018

CAHIER D'ACTEUR

Partir des faits et des résultats acquis

Prendre en compte la réalité

Pour plus de transparence

Union des **A**ssociations d'anciens
et de **R**etraités du **G**roupe **A**REVA

Présentation du collectif
d'anciens du nucléaire issus
d'UARGA.

Ce collectif réunit des cadres et des ingénieurs qui ont passé la plus grande partie de leur carrière professionnelle dans le secteur nucléaire industriel. Travaillant dans l'ingénierie, dans la construction, l'exploitation des installations, parfois leur démantèlement, et en relation avec la plupart des compagnies électriques, ils parlent de ce qu'ils savent. Ils exposent ici un certain nombre de faits incontestables, font part de quelques opinions et expriment les jugements et recommandations que ces vérités inspirent. Ayant tous pris leur retraite ils sont totalement libres de toute attache avec leurs anciennes entreprises.

bureau@uarga.org

www.uarga.org

01 39 30 43 01

Inutile de présenter un panorama complet du sujet en abordant tous les aspects : d'autres l'ont déjà fait en exposant pour certains une stratégie complète et pour d'autres un ensemble d'idées.

Nous nous concentrons sur le contexte français, sachant que la taille, le poids de notre pays ne sont pas tels qu'il soit approprié de formuler des recommandations à caractère universel. Auparavant nous ferons cependant deux exceptions :

- 1- S'agissant de la taxe carbone, chacun sait ou sent que la taxation, à un niveau significatif, des sources à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre serait un levier très puissant pour limiter le recours à certaines sources (énergies fossiles) et faire basculer vers d'autres plus propres ou efficaces au sens du climat. Cela ne manquerait pas d'introduire des distorsions dans les marchés dont souffrirait la France si elle adoptait seule une telle taxation sans concertation avec les autres grands pays. Cet objectif semble donc malheureusement très lointain et sort du cadre de la révision en cours du PPE.
- 2- La lutte contre le réchauffement climatique imposera vraisemblablement de faire des choix drastiques de mode de vie conduisant à une réduction du PIB (réduction sévère des gaspillages, recherche sans relâche de l'efficacité, ...) conduisant à des sacrifices importants et générant à terme la décroissance. Nous écartons cette piste car, à ce stade, une éventuelle exemplarité de notre pays conduirait à le handicaper gravement par rapport aux autres pays moins vertueux sans rien apporter à la planète.

Loin du rêve et des fantasmes, soyons factuels.

Depuis l'Accord de Paris la toute première priorité doit être donnée à la réduction des émissions de CO₂ : cette priorité a été rappelée avec force par le Président de la République. Le Ministre de la Transition Ecologique et Solidaire a ajouté pour sa part un objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050.

L'exercice de programmation pluriannuel de l'énergie (PPE) ne découle pas de l'Accord de Paris mais de la *Loi de Transition énergétique pour une croissance verte* qui lui est antérieure et où la réduction des émissions de CO₂ n'est qu'un objectif parmi beaucoup d'autres ayant peu à voir avec la protection du climat.

Si donc l'exercice PPE est correctement mené conformément à la loi il tiendra insuffisamment compte de la direction donnée par le Président. Il est donc très malheureux que la loi n'ait pas été amendée à ce jour.

Sur la base des chiffres communiqués par le ministère, les émissions de CO₂ se répartissent comme suit pour 2017 :

Transports	30%
Bâtiment/chauffage	19%
Agriculture/forêts	20%
Industrie	18%
Energies	10%
Déchets	4%
Total	100%

Soit 415 Millions de tonnes de CO₂ éq.

Il convient de noter que sur la période 2015/2016/2017 les émissions ont cru de 2,6% pour 2016/2015 et de 5% environ pour 2017/2015 alors que pour ces 3 années les objectifs et les prévisions étaient à la baisse, c'est-à-dire que depuis l'accord de Paris l'orientation est mauvaise année après année. **La méthode n'est donc pas la bonne. Il est du reste facile de voir à quoi cela tient.**

Alors que la production d'électricité est à 90% décarbonée (nucléaire et hydraulique) la plupart des efforts faits par le pays se limitent à développer l'énergie éolienne et l'énergie photovoltaïque à des fins électriques avec pour conséquence de moins utiliser le nucléaire. Il n'est donc pas surprenant que les réductions de CO₂ ne soient pas au rendez-vous. Deux erreurs en effet ont été commises :

- 1- Le secteur sur lequel l'effort a porté a été mal choisi : il aurait fallu choisir ceux qui impactent le plus le bilan (transports et bâtiment) et pas l'énergie.
- 2- Substituer l'éolien et le photovoltaïque, certes peu émetteurs de CO₂, à du nucléaire ou de l'hydraulique qui le sont pas, ne pouvait pas aller vers l'objectif visé.

La contre-performance observée dans le résultat attendu ne pourra certainement pas être redressée, et au-delà, par une accélération du développement des énergies renouvelables mais par une complète remise en question de la politique conduite : maintien et prolongation du potentiel nucléaire actuel dans le total respect des exigences de l'autorité de sûreté (ASN), abandon de l'accès prioritaire de l'électricité renouvelable au réseau et abandon de l'obligation de rachat.

Incidentement cette réorientation permettrait de juguler la hausse de la CSPE (Contribution au Service Public de l'Electricité) et d'éviter la plupart des coûts requis pour l'intégration de l'électricité renouvelable sur le réseau, coûts mal connus mais qui seront de plus en plus élevés au fur et à mesure que le taux de pénétration augmentera (batteries, systèmes complexes d'ajustement, ...). Elle permettrait d'assurer les pics de demande avec un maximum de sources pilotables indépendantes des aléas de la météo.

Les secteurs des transports et du bâtiment qui représentent près de 50% des émissions sont des champs ouverts au développement des énergies renouvelables.

Rappelons tout d'abord qu'en France les renouvelables thermiques : chauffe-eaux solaires, et surtout pompes à chaleur dont les 2/3 d'énergie renouvelable aérothermique ou géothermique sont très peu employés bien que la source d'énergie soit gratuite et non intermittente. C'est aussi le cas de la biomasse de 2^{ème} génération, elle-même aussi très insuffisamment utilisée.

Par ailleurs si l'efficacité des renouvelables pour alimenter le réseau électrique est faible en raison notamment de leur intermittence que seules pourraient compenser des capacités de stockage d'électricité efficaces et peu coûteuses qui n'existent pas, et n'existeront pas d'ici longtemps étant donné l'état des recherches, **ce problème peut être résolu dans les secteurs des transports et du bâtiment (R&D à développer)** : des éoliennes ou des panneaux photo-voltaïques produisant de l'électricité, quand il y a du vent ou du soleil, pouvant produire par exemple de la chaleur ou de l'hydrogène qu'il est possible de stocker sur une courte période, de façon à s'adapter à la demande dès lors qu'il ne s'agit pas de refabriquer de l'électricité.

Pour le chauffage industriel comme pour les particuliers il reste à étudier les dispositifs de stockage adaptés pour rendre la consommation indépendante des aléas de la production. Pour les transports des solutions existent comme le recours à l'hydrogène, pour lequel des expérimentations se développent (tramway en Chine, taxis à Paris, vélo à Saint Lo, bateau plusieurs programmes, avion à piles à combustibles...) sans oublier bien sûr son intérêt pour augmenter la production de carburants de synthèse.

Incidentement notons que le lancement du programme Hydrogène par le gouvernement tombe à point pour accompagner cette nouvelle orientation des renouvelables. L'utilisation des renouvelables est donc non seulement possible mais avantageuse à différents égards. D'autant que la plupart des matériels existent. Mais qu'on ne s'y trompe pas les renouvelables n'apporteront qu'une contribution mineure à la résolution du problème des transports et des bâtiments : la superficie du pays n'y suffirait pas, ni sans doute les capacités financières les coûts de l'éolien et du solaire étant encore trop élevés. Ce ne sont pas les renouvelables notamment qui pourront permettre de couvrir la pointe d'hiver, sauf découverte majeure que rien ne permet aujourd'hui d'entrevoir.

Pour assurer l'avenir, utilisons nos atouts : le nouveau nucléaire

Le parc nucléaire actuel d'EDF, 58 réacteurs, va être amené à baisser progressivement à partir de 2030 environ, hors les 2 Fessenheim dont l'arrêt est prévu en 2019. Cette baisse pourrait commencer un peu plus tôt si les décisions de l'ASN l'exigeaient. Nous n'anticipons pas de décision d'arrêt pour des raisons politiques car d'une part les besoins sont là, d'autre part parce que les indemnités à verser à EDF seraient considérables, sans doute de l'ordre de 10 à 30 milliards d'euros par an.

Le rythme de mise à l'arrêt sera fixé par EDF compte-tenu de facteurs économiques, de l'optimisation du parc, du nécessaire lissage dans le temps des mises à l'arrêt et bien sûr d'éventuels aléas, le dernier arrêt étant estimé à l'échéance 2050. Cela conduit à un rythme de 3 réacteurs par an (2 à 4 environ), simple hypothèse de bon sens.

Par ailleurs il est nécessaire qu'EDF puisse disposer de 60 à 63 GWe de puissance nucléaire max (niveau actuel) qui additionné au parc hydraulique (25 GWe) porte le total des sources pilotables à 85/88 GWe, niveau jugé indispensable pour faire face, avec des sources pilotables, au maximum de la demande hors aléas. Ces considérations impliquent que, dès 2030, EDF dispose de nouvelles capacités, soit 2 nouveaux EPR. Au-delà, mais ceci ne relève pas de la présente révision de la PPE, le rythme de mise en service résultera de l'évolution des besoins : en légère baisse si les progrès en termes d'efficacité le permettent, ou en légère hausse si les nouveaux usages de l'électricité y poussent, ou en baisse plus rapide si de nouvelles technologies sont apparues pour le stockage de l'électricité.

On pourra observer que sur ces bases la part du nucléaire dans le mix serait ramenée à 50% vers 2036 sur la base des chiffres de développement de l'éolien et du solaire inscrits dans le DMO, mais en réalité sans doute bien avant.

Enfin certaines idées ou pratiques erronées ou non étayées doivent être ré-examinées.

1- RT2012

La RT2012 est cette réglementation qui depuis plusieurs années interdit *de facto* le chauffage électrique dans les constructions neuves et oblige les constructeurs à construire des bâtiments exclusivement chauffés au gaz et moins bien isolés. Les importations de gaz ont donc augmenté et avec elles les émissions de CO₂. Fi de l'accord de Paris sur le climat, haro sur le chauffage électrique ! Qu'attend-on pour remettre en cause une norme idéologique et aujourd'hui parfaitement anachronique ?

2- Les énergies renouvelables

Le citoyen ignore tout aujourd'hui de l'économie générale de l'industrie des renouvelables. C'était normal quand les premiers programmes ont été lancés il y a une vingtaine d'années. Cela ne l'est plus aujourd'hui et l'opacité s'est établie : les coûts baissent dit-on, ils seraient compétitifs mais on sait qu'il ne s'agit pas des coûts complets.

On sait aussi que les promoteurs ne veulent pas voir les avantages dont ils bénéficient disparaître ce qui tend à faire croire que l'industrie, après 20 ans, n'aurait pas atteint son niveau de viabilité !

Le citoyen se souvient que le gouvernement voulait favoriser la naissance d'un ou deux champions, où sont-ils ? Toujours à l'étranger ? Il se souvient aussi que le développement des renouvelables allait générer de l'emploi par milliers, où sont-ils ? Toujours à l'étranger ? Le citoyen ne voit que des monteurs et des conducteurs de camions étrangers !

Il est urgent que le gouvernement éclaire le citoyen avec des données complètes, honnêtes et vérifiables.

3- Véhicule moderne, hybride ou électrique

Un véhicule moderne, et c'est encore plus vrai pour un véhicule électrique, nécessite pour sa construction et son utilisation de recourir à des métaux rares dont les modes de production et de recyclage (voire de non-recyclage) posent question et sont à l'évidence pas (ou peu) durables. **Il serait bon, avant que l'engouement pour ces types de véhicules ne se généralise qu'il soit procédé à une analyse sérieuse sans préjugé sur le caractère durable et écologique de ses types de véhicules et sur la possibilité réelle de charger un grand nombre de véhicules.** Un véhicule électrique n'est pas, par nature, intrinsèquement vert ou propre comme des abus de langage tendent à le faire croire.

Tout dépend de la façon dont le véhicule est construit (choix des matériaux), dont l'électricité qui l'alimente est produite et dont les batteries sont recyclées. Ce qui est vrai dans un pays n'est pas nécessairement vrai ailleurs. **Prôner le même véhicule électrique partout et pour tous n'a donc guère de sens.**

4- Véhicule diésel

Il est aujourd'hui à la mode, et très tendance dans certains milieux, de décrier le véhicule diésel, ou même de le condamner.

Il est permis aujourd'hui de s'étonner que, sans étude préalable sérieuse et non biaisée, une telle condamnation intervienne quand les moteurs diésel les plus modernes sont enfin propres alors qu'il y a peu, quand les moteurs étaient moins performants,

les pouvoirs publics incitaient les consommateurs à utiliser ce type de motorisation. **Bien sûr les particules fines sont une source de préoccupation pour la santé mais a t'on cherché à comparer l'impact sur la santé du parc actuel de véhicules diésel avec celui des centrales à charbon ou à fuel qui cernaient l'Ile de France il y a quelques dizaines d'années ? ou avec celui des centrales à charbon et à lignite d'Allemagne d'aujourd'hui dont le «nuage» atteint Paris plusieurs fois par an, selon l'observatoire européen de la pollution atmosphérique ?**

5- Moteurs essence à injection directe

Les acheteurs de véhicules diésel s'en détournent et se tournent aujourd'hui plus vers des véhicules à essence que vers des véhicules électriques. Il se trouve cependant que les véhicules à essence sont aujourd'hui de plus en plus à injection directe et donc autant voire plus polluants que les moteurs diésel ; sans parler du fait qu'à puissance égale ils produisent aussi plus de CO2 que le diesel. **Quelqu'un s'est-il préoccupé, en France ou à Bruxelles, de faire des bilans comparés : diesel v/s essence et ancien v/s nouveau.**

L'ÉVOLUTION DU SECTEUR ÉNERGÉTIQUE

Louis-François Durret

Les derniers mois ont été très riches en événements politiques, les plus importants en provenance des Etats-Unis, qui ont un impact considérable sur le secteur énergétique. Après l'annonce de la sortie des Etats-Unis de l'accord de Paris sur le Climat, on retiendra la dénonciation de l'accord sur le nucléaire avec l'Iran. Même si la tension entre les Etats-Unis et la Corée du Nord baisse, pour le moment, après le récent sommet de Singapour, les risques géopolitiques ont atteint un niveau extrêmement élevé et commencent à se matérialiser.

Le quasi doublement des prix du pétrole en moins de deux ans en est une conséquence directe.

Or, comme l'Agence Internationale de l'Energie l'avait relevé il y a un an, la part des pays de cette zone dans la production pétrolière mondiale est à son plus haut niveau depuis les quarante dernières années. Même si les Etats-Unis ont retrouvé le niveau de production qu'ils avaient il y a 40 ans, on peut penser que les ingrédients géopolitiques d'une crise majeure sont maintenant réunis.

Les décideurs politiques ont l'opportunité, comme leurs prédécesseurs l'ont fait il y a 50 ans, de prendre des mesures fortes en relançant des investissements dans le nouveau nucléaire, pour assurer la sécurité d'approvisionnement de leurs pays tout en agissant en faveur du climat. Le feront-ils ?

1 - Pétrole : l'accord OPEP-Russie conclu fin 2016 a permis de freiner la chute des cours et de les faire remonter, les tensions géopolitiques accélèrent la hausse des cours

L'accord Arabie Saoudite - Russie de 2016, qui a permis une réduction de production de près de 2 Mbl/j est en grande partie responsable de la remontée rapide des prix du pétrole qui sont passés de 45 \$/bl à 80 \$ bl en moins de 2 ans. Les signataires envisageraient d'assouplir progressivement le système de contingentement. Mais les deux pays savent très bien que d'autres facteurs ont joué, l'effondrement de la production du Venezuela (-0,6 Mbl/j) et le durcissement des Etats-Unis à l'égard de l'Iran qui pourrait réduire ses exportations de 0,5 Mbl/j.

La préoccupation de certains membres de l'OPEP est de ne pas freiner la consommation des pays importateurs, comme la Chine et l'Inde, mais surtout de ne pas donner d'oxygène aux producteurs américains de pétrole et gaz de schistes.

Le dernier Rapport Cyclope sur les matières premières souligne le retour général de la volatilité, le décalage entre valeur réelles et financières et le poids accru du risque géopolitique.

2 - Gaz : un marché qui reste abondant, les États-Unis en passe de devenir un exportateur de poids

Pour la première fois depuis 1957, les USA sont devenus exportateurs nets de gaz, grâce aux schistes. Plusieurs unités de liquéfaction ont été mises en service pour alimenter la Chine, la Corée du Sud, le Japon et le Mexique. A l'horizon 2021, les USA deviendraient le 3ème exportateur de gaz, derrière le Qatar et l'Australie.

Bruxelles et GazProm trouvent un terrain d'entente après 7 ans d'enquête pour abus de position dominante. GazProm échappe à une amende en contrepartie d'engagements de donner plus de liberté à ses clients dans les 8 pays qui sont le plus dépendants. Au total GP couvre 40% des besoins de l'UE.

3 - Climat, pollution atmosphérique, tricheries des constructeurs ... La mobilité électrique est portée par des vents favorables.

Mauvais temps pour le climat ! Les Etats-Unis ont annoncé leur décision de sortir de l'accord de Paris, les vagues de pollutions atmosphériques font des ravages en Asie (voir notre précédente étude sur le charbon) et pour la première fois depuis 20 ans le niveau des émissions de CO2 des automobiles remonte en Europe. Au niveau mondial, selon les derniers chiffres de l'OMS, 7 millions de personnes meurent prématurément du fait de pollution de l'air dont 48 000 en France. La France, d'ailleurs, et 5 autres pays de l'UE sont sanctionnés pour leur mauvaise qualité de l'air. Dans 12 agglomérations françaises les émissions de NOx sont deux fois plus élevées que les normes. Dans le contexte de nouvelles « révélations » sur des possibles logiciels truqueurs chez Mercedes, les restrictions sur le diesel se multiplient, dernièrement à Hambourg, et toutes les villes recherchent de solutions plus fluides combinant l'utilisation des données, la combinaison de différents modes de transport (multimodal), et l'usage de véhicules électriques.

La transition vers le véhicule électrique est engagée. Aujourd'hui négligeable, avec seulement 2 millions de véhicules électriques contre 1,2 milliards de véhicules thermiques, son développement est lancé.

La Chine veut en être le leader, elle a produit 400 000 véhicules en 2016, notamment dans le segment des bus (130 000), et le gouvernement chinois envisage d'imposer un quota de voitures électriques vendues chaque année. Comme elle l'a fait dans le photovoltaïque et les batteries, la Chine vise à développer un vaste marché intérieur du véhicule électrique et des capacités de production gigantesques lui permettant de devenir le premier exportateur mondial de véhicules propres et connectés, dépassant l'occident dans un domaine industriel complexe et à valeur ajoutée pour la première fois de son histoire.

Quel impact sur l'électricité et les réseaux ? En France, l'interdiction de la vente de véhicules à moteur thermique en 2040 devrait se traduire par le développement d'un parc de 6 à 9 millions de véhicules électriques en 2030. L'accroissement induit de la consommation d'électricité serait de 8% selon le patron d'Enedis (ex ERDF) pour qui la difficulté est dans la gestion fine des plages horaires de rechargement. C'est là que le digital, pilotant la consommation, le stockage et optimisant également les coûts et prix en fonction des abonnements de chacun, va apporter beaucoup.

Un tel développement de l'industrie des batteries est-il soutenable en amont (matières premières) et en aval (fin de vie) ? les experts semblent moins inquiets qu'il y a quelques années s'agissant des ressources de lithium, plus prudents sur le cobalt mais des travaux de R&D visant à en réduire la consommation progresseraient. Les filières de recyclage des batteries en fin de vie seraient définies, avec notamment un premier recyclage des batteries de véhicules dans des applications stationnaires, puis leur élimination.

4 - L'électricité : des besoins nouveaux extrêmement importants !

S'il est relativement facile de simuler la demande en électricité qui viendra des véhicules électriques, il est semble-t-il plus difficile de prédire l'impact que vont avoir les nouvelles applications telles que les objets connectés, les « streaming » de musique, films, à la demande, ou le transfert des photos de vos téléphones portables, sans oublier les nouvelles applications de recueil et de traitement des données (« big data »).

L'ensemble des besoins du numérique correspondraient à 6% de la consommation mondiale d'électricité en 2013 et certainement beaucoup plus aujourd'hui, et nécessiteraient 118 GWe de capacité de production d'électricité ! Les « data center », où sont stockées et traitées ces données sont déjà au nombre de plusieurs centaines dans le monde et représenteraient 1/3 des besoins en électricité du numérique. La France serait le 4^{ème} pays d'accueil de ces installations, notamment en Ile de France, à Saint Denis et Saclay.

Ces besoins (en partie de bien faible intérêt pour la collectivité !) vont doubler ou tripler dans les prochaines années avec l'explosion du trafic internet, du Cloud et des objets connectés qui rentrent dans les logements et surtout demain dans les véhicules autonomes. Non seulement les besoins en termes de puissance électrique sont très importants mais également les exigences en termes de sécurité d'approvisionnement et de qualité de service. Le challenge à relever est considérable pour les opérateurs de réseaux. Ajoutons que les donneurs d'ordres, Google, Amazon etc, exigent en général une énergie décarbonée et renouvelable, de plus en plus souvent produite en partie sur site.

De tels chiffres, qui donnent le vertige, ont conduit certains acteurs à réfléchir à des initiatives pour réduire la consommation d'énergie du numérique et des data centers, avec des algorithmes optimisés, à réduire les besoins de refroidissement des data centers en leur permettant de fonctionner à des températures plus élevées, ou les localiser dans des pays froids, ou dans des anciennes mines, voire à distribuer le stockage et le traitement des données dans des installations électriques existantes, nombreuses et réparties (pourquoi pas vos chauffe-eaux électriques, si les clients l'acceptent plus facilement que les compteurs intelligents !).

Combiné au développement du véhicule électrique, très gros producteur de « data », le secteur du numérique nécessitera des besoins nouveaux en électricité dont nous sous estimons peut-être l'importance.

5 - Le marché français de l'électricité s'anime enfin !

En octobre dernier, Total a annoncé son intention d'être le premier fournisseur alternatif de gaz et d'électricité avec 3 millions de clients, devant Direct Energie qui détient 2 millions de clients, et avec une offre « verte ». Total déroule sa stratégie avec méthode -les pétroliers sont connus pour le faire très bien- et a complété son actif solaire (Sunpower) par Saft pour les batteries, Lampiris pour la distribution, Eren pour la production renouvelable, Greenflex pour l'efficacité énergétique et a même racheté Direct Energie !

Il est intéressant de noter que le marché français de l'électricité, où les prix sont pourtant parmi les plus bas d'Europe, voit la concurrence s'accélérer. EDF perd 100 000 clients par mois, Total est maintenant bien présent, mais on voit encore des « nouveaux entrants » comme Butagaz et Cdiscount ou ENI.

Il est intéressant de noter, dans ce paysage hautement concurrentiel, que le Conseil d'Etat a validé le principe de vente de l'électricité selon des tarifs réglementés pour les petits consommateurs pour lesquels l'électricité est un bien de première nécessité et les tarifs de marchés trop volatils.

Enfin, notons que la CRE a publié les résultats d'une étude qu'elle a confiée à E-Cube sur l'évolution du secteur de l'énergie à moyen et long terme. Cette étude est extrêmement importante et sa lecture est recommandée (sur le site de la CRE) à ceux qui s'interrogent sur l'évolution du secteur à moyen et long terme, aux besoins nouveaux de régulation (qui restent à inventer) et aux risques économiques (considérables) induits par ces évolutions.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- Les besoins d'énergie en Europe et en France vont baisser fortement. La consommation d'électricité va stagner, malgré des transferts d'usage vers l'électricité (mobilité et chaleur).
- Les mix électriques seront fortement décarbonés et principalement renouvelables à l'horizon 2050.
- La transition énergétique vers plus de renouvelables intermittentes, et en partie autoconsommées va créer un besoin significatif de nouveaux réseaux et une baisse de leurs taux d'utilisation.
- Sous peine de voire exploser les coûts des réseaux, il deviendra de plus en plus nécessaire de coordonner les investissements de production et de réseaux de transport, voire de distribution.
- Le développement de nouvelles formes de flexibilité répondant aux enjeux d'insertion de la production renouvelable changera à la fois la nature des réseaux et leur exploitation
- En tant qu'instrument de flexibilité, le stockage par batteries deviendra une composante essentielle du système électrique.
- L'architecture hiérarchique descendante des grands réseaux évoluera vers un modèle articulant des grappes de microgrids, qui assureront l'approvisionnement de quartiers et resteront connectés au réseau principal pour bénéficier des effets de foisonnement de production et de consommation.
- La capacité du marché de gros à envoyer des signaux de prix pertinents pourrait être remise en cause. Le market design devra être adapté de façon à réintroduire des signaux de prix ou des contrats à long terme.
- En Europe, les infrastructures gazières continueront à jouer un rôle important notamment pour faciliter la transition énergétique.
- À long terme une économie de l'hydrogène pourrait émerger.
- L'émergence des nouvelles technologies permettra au consommateur de prendre le contrôle sur son approvisionnement énergétique et sa consommation.
- Sous l'effet des nouvelles technologies et des enjeux sociaux et environnementaux, le rythme du changement d'une industrie traditionnellement très inertielle va s'accélérer considérablement.

La France entre à son tour dans ce nouveau monde, elle y est entrée plus tardivement et « doucement » que d'autres pays européens, espérons que cela lui permettra d'éviter les situations chaotiques rencontrées en Allemagne en particulier, où les acteurs ont plongé dans le nouveau monde sans préparation, avec les conséquences que l'on sait !

6 - Les géants de l'électricité en Allemagne toujours en restructuration !

Ont-ils enfin trouvé la solution ? On vient d'apprendre que EON rachèterait à RWE les activités de distribution et de commercialisation de sa filiale Innogy et lui vendrait ses propres activités de production dans les renouvelables.

Le premier groupe deviendrait donc un très important distributeur et commerçant avec 50 millions de clients, et le second un pur producteur.

Rappelons qu'en 2016, EON avait placé ses actifs de production thermique dans une structure nouvelle « Uniper » qu'il est en train de céder au finlandais Fortum.

Ces mouvements stratégiques sont une « nième » tentative d'adaptation aux conditions de marché qui prévalent en Europe et en Allemagne spécialement et qui ont sévèrement impacté ces deux groupes.

Mais ces stratégies de spécialisation seront-elles les bonnes ? La question est d'importance extrême

Peut-être vaut-il mieux conserver un modèle intégré, comme Enel ou EDF, tout en veillant à l'enrichir au plan de la production en élargissant son mix, en renforçant les aspects stockage, et renouvelables et sur plan commercial, en offrant des services nouveaux et présentant de l'intérêt pour les clients, comme le font actuellement les électriciens japonais qui combinent intelligence artificielle et connaissance des usages de l'électricité par leurs clients pour « surveiller » les personnes âgées.

7 - Renouvelables : La France en retard dans l'éolien en mer, lance une initiative dans l'hydrogène. Après le solaire, EDF entre dans le stockage.

En France, alors qu'aucun des projets de champs éolien en mer n'est rentré en phase de construction, compte tenu des multiples recours auxquels les développeurs sont confrontés, l'Etat, constatant les baisses de prix impressionnantes des nouveaux projets en Europe du Nord, a décidé de renégocier les conditions agréées avec les lauréats qu'il avait sélectionnés en 2012 et 2014. Rappelons que ces projets comportaient la création de filières industrielles en France qui justifiaient un écart de coût avec les marchés du reste de l'Europe, mais ces investissements en France restent en grande partie à faire, par les successeurs des deux turbiniers retenus à l'époque.

L'éolien flottant voit l'installation d'une première machine prototype au large du Croisic.

Le développement de l'hydrolien maritime, beaucoup moins mature, est également retardé comme dans d'autres pays pour des raisons techniques et économiques.

Le ministre Hulot vient de lancer un plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique visant à développer les différents usages de l'hydrogène, dans la mobilité (combustion directe ou pile à combustible) et l'utilisation de l'électricité renouvelable fatale pour produire du gaz réinjecté dans les réseaux ou consommé. De nombreux pilotes existent mais ont montré leurs limites économiques. Des efforts de développement sont encore nécessaires pour baisser les coûts de cette filière. Un budget de 100 millions d'euros pour l'année 2019 a été annoncé.

Quelques jours seulement après l'annonce de ce plan, EDF annonce son entrée au capital de McPhy société spécialisée dans les électrolyseurs et systèmes de stockage de l'hydrogène. EDF, McPhy et le Karlsruhe Institut of Technology avaient conçu et développé une station-service à hydrogène à Sarreguemines.

En mars dernier, EDF a créé la surprise en annonçant son intention de développer 10 GWe de capacités de stockage d'ici 2035, pour un montant de 8 milliards d'euros. Cette annonce suivait de quelques mois celle relative à un plan d'investissement de 30 GWe de capacités solaires en France au même horizon. Avec ces annonces concernant le Solaire et le Stockage, EDF confirme un engagement très fort dans la transition énergétique.

Ceci est notamment dû au fait que La baisse extrêmement rapide du coût des batteries Li ion change le paysage, comme celui du photovoltaïque a changé au cours de la dernière décennie. De 1000 \$/kWh en 2010 le coût des batteries pourrait passer à 100 \$ dans les années qui viennent. Sur les 10 GWe de stockage, 6 GWe seront destinés au soutien du réseau, comme les STEP, et 4 au stockage réparti, notamment chez les clients qui opteront pour l'autoconsommation. S'agissant des STEP, EDF pourrait envisager de créer 1 GWe de capacité de stockage sur le barrage de la Truyère mais souligne que l'absence de valorisation de la flexibilité et les prix bas du marché ne le permettent pas. Selon une autre source, le prix de revient du MWh en sortie d'une STEP est de 45 à 50 € et de 70 à 80 € pour une installation neuve, ce qui n'est pas négligeable, même par rapport aux batteries, dont la capacité est cependant encore réduite.

8 - Nucléaire

Le fait le plus marquant est assurément la mise en service de Taishan 1

EDF a remis son cahier d'acteur dans le cadre de la PPE et prévoit une hausse de la consommation d'électricité de 40 à 50 TWh à l'horizon 2035 par rapport au niveau actuel de 482 TWh, en raison du développement des nouveaux usages de l'électricité. L'exploitation du parc nucléaire serait poursuivie au-delà du 50^{ème} anniversaire. Le solaire permettra de produire une quinzaine de TWh supplémentaires.

[Retour au sommaire](#)

L'ACTUALITÉ DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

Claude SEYVE

L'actualité est marquée par **deux éléments significatifs** :

Le démarrage de l'EPR de Taishan 1. D'ici fin 2019, 4 EPR seront entrés en service commercial, c'est un moment crucial pour la filière d'autant que se profilent à l'horizon, la réalisation des projets anglais, l'étude du projet de 6 réacteurs sur le site de Jaitapur en Inde et une compétition pour le programme de l'Arabie Saoudite. Ce démarrage a été suivi 15 jours après par celui l'AP 1000 de Sanmen 1.

La première prise en compte par la NRC américaine d'une demande de prolongation d'exploitation de deux réacteurs jusqu'à 80 ans. La plupart des réacteurs américains sont désormais autorisés pour 60 ans et pendant ce temps nous nous payons le luxe d'arrêter Fessenheim

En France :

EDF a terminé les tests à froid de **l'EPR Flamanville 3**. Des écarts de qualité ont été relevés sur certaines soudures du circuit secondaire, ce qui pourrait reporter une nouvelle fois la mise en service à mi 2019, à confirmer, et repousser d'autant l'arrêt de Fessenheim. Le coût du projet est confirmé à 10,5 milliards d'euros base 2015 hors intérêt intercalaire.

À titre de comparaison la « Contribution au Service Public de l'Electricité » CSPE, payée par le consommateur, est estimée pour cette seule année 2018 à 7,938 milliards d'euros dont 69 % pour couvrir le surcoût lié aux énergies renouvelables. Les 10,5 milliards de l'EPR sont sensés produire 700 TWh en 70 ans, et les 5,5 milliards de CSPE ne serviront qu'à payer les surcoûts de la production éolienne et solaire de quelques 30 Twh sur la seule année 2018.

Au Royaume Uni, les programmes se concrétisent :

EDF Energy annonce avoir passé des commandes à hauteur de 9.5 milliards de livres pour **la construction des deux EPR d'Hinkley Point**. L'objectif est de faire réaliser 2/3 des travaux de construction, qui doivent débuter mi 2019, par des entreprises nationales. Quant aux EPR prévus à Sizewell, EDF Energy prévoit une diminution de coût de 20 %, liée aux caractéristiques du site et à l'effet de l'expérience.

L'«UK ABWR» développé par HITACHI-GE, vient de passer l'étape de la « Generic Design Assessment » ,GDA, délivrée par l'autorité de sûreté britannique. Horizon Nuclear Power, la structure de projet rachetée par HITACHI ltd à EON et RWE envisage la construction de deux ABWR de 1350 MW sur chacun des sites de Wylfa et Oldbury.

Où l'on entend parler de BORSELLE : Ce discret réacteur néerlandais, un PWR de 482 MW démarré en 1973, bénéficie d'une autorisation d'exploitation jusqu'en 2034. Le réacteur vient d'être modernisé, en particulier avec un nouveau système de contrôle commande installé et mis en service par Framatome.

En Allemagne, Grundemmingen B, mis en service en 1984, a été arrêté définitivement. Les 7 réacteurs encore en exploitation devront être mis à l'arrêt avant 2022. Un projet de loi, visant à indemniser les électriciens pour les investissements d'augmentation de durée de vie faits avant la décision gouvernementale d'abandon du nucléaire, vient d'être adopté.

En Finlande, TVO a effectué **les tests à chaud du réacteur EPR Okiluoto3**. Les assemblages combustibles sont en cours de chargement. **Le différend financier entre TVO et le consortium Areva-Siemens a été réglé à l'amiable** : Le consortium versera à TVO un total de 450 millions d'euros. Un système de bonus-malus a été mis en place sur la base d'un raccordement au réseau effectif en mai 2019.

Un sondage réalisé auprès des habitants concernés par le projet de réacteur russe Hanhikivi 1 révèle que 75 % des habitants sont favorables à la construction de la centrale.

Toujours en Finlande, le concept de petits réacteurs commence à susciter de l'intérêt : C'est ainsi que la ville d'Helsinki s'est associée à deux autres villes finlandaises pour lancer une étude de faisabilité de chauffage urbain à l'aide de SMR (Small Modular Reactors). Dans ce pays, le chauffage représente 50% des rejets de CO₂.

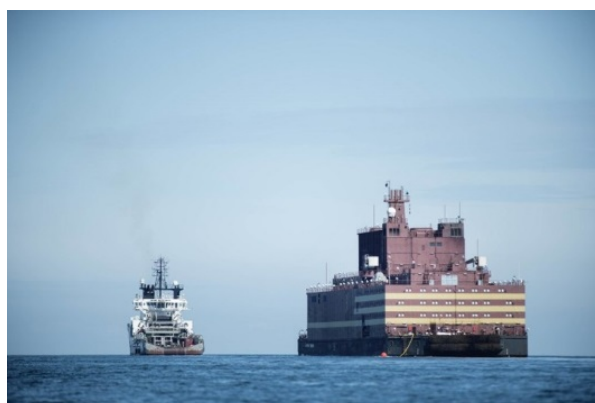
En République Tchèque, l'autorité de sûreté a prolongé la durée de vie des réacteurs russes VVER 440 pour une durée « indéterminée ».

En Slovaquie le calendrier de mise en service de **Mochovce 3 et 4** fin 2018 et fin 2019 est jugée réaliste. La construction de ces réacteurs VVER 440 avait été interrompue dans les années 90 principalement à cause du manque de financement. ENEL participe au projet à hauteur de 66%.

En Bulgarie le Parlement vient de donner son feu vert à la relance du projet de Belene. Sur ce site, la construction de deux réacteurs russes VVER 1000 a été suspendue ce qui a donné lieu en 2016 à un paiement par l'électricien bulgare d'une indemnité de 601 millions d'euros. Le Chinois CNNC a depuis quelques mois manifesté son intérêt, le Russe Rosatom s'est déclaré prêt à reprendre les négociations, et le Ministre de l'Energie bulgare souhaite une proposition de Framatome. Ce projet de Belene a un aspect stratégique, la Bulgarie étant totalement dépendante de la Russie en matière d'énergie : 95% du gaz et 80 % du pétrole sont fournis par les Russes et la seule raffinerie du pays, sur la mer noire, appartient au géant russe Lukoil.

Les Russes poursuivent leur projet de centrale nucléaire sur barge. L'« Akademik Lomonosov » a quitté le chantier naval de Saint Pétersbourg pour rejoindre Mourmansk où il sera chargé en combustible.

Il comprend 2 réacteurs PWR de 35 MWe. La divergence est prévue pour la fin de l'année. Il rejoindra le port de PEVEK dans l'extrême Nord-est russe où il remplacera les 4 petits réacteurs de Bilibino construits dans les



années 70 sur le permafrost dont la sécurité était discutable du fait du réchauffement climatique. Ce type d'installation, basée sur la technologie des sous-marins et brise-glaces nucléaires est particulièrement adaptée aux régions isolées, difficiles à approvisionner en électricité et en chaleur, voire en eau potable.

Au Moyen Orient, **les Emirats** ont célébré en présence du Président coréen, **l'achèvement de la construction de Barakah 1**, le démarrage sera effectif « dès que les équipes seront prêtes ». L'ensemble des 4 tranches assurera 25 % des besoins en électricité de cette fédération de 9 millions d'habitants, (dont 8 d'immigrés).

En mars, le gouvernement saoudien a adopté un programme nucléaire et lancé la création d'une autorité de sureté nucléaire. Le programme est ambitieux : **16 réacteurs dans les 20 prochaines années**. L'Argentine, la Chine, la Corée du Sud, la France et la Russie ont déjà signé un accord de coopération nucléaire avec l'Arabie Saoudite, belle bagarre en perspective.

En Inde, dans le cadre de la visite d'Etat du président Macron, **EDF et Nuclear Power Corporation of India (NPCI)** ont signé un accord industriel en vue de la **réalisation de 6 réacteurs EPR sur le site de Jaitapur**. Cet accord fixe les conditions économiques, les responsabilités des participants et une feuille de route pour les étapes ultérieures. Il est envisagé qu'EDF assure l'ensemble des études d'ingénierie ainsi que les achats de composants pour les 2 premières tranches puis la main sera progressivement passée à l'industrie indienne pour la suite du programme. L'objectif est d'aboutir à une offre engageante d'EDF à fin 2018.



De son côté, **NPCI poursuit le développement de ses réacteurs PHWR** de 630 MW. Avec le démarrage en mars de la construction de Gorakhpur 1 et 2, 6 réacteurs de ce type sont en chantier actuellement. L'Inde possède 22 installations en exploitation d'une capacité globale de 6 240 MW. C'est dire le poids du projet de 6 réacteurs EPR qui, s'il voit le jour, fera à lui seul 9 600 MW.

En Chine, la nouvelle importante est le démarrage du premier EPR de Taishan le 6 juin. La construction avait débuté en novembre 2009 contre 2005 pour Olkiluoto et 2007 pour Flamanville. Les Chinois arrivent donc les premiers, fâcheux démenti pour La Fontaine et sa tortue... Plus sérieusement les Chinois bénéficient d'un contexte industriel porteur, celui que nous avons connu en France dans les années 80 et qui malheureusement n'est plus d'actualité avec le manque chronique de décisions et de programmation à long terme concernant le futur du parc nucléaire.



15 jours après, le 21 juin, démarrait l'AP 1000 de Sanmen 1. C'est ainsi en Chine qu'auront démarré deux nouveaux types de réacteurs occidentaux avec des schémas industriels différents : Sanmen relève de l'entreprise d'Etat chinoise CNNC, alors que Tianshan est le fruit d'une collaboration de deux électriciens, le chinois CGNPC à 70% et EDF à 30%. La construction de l'AP 1000, démarrée le 19 avril 2009, aura au final été encore plus longue que celle de l'EPR, démarrée le 18 novembre 2009...

Au Japon, le redémarrage des réacteurs se poursuit au rythme des examens des dossiers de sûreté par la NRA (Nuclear Regulation Authority) et au gré de la résolution des recours engagés par des activistes antinucléaires.

C'est ainsi que Gankai 3 (Kushu) et Ohi 3 et 4 (Kansai) ont été remis en service au cours du semestre, mais le redémarrage d'Ikata3 après arrêt pour maintenance a été suspendu jusqu'en septembre 2018 par un jugement en appel de la cour suprême d'Hiroshima. Ce réacteur avait pourtant redémarré dans toutes les conditions de sécurité requises en août 2016. Actuellement 9 réacteurs sont en service au Japon, 17 autres installations attendent le feu vert de l'autorité de sûreté après mise en conformité.

Aux Etats Unis, le plan de redressement de Westinghouse a été approuvé par le tribunal, ce qui devrait permettre son rachat par Brookfield Business Partners pour 4,6 milliards de dollars. La Georgia Public utility Commission s'est prononcé à l'unanimité pour l'achèvement des deux réacteurs AP 1000 Vogtle 3 et 4 après analyse des coûts révisés et du nouveau calendrier. Ce sont actuellement les deux seuls réacteurs en construction aux Etats Unis.

En avril la NRC a accordé une autorisation combinée de construction et d'exploitation (COL) à Florida Power and Light pour deux projets AP 1000 Turkey Point 6 et 7. FPL ne prendra sa décision qu'au vu de l'expérience du démarrage de Vogtle 1 et 2. Actuellement 13 projets, dont 10 AP 1000 bénéficient d'un COL aux Etats Unis, la plupart ont été différés, sinon abandonnés.

La NRC étudie la première demande de prolongation d'exploitation à 80 ans : Florida Power and Light a démarré le processus en demandant la prolongation à 80 ans de Turkey

Point 3 et 4. Actuellement autorisés jusqu'en 2032 et 2033, ces réacteurs verraient leur exploitation prolongée jusqu'en 2052 et 2053 ce qui donnerait une belle visibilité pour l'électricien. Réponse attendue à l'automne 2019. D'autres demandes sont déjà dans le tuyau pour 6 réacteurs sur les sites de Peach Bottom, Surry et North Anna.

Small is beautiful : Les incitations financières du DOE portent leurs fruits pour le développement des SMR (Small Modular Reactor) :

NRC examine la demande d'homologation de NUSCALE (quelques 12 000pages et a déjà validé le concept de sécurité passive. Ce projet, développé à l'université d'Orégon, vise 12 modules sur le site d'Idaho ainsi qu'une implantation au Royaume Uni.

Holtec a signé un accord de coopération avec l'Ukrainien Energoatom, visant à faire de cet organisme sa tête de pont européenne pour la fabrication de son SMR 160, qui sera développé dans un premier temps sur le site de Savannah River en collaboration avec GE-Hitachi et le canadien SNC-Lavalin.

Terrestrial Energy et Energy Northwest ont signé une déclaration d'intention relative à la construction et à l'exploitation d'un réacteur à sels fondus (Integral Molten salt, reactor-ISMR) sur le site d'Idaho.

Et la NASA développe, avec le DOE, Kilopower micro réacteur embarqué en prévision des vols vers mars... Cf. le film de la Nasa :

<https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/kilopower/videos>

Au Canada, Ontario Power prévoit de moderniser les 4 réacteurs Candu de Darlington démarrés entre 90 et 93 pour permettre un fonctionnement de 60 ans soit jusqu'en 2051-2053.

[Retour au sommaire](#)

CONVERSION ET NOUVELLE GÉOGRAPHIE NUCLÉAIRE

Patrice CAUMARTIN

Passage obligé entre le monde de la mine et celui, non moins noble de l'enrichissement, **la conversion**, aux prix d'un ordre de grandeur moindre que dans le reste de l'amont du cycle, a toujours fait figure de parent pauvre. Cependant, de façon surnaturelle, malgré la récession fukushimienne et d'importantes ressources secondaires, aucune concentration n'était en vue.

De récents réajustements ont changé la donne : ce maillon très conservateur a enfin pris la mesure des nouveaux équilibres du nucléaire civil.

Étapes de la conversion : stockage de concentrés, purification et fluoration

En effet :

- les mines n'étant pas autorisées à accumuler de la production sur place, c'est sur les sites des convertisseurs que sont stockés les concentrés, la comptabilité matière des flux entre acheteurs et vendeurs étant assurée par les convertisseurs ;
- ces concentrés ayant des impuretés (reliques des paragenèses minérales des gisements d'origine, descendants de l'uranium) incompatibles avec les exigences du reste du cycle, une phase de purification est nécessaire pour obtenir un uranium de « pureté » nucléaire ;
- enfin ce concentré est transformé en hexafluorure UF₆, forme chimique requise par l'enrichissement : c'est la fluoration.

Quatre points sont à souligner dans cette activité :

- la conversion rejette un certain nombre de substances minérales et radioactives peu bienvenues quoique naturelles et surtout manipule un élément dangereux entre tous : le fluor. On imagine sans peine le coût élevé que la reconstitution d'un site de conversion cinquantenaire peut représenter ;
- étant donnés les risques et les coûts non négligeables associés au transport d'uranium naturel sous forme UF₆ (a fortiori lorsqu'il s'agit de franchir des océans), un couplage naturel existe entre convertisseurs et enrichisseurs proches géographiquement, au moins sur le même continent ;
- contrairement aux concentrés régis en totalité par le marché, la conversion présente une part très importante qui échappe à une logique de marché : il s'agit de la conversion opérée en Russie et en Chine. Ces pays n'exportent à partir de concentrés que de l'uranium enrichi dans lesquels la conversion est intégrée sans concurrence ;
- enfin lorsque la conversion est bien segmentée et que le marché opère, on assiste à une désynchronisation entre les transferts comptables et les mouvements physiques de matières : Les transactions sont quasi instantanées pour l'utilisateur final et la réalité des flux physiques est assurée conjointement par convertisseur et enrichisseurs au moyen de transports physiques optimisés. Cette pratique dite du « *book transfer* » renforce les couplages Convertisseur/enrichisseur et introduit dans le système une souplesse incomparable qui fait des convertisseurs les plateformes commerciales de l'amont.

Les convertisseurs

Depuis la dernière décennie, l'industrie compte 5 convertisseurs situés dans 5 pays : États-Unis, Canada, Russie, Chine et France.

- **ConverDyn** : cette Joint-venture entre Honeywell et General Atomic opère sur le site de Metropolis (Illinois) qui dispose depuis 1958 d'une capacité installée de 15000TU/UF6; C'était historiquement le convertisseur associé à l'ex gros enrichisseur américain, USEC.
- **Cameco** : la compagnie canadienne partage son activité de conversion entre le site de Blind River (stockage et purification) et celui de Port Hope (fluoration) avec une capacité de 12500 TU/UF6. Jusqu'en 2015 le convertisseur disposait en outre d'une capacité supplémentaire de fluoration de 5000 TU/UF6 sur le site de Springfield (UK).
- **Rosatom** : après une période historique où la conversion était répartie entre Angarsk (jusqu'au stade UF4) et Seversk pour l'UF6, elle est désormais concentrée sur le seul site de Seversk avec une capacité de 12500TU/UF6.
- **CNNC** : les 4000 TU/UF6 de capacité de l'usine chinoise de Lanzhou sont strictement dévolues à l'enrichissement chinois. Dans cette logique il est à prévoir un accroissement continu de capacité dans le sillage de l'accroissement des capacités chinoises d'enrichissement.
- **Orano** : Orano produit de la conversion sur 2 sites : à Malvesi (stockage, purification et fluoration partielle UF4) et au Tricastin (fluoration en UF6). Mais la singularité de notre acteur national tient surtout en ce qu'il est le seul opérateur à avoir dû dans la foulée de George Besse 2 franchi le Rubicon pour reconstruire à grand frais de nouvelles installations de conversion. En 2018 des usines anciennes (1959 et 1962) de COMURHEX I (10500 TU/UF6) sont désormais remplacées par le nouveau COMURHEX II (15000 TU/UF6) conçu et géré selon les règles les plus modernes de sûreté et sécurité.

Marché et facteur de charge

Depuis 2015, les ressources UF6 s'élèvent donc à 54 500TU/UF de conversion primaire auxquels il faut ajouter des ressources secondaires.

En effet nous avons pu démontrer dans le papier précédent sur l'enrichissement une ressource d'au moins 6000 tU/UF6 provenant de la sous-alimentation pratiquée par les enrichisseurs. A cela il convient d'agréger les déstockages du Département de l'énergie américain (2750TU/UF6), les ventes d'UF6 des électriciens ayant fermé des réacteurs et le recyclage : bon an mal an, le marché secondaire pèse environ de 12 000 à 13 000 TU/UF6 annuelles.

Somme toutes, à la précision des mesures près, c'est une ressource totale en phase avec les 66 000 tU/UF6 d'entrants à enrichir que nous avons calculés dans le papier enrichissement précédent.

Pourquoi alors cette baisse de prix du marché secondaire, de 11 \$/kgU/UF6 en moyenne annuelle 2011 à 5,5 \$ en 2017, ainsi qu'en témoigne la chronique des prix moyens annuels du marché secondaire.

<i>Prix moyens annuels du marché secondaire</i>							
Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Prix (\$/kgU/UF6)	10,8	8,0	9,5	7,8	7,8	6,8	5,5

En fait notre approche globale n'a aucun sens compte tenu du fait que le pôle conversion Russie - Chine échappe au marché et fonctionne donc avec ses logiques d'optimisation internes.

Il convient donc pour comprendre les indicateurs de restreindre notre analyse au seul périmètre des entités fonctionnant dans une logique marché et mettre en face des 38 000 TU/UF6 du bloc (ConverDyn+Comeco+ORANO) les besoins nets (essentiel du marché secondaire déduit) des enrichisseurs Urenco et ORANO, soit 24 000 TU/UF6. Cette approche met à jour une surcapacité structurelle qui explique bien la baisse des cours et qu'équilibre un facteur de charge tendant vers 59% (24/38).

Situation intenable pour les convertisseurs nord-américains

Mais les disparités s'accroissent si l'on tient compte de l'importance de la proximité géographique conversion-enrichissement évoquée précédemment. En effet, héritière d'un passé où l'essentiel de l'enrichissement était américain, la capacité de la conversion nord-américaine est devenue pléthorique avec ses 27 500 TU/UF6 en regard des quelques 3.7 MUTS qui subsistent de l'enrichissement américain. Par contre, l'enrichissement Européen qui a explosé ces 20 dernières années pèse maintenant près de 22 MUTS pour une conversion européenne circonscrite à Comurhex I (10 500 TU/UF6).

Avec un tel déséquilibre, il est très vraisemblable qu'ORANO produise très près de son nominal de 10 500 TU/UF6, laissant aux 27 500 TU/UF6 de Comeco-ConverDyn réunis un marché de $24\,000 - 10\,500 = 13\,500$ TU/UF6, soit un facteur de charge pour ces derniers de 49%.

Analyse d'une résilience

Comment expliquer qu'une telle situation puisse durer sans fermetures en Amérique du nord?

Plusieurs facteurs y concourent :

- d'une part, les convertisseurs vendant leurs services sur une base pluriannuelle, l'effet bénéfique d'années fastes se prolonge sur plusieurs années et amortit les effets délétères de fonctionnements à sous-capacité ;
- la prudence des électriciens soucieux de maintenir en vie la production primaire. Certes, ils profitent des volumes à faible coût du marché secondaire mais maintiennent des niveaux de prix raisonnables lorsqu'ils contractent avec les convertisseurs. Cette politique est bien perceptible dans la chronique suivante retraçant l'évolution des prix moyens annuels contractés chez les convertisseurs, des prix toujours supérieurs de 6 à 8 points à ceux du marché secondaire.

<i>Prix moyens annuels contractés chez les convertisseurs</i>							
Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Prix (\$/kgU/UF6)	16,5	17,3	17,3	17,0	16,3	13,6	14,0

- Un marché du travail ainsi que des contraintes sureté/sécurité moins rigides en Amérique du nord sont également à prendre en compte.
- Mais plus définitif est le coût de restauration des sites après fermeture. Il est finalement moins onéreux de vendre à perte que de s'engager dans des dépenses de restauration de site.

Coup de théâtre : arrêt de Metropolis

La mise en route de Comurhex II et sa capacité de 15 000TU/UF6 ainsi que des prix long terme amorçant une nouvelle baisse ont contribué à la décision de ConverDyn de suspendre sa production en attendant des jours meilleurs (le passage de 10 500 à 15 000TU/UF6 d'Orano impliquait à terme un facteur de charge à terme de 33% pour la conversion nord-américaine, situation intenable). La décision préalable d'extension décennale de la licence d'exploitation du site y fut pour quelque chose aussi : même si la fermeture perdure, ConverDyn ne subira aucune pression ces prochains 10 ans pour restaurer Metropolis.

Dénouement : Orano maître du jeu de la conversion ?

Désormais Orano et Caméco se partagent avec une capacité totale de 27 500 TU/UF6 les 24 000 tU/UF6 du marché. Le rééquilibrage de part et d'autre de l'atlantique se poursuivant, c'est vers un Caméco en survie avec un facteur de charge de 72% que nous nous dirigeons. Mais Port Hope est un site fragile. Orano peut se retrouver à terme en situation de monopole (sa capacité peut être portée à 21000TU/UF6) Malvésí devenant définitivement la plateforme uranium du monde occidental, situation d'autant plus plausible que marché occidental ne se renouvelle pas et semble devoir rétrécir comme peau de chagrin...

[Retour au sommaire](#)

PANORAMA DE L'ACTUALITÉ DE L'AVAL DU CYCLE

Jacques SIMONNET

RECYCLAGE

- La Hague

Des mouvements sociaux ont paralysé la production de l'usine pendant trois semaines au début de l'année. Des travailleurs postés (environ 10% de l'effectif) protestaient contre la décision de la Direction de compenser financièrement les jours fériés travaillés qui pouvaient jusque-là être récupérés en repos. Le conflit n'est pas réglé, la grève est suspendue en attendant qu'un médiateur aboutisse à une solution, mais la conséquence en a été la baisse de la production en 2017, qui s'est établie à 850 tonnes contre 1 100 les années précédentes. Contrairement à ce qu'annonce Challenges, cette valeur de 1 100 t/an n'est pas la capacité de l'usine. La notion de capacité en tonnes d'uranium, pour l'usine de la Hague dont les caractéristiques d'entrée sont discontinues (élément combustible par élément combustible et coup de cisaille par coup de cisaille), est complètement abstraite, puisqu'elle dépend de la dimension des éléments combustibles et de leur section ainsi que du nombre de jours de fonctionnement (pris au nominal à 200 jours par an). Une production extrêmement élevée de plus de 2 000 tonnes pourrait être obtenue avec de gros éléments combustibles en travaillant plus de 200 jours par an. De fait, l'ASN, dans "sa grande sagesse", a décidé tout à fait arbitrairement de fixer une limite à 1 700 t/an pour l'ensemble du site, quels que soient les caractéristiques des éléments combustibles et le nombre de jours de fonctionnement.

L'ASN a jugé qu'elle ne voyait pas d'atteinte à la sûreté dans la réorganisation de l'établissement en trois unités opérationnelles, contrairement à ce que les syndicats affirmaient. La restructuration d'AREVA se poursuit par le choix du nom d'Orano pour la partie cycle du combustible, qui reprend sensiblement le périmètre de l'ancienne COGEMA, focalisée sur l'uranium auquel ce nom fait référence. La restructuration sera terminée lorsque seront soldés le chantier du réacteur EPR d'Olkiluoto et les irrégularités du site de fabrication du Creusot (ce dernier a été autorisé à reprendre ses fabrications pour l'EPR anglais).

Orano et la CNNC chinoise ont paraphé un contrat de 20 millions d'€ pour les travaux préparatoires au projet d'usine de recyclage chinoise. C'est une étape positive dans le cadre de négociations longues en vue de l'attribution du contrat final. Il semble par ailleurs que les travaux préparatoires aient débuté sur un site non identifié.

Orano poursuit son activité de recyclage sur le site de la Hague, auquel elle va consacrer un investissement de 440 millions d'€ par an pendant une dizaine d'années – 200 millions pour renforcer la sûreté et la pérennité (2 X 3 évaporateurs PF notamment), 100 millions pour la reprise des déchets anciens (silo 130 notamment) et 140 millions pour le démantèlement d'UP2-400 qui se poursuit normalement.

Orano a signé en mai avec l'électricien ukrainien EnergoAtom un contrat d'étude de faisabilité du retraitement dans l'usine de la Hague de combustibles VVER 1000 usés, qui ouvre la voie au recyclage des combustibles ukrainiens.

L'ACRO (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest), à l'occasion de contrôles périodiques, a redécouvert en 2016 dans une zone située au nord-est à l'extérieur de

l'établissement, au niveau de la naissance du ruisseau des Landes, un marquage de divers éléments radioactifs, qui avait déjà été détecté depuis longtemps par la surveillance de l'IRSN. La composition isotopique des prélèvements montre qu'il s'agit d'une activité provenant du traitement de combustibles UNGG au début des années 70, dispersés à la suite de divers événements survenus dans la zone nord-ouest et lors de l'incendie du silo 130 en 1981. L'IRSN a confirmé dans son avis du 20 avril 2018 que l'impact radiologique de ces traces était très faible (de l'ordre de quelques microsievarts par an). Bien que ce niveau soit mille fois inférieur à celui qui est dû à la radioactivité naturelle, Orano s'est engagé à évacuer les terres contaminées et à renforcer la surveillance de cette zone. L'ACRO souhaite que le plan de dépollution qui a été soumis à l'ASN fasse l'objet d'une consultation du public, ce qui a peu de chances d'être accepté compte tenu de l'insignifiance du risque.

- Japon

Les événements de Fukushima ainsi que les difficultés techniques et administratives de l'usine de retraitement et de l'usine MOX de Rokkasho-Mura ont complètement désorganisé le cycle du combustible japonais, qui tendait vers un cycle fermé. Le Japon se retrouve possesseur de 47 tonnes de plutonium, dont 10 tonnes sur le territoire national, le reste à La Hague et Sellafield, alors que 4 réacteurs seulement sur les 9 en fonctionnement utilisent aujourd'hui des MOX. Le gouvernement japonais envisage de payer la France et le Royaume-Uni pour qu'ils s'approprient une partie de ces stocks dont l'entreposage est coûteux, mais l'accord des électriciens japonais n'est pas acquis.

ENTREPOSAGE

- En France

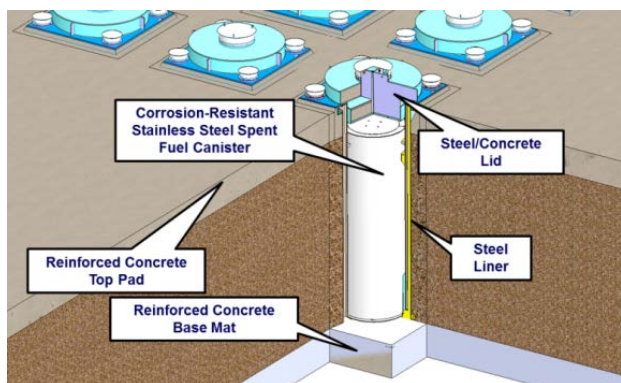
EDF ne faisant actuellement retraiter que la quantité de combustibles nécessaire pour réaliser les combustibles MOX qu'elle utilise, il subsiste chaque année une petite quantité de combustibles à entreposer. En conséquence, l'inventaire des piscines d'entreposage de la Hague augmente régulièrement, ce qui mène inévitablement à leur saturation, prévisible à l'horizon 2030-2040, sauf arrêt massif de réacteurs. Pour tenir compte de ce fait, l'ASN a demandé à EDF, dans le cadre du PNGMDR de 2016 (Plan général de gestion des matières et déchets radioactifs) de présenter les options techniques et de sûreté de nouvelles capacités d'entreposage en vue de la demande en décembre 2020 au plus tard de l'autorisation de création d'une telle installation. EDF, sans localiser la future installation, a soumis en 2017 un tel dossier à l'ASN qui doit l'examiner d'ici fin 2018, mais la rumeur fait état du choix du site de Belleville-sur-Loire pour une piscine de 6000 à 8000 tonnes de capacité (20 000 assemblages). Les élus locaux s'inquiètent, alors que les anti-nucléaires insistent sur les risques d'une telle installation et dénoncent cette option lui préférant un entreposage à sec.

Pour répondre aux critiques relatives à l'entreposage en piscine, l'IRSN a remis à la commission Pompili sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires un avis sur les avantages et les inconvénients de chaque solution, qui montre que l'entreposage à sec n'est viable que pour des combustibles suffisamment refroidis, ce qui, pour des MOX, peut prendre plusieurs dizaines d'années. Malgré ces précautions, des organisations anti-nucléaires supportées par les déclarations de Mme Pompili, ont annoncé que l'IRSN envisage officiellement l'entreposage à sec des déchets nucléaires (sic), ce qui a conduit JC Niel, directeur général de l'Institut, à rappeler que les considérations politiques ne pourraient pas prévaloir sur les conditions techniques. Le rapport Pompili confirme la préférence pour l'entreposage à sec.

- Aux Émirats Arabes Unis

La construction du premier des quatre réacteurs construits par le coréen KEPCO sur le site de Barakah est terminée et il doit être mis en service cette année. Les EAU envisagent de construire à la frontière avec le Qatar un site d'entreposage destiné à leurs futurs déchets issus de ces réacteurs.

- Aux USA



Alors que des installations d'entreposage à sec continuent à être mises en place localement, l'instruction du dossier de l'entreposage à sec centralisé semi-souterrain de plus de 8000 tonnes envisagé par Holtec dans le Comté de Lea au Nouveau-Mexique se poursuit (Schéma de principe ci-contre). Holtec avait déposé sa demande de création en mars 2017, la NRC a lancé sur ce sujet du 9 avril au 29 mai 2018 une consultation publique accompagnée de réunions publiques.

STOCKAGE

- En France CIGEO

Pendant ce trimestre on a beaucoup parlé de CIGEO, le futur centre souterrain de déchets de haute activité et à vie longue, qui doit être installé à Bure, à la frontière entre la Haute-Marne et la Meuse. L'ASN a rendu son avis sur le dossier d'options de sûreté que l'ANDRA lui avait remis en 2017. Sans surprise, il reprend l'avis que l'IRSN, soutien technique de l'ASN, avait remis à cette dernière fin 2017 : le dossier est satisfaisant, il comporte de nombreuses avancées, mais l'ASN confirme la réserve sur le stockage des déchets bitumés. Malgré les dénégations du CEA, propriétaire de ces déchets, qui considère qu'ils ont eu largement le temps de se stabiliser depuis leur production et que de plus ils sont emprisonnés dans des conteneurs de béton qui les soustraient à l'environnement, l'ASN considère que leur réactivité n'est pas maîtrisée, qu'ils peuvent donc prendre feu et qu'ils ne sont pas suffisamment séparés les uns des autres pour éviter la propagation de l'incendie. Il faudrait donc, soit les désactiver chimiquement, soit modifier leurs conditions de stockage pour limiter la propagation. Comme nous l'avons dit dans le précédent numéro de N&E c'est un ajustement important, mais classique dans l'avancement de ce genre de grands projets et qui n'est en rien bloquant. La CNE considère que le stockage en l'état ne nécessiterait que deux alvéoles supplémentaires (24 au lieu de 22). Les deux parties préparent leurs arguments, l'ANDRA avec l'appui d'un groupe d'experts internationaux.

Les opposants ont pris prétexte de cette réserve pour réclamer l'abandon du projet, comme Sortir du Nucléaire, créer un tribunal de l'environnement pour condamner les organismes en cause, comme Yann Quero ou étudier d'autres options, comme France Nature Environnement ou le rapport Pompili qui appelle de manière irresponsable « à la poursuite de l'étude de solutions alternatives à CIGEO » (tant qu'on étudie, on peut toujours affirmer que le problème des déchets n'est pas résolu...).

Un chercheur a aussi fait paraître une thèse remettant en cause la crédibilité de l'analyse des risques de l'ANDRA dans le cadre de ce projet, cette thèse a été formellement contestée par l'IRSN.

L'ANDRA, l'IRSN, l'ASN et le secrétaire d'État auprès du ministre de la Transition écologique et solidaire ont répondu, chacun de leur côté à ces critiques. Par ailleurs, les trois ministres de tutelle de l'ANDRA (Transition écologique, Action et Comptes publics, Enseignement supérieur) ont signé le Contrat d'objectifs État-ANDRA 2017-2021 qui confirme et précise les missions de l'ANDRA, notamment pour CIGEO et d'autre part, l'AIEA a terminé sa mission ARTEMIS (Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent fuel Management, Decommissioning and Remediation) qui couvre le champ complet des déchets et du démantèlement, en concluant que le programme *français est complet et cohérent pour assurer la sûreté*, ceci incluant CIGEO.

La cour de cassation a définitivement débouté les six associations qui accusaient depuis des années l'ANDRA d'avoir sous-estimé le potentiel géothermique du site de Bure, alors que l'IRSN et l'ASN avaient validé les travaux de l'ANDRA.

On aurait pu craindre, compte tenu des violences et des occupations qui se sont déroulées en 2017, qu'un enlèvement vers une ZAD (au sens de Zone A Défendre que lui donnent les contestataires) n'intervienne, ceci d'autant plus que la fin (plus ou moins complète) de la ZAD de Notre-Dame-des-Landes allait libérer des extrémistes disponibles pour d'autres cibles. Il faut reconnaître que l'État a été à la hauteur de ses responsabilités. L'évacuation du Bois-Lejuc ordonnée par le tribunal et longtemps différée a été réalisée, des effectifs de surveillance sont sur place et la situation semble maîtrisée, permettant à l'ANDRA de travailler dans des conditions raisonnables.

La manifestation « festive » du 16 juin d'opposition à CIGEO, qui aurait réuni un millier de manifestants, a été troublée par des casseurs cagoulés qui ont attaqué des vitrines avant d'être interpellés par les forces de l'ordre. La plupart des militants qui comparaissaient pour participation à une précédente manifestation interdite ont été relaxés pour des raisons de nullité des conditions d'interpellation, deux d'entre eux ont cependant été condamnés à de la prison avec sursis. Enfin vers fin juin une douzaine de perquisitions visant des militants anti-CIGEO (dénoncées comme effectuées sans mandat ?) ont eu lieu dans la Meuse, confirmant la volonté du gouvernement de ne pas laisser la situation dériver.

Pour combler le soi-disant déficit démocratique dénoncé par les opposants (alors que le projet a déjà été l'objet de nombreux débats parlementaires, d'enquêtes de l'OPECST, de deux lois votées à une très large majorité, d'une surveillance permanente de l'application de ces lois par une Commission Nationale d'Évaluation composée de 12 experts indépendants et bénévoles (dont des spécialistes étrangers) et de plusieurs débats publics que les opposants ont d'ailleurs tenté d'empêcher, l'État a décidé de réunir deux fois par an un « comité de haut niveau » réunissant des élus locaux et nationaux, les producteurs de déchets (qui rappelons-le, financent les opérations) et l'ANDRA avec pour objectif de définir le projet de territoire associé au projet (entre autres fiscalité et infrastructures à créer). Enfin, dans une perspective d'apaisement, un nouveau (n plus unième) débat national sera organisé à l'automne avec l'objectif d'y associer le public. Les opposants dénoncent déjà la concertation qui arrive quand tout est décidé et s'insurgent, compte tenu des incertitudes du projet, contre la sous-estimation de son coût qui selon eux biaiserait le débat, alors qu'ils ont été déboutés de la plainte qu'ils avaient déposée pour obtenir une réévaluation.

Il semble néanmoins que la volonté de l'État de faire aboutir le projet soit (enfin) vraiment présente, ce qui est une condition absolument indispensable sur un sujet aussi difficile.

L'IRSN, de son côté, insiste sur la pertinence du choix et invite à se concentrer sur CIGEO pour ne pas gaspiller les ressources en étudiant des solutions imparfaites, alors que le financement de l'IRSN et de l'ASN pour l'évaluation est jugé insuffisant.

- En France – Autres points

L'ANDRA a présenté le bilan de l'année 2017 pour le Centre de Stockage de la Manche, centre fermé et en phase de surveillance dont l'impact sur son environnement est très faible. L'ASN a salué la transparence de l'ANDRA et jugé ce bilan globalement satisfaisant. La question des infiltrations parasites reste un point d'attention pour l'ASN. L'ANDRA mène sur ce site un grand recensement de la faune et de la flore qui sera intégré au dossier de réexamen décennal de sûreté remis à l'ASN en 2019. Un tel recensement permet d'anticiper des dégradations de la couverture par des racines ou des terriers.

L'ANDRA a engagé des investigations géologiques en vue de la construction d'un troisième site de stockage dans l'Aube, pour des déchets à faible activité à vie longue comme les déchets radifères. Des oppositions se sont manifestées, s'ajoutant à celles contre le CSA accusé depuis longtemps de stocker du plutonium et d'effectuer des rejets liquides et gazeux non annoncés, alors qu'aucune anomalie n'a été annoncée par l'ASN.

- Aux USA

Le **WIPP**, centre américain de stockage des déchets radioactifs à moyenne activité et vie longue situé au Nouveau-Mexique avait vu toutes ses activités arrêtées en 2014 à la suite de deux incidents (l'incendie d'un camion et la rupture d'un fût due à une réaction chimique de produits non conformes aux spécifications qui n'auraient pas dû être envoyés au stockage). L'activité de stockage avait été autorisée à reprendre en décembre 2016, avec effet en 2017, l'activité de creusement de nouvelles capacités dans le sel a été à nouveau autorisée et a repris en janvier 2018. Elles doivent durer jusqu'en 2020.

L'autorité de sûreté américaine (NRC), pour son budget 2019, a demandé 48 millions de dollars consacrés à l'installation de stockage de combustibles usés de **Yucca Mountain**. L'administration Trump avait, pour sa part, provisionné 120 millions de dollars pour cette installation dans le budget du département américain de l'Énergie. L'administration Trump relance donc ce projet qui était censé depuis des années être définitivement arrêté.

- Au Canada

La Société canadienne de gestion des déchets nucléaires (SGDN) a achevé son premier forage exploratoire sur un des sites pressentis pour recevoir un stockage de déchets radioactifs, celui qui est situé près d'Ignace dans l'Ontario. C'est le début de l'évaluation technique des sites pressentis, qui doit s'accompagner de l'association à « un hôte informé et consentant ». Le SGDN pense pouvoir d'ici approximativement 2023 faire le choix d'un site qui fera l'objet d'une caractérisation détaillée.

- Au Royaume-Uni

Le département britannique de l'Énergie (BEIS) a lancé en janvier deux consultations sur la création d'un site de stockage géologique de déchets nucléaires. L'acceptation permettra aux collectivités intéressées de recevoir jusqu'à 1.16 millions d'€ par an dans un premier temps et jusqu'à 2.8 millions d'€ pour celles qui accepteront les forages profonds exploratoires. Le BEIS espère ainsi vaincre les réticences qui ont fait échouer la tentative de 2013 en Cumbria, région de Sellafield.

- En Suède

L'instruction du dossier de l'installation SKB de stockage de combustibles usés de Forsmark (Schéma de principe ci-contre) et de l'installation associée d'encapsulation d'Oskarshamn se poursuit. L'autorité de sûreté SSM a confirmé le 23 janvier l'approbation du dossier, l'autorité environnementale, qui doit également donner son avis, l'a émis le 23 janvier en l'assortissant de demandes d'informations complémentaires d'une part sur la capacité du conteneur à résister à la corrosion et aux sollicitations mécaniques sur le long terme, et d'autre part sur la question de savoir qui assurera sur le long terme la responsabilité du stockage vis-à-vis des exigences du code de l'environnement. Ces questions étant relatives au fond du sujet, SKB n'est pas encore au bout du chemin.



- En Suisse

Le coût prévisionnel du démantèlement (on dit *désaffectation* en Suisse) et du stockage, sujet difficile compte tenu des échéances temporelles, fait en Suisse comme dans d'autres pays l'objet de contestations, mais ici, chose plus rare, entre deux organismes nationaux. L'estimation réalisée en 2017 par la « commission administrative du fonds pour la désaffectation des installations nucléaires et du fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires » (STENFO) est contestée par le « Département fédéral suisse de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication » (DETEC) qui l'estime à 20.7 milliards d'€, en augmentation d'environ 900 millions d'€ dont plus de la moitié proviendrait de la non-prise en compte d'un dépôt combiné, FA-MA et HA sur le même site, combinaison que STENFO considère pour acquise, ce qui n'est pas le cas de DETEC. L'association des entreprises électriques suisses (AES) a déposé un recours contre cette décision en contestant sa justification technique et l'objectivité de la DETEC.

Démantèlement – déchets

- En France

Après le débat sur la PPE qui n'en a pas fini d'agiter les esprits, celui sur le PNGMDR (Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs) va démarrer en septembre. La présidente de la Commission Nationale du débat public se plaint de la faiblesse des moyens qui lui sont attribués pour cette importante étape.

Les anti-nucléaires s'inquiètent de la sous-estimation du montant des provisions mises en place pour réaliser le démantèlement des réacteurs et du soi-disant retard pris par la France dans ce domaine. La Cour des Comptes, peu suspecte de laxisme, a cependant validé les estimations et formulé des recommandations sur la sécurisation des provisions. Pour ce qui est du retard, l'exemple de Brennilis, mis en avant, n'est pas significatif d'un manque de compétence puisque la cause majeure de retard, après un changement radical de méthode (passage du démantèlement différé au démantèlement immédiat après des années d'attente) a été l'absence d'un exutoire pour les déchets de très faible activité (dont EDF maître d'œuvre du démantèlement, n'a pas la responsabilité) ce qui a complètement engorgé le site et retardé l'avancement. L'incident mineur de contamination qui a arrêté provisoirement les travaux du

réacteur Chooz A, qui suivait son cours normalement, est isolé (il est d'ailleurs dû à une entreprise étrangère censée avoir l'expérience) et ne remet pas en cause l'ensemble de la filière. Il est cependant certain que malgré l'ampleur du marché potentiel, qui ne va prendre son essor que dans les prochaines décennies, la filière a des difficultés à se structurer, du fait du morcellement des opérations qui s'étendent sur des périodes très longues, ce qui induit des contrats de faible montant sans visibilité sur l'avenir, d'autant moins que, comme certains l'espéraient, la liste des réacteurs à arrêter avec leur date d'arrêt n'a (heureusement) pas encore été publiée. Mais en attendant, EDF, aussi bien qu'Orano et leurs sous-traitants, se placent régulièrement sur les appels d'offres, comme le montrent certains exemples ci-dessous et on ne peut considérer que la France soit en retard, ni sur les plannings, ni sur les compétences. De grands groupes, comme Suez, Sécché ou Veolia s'intéressent au sujet. Véolia, en particulier, avec une grande expérience dans le désamiantage et dans le démantèlement d'installations industrielles, de trains, de sous-marins nucléaires, considère que cette activité est un enjeu industriel majeur pour elle afin de s'inscrire dans une logique d'économie circulaire et vise à la développer en concluant un accord de partenariat avec EDF pour apporter ses compétences en robotique en vue du démantèlement des réacteurs graphite-gaz ainsi qu'en matière de vitrification des déchets de faible et moyenne activité. Sa filiale Astéralis a déjà remporté auprès du CEA trois contrats pour la gestion des déchets du site de Saclay.

Le tableau est plus sombre du côté du CEA qui a de nombreuses installations à démanteler, pour lesquelles les coûts paraissent avoir été sous-estimés. La situation financière du CEA n'étant pas brillante, compte tenu des retards pris par ailleurs sur la construction des réacteurs Jules Horowitz (recherche et production d'isotopes) et RES (réacteur R&D militaire marin), des décisions seront à prendre à l'issue de l'audit en cours.

- Orano (NewAreva) pour le CEA

Orano, sous son ancienne étiquette New Areva, a remporté auprès du CEA pour un montant de 9 millions d'€ trois contrats, de traitement de déchets pour les déchets liquides du site de Fontenay-aux-Roses, d'exploitation de la station de traitement des déchets du site de Cadarache, et de maintien en conditions sûres de l'ancienne station de traitement des effluents de ce même site.

- Orano TN au Royaume-Uni

Orano TN a remporté auprès du groupe LLWR (Low Level Waste Repository) un contrat de plusieurs millions d'€ pour moderniser et élargir la capacité de transport de déchets de plusieurs sites vers le site de stockage FA de Sud Cumbria que LLWR gère pour le compte de la NDA (Nuclear Decommissioning Authority).

- EDF

EDF a annoncé au salon World Nuclear Exhibition un accord avec l'entreprise finlandaise Fortum pour développer des offres communes en matière de démantèlement et de gestion des déchets ainsi qu'un autre avec le CEA sur le développement de standards et d'outils numériques communs. Ils ont également conclu un accord de coopération avec la NDA sur le démantèlement de réacteurs au graphite.

- Contrat de traitement de déchets pour EDF

La filiale Cyclife d'EDF a remporté pour 28 millions d'€ un marché avec l'entreprise italienne SOGIN pour le traitement de 1800 tonnes de déchets métalliques issus du démantèlement des trois réacteurs Trino, Garigliano et Latina. Le traitement final sera effectué par fusion dans l'usine suédoise de Cyclife.

- Partenariat Cyclife-Fortum

Cyclife, filiale d'EDF, et Fortum, société suédoise, s'associent pour démarcher du démantèlement et du traitement de déchets sur les marchés nordiques.

- Appel à projets d'EDF

EDF a lancé un appel à projets international sur le démantèlement, dont un des lauréats est YSYmap, une start-up gardoise spécialisée dans les capteurs de cartographie et de mesure dans les zones à risque (radioactivité, pollution), dont les produits doivent améliorer la sûreté et l'efficacité du travail de démantèlement.

- Au Japon

La NRA, autorité de sûreté du Japon, a validé le plan de démantèlement de l'usine de retraitement de Tokai-Mura. Cette usine pilote de technologie française a traité 1140 tonnes de combustibles usés depuis sa mise en service en 1977. Son démantèlement a été décidé en 2014. Il devrait durer 70 ans et coûter 6 Md€ auxquels il faudra ajouter 1.7 Md€ de travaux de préparation.

- Allemagne

L'électricien Preussenelektra a obtenu l'autorisation de démanteler le réacteur d'Unterweser, à l'arrêt depuis 2011 et compte entamer les travaux immédiatement. Le réacteur de Würgassen est démantelé depuis 2014, celui de Stade, arrêté en 2003 est en cours de démantèlement avec une fin de travaux prévue en 2020 et celui d'Isar 1, autorisé en janvier 2017 est en cours. Quatre des réacteurs de Preussenelektra sur les huit qu'elle possédait sont donc démantelés ou en cours de démantèlement. Ci-contre, la centrale de Stade (Par Stehfun 07 /06/2006).



[Retour au sommaire](#)

CLIMAT : 7 MANIÈRES DE NE PAS SE TROMPER SOI, ET SON MONDE AVEC

Myrto Tripathi



La mesure capacité installée est préférée à production, alors qu'une éolienne par exemple ne produit en moyenne que 22% de ses capacités installées et un panneau solaire 14%. Ensemble, ces deux abus de langage font que 37% d'énergies renouvelables dans le mix électrique signifie qu'éolien et solaire ne produisent que 6,2% de l'électricité. La différence est significative. (Crédits : Reuters)

Dans le débat public sur l'énergie, la priorité doit être de hiérarchiser ce qui est important pour nous : climat, emploi, santé, pouvoir d'achat, compétitivité... et non de se focaliser sur les moyens à disposition, d'autant plus qu'on ne donne pas aux Français les indicateurs permettant d'évaluer leur efficacité. Par Myrto Tripathi, conseillère du président, Business and Climate Summit

La Chine a son plan quinquennal, nous avons le Commissariat au Plan. Digne héritière, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) fournira un cadre stable au déploiement de la politique énergétique de la France. Fin décembre, elle entérinera des choix sur lesquels il sera difficile et coûteux de revenir. Mais les bons choix se font sur les bons indicateurs.

Une planification long terme bénéfique mais qui ne tolère pas l'erreur

Pour atteindre les objectifs fixés dans la PPE, la force publique dispose d'outils : réglementations, subventions, obligations légales, financements publics, destinés à pousser les consommateurs et les entreprises à changer leur manière de faire. La PPE revient donc à décider à quoi seront dépensés notre argent, notre temps et notre énergie, qui ne seront pas dépensés ailleurs et d'autant plus que le changement concerne beaucoup de monde, d'usages et d'infrastructures : il faudra fabriquer, démanteler, construire, expliquer, inciter, surveiller, transporter, jeter. « Changer tout » coûte cher : pourquoi pas mais il ne faut pas se tromper.

Heureusement, une fois nos objectifs fixés et hiérarchisés, les moyens de les atteindre en découleront naturellement car, la physique imposant ses lois, l'évaluation de leur efficacité laissera peu de place à l'interprétation. Oui, à condition qu'une méthodologie rigoureuse éclaire la réalité physique et nous évite de financer des mesures contre-productives.

De l'importance de distinguer les *moyens* des *objectifs* qu'ils servent

La plupart des objectifs font consensus : moins d'empreinte environnementale (climat, pollution, occupation des sols, déchets), plus d'indépendance, d'équité (coûts, accès), de contribution à l'économie, à l'emploi et la fiabilité du service rendu. D'autres sont débattus telle que la liberté de choisir en-dehors des choix collectifs. Leur hiérarchisation va conduire aux décisions sur les moyens : le type d'énergie consommée et la manière dont nous la consommons et l'économisons.

Par exemple, avoir pour objectif de réduire nos émissions nous incitera à vouloir limiter notre consommation de gaz. Celui-ci étant surtout utilisé au chauffage, on cherchera à pousser les gens à isoler leur logement : soit en avantageant fiscalement ceux qui s'équipent pour limiter leur consommation à température ressentie égale, le choix de l'équipement leur étant laissé, soit en subventionnant l'achat de double vitrage. Dans un cas, le moyen employé pour répondre à l'objectif *Isolation* est de changer la porte qui bâille, dans l'autre, il est de mettre du double-vitrage, même si la porte bâille. Si le gouvernement nous disait vouloir une France 100% double-vitrage, on rigolerait bien. Surtout si sa fabrication génère plein d'émissions.

Les choix énergétiques doivent être faits parce qu'ils répondent à des objectifs que la société se donne à elle-même pour préparer son avenir. C'est l'avenir l'objectif. Pas le double-vitrage.

Intégrer les émissions, toutes les émissions

Entre 1995 et 2015, la France a augmenté ses émissions de CO2 de 76%. Ce nombre incroyable dû à nos importations, absent des statistiques, jette une lumière aussi crue que cruelle sur le bilan de nos efforts.

Autre exemple : les émissions affichées d'un équipement ne sont que ses émissions à l'utilisation. Ainsi une grosse voiture électrique, ayant nécessité beaucoup de matériaux, fabrication, transport, maintenance va émettre moins sur le papier et plus en réalité qu'un petit diesel [\[1\]](#).

Basculer vers une *analyse cycle de vie* permettrait d'intégrer les émissions passées sous silence et souvent générées chez les autres. On trancherait factuellement entre les différentes solutions (et on relocaliserait aussi un peu).

Le kWh garanti, une unité qui rend compte du service rendu

La question de l'énergie est moins complexe que les batailles de chiffres le font croire en multipliant les termes (production, capacité, rendement etc.) et les qualificatifs. Elle vise un seul but : fournir des kWh quand et où on en a besoin. Ensuite seulement se posent les questions d'environnement, d'économie, de coût... Par exemple un éclair fourni beaucoup de kWh gratuits et naturels mais, comme nous ne savons pas les stocker, ils ne servent pas.

Ainsi, la PPE ne devrait pas retenir *éclair* dans les solutions possibles. C'est pourtant ce qu'elle fait en mettant à égalité les énergies intermittentes et les énergies de base. Les avantages, comme *gratuit* et *naturel*, et les inconvénients devraient être rapportés au service fourni : quels coûts, déchets, emplois, émissions par unité d'électricité disponible quand j'appuie sur l'interrupteur, par unité de chaleur quand j'ai froid. Un équipement produisant un kWh dont personne ne se sert, ne sert à rien. C'est une vérité simple mais incontournable.

Un cadre d'analyse actualisé

La réglementation thermique de 2012 impose une limite maximum de consommation d'énergie dans les bâtiments neufs. Elle utilise pour des raisons historiques liées au cheval-vapeur l'indicateur *énergie primaire*. Cet indicateur fait artificiellement que pour la même quantité imposée par la réglementation vous pouvez consommer plus de gaz que d'électricité pour la même quantité d'*énergie finale*. Les promoteurs immobiliers peuvent donc installer des chaudières à gaz plutôt que des électriques, vous poussant à consommer plus, et de l'énergie la plus polluante, plutôt que de s'obliger à faire des efforts d'isolation.

Des définitions précises : une tomate orange n'est pas une carotte

Pour se comprendre, les mêmes mots doivent dire les mêmes choses. Par exemple : l'expression *énergie renouvelable* renvoie dans l'imaginaire collectif à l'éolien et au solaire alors qu'elle signifie « à partir d'une ressource qui se renouvelle » et fait, souvent à plus de 70%, référence aux barrages hydroélectriques et aux bioénergies (bois, déchets organiques). Or par exemple les bioénergies émettent en moyenne plus de CO₂ que le charbon [2].

Autre cas : la mesure *capacité installée* est préférée à *production*, alors qu'une éolienne par exemple ne produit en moyenne que 22% de ses capacités installées et un panneau solaire 14%.

Ensemble, ces deux abus de langage font que 37% d'*énergies renouvelables dans le mix électrique* [3] signifie qu'éolien et solaire ne produisent que 6,2% de l'électricité. La différence est significative.

L'indicateur climat ultime : un prix du carbone plus réaliste donc plus élevé

Comme le prix d'un vêtement intègre celui du fil, le prix des biens et services, dont le kWh, devrait intégrer le coût pour la collectivité de l'impact des émissions de CO₂ qu'ils ont générées (à défaut du coût de collecte et traitement de ce déchet). Pour que ce coût influe sur notre manière de consommer (un produit ayant nécessité l'émission de beaucoup de CO₂ devenant plus cher que son équivalent qui en a nécessité moins), son application doit être généralisée et son prix rendu représentatif des dommages. Nous pourrions alors nous appuyer sur cet indicateur universel pour intégrer la question du climat à nos décisions sans calcul ni débat supplémentaire.

Dans le débat public sur l'énergie, la priorité doit être de hiérarchiser ce qui est important pour nous : climat, emploi, santé, pouvoir d'achat, compétitivité, liberté de choisir etc. Elle ne devrait pas être de se focaliser sur les moyens à disposition, d'autant plus qu'on ne donne pas aux Français, à qui on pose la question, les indicateurs permettant d'évaluer leur efficacité.

Seule la transparence obtenue à force de rigueur permettra qu'une décision de cette importance reflète réellement les objectifs des français, débarrassée des dogmes et du *greenwashing*. Car une fois ces objectifs définis, c'est de la physique.

[1] <https://www.connaissancedesenergies.org/idee-recue-les-vehicules-electriques-n-emettent-pas-de-gaz-a-effet-de-serre-140901>

[2] <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/production-delectricite>

[3] Mix électrique français en 2017 – http://www.rte-france.com/sites/default/files/2015_bilan_electrique.pdf

CONTRE VÉRITÉ VOUS AVEZ DIT ÉNERGIE VERTE ET RENOUVELABLE ?

Henri Zaccai

La Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) découle de la loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 et s'articule avec la stratégie nationale bas carbone présentée le 18 novembre 2015 en Conseil des ministres. Cette PPE est actuellement en cours de révision et sera finalisée d'ici fin 2018 sous la forme d'un nouveau décret. On ne sait pas encore ce qu'elle conclura mais on peut bien sûr d'ores et déjà présager du fait qu'elle amplifiera, à l'instar de la PPE de 2015, la contribution des énergies intermittentes qualifiées de vertes et renouvelables que sont les énergies solaire et éolienne, aux dépens de l'énergie nucléaire qui est la vraie cible.

Mais il paraît légitime de s'interroger sur les qualificatifs de vert et de renouvelable utilisés qui sont entrés dans le langage commun, parant ces sources d'énergie de toutes les vertus dans une sorte de consensus digne de notre époque dominée par les diktats de la pensée unique.

En réalité, toute forme de production d'énergie implique une transformation d'un état physique à un autre état physique et toute transformation génère au côté de l'objectif recherché des effets collatéraux non désirés au départ.

Ainsi le CO2 dégagé par les centrales fossiles ou l'atteinte aux territoires et la destruction des écosystèmes pour l'énergie hydraulique ou encore la production de déchets, générés par les centrales nucléaires, qu'il convient de gérer efficacement.

Et l'énergie éolienne ou solaire n'échappent pas à la règle.

La lecture d'un ouvrage récemment paru fournit un éclairage extrêmement bien documenté sur le sujet. Il s'agit d'un essai réalisé par le journaliste Guillaume Pitron, *La Guerre des métaux rares – La Face cachée de la transition énergétique et numérique* (éd. Les Liens qui Libèrent). L'auteur qui a réalisé une enquête durant six ans dans une douzaine de pays décrit les effets collatéraux résultant de l'exploitation de ces formes d'énergies qualifiées de "green-tech".

Que dit-il ?

Ces énergies sont en effet vertes dans la mesure où elles ne produisent pas de CO2 sur les lieux de production des kWh. Mais il faut regarder l'ensemble du cycle de fabrication des panneaux solaires et des éoliennes.

Et le problème présente une ampleur particulière. De fait, en se fondant sur les perspectives de croissance du scénario « Sustainable Development » du Conseil de l'Energie Mondiale de 2017, la capacité installée mondiale des éoliennes devrait être multipliée par 5 d'ici 2040 (de 466 GW en 2016 à 2629 GW en 2040) et celle des panneaux solaires PV par 10 d'ici 2040 (de 299 GW en 2016 à 3246 GW en 2040). Pour faire face à cette demande explosive, la fabrication de ces nouvelles capacités implique le recours à des quantités considérables de métaux de base et de terres rares qu'il va falloir extraire du sous-sol.

À titre d'exemple, une éolienne dispose d'un ensemble d'équipements dont un ensemble rotors/stators qui sont un panaché de fer, de bore et de terres rares (néodyme-fer-bore dans la majorité des cas, avec de plus petites quantités de dysprosium et de praséodyme).

La fabrication des panneaux solaires dépend également d'un approvisionnement en terres rares qui ont nom, en fonction de la génération des panneaux fabriqués, cadmium, tellure, indium, gallium, sélénium ou encore titane ou ruthénium.

Or, nous dit G. Pitron, que constate-t-on ?

Energies « vertes » ?

L'approvisionnement en terres rares nécessite la mise en œuvre et l'exploitation de mines très polluantes, concentrés actuellement en Chine à près de 95%. En outre, la durée de vie des réserves rentables des principaux métaux nécessaires à la transition énergétique se chiffre, en cas de boom, en dizaines d'années.

L'exploitation de ces minerais est un cauchemar environnemental où se côtoient rejets de métaux lourds, pluies acides, et eaux contaminées. Ces impacts sanitaires sont pour l'essentiel concentrés actuellement dans la ville de Baotou en Mongolie Intérieure sur le site de Bayan Obo (Le Monde du 19 juillet 2012). L'extraction des terres rares nécessite la mise en œuvre de procédés métallurgiques et des bains d'acides. Cette importante pollution vient du fait que la faible concentration en métaux rares entraîne l'utilisation d'une énorme quantité de solvants. Les effluents générés sont, après usage, rejetés dans l'environnement, sans compter la présence de matériaux radioactifs tels le thorium ou l'uranium qui génèrent une activité non négligeable au fond des mines de Bayan Obo.

Le succès de Bayan Obo vient du fait que des normes environnementales plus strictes ont été imposées à des activités d'extraction précédemment exercées en France ou aux Etats-Unis. Ainsi, dans les années 1980, le site de l'usine Rhône-Poulenc (devenu Rhodia et maintenant Solvay) de La Rochelle purifiait annuellement 8 à 10.000 tonnes de terres rares, soit 50% du marché mondial. Mais tant la question des effluents produits que celle de l'accumulation du sous-produit thorium, a conduit l'usine à arrêter ces activités en 1994 en se tournant vers des partenaires chinois pour réaliser la première partie du raffinage. De même, les Etats-Unis avaient pris jusqu'en 1985 le leadership de la production de terres rares avec la mine de Mountain Pass dans le désert du Mojave. Mais la même problématique de pollution due aux rejets d'effluents et de sous-produits radioactifs lors de l'extraction et du raffinage du minerai a eu finalement raison des activités de cette mine qui a cessé ses activités en 2002 au profit d'approvisionnement en provenance de Chine. C'est ainsi que ces opérations hautement polluantes ont cessé en Europe ou aux Etats-Unis au « profit » d'une production chinoise.

Energies « renouvelables » ?

Ces énergies sont dites renouvelables en effet car elles exploitent des ressources sur les lieux de production, le vent et les rayons solaires, dont nous pouvons disposer à notre guise sans risque d'épuisement. Mais, elles se fondent sur l'exploitation de matières premières qui, elles, ne sont pas renouvelables. En effet, la consommation mondiale de métaux et en particulier de métaux rares qu'il va falloir extraire du sous-sol pour tenir la cadence de la lutte contre le réchauffement climatique va croître à un rythme de 3 à 5% par an pour satisfaire les besoins mondiaux à moins qu'on ne finisse par préférer des technologies énergétiques moins consommatrices de ressources naturelles

La conclusion d'ensemble aboutit à une constatation effarante : le monde va consommer davantage de minerais (certes pas seulement destiné à la fabrication des éoliennes et des panneaux solaires mais en partie significative) durant la prochaine génération qu'au cours des 70.000 dernières années. « Nos 7,5 milliards de contemporains vont absorber plus de

ressources minérales que les 108 milliards d'humains que la Terre a portés jusqu'à ce jour ». Ainsi, au rythme actuel de production, les réserves rentables d'une quinzaine de métaux de base et de métaux rares seront épuisées en moins de 50 ans. Certes, des découvertes, telles celle faite au large de l'archipel d'Ogasawara, à 2 000 kilomètres au sud-est de Tokyo qui contiendraient de grandes concentrations de terres rares, permettront d'accroître les réserves rentables mais cela ne fera que retarder l'échéance. Sans compter que l'accès à ces ressources génère d'ores et déjà un problème stratégique de sécurité d'approvisionnement si la Chine venait à utiliser sa production comme arme géopolitique.

Energies dé carbonées ?

Il faut des quantités considérables d'énergie pour exploiter une mine, raffiner les minerais puis les acheminer vers un centre de production où ils seront incorporés dans une éolienne ou un panneau solaire. Et si les moyens de production d'énergie en question sont des centrales fossiles, le bilan du cycle de vie de production de ces éoliennes ou ces panneaux solaires n'est plus dé carboné comme peut l'être l'éolienne ou le panneau solaire sur son lieu d'activité. Cela revient de fait à dépolluer de CO₂ les pays qui se dotent de ces moyens de production au détriment des régions où s'exerce l'activité minière génératrice des ressources destinées à ces moyens de production.

Le recyclage ?

On pourrait être sauvé par le recyclage. En effet, nous dit G. Pitron, la sobriété énergétique pourrait être rendue possible par le recyclage des métaux rares à grande échelle, qui atténuerait dès lors les impacts écologiques de leur exploitation. Il y a de fait des initiatives importantes prises en particulier au Japon pour mettre en place une économie du recyclage en général et des terres rares en particulier. Toutefois, cette ambition vertueuse rencontre une difficulté de taille : à l'inverse des métaux traditionnels tels le fer, l'argent ou l'aluminium, les terres rares n'entrent pas à l'état pur dans la composition des technologies vertes mais sous forme d'alliage aboutissant ainsi à des matériaux composites permettant de démultiplier leurs propriétés en comparaison des métaux simples. Ainsi, par exemple, les rotors/stators des éoliennes cités plus haut sont constitués de fer, de bore et d'alliage de terres rares qui permettent d'optimiser leur puissance. La récupération et le recyclage de ces différents éléments deviennent donc très complexes, souvent très onéreux, et donc non pratiqués.

On le voit, avant de qualifier les énergies éoliennes et solaires de vertes, de dé carbonées ou renouvelables, il faut s'entourer d'un certain nombre de précautions et de précisions afin d'éviter demain des réveils douloureux quand on s'apercevra que le bilan carbone de la transition énergétique n'atteindra pas, au niveau mondial, les objectifs attendus.

Dans le contexte de révision de la PPE, il est dès lors capital que les choix stratégiques qui seront faits prennent en compte en toute objectivité les différentes sources de production d'énergie électrique technologiquement disponibles sans jeter l'anathème sur l'une ou l'autre, l'approche rationnelle et scientifique devant être préférée à toute pensée unique potentiellement génératrice d'erreurs irréversibles.

[Retour au sommaire](#)

NUCLÉAIRE : HALTE AU FEU !

Dominique Grenèche

Le débat public sur la PPE, offre l'occasion pour apporter quelques précisions concernant les affirmations pour le moins hâtives de certains intervenants, manifestement aveuglés par leur combat purement idéologique contre l'énergie nucléaire. Par exemple celui de Thomas (Marseille) qui reprend les éternelles contre-vérités propagées par quelques ténors de la communication déguisés en vert et largement médiatisés ou par certains journalistes complaisants.

Globalement, **le nucléaire en France a été largement bénéficiaire pour l'économie nationale** et il a même rapporté beaucoup d'argent à l'Etat via les généreux dividendes qui lui ont été versés par EDF. Ces dernières années, la situation financière d'EDF est malheureusement difficile (comme celle de la SNCF !) mais ce n'est certainement pas à cause du nucléaire, qui au contraire continue de combler tant bien que mal les déficits générés notamment par d'autres activités qui lui sont imposées. Ainsi, EDF est obligée de racheter **à perte** la production d'énergie éolienne et solaire par ailleurs prioritaire sur le réseau et largement subventionnée via les taxes que nous payons (vous et moi) sur l'électricité. C'est la fameuse CSPE qui augmente d'ailleurs chaque année à une vitesse fulgurante : elle a doublé ces 5 dernières années ! On a même obligé EDF à poursuivre le versement de dividendes, ce qu'elle a fait bien entendu, en empruntant de l'argent ! Et comme ce n'est pas assez, on vient de lui à tordre le bras un peu plus en lui infligeant la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs nucléaires de 900 MW), très largement rentables puisque financièrement amortie depuis longtemps. Ubuesque.

Les dangers du nucléaire. Je le résume souvent en une seule question qui pourrait être posée au fameux jeu « qui veut gagner des millions » : « combien de morts provoqués par des accidents nucléaires en France depuis le démarrage des premiers réacteurs nucléaires producteurs d'électricité il y a plus de 50 ans ? Réponse A, B, C, ou D : ZÉRO ! Amateurs de sang et de larmes, circulez et allez voir ailleurs.

L'uranium. D'abord il faut savoir qu'il n'en faut moins de **8 000 tonnes par an** pour approvisionner l'ensemble de nos 58 réacteurs nucléaires. C'est une quantité qui peut être transportée par un seul cargo de taille très moyenne. Et cela suffit à alimenter en électricité les 67 millions de Français pendant 75 % du temps : qui dit mieux ? Ensuite, notre uranium ne vient pas uniquement du Niger, tant s'en faut (mais c'est une précieuse source de revenus pour ce pays très pauvre, où AREVA (aujourd'hui ORANO) fournit même des soins médicaux gratuits à la population. Il provient également du Canada du Kazakhstan et d'Australie (et plus minoritairement d'autres pays). De plus, ORANO est le troisième producteur mondial d'uranium (avec 14 % du marché), via ses propres mines ou ses participations dans d'autres mines. Enfin, l'uranium ne représente que 5 % du coût complet de l'énergie nucléaire. Dans ces conditions, parler de dépendance du nucléaire vis-à-vis des importations d'uranium est une véritable tromperie.

Le plutonium, Il est souvent qualifié de diabolique. Examinons cela de plus près. Certes on estime à environ 10 milligrammes la masse qui correspond à la dose létale par inhalation en poudre fine, c'est-à-dire qui conduit à un décès chez l'homme dans 50 % des cas après 30 jours, notée DL50. Mais bien d'autres substances sont beaucoup plus toxiques y compris des éléments que l'on trouve dans la nature, et sans même parler de certains poisons redoutables comme la toxine botulique. On trouve ainsi partout dans la nature du **polonium-210**, dont la valeur de DL50 est de l'ordre de 10 microgrammes (10 millièmes de gramme) : sa **toxicité est donc mille fois supérieure** à celle du plutonium ! On se souvient d'ailleurs de l'agent russe Litvinenko qui fut empoisonné par cette substance maléfique. Pourtant, vous en respirez vous-mêmes quelques milliers d'atomes au moment même où vous lisez ces lignes (c'est un descendant du gaz radioactif radon, donc de l'uranium 238 que l'on prouve partout dans la nature) et vous en aurez sans doute quelques milliers d'atomes en plus dans votre assiette aujourd'hui, car il est contenu dans pratiquement tous les aliments (en quantités extrêmement variables). Même pas peur ? Alors évoquons les produits beaucoup plus courants mais hautement toxiques qui sont stockés chez nous dans la plupart des logements et qui causent plusieurs centaines d'accidents mortels par an en France. C'est le cas de produits liquides désinfectants, décapants, solvants et autres déboucheurs, particulièrement caustiques comme l'eau de javel : 70 % des foyers français en possèdent chez eux et ils en utilisent près d'un million de litres par jour ouvré. Ce produit est dangereux car il contient beaucoup de chlore : environ 10 % de chlore actif pour l'extrait de javel. Or le chlore, on le sait, est extrêmement nocif pour la santé, dès lors qu'il est suffisamment concentré dans un liquide inhalé, ce qui est largement le cas de l'eau de javel, ou inhalé sous forme gazeuse (on sait que c'est un gaz de combat). Cela étant dit, et pour en revenir au plutonium, il faut rappeler que dans un réacteur nucléaire, environ 40 % de l'énergie provient des fissions du plutonium qui est fabriqué dans le cœur du réacteur en même temps qu'il fonctionne. Et comme en plus le plutonium résiduel est recyclé chez nous (dans du combustible appelé « MOX », on peut rajouter 10 % de l'énergie. Au total, c'est donc **la moitié de l'électricité** consommée entre autres par nos machines domestiques, nos trains, notre éclairage, notre chauffage s'il est électrique (y compris les pompes à chaleur), nos appareils de soins médicaux, qui **provient du plutonium** ! Alors, pour celles ou ceux qui veulent jeter le plutonium aux enfers, sachez que celui-ci est parfois pavé de bonnes intentions.

Prolongation de durée d'exploitation des réacteurs nucléaires à 60 ans. Il n'existe aucun obstacle technique majeur pour réaliser cette opération. Il s'agit essentiellement d'apporter certaines améliorations destinées à répondre aux nouvelles exigences imposées par les autorités de sûreté. Il faut savoir qu'à ce jour, 89 réacteurs nucléaires américains (dont les 2/3 sont exactement du même type que les nôtres) ont **déjà été autorisés** à poursuivre leur exploitation jusqu'à 60 ans. Certains exploitants américains de réacteurs nucléaires ont même déposé des dossiers pour demander une prolongation à 80 ans ! Quant aux coûts associés, dits « de grand carénage », ils sont loin d'être aussi « pharaoniques » que voudraient le faire croire les détracteurs du nucléaire : 45 milliards d'euros (Mds€) sur 11 ans, soit 4 Mds€ par an. En fait ces sommes incluent les 3 Mds€ par an investis en moyenne jusqu'à présent pour la maintenance normale des réacteurs. Ces chiffres sont à comparer au chiffre d'affaires annuel d'EDF qui est de 70 Mds€. La vente d'électricité sur 20 ans de la production de 34 réacteurs nucléaires de 900 MWe, c'est au bas mot 250 Mds€ de recettes pour EDF (plus un très gros paquet de Mds€ de taxes diverses et recettes fiscales pour l'état). Vous avez dit « pharaonique » ? Si vous avez de l'argent liquide à placer, ne le mettez pas à la caisse d'épargne : investissez dans le grand carénage !

Démantèlement des réacteurs nucléaires. On entend dire souvent que c'est une opération à haut risque qu'on ne sait pas faire aujourd'hui et qui coûtera des fortunes. Disons-le sans détour : tout cela est objectivement **faux**. Tout d'abord, un réacteur nucléaire arrêté définitivement ne présente aucun risque d'accident une fois que le combustible est extrait du cœur du réacteur et qu'il est transporté vers un entreposage à l'extérieur du site (ce qui est toujours le cas en France). Cela étant dit, il faut savoir que ces opérations de démantèlement, appelées parfois « déconstruction », ne sont pas si complexes que certains veulent le laisser croire (on parle ici de tous les réacteurs de la génération actuelle qui fonctionnent dans le monde). Il faut décontaminer, ce que l'on sait faire de mieux en mieux, puis tronçonner et découper des tuyaux, des bidons, des appareils et composants divers. Il faut aussi casser du béton et conditionner les déchets (faiblement radioactifs, sauf la cuve principale du réacteur). **ON SAIT FAIRE !** Rappelons à ce propos que Sur les 160 réacteurs nucléaires de puissance qui ont été définitivement arrêtés dans le monde, **17 ont été entièrement démantelés** et une cinquantaine de réacteurs sont en cours de démantèlement. En France, de nombreuses installations nucléaires diverses ont été entièrement démantelées et un réacteur à eau pressurisée (type de réacteur qui constitue l'ensemble du parc nucléaire EDF) est en cours de démantèlement (CHOOZ). Le coût ? Ici encore on jette en pâture des chiffres extravagants. La réalité est pourtant simple : autour de 300 millions d'euros par réacteur nucléaire, gestion et stockage des déchets inclus, soit moins de 10 % du coût d'investissement initial. Et c'est vraiment bien pesé. En effet, les dépenses pour réaliser ces travaux de démantèlement sont essentiellement constituées par de la main-d'œuvre plus ou moins spécialisée. Or, en prenant un coût total, charges incluses, de 50 000 € par an et par personne pour une telle main d'œuvre, avec 300 millions d'euros on emploie à plein temps 400 ouvriers pendant 15 ans : de quoi faire du beau travail ! Ces chiffres globaux du coût de démantèlement des réacteurs nucléaires sont largement étayés par le « retour d'expérience » et par les études de tous les organismes internationaux sur le sujet. Point barre.

Enfin la question des fameux **déchets radioactifs**. Combien ? Le chiffre peut surprendre et il est pourtant **IRRÉFUTABLE : moins de 10 tonnes** (oui, DIX TONNES) de déchets « hautement » radioactifs (produits de fission et actinides mineurs) **par an**. Pour les incrédules, qui ont un minimum de connaissances en calcul, je donne d'ailleurs ici la recette qui permet de retrouver facilement ce chiffre si faible : prenez l'énergie dégagée par une fission (200 MeV), le rendement électrique d'une centrale nucléaire (34 % en moyenne), la production électrique annuelle du parc nucléaire français (en gros, 400 TWh), la masse atomique des deux produits de fission créés par la fission (environ 235 g) et vous obtenez 50 tonnes de produits de fission dont seulement moins de 15 % z restent radioactifs après 2 ou 3 ans. A vos calculettes ! Ces déchets radioactifs sont intimement mélangés à une matrice vitreuse pratiquement inaltérable dans le temps (même plongée dans l'eau en permanence). Leur « durée de vie » que l'on devrait plutôt rebaptiser « durée de nocivité », n'est que de quelques dizaines de milliers d'années (tout au plus). Cela est à comparer à « l'âge » du milieu géologique (l'argile sédimentaire) dans lequel on va les « enfermer à double tours » à CIGEO : 160 millions d'années. Sûreté pratiquement absolue. Quant au coût du projet, jugé « faramineux », il a été estimé à 25 Mds€ étalés sur 100 ans, ce qui fait 250 millions d'€/an. Irréfutable vous dis-je. C'est 0,3 % du chiffre d'affaires d'EDF Faramineux, vraiment ?

Pour conclure, je ne résiste pas à l'envie de citer ici une célèbre phrase d'un non moins célèbre savant : « Il est plus facile de désintégrer un atome qu'un préjugé ».

Vous l'avez reconnu : c'est Einstein. S'il vous plaît, relativisons.

[Retour au sommaire](#)

Les décisions sur la **transition énergétique** vont être prises **d'ici Décembre** de cette année et les tenants de la sortie du nucléaire monopolisent le terrain médiatique.

Leur dénigrement répété, exprimé comme une évidence, est en train de devenir catastrophique. Ses conséquences le seront. Il ruine en ces temps décisifs nos positions dans l'opinion publique et un rejet par l'opinion, c'est à terme la fin de notre industrie, la mise à l'écart de cette énergie nucléaire bon marché, durable, respectueuse de l'environnement. Celle dont nous sommes fiers et que nous avons su bâtir dans l'intérêt de nos concitoyens et des générations futures.

La chose est grave car sans un recours au nucléaire il n'y aura pas de décélération possible de l'effet de serre et de diminution de la pollution, pas de réponse durable aux besoins croissants du développement et de la démographie.

L'échec de l'Allemagne en témoigne : seul le nucléaire peut permettre de gagner du temps face au changement climatique.

Cette réalité deux grands pays, la Russie et la Chine, l'ont comprise et développent activement leur industrie nucléaire. Si nous ne relevons pas le défi, nous n'aurons d'autre choix que de nous mettre sur les rangs des candidats à l'importation de leur technologie quand le besoin d'un recours au nucléaire redeviendra une évidence dans l'actualité de l'agenda politique. Alors, adieu indépendance énergétique, compétitivité industrielle.

On ne peut pas accepter ça sans témoigner de nos convictions fondées sur la réalité que nous connaissons. Compte tenu des enjeux, notre génération a l'impérieuse responsabilité de transmettre aux suivantes la solution industrielle d'une énergie nucléaire autonome et performante dont nous avons héritée des précédentes.

Nous sommes des bénévoles et des professionnels, comme vous, qui en ont assez, qui ne veulent plus rester passifs, qui sont prêts à s'engager pour qu'enfin nos arguments positifs, appuyés sur des faits atteignent le public.

Il n'est pas trop tard si nous sommes capables de constituer un mouvement représentatif des hommes et des femmes de la filière nucléaire, un mouvement fort que ne pourront pas ignorer les médias.

Ce mouvement nous l'avons lancé et nous l'appelons : **VOIX DU NUCLEAIRE**.

Les Voix du nucléaire car il faut que les 220 000 travailleurs du nucléaire français, et tous ceux encore plus nombreux qui les soutiennent, puissent se faire entendre. Un nucléaire dont nous n'avons pas à rougir. Les Voix du nucléaire car nous avons tous des choses à dire.

Rejoignez-nous, adhérez aux Voix du nucléaire, venez avec vos idées, partageons et créons une dynamique irrésistible ! Elle est lancée. Plus nous serons nombreux, plus nous serons forts.

Rejoignez les Voix du nucléaire

https://drive.google.com/open?id=1UO9CIQgBbqS2z1VUS6VtgbIb96e_0j6F

Groupe Facebook fermé – forum d'échange sur Facebook :

<https://www.facebook.com/groups/VoixduNucleaire/>

Tous les adhérents + sympathisants dont la qualité de membre est accordée par cooptation ou par questionnaire.

RAPPELS SUR ÉNERGIE ET PUISSANCE

Quizz et confusions courantes, y compris dans des ouvrages scolaires ou dans des livres de vulgarisation :

1. Une lampe de 10 watts peut-elle consommer plus d'énergie qu'une lampe de 100 watts ? Réponse : OUI (si elle reste allumée au moins 10 fois plus longtemps).
2. Lu dans les médias : « notre parc photovoltaïque a atteint 6 gigawatts soit l'équivalent de 6 réacteurs nucléaires de 1 gigawatt ». Erreur classique ! En effet, 6 gigawatts solaires produisent à peine l'énergie d'un seul réacteur nucléaire de 1 gigawatt.

Rappels pour y voir clair :

L'**énergie** en physique est un concept complexe du fait de ses multiples formes (énergie cinétique, énergie électrique, énergie lumineuse, énergie thermique, énergie mécanique, énergie chimique, énergie potentielle de masse, etc.). L'énergie c'est la mesure de la capacité de produire une **transformation**. Une batterie qui stocke une quantité définie d'énergie électrique, a la capacité d'élever la température d'une certaine quantité d'eau d'une certaine valeur ou de faire fonctionner une ampoule donnée pendant un certain temps ou d'élever une certaine charge d'une certaine hauteur etc.

La notion de **puissance** tient à la relation de l'**énergie** au **temps** :

$$\text{ENERGIE} = \text{PUISSANCE} \text{ multipliée par le TEMPS}$$

Porter un litre d'eau de 15°C à 90°C en une minute ou en une heure met en jeu la même quantité d'énergie (on a opéré exactement la même **transformation**) mais nécessitera 60 fois plus de puissance pour le réaliser en une minute plutôt qu'en une heure.

Dans le domaine électrique, on mesure la **puissance** en **watt** et ses multiples, **kilowatt** (kW = 1000 watts), **mégawatt** (MW = 1000 kW) ; l'**énergie** en **Wattheure** (Wh produit de la puissance par le temps) et ses multiples, **kilowattheure** (kWh), **mégawattheure** (MWh), etc.

Notre abonnement à EDF (ou à un autre fournisseur) est une **puissance en kW** ; c'est la puissance maximum des appareils qui peuvent fonctionner ensemble. Ce que notre compteur relève, c'est une **énergie en kWh** ; c'est ce que nous avons utilisé pour **transformer** notre quotidien (chauffer, éclairer, etc.).

Un générateur électrique de **1 MW** fournissant sa pleine puissance pendant un an (8760 heures) fournit **8760 MWh**. Une centrale thermique ou nucléaire qui fonctionne 90% du temps ne fournit que 7884 MWh sur l'année. Une éolienne de 1MW qui ne tourne à plein que pendant l'équivalent de 23% du temps (valeur moyenne effective en France) ne produit sur l'année que 2015 MWh. Une centrale photovoltaïque qui ne reçoit le soleil que 13 % du temps (valeur moyenne effective en France) ne va produire que 1139 MWh par an. La comparaison des puissances de centrales électriques différentes n'a donc pas de sens, seule l'énergie produite pendant une même durée, mesure du service¹ effectivement rendu, permet une comparaison valide.

¹ *note : par souci de simplification, seuls les « facteurs de charge » (100%, 90%, 23%, 13%) qui relient puissances et énergies sont illustrés ici ; d'autres paramètres que le temps peuvent affecter le « service rendu », comme notamment le caractère aléatoire de certaines sources renouvelables, qui dégrade ce service rendu, dégradation qui pour être compensée nécessite aussi de l'énergie et des coûts supplémentaires.

ARSCA
Tour AREVA, Boîte 0706-B2
1 Place Jean Miller, 92084 PARIS LA DEFENSE
Mail bureau@uarga.org Site www.uarga.org

[Retour au sommaire](#)