NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

Une publication de l'ARSCA

n°67 - Décembre 2015

Dans ce numéro

Un point sur la COP 21

L'évolution du secteur énergétique

Quizz : ENR versus EPR

L'actualité des réacteurs

L'aval du cycle et le démantèlement

Japon : le rapport de l'AIEA sur l'accident de Fukushima

Nuances de « vert » et nucléaire

Le nucléaire iranien et la non-prolifération

Les Français et le changement climatique

AREVA reste un acteur mondial à long terme

Quelques rappels

ARSCA

Association d'anciens et de retraités d'AREVA

NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

POINT DE VUE

Un point sur la COP21 Page 3

ÉNERGIE

L'évolution du secteur énergétique Page 7

Quizz : ENR versus EPR Page 13

NUCLÉAIRE

L'actualité des réacteurs Page 14

L'aval du cycle et le démantèlement Page 21

Japon : le rapport de l'AIEA sur l'accident de Fukushima Page 27

NUCLÉAIRE et SOCIÉTÉ

Nuances de « vert » et nucléaire Page 32

Le nucléaire iranien et la non-prolifération Page 39

Les Français et le changement climatique Page 46

AREVA

AREVA reste un acteur mondial à long terme Page 52

QUELQUES RAPPELS Page 57

« NUCLÉAIRE ET ENERGIES» est établi à partir d'articles rédigés par différents auteurs. Ont contribué à ce numéro :

Point de vue : Bernard LENAIL
Énergie : Guy DUCROUX
Nucléaire : Claude SEYVE, Jacques SIMONNET, François JUSTIN, membre d'ARA (Anciens de SGN)
Nucléaire et Société Sûreté : Jean-Luc SALANAVE, Aimé DARRICAU
Deux communications invitées :
Les Français et le changement climatique : SFEN et Didier WITKOWSKI (EDF)
AREVA un acteur mondial à long terme par Philippe KNOCHE (Directeur Général)
La coordination de l'ensemble des rubriques est réalisée par Danièle RAISONNIER avec la collaboration de Françoise DELEIGNE, Gérard LEPINE, Bernard LENAIL étant éditeur.

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

UN POINT SUR LA COP21

Bernard Lenail

La Conférence de Paris sur le Climat (COP21) s'est achevée le 12 décembre par un succès qu'il faut saluer; après le retentissant échec de celle de Copenhague (2009) et la très maigre réussite du Protocole de Kyoto c'est un point tout à fait remarquable à mettre à l'actif de la France à la fois hôtesse et présidente de la conférence.

Pour tenter d'arriver à un consensus l'Agence (CCNUCC) de l'ONU en charge de cette Convention sur les changements climatiques a complètement repris le travail ces 5 dernières années avec une approche complétement nouvelle : au lieu de chercher un cadre d'objectifs contraignant censés permettre de ne pas dépasser une hausse moyenne de température de 2°C en 2100, comme convenu à Copenhague, la nouvelle démarche de l'ONU a consisté à demander à chacun des 196 pays les objectifs qu'ils pouvaient envisager pour eux-mêmes (démarche de déclaration des INDC*s). Presque tous les pays ont accepté de jouer le jeu, même si certains n'ont remis leur copie que très tardivement. Faisant la synthèse de toutes les réponses, ce qui n'était guère facile compte tenu des objectifs extrêmement disparates et peu cohérents des différentes contributions reçues, l'ONU a établi que, loin de respecter la cible des 2°C, la trajectoire conduisait à près de 3°C.

Par ailleurs la promesse enregistrée aussi à Copenhague par les pays en voie de développement selon laquelle les pays développés leur fourniraient chaque année, à partir de 2020, 100 Milliards de $ pour leur permettre de lutter contre les effets des changements climatiques était loin d'être assurée : ce contexte conduisait les pays émergents à exclure toute perspective d'un accord à Paris.

La conjugaison de ces deux points explique sans doute que, dans les mois qui ont précédé la COP21, la France ait développé une campagne de dramatisation quelque peu théâtrale et une chasse aux '*anti-réchauffistes'* assez surprenante tant ces derniers étaient peu audibles et mal organisés. C'est pourtant un fait que depuis Copenhague l'ambiance a complètement changé ; les mentalités ont évolué : la société civile, les sociétés privées les très grandes comme de plus petites entreprises, des corps intermédiaires (régions ou métropoles par exemple) – c'est-à-dire les ONG – ont compris qu'ils devaient s'impliquer, que les Etats ne pouvaient pas tout faire et que l'ONU n'était qu'un aiguillon battant la mesure. Néanmoins, pour l'homme de la rue, notamment en France, les préoccupations restent cependant basiques : le chômage, la crise économique, le manque de croissance en bref un besoin de sécurité économique auquel s'ajoute désormais un besoin de sécurité tout court. Alors sauver le climat, sauver l'humanité ou sauver la planète, pensez-donc !...pour les plus avertis, cela sera sans doute encore de nouvelles taxes et peut-être moins de confort individuel.

Le but affiché de la Conférence était clair, chacun a pu l'entendre décliné dans presque toutes les langues : obtenir un accord universel, ambitieux, juridiquement contraignant, équilibré, juste, durable, dynamique et différencié, certains pays étant riches et développés – sous-entendu responsables – alors qu'à l'opposé d'autres plus pauvres, encore en développement, sont plus exposés et se présentent en victimes.

***Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)**

Universel, ambitieux,… : c'est-à-dire à même de prévenir une hausse des températures excessive, limiter l'ampleur des changements inévitables et les rendre pour tous aussi supportables que possible. Vaste programme !

Pour atteindre un tel objectif dans une négociation à 196 Etats, il fallait bien sûr amener les participants à faire des compromis, beaucoup de concessions. Le président de la COP21, à juste raison, a souligné à plusieurs reprises que *si chacun exigeait 100% de satisfaction cela n'aboutirait en réalité qu'à 0%*.

Le dérèglement climatique est largement la résultante de la consommation d'énergie issue des combustibles fossiles, mais est dû aussi aux transports, aux modes de vie individuels, à la surconsommation, à la surpopulation,…Mais l'accord ne parle de rien de tout cela. Foin de détails, l'accord convenu est global et général :

- Tout faire pour contenir la hausse des températures bien en-deçà de 2° et s'efforcer de limiter cette augmentation à 1,5°.
- Faire de la limitation des émissions de gaz à effet de serre l'affaire de tous, les pays s'efforceront d'atteindre le pic de leurs émissions aussi vite que possible (sic) et qu'à partir de 2050 il faut tendre rapidement (re-sic) vers une neutralité carbone (compenser les émissions grâce à des *puits de carbone* ou autres *aspirateurs* ou enfin par la *séquestration* des émissions).
- Révision, à la hausse, tous les 5 ans, des engagements volontaires d'objectifs (les INDCs de 2015 de simples déclarations devenant au passage des engagements). La 1ère révision interviendra en 2025 (2020 pour les Etats-Unis et l'Union Européenne).
- Confirmation du financement du soutien financier aux émergents avec, à partir de 2025, une possible révision du plancher de 100 milliards $ ainsi qu'un possible élargissement du panel des contributeurs (la distinction entre pays développés et pays émergents fixée dans le Protocole de Kyoto en 1998 d'ores et déjà obsolète est maintenue dans l'accord mais il est permis d'espérer sa révision en 2025). Les contributions volontaires sont les bienvenues, celles de la Chine dès 2020 est assurée.
- Confirmation de la prise en compte des pertes et dommages dans les pays les plus exposés pour l'attribution des droits à financement sans ouverture pour autant d'un quelconque droit à dédommagement par les pays développés.
- Chaque pays doit écrire, dans les formes juridiques les plus adaptées à sa propre situation, les dispositions de l'accord de Paris (loi, décret, réglementation).

Voilà pour l'essentiel : c'est vrai tous les points qui précèdent sont très ambitieux et très importants, même peut-être (pour ne pas dire sans doute) inaccessible pour ce qui est du 1,5°. Ce 1,5°, adopté en toute fin de négociation, a permis d'obtenir l'accord d'un grand nombre de pays exposés et a permis au plus riches de ne pas être très précis sur les moyens. Tout ceci n'est pas maigre d'autant que jamais l'ONU n'est parvenue à un accord universel – unanime des 196 pays – applaudi, qui plus est, par tous les participants à la conférence. Du jamais vu, un grand bravo à la diplomatie française qui a été saluée par tous. A noter que la présidence française a été remarquablement soutenue par plusieurs chefs d'Etat : Barack Obama, Xi Jiping, Narendra Modi, Dilma Rousseff et Jacob Zuma qui se sont personnellement impliqués, avant et pendant la conférence.

Comme on le voit la musique est douce et belle, mais pour les paroles on devra attendre car il reste à les écrire. Implicitement il faut sur ce siècle arriver à se passer des énergies fossiles

sans dire encore par quoi les remplacer. Il y aura d'autres COP mais un élan dans la bonne direction a été clairement donné qu'il faudra accompagner pour que l'impulsion initiale soit maintenue avec le tempo voulu : prochaine étape signature officielle de l'Accord de Paris en grande pompe à New York le 22 avril 2016 ouvrant le processus de ratification.

Des compromis il y en a eu, qu'on en juge :

- Il faut drastiquement réduire les émissions de CO_2 mais il ne faut pas déplaire à l'Arabie Saoudite ou aux Emirats, on ne parle donc pas de pétrole, ni de gaz (il est tellement moins polluant et tellement pratique).
- Pas question de bannir le charbon, l'Inde qui a peu de ressources et compte sur lui pour assurer sa croissance ne l'aurait pas toléré. On imagine que ce n'est pas fait pour déplaire à la Pologne ! La séquestration du carbone qui semble si difficile à mettre au point, si coûteuse et qui déplait à tant d'écologistes figure explicitement parmi les moyens pour atteindre la neutralité carbone.
- On ne trouve dans l'accord nulle apologie du nucléaire ou des renouvelables.
- Pas question de bannir le nucléaire sur lequel comptent la Chine, les USA, l'Inde et d'autres (mais pas la France, transition énergétique oblige) pour atteindre les fameux INDCs; pas question non plus de l'encourager, l'Allemagne ne l'aurait pas voulu ! Il est amusant de noter que beaucoup de gens s'exprimant en anglais parlant de *clean energy* se voyaient traduits en français par *énergies renouvelables,* un contresens car pour les anglicistes *la clean energy (soit énergie propre)* comprend l'énergie nucléaire alors que les *énergies renouvelables* excluent celle-ci.
- Pas la peine, non plus, de mentionner les énergies renouvelables comme une panacée universelle, celles-ci sont toutefois mentionnées pour l'Afrique ensoleillée et dépourvue de grand réseau de distribution d'électricité. Un tel contexte est courant en Afrique et, pour une utilisation locale, l'énergie solaire est particulièrement attrayante et efficace dès aujourd'hui.
- L'hydraulique pas plus que la biomasse ne sont citées.
- Au total, aucune énergie bas carbone n'est exclue mais aucune n'est favorisée dans l'Accord et c'est heureux car toutes seront nécessaires et, à plusieurs occasions l'accent est mis sur la nécessaire recherche de l'efficacité énergétique.
- Au diable la Taxe Carbone – un instant envisagée – et qui serait pourtant un excellent moyen pour inciter à réduire les émissions et pour contribuer à financer les 100 milliards de dollars mais qui pourrait pénaliser la croissance de certains grands pays. L'Europe pourra toujours essayer de bricoler sa taxe dans son coin !
- Les transports nécessitent beaucoup d'énergie, le plus souvent d'origine fossile mais pas question de contraindre le transport aérien ou le transport maritime, ils représentent si peu de choses (5%). Du reste il semble bien que la profession du transport aérien soit en voie de fixer sa réglementation.

Il reste donc encore beaucoup de pain sur la planche, espérons que, contrairement à la COP21, les futures COP n'hésiteront pas à aborder sérieusement les aspects techniques liés aux différentes options.

Accord juridiquement contraignant vous a-t-on dit avant la négociation, vous a-t-on redit après. On a oublié de vous dire que le texte présenté en clôture de la conférence est constitué de deux parties :

- (a) les conclusions de l'accord (décisions, propositions, demandes, invitations, recommandations) qui s'adressent aux parties à la Conférence, à l'ONU à son agence chargée du suivi, et aux responsables des futures COP et qui – bien que formellement acceptées – ne sont pas juridiquement contraignantes ; et
- (b) l'annexe qui constitue l'Accord proprement dit et est juridiquement contraignant au sens du droit international de l'environnement… encore que l'ONU qui gérera l'accord n'a pas en soi le pouvoir de sanctionner telle ou telle partie défaillante ou en retard, …elle a le devoir de rendre compte devant la communauté internationale mais pas de prendre des sanctions. Le Protocole de Kyoto comportait des sanctions mais elles n'ont jamais été appliquées ; du reste elles étaient inapplicables car les parties dénonçaient l'accord avant de devenir défaillantes.

L'accord ne comporte par ailleurs aucun dispositif de contrôle direct ou indirect des émissions ou du respect des INDCs, point essentiel que les grands pollueurs n'étaient pas prêts à accepter. On peut bien sûr imaginer que dans quelques temps l'ONU disposera d'outils (satellites) pour apprécier les émissions, on peut aussi imaginer la mise au point de procédures d'évaluation communes dont l'application donnerait lieu à audits. Le temps viendra, mais pour l'instant on en reste aux évaluations indirectes. Gageons que la Chine résistera jusqu'au jour où elle sera devenue vertueuse (2025 ou 30). En attendant les objectifs volontaires déclaratifs de 2015 deviendront en 2016 des engagements devant être revus à la hausse périodiquement : sur quelle base objective cela pourra-t-il être apprécié ?

La prochaine COP devra se pencher rapidement sur ce sujet. Il y aura là à l'évidence un moment de vérité et de suspens car les révisions périodiques risquent d'être douloureuses pour certains. Les INDCs, sans être juridiquement contraignantes devant un tribunal international qui n'existe pas mais dont certains rêvent, deviendront une épée de Damoclès quand un pays pris *'en infraction'* se verra exposé à l'opprobre de ses pairs. La pression collective, sociale, et peut-être morale, ne manquera pas alors de s'exercer à leur encontre mieux sans doute que des sanctions au sens propre. Il faut craindre que certains Etats ne s'aperçoivent un jour qu'ils se sont engagés imprudemment dans une seringue allant se rétrécissant alors qu'ils ont sous-estimé la difficulté des efforts à réaliser ou pire qu'ils aient masqué le niveau réel de leur entrée dans le système, par erreur ou par tromperie. Toute une gouvernance reste donc à créer.

La planète, l'humanité ne sont à l'évidence pas encore sauvées. Un tournant a été pris, un grand pas dans la bonne direction a été fait. Si ceux-ci ne conduisent pas encore à la terre promise comme certains l'espéraient cette conférence marque peut-être une prise de conscience au niveau planétaire. Les choses vont lentement : Rio c'était en 1992, Kyoto en 1998, Copenhague en 2009, Paris en 2012, beaucoup s'en lamentent et regrettent que le processus de révision des INDCs donne autant de temps au temps. Le temps perdu ne se rattrapera pas, or il y a urgence et le retard s'avèrera coûteux.

S'il nous est permis de rêver, espérons que ce premier accord réellement universel, conclu à Paris le 12 décembre 2015, soit vu comme la toute première manifestation de la communauté internationale dont on entend parler depuis des décennies sans l'avoir jamais vue à l'œuvre.

Retour haut⮥

L’évolution du secteur énergétique

Guy Ducroux

Les fêtes de Noël approchent : **le père Noël existe-t-il encore** ? La réponse est oui, en la personne de Bill Gates qui vient de rallier 25 milliardaires, aux énergies propres, pour créer un fonds privé de plusieurs milliards de dollars afin de financer la recherche en énergies propres, et la rendre accessible aux plus pauvres. « Nous devons développer des sources d’énergies qui soient moins chères que les hydrocarbures » a fait valoir Bill Gates à l’ouverture de la COP21. Etats, investisseurs, et industriels tournent le dos au charbon avant la COP21, répondant à des préoccupations à la fois écologiques, économiques et d’image. La réunion de l’OPEP (Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole) du début décembre a confirmé le maintien de son niveau de production de 30 millions de barils par jour et fait chuter les prix sous la barre des 40 dollars, au plus bas depuis sept ans. En France, la libéralisation du marché de l’électricité s’accélère pour les professionnels avec la fin des tarifs réglementés à compter du 1er janvier 2016. La France, pour ses besoins en électricité, retrouve des marges de sécurité en matière d’approvisionnement jusqu’en 2020 due à une consommation déclinante, selon RTE (Réseau de Transport d’Electricité). Les énergies renouvelables ont assuré en France 19% de la consommation électrique entre 2014 et 2015, l’éolien est en retard, le solaire en avance sur le programme définit par le gouvernement. Quant à l’énergie nucléaire, il faudra bien, d’ici quelques années, se préparer à construire de nouveaux réacteurs EPR NM (Nouveau Modèle) pour remplacer les anciens, même avec une capacité de production nucléaire limitée à 63,2 GW par la loi récente de la transition énergétique.

Le Pétrole

Abondant, pas cher en 2016 et peut-être pour longtemps

Plateforme pétrolière dans la baie de Seattle

Seul un évènement géopolitique majeur pourrait bouleverser selon l’AIE (Agence Internationale de l’énergie) un niveau de prix autour de 50 dollars. La production mondiale d’octobre s’est élevée à 97 millions de barils par jour soit deux millions de plus que l’an dernier. La demande reste importante et va continuer à croître à 95.8 millions en 2016 et 107 millions en 2040.

Les besoins de pétrole dans les transports ne sont pas près de se tarir. Certes l’Union Européenne, les États-Unis, le Japon devraient réduire leur consommation mais les BRICS

(Brésil, Russie, Inde, Chine, Afrique du Sud) devraient prendre le relais **Le marché reste profondément déséquilibré avec une offre excédentaire.**

Pourtant, si la logique économique est respectée, la situation actuelle ne devrait pas durer longtemps : les prix bas conduisent les sociétés pétrolières à abandonner les gisements les moins rentables et à réduire leur investissement ce qui à terme contribue à réduire l'offre et à faire remonter les prix. Cette phase d'ajustement est en cours, de nombreux projets sont abandonnés dans l'Arctique, l'offshore profond ou les sables bitumineux au Canada. Dans le même temps d'autres pays augmentent leur production.

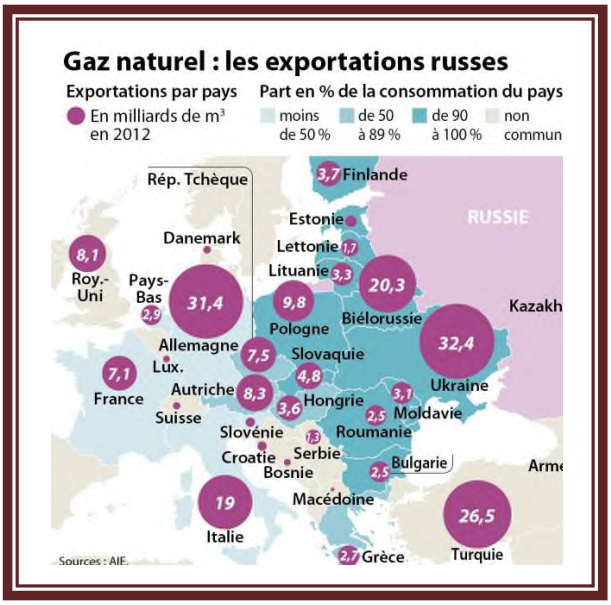
L'Arabie Saoudite a accru sa production de 500.000 barils/jour en un an, l'Irak de 200.000, la Russie de 300.000 et L'Iran a annoncé, le 4 décembre à la réunion de l'OPEP, son retour sur le marché avec un million de barils/jour dès la fin des sanctions occidentales prévue en 2016. Par ailleurs, les recettes pétrolières soutiennent, de manière cruciale, les économies de ces pays.

Quant aux États-Unis, premier producteur mondial de pétrole, la réponse de Bob Ineson, Directeur Général du cabinet d'études IHS, est stupéfiante ! « Nous n'avions pas anticipé le ralentissement chinois et la décision de l'Arabie Saoudite de maintenir son niveau de production pour nuire à la concurrence ». Aujourd'hui plus de la moitié des compagnies américaines affichent des coûts d'exploitation supérieurs à 51 dollars donc à perte et les meilleures extrait du pétrole à 20 dollars le baril selon Moody's. Les capitaux levés par les pétroliers américains se chiffrent en milliards par trimestre. En effet, contrairement aux « majors » pétrolières, les producteurs de gaz et de pétrole de schiste doivent forer des puits en permanence. Ils ont donc un besoin constant de capital et les banques ont soutenu les petits producteurs au-delà du raisonnable. Au total, l'endettement du secteur s'élevait, fin juin, à 169 milliards de dollars selon Factset (Institution financière US). « Les banques encouragent leurs clients à céder des actifs ou se faire racheter par un fonds d'investissement » explique-t-on chez Alphavalue. « L'argent facile a dopé la production de pétrole américain au-delà du raisonnable » précise Edward Morse, en charge des matières premières chez Citigroup. Goldman Sachs va jusqu'à évoquer « une bonne purge pour le secteur » et de renchérir « La meilleure chose qui puisse lui arriver, c'est un baril à 40 dollars pendant au moins six mois » estime-t-on chez Wells Fargo.

L'Europe

Gazprom espère un accord amiable avec la Commission Européenne

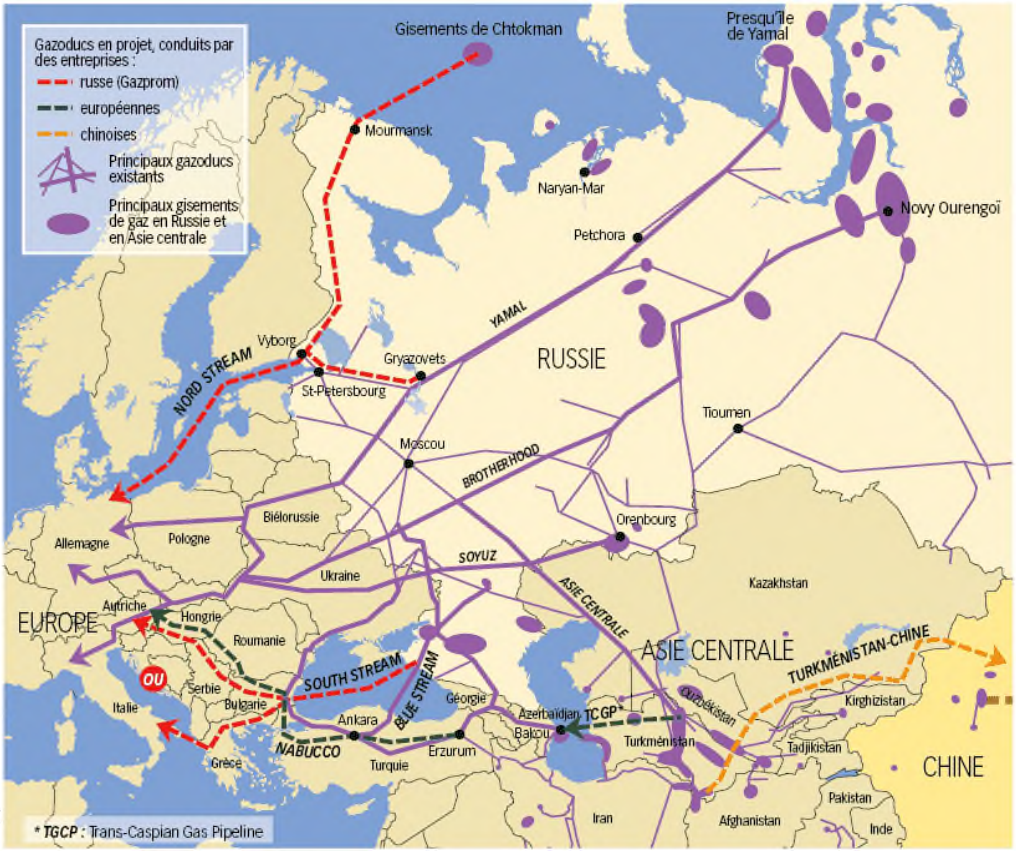
Depuis cinq ans, la Commission européenne enquête sur les pratiques anticoncurrentielles de Gazprom, détenu à 51% par l'Etat russe, car l'U.E.est largement dépendante du gaz russe qui représente près de 25% de ses importations devant la Norvège, l'Algérie et le Qatar. Margrethe Vestager, commissaire à la concurrence, et ses services pourraient lui imposer des « mesures correctives » et une amende d'au plus 10% de son chiffre d'affaires soit pas loin de 10 milliards d'euros. Elle estime



que Gazprom pratique des prix trop élevés dans cinq pays de l'Union, elle dénonce les interdictions faites à certains clients de revendre à des tiers le gaz acheté à Gazprom et elle pointe des abus de position dominante en Pologne et en Bulgarie. La commission a reçu le 18 septembre une lettre de Gazprom proposant des aménagements.

Alternatives Économiques

Les gazoducs en Europe de l'Est



Engie (ex. Gdf-Suez) encourage Gazprom à gagner des parts de marché en Europe

Engie monte au capital de 9 à 10% de NorthStream 2, qui double un gazoduc déjà existant reliant la Russie à l'Allemagne par le lit de la mer Baltique. Gazprom transportera 55 milliards de m^3 de gaz. Les sociétés BASF, E.On, OMV, Shell et Engie détiennent chacun 10% du projet.

Rappelons que Nabucco, projet de gazoduc des années 2000 a été lancé par l'U.E., avec l'appui politique des Etats-Unis, pour renforcer la sécurité d'approvisionnement en gaz en dépendant moins de la Russie. Pour contrer l'U.E., Vladimir Poutine a lancé dès 2007 la construction du projet « South Stream » avec le soutien de Silvio Berlusconi. Ce pipeline contournant l'Ukraine devait fournir jusqu'à 63 milliards de mètres cubes par an aux pays européens grâce à deux branches, l'une vers l'Autriche, l'autre vers les Balkans et l'Italie. South Stream avançant plus vite grâce à la participation de grands groupes européens (ENI à (20 %), EDF (15 %) et l'allemand Wintershall (15 %), filiale de BASF, ce qui en dit long sur la solidarité au sein de l'Europe, la Commission européenne avait finalement mis Nabucco en

sommeil. M. Poutine a justifié, également, l'arrêt de South Stream par l'opposition de l'Union européenne au passage du gazoduc sur le territoire de ses Etats membres, notamment la Bulgarie. Il s'agissait d'un projet très politique puisqu'il avait été conçu pour dissuader l'UE de mener à bien son projet Nabucco.

Aujourd'hui, Moscou se tourne vers l'Asie. La Chine et la Russie ont signé en mai dernier un énorme contrat de fourniture de gaz de 38 milliards de m^3 de gaz russe par an pendant trois décennies pour un montant total estimé à 400 milliards de dollars, un débouché bienvenu à un moment de tension avec l'U.E..

Les Energies renouvelables : le solaire et l'éolien

Bruxelles ne baisse pas sa garde vis-à-vis de Pékin dans le Solaire

L'U.E. prolonge de 15 mois les mesures protectionnistes mises en place il y a deux ans devant l'afflux de panneaux solaires made in China. L'accord entre l'U.E. et la Chine fixait un prix plancher aux cellules photovoltaïques venues de Chine suite aux importations européennes de 2011 qui s'élevaient à 21 milliards d'euros ! En mai 2015, Bruxelles a lancé une enquête à l'encontre de producteurs chinois soupçonnés de faire transiter leur marchandise par d'autres pays asiatiques (Taïwan et Malaisie). Cette initiative antidumping intervient pour soutenir les producteurs de panneaux solaires européens pour lesquels le marché du solaire photovoltaïque se développe à marche forcée et pourrait représenter jusqu'à 12% de la consommation européenne d'électricité en 2030.

L'Inde conduit une alliance internationale pour l'énergie solaire

Le premier ministre indien, Narendra Modi et François Hollande ont lancé à la COP21 une alliance nommée ISA, pour International Solar Alliance, entre pays développés disposant de technologies dans le solaire et pays en voie de développement situés entre les tropiques du cancer et du capricorne qui ont un fort ensoleillement étant proche de l'équateur. L'Alliance regroupe 121 pays dont l'Inde, la France, les Etats-Unis, la Chine, l'Indonésie, le Soudan, le Bangladesh et le Royaume-Uni. Elle vise des investissements de plus de 1000 milliards de dollars jusqu'en 2030, entend développer et déployer de nouvelles technologies à bas coût. L'Inde va assurer pendant les 5 premières années le secrétariat général de l'ISA dont la mise de fonds initiale sera apportée notamment par la France et les Pays-Bas.

En France

Au rythme actuel de développement de **l'éolien terrestre**, la France n'atteindra pas son objectif de 19.000 mégawatts (MW) installés en 2020. C'est l'une des conclusions publiées en octobre par RTE. Au 30 juin 2015, le parc éolien terrestre représentait une capacité de 9.800 MW et assurait 3,7% de la consommation électrique au cours des 12 derniers mois. L'objectif parait impossible compte tenu de la guérilla juridique menée par les associations anti éolien. Ségolène Royal, a annoncé que le prix de 85 euros par MWh produit s'appliquerait au moins jusqu'en 2018. Quant aux 6.000 MW en mer annoncés pour 2020, ils se résument à 3.000 MW sur six parcs et n'entreront en service qu'entre 2018 et 2022.

A l'inverse, **l'énergie solaire**, 1,4% de la consommation électrique, rencontrant moins de résistance, a connu un développement plus rapide que prévu. Le gouvernement a relevé son

objectif initial de 5.400 MW pour le porter à 8.000 MW en 2020 et 1880 MW sont en attente de raccordement.

Les résultats d'un appel d'offres lancé début 2014 par le gouvernement, pour l'installation de 800 MW de capacités photovoltaïques, ont permis de retenir 212 lauréats. Le tarif moyen auquel l'électricité produite sera vendue a baissé depuis le dernier appel d'offres, à 129 euros le MWh pour les grandes toitures (-18%), 82 euros pour les centrales au sol (-23%), et 124 euros pour les ombrières (-15%). Les projets retenus représentent un milliard d'euros d'investissement et une production annuelle de 1,1 TWh.

La plus puissante centrale photovoltaïque d'Europe installée près de Bordeaux.

En pleine COP21, a été inauguré, le mardi 1er décembre 2015, le plus grand parc photovoltaïque d'Europe à Cestas en Gironde.

Centrale solaire de Cestas Clemessy Gimbal Prod © Clemessy.

Eiffage, au travers de sa filiale Clemessy (mandataire), et Schneider Electric ont remporté en consortium avec l'allemand Krinner en novembre 2014 le contrat de conception, construction, opération et maintenance du plus grand parc solaire d'Europe pour un montant de 285 millions d'euros. La centrale de Cestas, près de Bordeaux (Gironde), réalisée pour le compte de **Neoen**. Cette société française créée en 2008 et détenue par Impala SAS, Omnes Capital et Bpifrance, va pouvoir vendre l'énergie produite à 105 € le MWh.

Elle est entrée en service en octobre 2015 et représente une puissance globale de 300 MWc. Le parc devrait produire chaque année plus de 350 gigawatts-heure. Il occupe une surface de plus de 260 hectares avec 985.000 modules posés sur 16.544 tables, elles-mêmes reposant sur 204.000 fondations vissées et qui sont reliées par 5.000 km de câbles.

Les prix de l'électricité

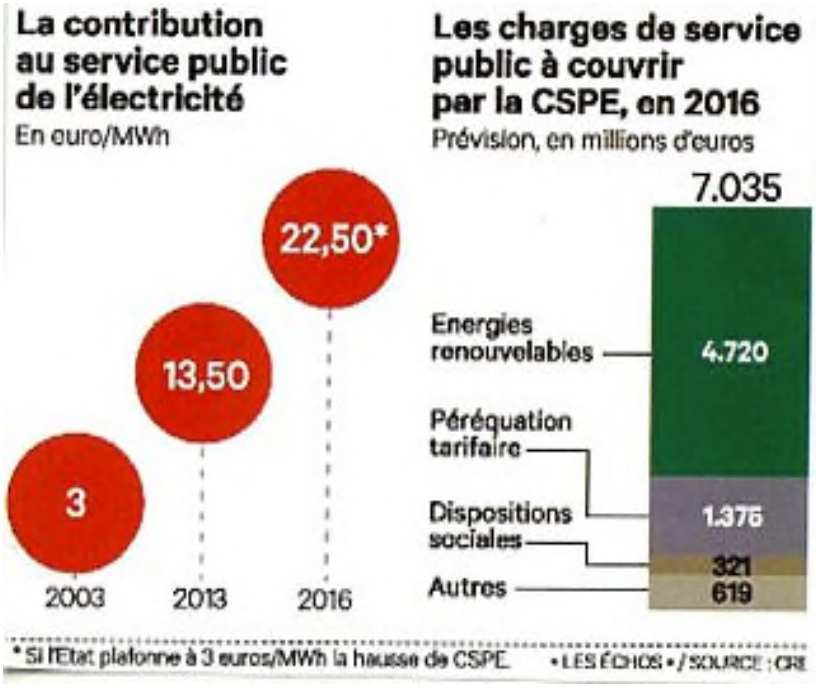
La libéralisation du marché s'accélère, pour les professionnels avec la fin des tarifs réglementés à compter du 1er janvier 2016. Fin octobre 2015, 75.000 entreprises sur les 450.000 clients professionnels concernés par ces mesures, sont passées à l'offre de marché, souligne la CRE (Commission de Régulation de l'Energie). Un tiers d'entre elles ont opté pour les fournisseurs alternatifs (Engie, Direct Energie…) tandis que les autres sont restés fidèles à l'opérateur historique mais à un prix de marché. Cette libéralisation aiguise les appétits : Total, via sa filiale Total Energie-Gaz, a officialisé son entrée sur le marché français. Sa filiale alimente déjà 35.000 sites en gaz et vise 175.000 sites - gaz et électricité – d'ici 10 ans avec une multiplication des volumes par trois. Total entend donc devenir l'un des concurrents d'EDF.

Vers un allègement de la taxe sur le solaire et l'éolien… en 2017

Une réforme vise à transférer la hausse annuelle de CSPE (Contribution au Service Public de l'Electricité) sur les énergies fossiles à compter de 2017, taxe payée par les consommateurs d'électricité pour financer le développement des énergies renouvelables, la péréquation tarifaire (qui permet de payer un prix unique où que l'on habite) et les tarifs sociaux.

Ces charges vont bondir l'an prochain à plus de 7 milliards d'euros, aux deux tiers liées au développement des énergies renouvelables. Un plafonnement à 3 euros par MWh de la hausse de la CSPE au 1er janvier 2016 devrait être appliqué afin de limiter la flambée des factures. La CSPE représentera à elle seule 16% de la facture de chaque consommateur !

Début 2017, le développement des énergies renouvelables sera supporté par les consommateurs d'énergie fossile (gaz, carburants…) au travers de la contribution climat énergie (CCE).



Retour haut⤴

ENR versus EPR

Quel est économiquement le meilleur placement de l'argent du citoyen français consommateur d'électricité, entre :

(A) les 7 milliards d'euros de surcoût d'investissement du prototype de réacteur EPR (dont le retard a obligé à réviser le coût de construction initial de 3,5 milliards d'euros à 10,5 milliards d'euros), ou

(B) les 2,1 milliards d'euros de la taxe CSPE des factures électriques domestiques 2014 consacrés au financement de l'électricité solaire photovoltaïque ?

Bonne réponse : A

Explications

Dépense (B) : les 2,1 milliards d'euros représentent la part de la CSPE (contribution au service public de l'électricité) qui finance les surcoûts d'achat des kWh solaires photovoltaïques, sur un total CSPE de 6,2 milliards d'euros en 2014. Rappelons que la CSPE finance la solidarité sociale et géographique de l'électricité et, depuis 2008, les subventions aux producteurs de kWh solaires, éoliens et de cogénération; le solaire photovoltaïque en est le premier bénéficiaire avec 2,1 milliards d'euros qui ont financé les 5,9 milliards de kWh produits en 2014. Cet effort représente en moyenne **35 centimes d'euro par kWh**. La loi impose de répéter cet effort chaque année pendant 20 ans ; effort d'ailleurs croissant puisque la CSPE augmente tous les ans du fait qu'elle cumule les nouveaux contrats venant s'ajouter chaque année aux précédents. 35 c€/kWh est une moyenne et certains petits producteurs d'électricité solaire de la 1ère heure (2009) touchent même 63 c€/kWh pour la revendre à la collectivité, se gardant bien de la consommer, la loi les autorisant à vendre via EDF à 63 c€/kWh et à racheter de l'électricité essentiellement nucléaire à 5,5 c€/kWh pour leur consommation (note : 5,5 c€/kWh c'est la part énergie de nos factures hors acheminement et taxes). La différence 63 c€/kWh moins 5,5 c€/kWh est financée par la CSPE de nos factures pour encourager le développement du solaire.

Dépense (A) : l'EPR de Flamanville va produire 10 milliards de kWh par an pendant 60 à 80 ans ; son surcoût de construction de 7 milliards d'euros représente donc environ **1 centime d'euro par kWh, soit 35 fois moins** que nos très chers kWh solaires. On peut aussi remarquer que le coût de l'EPR est essentiellement dépensé en France et alimente des emplois français. Les panneaux photovoltaïques sont en majorité made in China, et ont par ailleurs une empreinte carbone non négligeable du fait de l'énergie charbon utilisée dans leur énergivore procédé de fabrication.

Retour haut⤴

L'actualité des réacteurs

Claude Seyve

L'AIEA met à jour ses prévisions :

Pour l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, la production d'électricité d'origine nucléaire continuera à progresser au niveau mondial, mais de manière plus modérée par rapport à ce qui était attendu. C'est ce qui ressort de son dernier rapport annuel: « Energy electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050.

http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/rds1-35web.pdf

Plusieurs facteurs ont influencé cette modération: le bas prix du gaz, les subventions aux énergies renouvelables et la situation économique privilégiant des options à court terme peu exigeantes en capital.

La moitié des 438 réacteurs en service dans le monde a plus de 30 ans. Dans son scénario le plus pessimiste, L'AIEA prévoit un maintien de la capacité mondiale et une multiplication par un facteur 1,7 dans un scénario plus optimiste

Quelques chiffres à l'horizon 2030 (en GWe installés) :

Zone géographique/pays	Actuellement	Scénario pessimiste	Scénario optimiste
Inde	6,9	26	44
Extrême Orient dont Chine	87,0	132	219
Europe Orientale dont Russie	49,7	64	94
Europe occidentale	113,7	63	112
Amérique du Nord	112,1	92	140

A l'attention des nouveaux entrants dans le nucléaire, l'AIEA a mis à jour son guide « Milestones in the development of a national infrastructure for nuclear power ». D'après l'Agence, plus de 30 pays devraient accéder à l'énergie nucléaire et 15 ans leur seront nécessaires pour mettre en place l'infrastructure car la responsabilité générale d'un programme nucléaire incombe à chaque pays et ne peut être déléguée.

http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10873/Milestones-in-the-Development-of-a-National-Infrastructure-for-Nuclear-Power

FRANCE : le débat autour du démarrage de L'EPR de Flamanville et de l'arrêt de Fessenheim se poursuit. EDF a annoncé un nouveau calendrier de démarrage :

- Fin des montages mécaniques du circuit primaire : 1er trimestre 2016
- Achèvement des montages électriques et début des essais : 1er trimestre 2017
- Démarrage du réacteur : 4ème trimestre 2018

Le démarrage du réacteur finlandais est également prévu pour 2018. Ce sont les deux EPR de Taishan en construction depuis 2009 et 2010 qui démarreront les premiers en 2016 et 2017. Edf, après avoir resserré le management du projet et clarifié les relations avec les entreprises et l'autorité de sûreté se déclare très confiant dans la bonne issue du projet malgré un coût de prototype de quelque 10.5 milliards d'euros. C'est sur la base de cette expérience, et du retour de Taishan, qu'un nouvel EPR tête de série devrait être défini, avec le concours de l'industrie chinoise, pour première application sur le site d'Hinkley Point en Grande Bretagne. (Voir plus loin)

Ce décalage du démarrage de Flamanville donne du mou pour l'arrêt critiqué de Fessenheim. Rappelons que la seule contrainte légale aujourd'hui, issue de la très controversée loi de transition énergétique qui est loin d'avoir fait l'unanimité est le plafonnement de la capacité nucléaire totale à 62,3 MWe, ce qui conduirait à fermer Fessenheim pour démarrer Flamanville. Un non-sens industriel et économique alors que Fessenheim a reçu toutes les autorisations de sûreté nécessaires Mais le sujet est tabou et les prises de positions courageuses peu nombreuses.

Par ailleurs la prolongation de l'exploitation des réacteurs par tranches de 10 ans se poursuit. L'autorité de sûreté a donné son accord pour Tricastin 3 au cours du trimestre.

BELGIQUE : L'horizon s'éclaircit

Doel 1 et 2 pourront fonctionner 10 ans de plus : La loi belge, limitait à 40 ans le fonctionnement des réacteurs. De ce fait, Doel 1 démarré en 74 était à l'arrêt depuis le 15 février 2015. En juin, la chambre des députés belge a autorisé la prolongation de 10 ans de l'exploitation des réacteurs, Ainsi Doel 1 pourra fonctionner jusqu'en février 2025 et Doel 2 jusqu'en décembre de la même année.

D'autre part, après plus d'un an d'enquête, l'autorité de sûreté belge autorise le redémarrage de Tihange 2 et Doel 3, les défauts découverts à l'été 2012 dans le matériau de la cuve ayant finalement été jugés sans incidence sur le fonctionnement des réacteurs. A l'entrée de l'hiver la Belgique retrouve donc son parc de réacteurs qui correspond à 48% de sa consommation électrique.

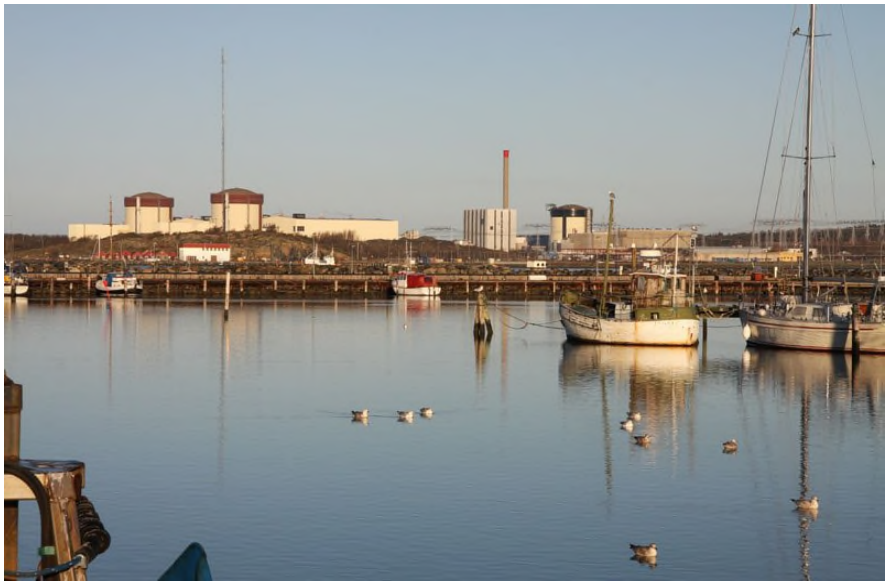
GRANDE-BRETAGNE : EDF et le chinois CGN ont signé un accord stratégique d'investissements sur la construction de nouveaux réacteurs. Cet accord, signé à Londres en présence de David Cameron et du président chinois Xi Linqing, vise la construction en commun de deux EPR sur chacun des sites de Hinkley Point et Sizewell B, ainsi que de deux tranches de type chinois Hualong-One sur le site de Bradwell. Edf participera à 66,5 % au projet Hinkley point, en se réservant la possibilité de l'ouvrir à d'autres partenaires tout en conservant la majorité, CGN participant à hauteur de 33,5 %. La première tranche devrait entrer en service en 2025. Sur le site de Sizewell les participations seraient de 80% pour EDF

et 20% pour CGN. Les deux parties conviennent par ailleurs de lancer ensemble le processus d'homologation du réacteur chinois Hualong-One en Grande Bretagne. L'objectif est la construction de deux réacteurs sur le site de Bradwell avec une participation chinoise de 66,5% et 33, 5% pour EDF.

SUÈDE : 4 réacteurs vont s'arrêter

L'allemand Eon a décidé de ne plus investir dans les travaux de mise à niveau des deux réacteurs d'Oskarshamm 1 (473 MWe) et 2 (638MWe), ce qui conduit à programmer leur arrêt définitif. En cause un nouveau système de refroidissement trop couteux ainsi que les nouvelles taxes frappant l'exploitation. Ces deux réacteurs étaient de trop petite taille pour justifier des investissements importants Seul Oskarshamm 3 (1400 MWe) continuera à fonctionner. Cette décision était fortement contestée par l'actionnaire minoritaire, le finnois Fortun Oil qui détient 45,5 % d'OKG.

Il en va de même pour Ringhals 1(BWR 878 MWe) et 2 (PWR 807 MWe). Vattenfall a décidé contre l'avis de son actionnaire minoritaire (…Eon!) de limiter les investissements, ce qui ramène l'arrêt de ces réacteurs à 2020 au lieu de 2025. En revanche, pour Ringhals 3 et 4, Vattenfall s'en tient à une durée de vie de 60 ans.



RÉPUBLIQUE TCHÈQUE : le gouvernement tchèque a approuvé le « plan d'action national » prévoyant la construction de nouveaux réacteurs à Dukovany et Temelin.

ROUMANIE : les discussions avec le Chinois CGN progressent pour l'achèvement des tranches 3 et 4 de Cernavodă. Une déclaration d'intention a été conclue le 22 octobre. Deux tranches Candu 6 sont déjà en exploitation à Cernavodă tandis que les Chinois ont construit et démarré deux réacteurs de même type à Quinshan. Le Canadien Candu Energy avait conclu en 2014 un accord avec le chinois CNPEC visant l'achèvement de Cernavodă 3 et 4.

Retour haut⮥

SLOVÉNIE : 20 ans de plus pour Krsko

Cette centrale Westinghouse a été construite en Slovénie à quelques km de la frontière croate, du temps de la Yougoslavie où Tito jouait habilement entre l'Est et l'Ouest. Elle alimente la Croatie et la Slovénie. Après d'âpres discussions entre les deux pays, devenus indépendants, sur la propriété du réacteur, il a été partagé à 50/50. Une commission présidée par les deux ministres concernés gère le réacteur. Elle a décidé de prolonger sa durée de vie jusqu'en 2043.

Pour la petite histoire, du temps de la Yougoslavie, certains laissaient entendre que le combustible fourni par Westinghouse était payé à travers des accords de troc par lesquels ce pays livrait des fruits et légumes aux bases américaines en Europe…

RUSSIE :

A Dimitrovgrad la construction du réacteur à neutrons rapides à haut flux MBIR démarre. D'une puissance thermique de 150 MW il remplacera le vieux réacteur de recherche Bor 60 à partir de 2020. Ainsi ce centre de recherche, le RIAR, avec qui le CEA collabore activement, confirmera sa position de pointe dans le cadre du développement des réacteurs de génération IV. Il a d'ailleurs récemment conclu un accord avec le Coréen KAERI.

Le mastodonte Atomenergomash reprend du service.

AEM vient de terminer la cuve destinée au premier réacteur biélorusse. Cette entreprise n'avait pas fabriqué de cuve depuis 1986 et avait progressivement perdu de sa compétence depuis la fin de l'URSS. La partie nucléaire, rachetée par Rosatom en 2012, a été remise à niveau. Elle fabriquera en particulier les pièces destinées aux centrales russes (Novo Voronej et Rostov), turque (Akkuyu) et indienne (Kudankulam).

UKRAINE : le parlement s'est prononcé pour l'annulation de l'accord avec la Russie pour l'achèvement de Khmelnitsi 3 et 4 signé sous le gouvernement de Victor Ianoukovitch. En cause, officiellement, des taux d'intérêt inacceptables proposés par les banques russes. Rappelons que l'électricien ukrainien a signé un contrat avec AREVA pour diversifier ses sources d'approvisionnement.

IRAN : l'Iran fait son shopping en Chine. A la suite des accords conclus entre l'Iran et les pays du « P5 +1 » le réacteur à eau lourde IR 40 d'Arak doit être modifié de manière à ce qu'il ne produise plus de plutonium. CNNC s'est mis sur les rangs pour mener à bien cette opération. A l'occasion de son voyage en Chine, le Directeur de l'Atomic Energy Organisation of Iran (OEAI) s'est également intéressé aux projets de petits réacteurs ACP 100 de 310 MWth.

EMIRATS ARABES UNIS : le premier béton de Barakah 4 a été coulé. D'après l'Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC) la tranche 1 est achevée à 81% et sera mise en service en 2017, les 3 autres tranches suivant à un an d'intervalle. La puissance totale de la centrale sera alors de 5600 MWe.

EGYPTE : la Russie et l'Egypte ont signé un accord de coopération portant sur la construction de 4 tranches de 1200 MW à El Daaba.

CHINE : la Chine poursuit à un rythme soutenu la montée en régime de son programme nucléaire. En cette fin 2015 elle est devenue, dépassant la Corée du Sud et la Russie, le quatrième pays, avec une puissance installée de 25 MWe derrière les Etats Unis (98,6) , la France (63,1) et le Japon (40,3). En tenant compte des 25 tranches nucléaires actuellement en cours de construction la capacité nucléaire chinoise devrait passer à 48 MW à l'horizon 2020.

Au cours de ce semestre, la Chine a démarré 5 réacteurs:

- 4 CPR 1000: Yangjiang 2 et 3 dans le Guangdong, Fuqing 2 dans le Fujian et Fangchenggang 1 dans le Guangxi près de la frontière vietnamienne
- 1 CNP 600 à Changjiang sur l'île de Hainan.
- Tous ces réacteurs ont été construits en moins de 6 ans.

CORÉE : le chargement en combustible de Shin-Kori 3 a commencé. Il s'agit d'une étape importante, ce réacteur étant la tête de série du type coréen APR 1400 que la Corée a vendu aux Emirats Arabes Unis et compte proposer lors des consultations internationales.(notamment Afrique du sud et Pologne). Trois autres APR 1400 sont en construction en Corée et 4 en projet.

Retour haut⮥

JAPON : le nucléaire japonais redémarre prudemment :

Sendai 1 et 2 de Kyushu sont maintenant opérationnels tandis qu'Ikata 3 a reçu toutes les autorisations nécessaires y compris celle des autorités locales. Son démarrage est affaire de mois. Takahama 3 et 4 ont obtenu l'autorisation des autorités de sûreté et fin décembre le tribunal a finalement rejeté les plaintes déposées par des opposants de sorte que le démarrage des deux réacteurs est prévu fin janvier et fin février. A noter que Takahama 3 comporte des combustibles MOX. Le gouvernement japonais table, après ces remises en service progressives, sur une part de l'électricité nucléaire de 20 à 22 % en 2030.

Tandis que la population commence à se réinstaller dans les zones évacuées autour du site de Fukushima. En effet le gouvernement japonais a levé en septembre l'ordre d'évacuation de la localité de Naracha. C'est la première des 7 localités totalement évacuées au moment de l'accident à pouvoir à nouveau être habitée. La plupart des ordres d'évacuation devrait être levée d'ici à fin 2017 d'après les instances japonaises

A l'occasion du sommet France-Japon, Manuel Valls et Shinzo Abe ont souligné dans une déclaration commune le rôle du nucléaire et en particulier sa contribution à la sécurité d'approvisionnement, à la compétitivité de l'économie et à la lutte contre le changement climatique. Les deux parties se sont félicitées de la coopération entre les industriels français et japonais et en particulier le développement entre Areva et Mitsubishi du réacteur ATMEA, retenu pour équiper le deuxième site turc, Sinop.

L'AIEA a publié un important rapport sur l'accident de Fukushima. :

http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10962/The-Fukushima-Daiichi-Accident

Fruit d'une collaboration de quelques 180 experts issus de 42 pays, il tente d'expliquer ce qui s'est passé et comment un tel accident a pu se produire. Yukiya Amano, le Directeur général de l'Agence, n'hésite pas à considérer que l'auto satisfaction a été une des causes de l'accident, le Japon, estimant que ses centrales étaient sûres, n'était absolument pas préparé à un tel accident tant du côté de l'exploitant que des autorités de sûreté.

Voir plus loin (pages 27 à 31) l'analyse de ce rapport par François Justin.

AREVA poursuit les ventes de son système de décompression à filtre (Filtered Containment Ventilation System (FCVS). Chubu a passé commande du système pour permettre le redémarrage de Hamaoka 4, un BWR de 1092 MWe. C'est la 14ème commande japonaise pour cet équipement. Le Coréen KHNP a également confirmé une commande pour Wolson 2 et 3 l'équipement de Wolson 1 s'étant révélé satisfaisant. A ce jour le système FCVS équipe 70 réacteurs dans 12 pays.

ÉTATS-UNIS : un nouveau réacteur démarre.

Il s'agit de Watts Bar dont l'histoire est originale: La construction de ce PWR de 1165 MW a été lancée en 1972 et arrêtée en 1985. Le propriétaire Tennessee Valley Authority a décidé en 2008 de reprendre la construction de ce réacteur devant l'évolution de la demande. Après 8 ans de travaux d'inspection, l'autorité de sûreté américaine, NRC, vient de donner son feu vert pour 40 ans d'exploitation. Watts Bar 2 devrait démarrer début 2016

Par ailleurs de nombreux réacteurs demandent l'autorisation de prolonger de 20 ans soit jusqu'à 60 ans leur durée d'exploitation. On en est à 78 tranches. Récemment ce sont Sequoyah 1 et 2 et Byron 1 et 2 qui ont reçu l'autorisation définitive qui leur permet de poursuivre leur exploitation jusque dans les années 2040.

Le Président OBAMA renforce le soutien à l'énergie nucléaire.

A l'occasion d'un sommet sur l'énergie nucléaire tenu à la Maison Blanche, le Président OBAMA a lancé le «GAIN» Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear. Il s'agit de permettre à l'industrie d'avoir un meilleur accès au soutien technique, réglementaire et financier des organes fédéraux afin de développer efficacement les concepts nucléaires avancés, tout en continuant de garantir la sûreté, la fiabilité et la rentabilité des installations existantes. https://gain.inl.gov/SitePages/Home.aspx

Dans sa prise de position, la Maison Blanche souligne que les investissements du DOE dans le nucléaire assurent 3 piliers fondamentaux pour le pays « la compétitivité économique, la sécurité énergétique et la responsabilité écologique ».

ARGENTINE ET CHINE :

En marge de la réunion du G20 en Turquie, l'Argentine et la Chine ont signé l'accord commercial pour la construction d'Atucha 3, de type à eau lourde Candu-6, équivalent à ceux mis en service à Quinshan. La Chine participera au financement à hauteur de 85 % Au-delà, un accord cadre a été signé visant la construction en Argentine d'une autre centrale, centrale, cette fois de type chinois Hualong one.

Retour haut⮥

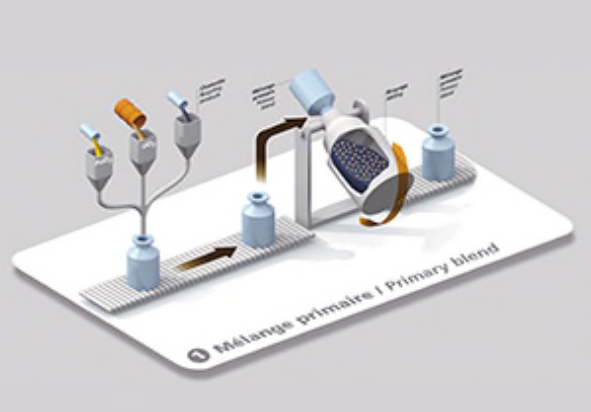
L’aval du cycle et le démantèlement

Jacques Simonnet

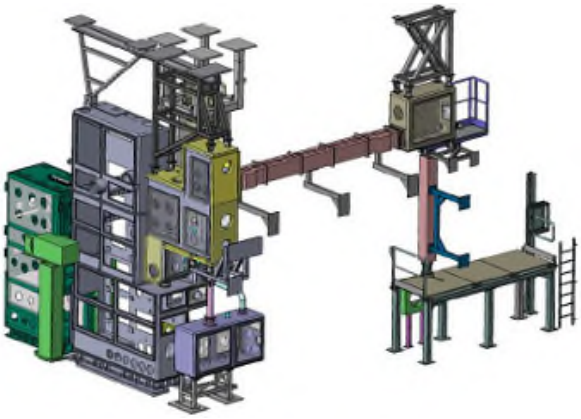
FRANCE

MELOX MARCOULE

Une deuxième ligne de mélange des poudres a été mise en service à l’usine MELOX de Marcoule pour l’opération constituant la première étape de la fabrication des combustibles MOX qui recyclent le plutonium. Cet investissement de 28.5 millions € dont la réalisation a débuté en 2008 et qui a été installé en actif et raccordé sans aucun problème permet de garantir la disponibilité de la production en facilitant la maintenance. L’usine, premier fournisseur mondial de MOX, a produit 134 tonnes de combustibles en 2014 et devrait atteindre en 2015 un niveau similaire au profit d’EDF et de clients allemands et néerlandais.



Le procédé


L’implantation

UP2-800 UP3A La HAGUE

L’ASN par une décision du 15 juillet 2015 a étendu la gamme de combustibles pouvant être traités dans ces usines vers un enrichissement initial et un taux de combustion massique plus élevés, ce qui permet de suivre l’évolution de la technique des combustibles chargés en réacteur.

PRODUCTION DE VAPEUR La HAGUE

Après des péripéties judiciaires, la Cour de Cassation a finalement jugé que rien ne s’opposait à la mise en place de chaudières à bois exploitées par un sous-traitant pour produire la vapeur utilisée dans le procédé de traitement, à la place des chaudières à vapeur. Ce changement de combustible doit permettre d’améliorer le bilan carbone de l’usine, tout en étant plus économique.

TRANSPORTS La HAGUE

Cette activité est continue, pour alimenter l’usine, en combustibles italiens par exemple récemment, ou expédier des déchets conditionnés vers les pays propriétaires, vers l’Australie

récemment. Ce dernier transport a fait l'objet d'une demande d'interdiction de Greenpeace auprès de l'ASN au prétexte que le bateau retenu, le BBC Shanghaï, n'aurait pas présenté les garanties nécessaires en matière de sécurité et de sûreté nucléaire. Les autorités, après avoir fait inspecter le navire et sa cargaison ont considéré que cette demande n'était pas justifiée et le bateau, après quelques ajustements mineurs, a donc pris la mer vers sa destination le 13 octobre.

Les installations de transport de Cherbourg et Valognes servent aussi de relais aux transports de retour de déchets conditionnés de Sellafield au Royaume-Uni vers la Suisse dont ils sont issus, entre le transport maritime jusqu'à Cherbourg et le transport ferroviaire jusqu'en Suisse. Greenpeace et Sortir du Nucléaire ont émis des protestations, arguant de la prétendue dangerosité de tels transports qui, rappelons-le, suivent des règles rigoureuses et n'ont jamais eu de conséquence néfastes ou catastrophiques. Les autorités n'ont pas tenu compte de ces protestations.

Entreposage ECRIN MALVESI

L'ASN par un décret du 20 juillet, a autorisé la création d'un entreposage nommé ECRIN (Entreposage Confiné des Résidus Issus de la Conversion) à l'usine de conversion des concentrés d'uranium en UF_4 à Malvési dans l'Aude. Cet entreposage doit loger dans un cadre légal les dépôts des bassins B5 et B6 et ceux qui seront produits pendant les 30 prochaines années. À ce terme, AREVA devra avoir conditionné et évacué ces déchets vers des filières de stockage en cours de définition.

JAPON

L'aval du cycle après Fukushima

Le gouvernement tente de gérer les nombreuses conséquences de la catastrophe de Fukushima. Le ministre de l'économie, du commerce et de l'industrie a déclaré qu'il n'avait pas l'intention de réviser sa politique « pluthermal » pour le moment et la fédération des électriciens du Japon (FEPC) a également précisé, en septembre, que l'industrie devrait maintenir cette politique concernant un programme de cycle du combustible fondé sur le recyclage et le chargement en MOX de pas moins de 18 réacteurs.

L'usine de Rokkasho-Mura en 2007

Néanmoins, la mise en route de l'usine de Rokkasho-Mura, qui avait été annoncée pour mars sera une nouvelle fois retardée pour permettre à JNFL de procéder à des modifications d'ordre sismique et de protection contre les tsunamis. La mise en route serait repoussée à mi-2018, celle de l'usine J-MOX à mi-2019

Retour haut↑

Les retards à la mise en route de cette usine et l'augmentation des coûts qui en découle, ainsi que les problèmes financiers de TEPCO ont incité l'agence pour les ressources naturelles et l'énergie à modifier le système de financement de JNFL qui l'exploite. Actuellement, 10 électriciens alimentent sur la base de leur production électrique un fonds de statut privé, sur lequel seront tirées leurs redevances pour le retraitement qu'ils feront opérer. Les statuts actuels permettent à un électricien en difficulté financière de récupérer ce qu'il a versé au fonds, ce qui pourrait mettre JNFL en difficulté. L'idée est donc d'étatiser le fonds, ce sur quoi la majorité des 10 électriciens semble d'accord. Une loi dans ce sens devrait être proposée au Parlement en 2016.

Enfin, le retard à la mise en route de l'usine de Rokkasho pose des problèmes à moyen terme et, comme annoncé dans le précédent numéro de N & E, le gouvernement envisage la mise en place d'une installation d'entreposage tampon nationale.

Par ailleurs, les réacteurs qui sont ou vont être arrêtés vont devoir être démantelés et la compétition va s'engager pour savoir qui aura les marchés. AREVA NC a passé dans ce but un accord avec Cavendish Nuclear et Hitachi-GE Nuclear Energy pour élaborer les étapes préparatoires au démantèlement des réacteurs BWR.

Démantèlement de l'usine de Tokai-Mura

JAEA considère que tout le transfert de technologie possible entre Tokai et Rokkasho a été accompli. L'usine est au ralenti ou arrêtée depuis plusieurs années. Il subsiste cependant un inventaire de combustibles usés provenant du réacteur expérimental Fugen (MOX à eau lourde refroidi par eau légère bouillante) qui n'a pas été retraité. Compte tenu du coût très élevé de la modification de l'usine pour traiter ce combustible ainsi que de la remise aux normes de sûreté (plus de 800 millions $), JAEA et la NRA se sont mis d'accord pour que l'usine soit démantelée, ce pour quoi JAEA demandera une licence au cours de l'année prochaine. Le retraitement des combustibles Fugen pourrait être effectué à l'étranger.

ROYAUME-UNI

Contrats de démantèlement

Le pays est engagé dans une vaste opération de nettoyage des sites de réacteurs arrêtés et de celui de Sellafield. La concurrence est forte pour obtenir des contrats et AREVA, qui vient d'obtenir un accord cadre relatif à 12 sites pour des prestations d'ingénierie et de conception ainsi que des études pour la gestion des déchets, renforce sa présence sur place en ouvrant un nouveau bureau à Westlakes en Cumbria.

Devenir des stocks de plutonium britannique.

Le bureau de Westlakes aura aussi en charge le projet Convert avec lequel le Royaume-Uni compte valoriser ce stock, dont la gestion lui coûterait environ 80 millions £ par an (110 millions €) en le convertissant en combustible MOX dans des installations à créer (Le SMP, Sellafield MOX Plant, aura été un échec complet et est définitivement arrêté). Les discussions avec AREVA sur ce sujet ont commencé il y a longtemps et l'annonce officielle du financement d'une première étude date du 10 septembre.

Dans le cadre de cette réflexion, l'ONR (Office for Nuclear Regulation) a procédé à une réévaluation des stocks de plutonium et d'uranium très enrichi. Le stock de plutonium extrait

s'élèverait à 126.3 t dont 122.1 sur le site de Sellafield, auxquel il faut ajouter environ 30 t contenues dans les combustibles usés sur le site des centrales ou à Sellafield.

Conditionnement de déchets MA

Le système Geomelt d'encapsulation dans du verre de déchets de moyenne activité, proposé par Kurion, a été qualifié en inactif à Sellafield dans une installation pleine échelle montée dans un laboratoire du site. L'unité va être démontée pour être réinstallée en vue de sa qualification en actif et de son exploitation. N'importe quel déchet, solide, terre, etc. peut être enrobé par ce procédé dont la capacité pourrait être portée à 200 tonnes par an (tonnes de déchets ou de résidu conditionné ?)

Déchets des futures centrales

La Commission Européenne a approuvé la méthode de calcul du coût que les opérateurs auront à payer pour l'évacuation de leurs déchets vers les sites de stockage dont l'ouverture est prévue en 2040 pour les déchets MAVL et en 2075 pour les déchets HA. Les coûts seront régulièrement mis à jour et les opérateurs devront provisionner les fonds suffisants pour couvrir leur dette future.

ÉTATS-UNIS

Critères de conception du stockage

L'abandon, en principe définitif, du site de Yucca Mountain pour un stockage des combustibles usés a pour conséquence, outre les conséquences pratiques dont certaines sont exposées ci-dessous, de rebattre toutes les cartes et de nécessiter d'établir de nouveaux critères de conception de préférence plus solides que ceux qui avaient été utilisés pour Yucca Mountain. Il était prévu que les études durent 5 ans à partir de décembre 2015. Les commissaires de la NRC ont décidé que compte tenu de la sûreté des entreposages existants ou en cours de mise en place et de l'éventuelle création d'installations d'entreposage centralisés, l'échéance pouvait sans dommage être repoussée de 3 ans et est donc maintenant programmée de 2018 à 2023.

Indemnisations

Les électriciens ayant payé depuis des années une redevance destinée à la gestion des combustibles usés en échange de laquelle ils n'ont rien obtenu, ce qui les a obligé à financer des solutions de remplacement, certains d'entre eux se sont retourné contre l'État pour obtenir un dédommagement (Voir les numéros précédents de N & E). L'électricien Entergy vient de se voir ainsi attribuer 20.6 millions $ pour ses réacteurs de Palisades.

Entreposages sur site

La solution pour faire face à la défection de Yucca Mountain est d'installer des entreposages à sec sur site (on parle d'IFSIS, Independent Spent Fuel Storage Facilities) dont la conception s'uniformise en conteneurs métalliques mis horizontalement dans des modules de béton. AREVA, par sa filiale TN a jusqu'à maintenant pris la plus grosse part du marché avec son système Nuhoms (environ 900 conteneurs à ce jour), mais la concurrence avec Holtec (qui vient de remporter le contrat de l'entreposage de Tchernobyl et des marchés en Angleterre) est rude. Si par exemple AREVA vient de remporter le marché de 71 conteneurs avec l'électricien Xcel pour ses réacteurs de Prairie Island et de Porticello, c'est le système HI-STORM de

Holtec que Entergy a retenu pour ses réacteurs de Vermont Yankee et c'est également Holtec qui construira l'extension de l'entreposage de l'électricien Southern California Edison à San Onofre dont le permis vient de lui être accordé.

Services de maintenance

AREVA se place également sur les contrôles et la maintenance de réacteurs et vient de remporter un contrat de maintenance intégrée sur 3 ans relatif à cinq centrales nucléaires comportant 2 réacteurs à eau bouillante et six réacteurs à eau pressurisée.

Usine MFFF de fabrication de combustibles MOX

Le sujet n'est pas clos (Voir le numéro 66 de N & E et antérieurs). CB & I AREVA MOX, en charge du projet, a fait réaliser par un consultant (High Bridge Associates) une étude de coût de l'opération. Selon les premiers résultats de cette étude, il resterait 20.6 milliards $ à dépenser pour terminer l'installation et non 110.4 comme l'avait annoncé le consultant Aerospace mandaté par le DOE. Le rapport définitif doit sortir en août 2016. Le DOE a refusé de faire des commentaires à ce stade, alors qu'une commission dite « équipe rouge » (Red Team) mandatée par le DOE est chargée d'étudier le coût des alternatives à la fabrication de MOX pour l'élimination du plutonium et de rechercher des économies sur la filière MOX en tenant compte du cycle de vie complet et de la viabilité de l'option du point de vue technique et des plannings.

Dernière péripétie à ce jour : le budget global de défense nationale de 612 milliards de $ présenté par le Congrès, qui comprenait pour une petite partie les fonds pour un an de poursuite de la construction de l'usine, que le Congrès avait donc approuvés, a été bloqué fin octobre par le veto de l'administration Obama qui a jugé son augmentation trop élevée. Le financement de la construction est donc bloqué, pour des raisons qui ne lui sont pas imputables…

TAIWAN

Quelques mois après que le gouvernement ait bloqué l'appel d'offres que Taipower avait lancé pour le retraitement de ses combustibles usés, on apprend que l'électricien a signé avec une filiale de la société suédoise SKB un accord portant sur une assistance de 3 ans en matière de gestion des combustibles usés. SKB annonce que l'intention est d'appliquer à Taiwan les solutions retenues en Suède et en Finlande. La possibilité d'un contrat de retraitement pour AREVA (qui n'était pas évidente au vu des termes de l'appel d'offres très exigeant) semble donc s'évanouir complètement.

En parallèle, le gouvernement n'a pas encore autorisé la construction d'un centre d'entreposage à sec près de la centrale de Kuosheng pouvant accueillir 2349 éléments combustibles usés dans 27 conteneurs Magnastar. Les populations craignent que ceci n'ouvre la voie à la mise en place d'un stockage à laquelle ils sont opposés. Les négociations sont en cours.

CHINE

La Chine a annoncé le 23 septembre, au cours d'un séminaire de présentation du projet à des acteurs locaux et nationaux, sa décision de construire une usine de retraitement, un entreposage de 3000 tonnes de combustibles usés et une installation de vitrification, sur le

modèle des installations de la Hague. AREVA était associée à cette présentation, au cours de laquelle ont été mises en évidence les retombées socio-économiques locales et nationales du projet. Le lieu d'implantation n'est pas défini. La mise en service en service est prévue pour 2030, après 10 ans de construction. Cette décision fait suite à la mise en place d'un accord de coopération qui avait été signe en 2007.

FINLANDE

Le gouvernement finlandais a accordé début novembre à POSIVA OI la licence pour construire une unité de traitement de combustible usé et un stockage souterrain. La technique retenue est celle définie par SKB, combustible dans des conteneurs en fonte recouverts de cuivre mis en place dans le granite à 400-450 m de profondeur avec des scellements à la bentonite. Le coût de la construction est estimé à 3 milliards €. Le traitement des combustibles devrait commencer en 2020.

C'est le seul stockage au monde qui ait actuellement une licence valide. Yucca Mountain l'avait précédé, mais sa licence lui a été – en principe définitivement – retirée par l'administration Obama.

INDE

Le BARC (Bhaba Atomic Research Institute) a accordé à la compagnie HCC (Hindustan Construction Company) un contrat d'environ 127 millions d'€ pour la construction à Tarapur de la première tranche d'un centre de recyclage intégré (INRP pour Integrated Nuclear Recycle Plant) destiné à traiter les combustibles des futurs réacteurs nucléaires indiens. Ce centre comprendra les usines et ateliers nécessaires à la fabrication des équipements de l'usine de traitement.

ESPAGNE

LE CSN (conseil de sûreté nucléaire d'Espagne) a statué favorablement fin juillet sur la possibilité d'installer sur le site de Villar de Cañas une installation d'entreposage (pour 60 ans) de déchets nucléaires et de combustibles usés devant désengorger les entreposages des réacteurs. Son avis a été transmis au Ministère de l'industrie, de l'énergie et du tourisme qui doit prendre la décision en tenant compte d'autres rapports et études. Mais dès le surlendemain le gouvernement socialiste fraichement élu de l'Autonomie (ce n'est pas une province, le nom dit bien ce qu'il veut dire) de Castille et La Manche a manifesté son opposition au projet en approuvant l'extension du périmètre d'une zone de protection des oiseaux de manière telle que celle-ci englobe le site de l'installation projetée. Le ministre de l'Environnement a immédiatement déclaré qu'il ne lui paraissait pas juste qu'un subterfuge politique conduise à l'arrêt de la génération d'énergie électrique nucléaire dès 2018. Le bras de fer est engagé entre la région et le pouvoir central.

Retour haut⮥

Japon : le rapport de l'AIEA sur l'accident de Fukushima

François Justin

Suite à l'accident de Fukushima, il y a plus de quatre ans, tout a été remis en cause au Japon : l'organisation de la sûreté et du contrôle, les règles et procédures applicables, la culture de sûreté des exploitants, l'implication des populations au voisinage des installations, celle des autorités locales, sans oublier bien entendu la réalisation de tous les équipements complémentaires requis par des autorités, etc …et pendant quatre ans tous les réacteurs japonais étaient à l'arrêt. En août un premier réacteur a été autorisé à redémarrer rapidement suivi par un second. Trois autres sont en attente et pourraient démarrer sous quelques mois. C'est clair : avec lenteur mais avec détermination l'industrie nucléaire japonaise est relancée.
En parallèle des études entreprises par les autorités japonaises pour définir les causes de l'accident, l'AIEA vient de rédiger un volumineux rapport analysé ci-dessous.

http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10962/The-Fukushima-Daiichi-Accident

De mars à juin 2015, l'AIEA a rédigé un rapport détaillé (262 pages) avec des annexes sur l'accident du 11 mars 2011 des réacteurs à eau bouillante de Fukushima, fruit d'un travail de 180 experts de 42 nationalités.

Quelques rappels sur cet accident : sur les 6 réacteurs du site, seuls les réacteurs 1, 2, et 3 étaient en fonctionnement au moment du séisme, qui a entraîné l'arrêt automatique de ces réacteurs. Peu de temps après, un tsunami, gigantesque vague de 10 à 14 mètres de haut suivant les témoignages, est remontée dans les terres sur plusieurs kilomètres, détruisant tout sur son passage, faisant près de 20 000 morts et 6 000 blessés. Ces conséquences dramatiques ont également concerné en différé les réacteurs qui venaient d'être arrêtés car l'électricité du réseau et des sources de secours a été supprimée définitivement par l'inondation, arrêtant ainsi le refroidissement des combustibles nucléaires. Le rapport contient une partie très détaillée sur les différentes actions visant à refroidir les combustibles, et à baisser la pression dans les cuves et les confinements, montrant la conscience professionnelle, l'aide apportée par des personnes extérieures, malgré la situation de plus en plus grave. L'échauffement par la puissance résiduelle (de 5 % au début à 1 % de la puissance nominale au bout de quelques heures) a conduit une partie du combustible à la fusion, puis la réaction chimique avec la vapeur d'eau a produit de l'hydrogène qui a explosé et détruit l'étanchéité du confinement. Des produits radioactifs ont donc été relâchés dans l'atmosphère. Le personnel de l'installation a été d'un grand dévouement, malgré l'incertitude qu'ils avaient sur le sort de leurs proches aux alentours : ils avaient une information quasi-nulle sur l'état des installations. Ils ont donc recherché tous les moyens pour refroidir le combustible nucléaire, allant jusqu'à utiliser l'eau de mer. Ces déversements n'ont pas tardé à retourner vers la mer, entraînant ainsi des rejets radioactifs en mer. Ce n'est que fin 2011 que les combustibles ont été considérés bien refroidis, mais les rejets radioactifs ont continué, à un débit plus faibles néanmoins.

Le gouvernement japonais a rapidement pris des mesures pour secourir les survivants et évacuer ceux qui étaient dans des zones contaminées par les produits radioactifs. Ainsi, plus de 100 000 personnes ont été évacuées dans un rayon de 20 km et des « conseils d'évacuation » ont été diffusés à 800 000 personnes dans un rayon de 30 km.

L'analyse de cet accident a conduit l 'AIEA à plusieurs remarques :

- Le séisme, bien que très supérieur aux valeurs retenues, n'a pas entraîné de réels dégâts sur les installations nucléaires du fait de modes de calculs très prudents comprenant de grandes marges ; par contre, les lignes du réseau électrique extérieur ont été perdues comme envisagé.
- Une vague de tsunami aussi haute avait été considérée comme improbable, aussi bien pour les concepteurs de ce réacteur que pour les autorités de sûreté Japonaises, l'inondation du site était alors inéluctable ; à noter des évaluations peu avant l'accident qui conduisaient à des hauteurs de tsunami proches de celles subies le 11 mars 2011, mais aucune suite n'avait été donnée...
- Les coupures d'électricité n'avaient non plus été considérées que pour de courtes périodes, alors que l'inondation due au tsunami était suffisante pour submerger les sources électriques de secours placées au sol.

L'AIEA, dans son rôle de « gardien international de la sûreté » n'a pas manqué de tirer les conséquences pour les pays « nucléarisés », en rappelant que les rejets radioactifs peuvent aussi concerner des pays limitrophes, sauf pour une île isolée comme le Japon.

Il est ainsi conseillé de faire des tests de résistance en considérant des situations déterminées, indépendamment des conditions qui pourraient y conduire, avec pour objectif de prévenir ou limiter les conséquences radiologiques :

- on a perdu toutes les sources électriques du site
- l'eau de refroidissement de l'installation est perdue
- les conditions climatiques deviennent simultanément extrêmes
- on perd la conduite normale de l'installation
- le confinement de l'installation a perdu son intégrité
- des éléments extérieurs perturbent l'accès à l'installation

Ces situations devraient être réévaluées périodiquement, éventuellement avec des « pairs », par exemple des experts de l'AIEA, pratique courante maintenant.

Les examens des conduites dans ces cas d'urgence devront aussi être réalisés, en s'appuyant sur des exercices locaux.

Il est assez évident que ces situations extrêmes conduisent à la mise en place d'un centre de crise proche et « bunkerisé », ainsi qu'une assistance de sécurité locale et de sûreté en plus des plans nationaux. La concertation avec les pays voisins est aussi incontournable.

Au plan de l'organisation, l'AIEA souligne la multiplicité des organismes japonais intervenant sur la sûreté, aux relations complexes. Alors que l'indépendance, le pouvoir juridique, la compétence technique et la culture de sûreté sont essentielles. Il faut aussi que ces organismes sachent se remettre en question en fonction des observations et des pratiques internationales. Depuis septembre 2012, il est constaté qu'une Autorité nucléaire NRA a été créée avec comme objectif d'éditer des règles pour la prise en compte d'accidents « hors dimensionnement » postulés et pertinents, ce qui a été fait dès 2013. Cet organisme regroupe la prise en compte de l'interaction de facteurs environnementaux extrêmes, de facteurs techniques, de facteurs organisationnels et de facteurs humains ; la multiplicité d'installations nucléaires sur des sites proches doit également être considérée. Il est noté que, dans un environnement où près de 20 000 morts ont été déplorés et des milliers de blessés étaient à secourir, le centre de crise pour les installations nucléaires, improvisé à 5 kilomètres du site a

rapidement été évacué car le débit de dose y était trop élevé. De plus, l'arrivée des secours et des personnels compétents a été très retardée par les dégâts causés par le séisme et le tsunami.

Ceci montre la nécessité de prévoir dans le détail les installations à prévoir, les matériels à regrouper, et surtout la mobilisation de personnes compétentes, désignées très à l'avance, et formées pour les différentes situations possibles. L'intégration d'autres personnes désignées ou volontaires doit également être considérée pour des actions correspondant à leurs compétences.

Les actions sur le terrain ont été compliquées par les dégâts sur les communications, de type transmission des données de doses, d'où une mauvaise distribution de pastilles d'Iode, mais aussi les routes coupées par le séisme allongeant les délais d'évacuation. Les hôpitaux et centres de soins ont été particulièrement longs à faire évacuer, et les contrôles radiologiques des habitants difficiles à réaliser.

Dans cette situation, l'AIEA a pu jouer son rôle d'information auprès des pays voisins, mais leur éloignement les impliquaient peu et risquait de compliquer une situation déjà critique. Ceci devrait aussi être mieux prévu pour les pays limitrophes, en Europe tout particulièrement.

Compte tenu des nombreuses interventions des personnels pour maintenir le refroidissement des combustibles et limiter la pression dans les cuves et les confinements, les rejets de substances radioactives ont été différées, jusqu'à l'explosion d'hydrogène produit par la réaction chimique des gaines fondues sur l'eau, de un à trois jours après le tsunami suivant les réacteurs. Les conditions météo ont été favorables au début, chassant vers la mer ces produits, mais l'inversion du vent et la pluie qui ont suivi ont entraîné une pollution durable. Ceci a montré l'importance d'une organisation précise des mesures de contamination pendant toute la phase de rejets radioactifs. Il est également important d'appliquer des limites internationales reconnues de radioprotection et de contaminations admissibles pour ne pas troubler les personnes impliquées. L'AIEA ajoute néanmoins **« qu'aucun effet sanitaire radio-induit précoce pouvant être attribué à l'accident n'a été observé chez les travailleurs ou la population »,** d'autant plus que les Japonais ont choisi de limiter à 20 milli Sievert les doses absorbées, alors que la CIPR de 2007 préconisait jusqu'à 100 milli Sievert en situation d'urgence. Pour la population dans les années qui viennent et pour les rares travailleurs qui ont subi plus de 100 milli-Sieverts, des cancers sont possibles, mais à une fréquence peu discernable par rapport aux occurrences statistiques.

Par contre, des effets psychologiques réels ont été observés, compte tenu de la succession des effets du séisme puissant, de l'inondation destructive et mortelle, des ordres d'évacuation changeants, de la perte de leur environnement familier, voire des membres de la famille ou des voisins, le stress d'un relogement dans un nouvel environnement, des restrictions de denrées alimentaires présumées contaminées… Ce qui explique le faible nombre de retours des évacués, de l'ordre de 10 % à 20 %.

Un long développement sur le concept défense en profondeur rappelle les 3 niveaux classiques :

- au niveau 1, les équipements fiables pour le fonctionnement normal
- au niveau 2, les équipements pour ramener à un état sûr après un événement anormal
- au niveau 3, les systèmes de sûreté prévus pour gérer les conditions accidentelles

Le séisme a mené au niveau 2, mais le tsunami arrivé moins d'une heure après a été le mode commun fatal pour toutes les sources électriques inondées au niveau zéro, et le refroidissement, l'information sur l'état des systèmes du niveau 4 ont été perdus par le même mode commun.

On peut aussi présenter la chose en suivant les fonctions fondamentales de sûreté que sont :

- le contrôle de la réactivité, qui n'a pas été mise en cause ici
- évacuation de la chaleur du cœur des réacteurs et des piscines de stockage des combustibles usés, qui a été défaillante peu après l'inondation par le tsunami. A noter que l'arrosage direct par de l'eau brute et même par de l'eau de mer, a été plutôt efficace pour les combustibles en piscine. Pour le combustible du cœur, le résultat est moins satisfaisant, mais pouvait-on faire mieux ? On retient surtout que cet arrosage a entraîné de nombreuses fuites d'eau très contaminée que les Japonais commencent tout juste à maitriser.

L'état du combustible dans les tranches en service avant le séisme a pu être déduit des observations et actions des personnels :

- La tranche 1 a été correctement arrêtée mais peu refroidie, ce qui a entraîné la fusion du combustible 4 ou 5 heures après le tsunami et la traversée de la cuve 2 heures plus tard environ ; les rejets de radioactivité ont commencé alors, 12 heures après le tsunami.
- La tranche 2 disposait d'un système original, utilisant la pression du réacteur (bouillant rappelons) pour actionner une pompe d'injection d'eau de refroidissement. Ceci constituait un moyen échappant au mode commun d'inondation des sources électriques, a montré une bonne efficacité pendant 68 heures et a différé les rejets radioactifs à 89 heures après le tsunami.
- La tranche 3 a pu utiliser des batteries pour l'injection d'eau dans la cuve, puis diverses injections improvisées par des circuits annexes ont permis de retarder à 43 heures la fusion du combustible et 47 heures le début des rejets.

A noter qu'un centre d'intervention d'urgence avait été construit dans un bâtiment « sismiquement isolé » à la suite d'un séisme survenu en 2007 dans une autre centrale nucléaire japonaise. Ce centre pouvait se mettre en contact avec le siège de TEPCO et avec d'autres sites nucléaires qui ont fait tout leur possible pour aider leurs collègues. Bien sûr, ce bâtiment disposait de sources électriques autonomes et d'un système de ventilation/filtration protégeant les employés. Le retour d'expérience a donc bien fonctionné.

La communication autour de l'accident a fait l'objet d'un gros effort de plusieurs organismes :

- une première info sur le séisme 30 minutes après
- l'état d'urgence a été annoncé 4 heures après par le premier Ministre
- le gouvernement a décrété 2 heures plus tard les premières évacuations

Par ailleurs, de nombreuses communications par 5 organismes ont été émises, puis conjointement plus tard ; ces informations ont souvent été relayées en anglais, chinois et coréen.

Pour le commerce national et international, une grande et sérieuse ouverture a été pratiquée pour conserver la confiance des clients. Dès le début, les importateurs ont fait de nombreux contrôles de confirmation.

Les nombreux déchets créés par les retombées de contamination et les eaux contaminées sur le site ont nécessité la rédaction de règles inédites pour les sites publics et les personnels qui y travaillaient.

Les enseignements tirés ont été rapportés par les Japonais à l'AIEA trois mois après le séisme, en matière de : la conjonction d'une catastrophe naturelle et d'une urgence nucléaire, de contrôles radiologiques en urgence, de la répartition des rôles entre les organismes locaux et nationaux, de la communication pendant les urgences, de l'apport des pays dans cette période, et de la modélisation des rejets, l'évacuation et la radioprotection dans cette situation.

Les limites d'exposition des Personnels au cours de l'accident ont été modifiées par une Ordonnance spécifique qui a été suspendue fin 2011, tenant compte de circonstances exceptionnelles pour éviter des conséquences catastrophiques en autorisant des Personnels volontaires et avertis d'intégrer une dose de 250 mSv. Cette disposition est incluse dans les règles de la CIPR et de l'AIEA, qui vont même jusqu'à 500 mSv. Ceci concernait quelques employés à l'intérieur des installations accidentées, 6 ont dépassé 250 mSv, 174 ont dépassé 100 mSv ; les cancers ultérieurs éventuels devraient rester dans la marge statistique d'incertitude. Pour les autres personnels, un peu moins de 23 000, ils sont restés dans les limites classiques de radioprotection.

Pour le public, beaucoup ont été concernés par les mesures d'évacuation, mais ont atteint 10 à 50 mSv dans 2 localités proches ; mais seulement 1 à 10 mSv dans le reste de la province de Fukushima. Le reste du Japon n'a intégré que 0,1 à 1 mSv. Les mesures de contamination interne n'ont rien mis en évidence.

La « remédiation » qu'il vaudrait mieux appeler « rétablissement de la population » est une première mondiale qui consiste à rendre vivable et cultivable la plus grande surface possible autour des réacteurs de Fukushima, dans un pays où la surface habitable est rare. En premier, des dégâts considérables par le tsunami aux routes, bâtiments, réseaux divers, avaient enseveli 20 000 personnes. On peut difficilement imaginer l'horreur de cette phase, rendue encore plus délicate par les retombées de contamination, essentiellement le Césium 137. L'objectif long terme étant de ramener la dose aux futurs habitants à 1 mSv par la dose excédant la radioactivité naturelle (quelques mSv). L'État est chargé des zones présentant plus de 20 mSv dans un rayon de 20 km autour de l'accident. Les Municipalités se chargent des zones où l'on mesurait moins de 20 mSv, avec une aide technique et financière de l'État, en particulier le nettoyage des bâtiments contaminés.

Une approche très pragmatique, par essais successifs privilégiant les solutions simples, a permis de progresser. Il a fallu défricher les arbres et cultures qui contenaient la contamination. De gros efforts et des budgets considérables ont été dispensés, mais les retours ou intentions de retours ne dépassent pas 15 % des habitants présents auparavant.

De nombreux autres détails n'ont pas été repris, car trop techniques, pas définitifs, ou spécifiques du contexte.

Retour haut⮥

Transition écologique
Nuances de « vert » et nucléaire

Jean-Luc Salanave

Préambule

Au matin de la philosophie, dans la Grèce antique, deux visions du monde s'affrontaient déjà: l'une, celle d'Héraclite qui disait que l'on ne se baigne pas deux fois dans le même fleuve et que le monde est en perpétuelle évolution ; l'autre, celle de Parménide, auteur d'un poème intitulé « De la Nature », qui affirmait qu'une seule vérité existe, celle immuable de l'Etre et de la Nature.

L'écologie moderne semble ne pas échapper à cette opposition Héraclite-Parménide. L'opinion écologique s'est opposée longtemps à l'énergie nucléaire, lui préférant le soleil et le vent, selon le principe que « vert » signifie avant tout « naturel ». Et si nous proposons ci-dessous de donner raison à Héraclite, ce n'est pas sans admettre une part de Parménide en chacun de nous ni sans accepter que notre vision soit remise en cause par le lecteur, tant le dialogue et le respect des points de vue sont pour nous essentiels.

Sans nous prendre pour Platon, nous proposons donc de nous essayer ci-dessous à la dialectique. Après avoir établi ce qui, selon nous, constitue les racines de la vision écologique et précisé ce que le public entend communément par « vert », nous proposerons notre définition de ce qu'est en train de devenir l'écologie, de ce que doit être une « action verte » ; à l'heure du succès historique de l'accord de la COP21 sur le climat, nous tirerons les conséquences qui découlent de cette définition, en particulier pour l'énergie nucléaire.

Historiquement et communément, « vert » signifie naturel

L'écologie plonge ses racines dans la recherche du paradis perdu et voit dans le libéralisme, et dans l'anthropocentrisme auquel il conduit, le déclin de l'occident. Dès la fin de la seconde guerre mondiale apparait cet idéalisme écologique qui propose une autre voie que l'insatisfaction consumériste qui prive les individus de tout idéal. Il se démocratise vraiment après mai 68 et le "retour à la nature" des "*bobos"* puis avec les combats du Larzac pour une agriculture durable et raisonnée. C'est à partir de là que l'écologie est associée à la couleur verte comme un rappel de la couleur de la végétation et des plantes de notre planète Terre.

Aujourd'hui on peut associer la définition usuelle de l'écologie à deux prédicats:

- Tout d'abord, une vision de l'avenir inspirée par le passé et le retour à la nature, considérés comme le paradis perdu, vision qui tout en rassurant la part de Parménide qui est en chacun de nous assimile « vert » à naturel.
- La vision qui précède est complétée par une certaine méfiance envers le progrès scientifique et technique : tout comme la peur des premiers chemins de fer jadis, la

méfiance vis-à-vis de l'industrie nucléaire civile a été alimentée, d'une part, par sa complexité et son manque de transparence (ressenti ou réel), et, d'autre part, par le soupçon que l'importance de ses enjeux stratégiques et nationaux (voire militaires à l'origine) ait pu la placer hier au-dessus des lois et des contrôles réglementaires et démocratiques avant que la transparence et l'excellence environnementale ne lui soient clairement imposées aujourd'hui.

C'est sur ces bases que le terme « vert » est utilisé en France pour nommer en août 2015 la loi intitulée « de transition énergétique pour une croissance **verte** ». Quelles énergies se cachent derrière le mot « vert » ?

Quand il s'agit de citer des énergies « vertes », le solaire ou l'éolien sont souvent les premiers cités, en oubliant d'ailleurs que la biomasse et l'hydraulique les devancent très largement dans la production d'énergie primaire verte, en France comme dans le monde.

Mais si le soleil et le vent sont incontestablement « verts », les capteurs photovoltaïques et les éoliennes qui « fleurissent » dans nos paysages, eux, sont tout sauf naturels. On entrevoit donc que la définition historique **« vert = naturel »** n'est pas suffisante pour guider les choix de notre transition écologico-énergétique.

Avant de proposer plus loin une nouvelle définition, notons tout de même que si hier les mouvements de retour à la nature appelaient « vertes » les énergies naturelles, ils ont feint d'y omettre l'énergie **nucléaire,** pourtant **naturelle** sans conteste. Si naturelle qu'elle est même la plus répandue dans l'univers. C'est elle qui, avec l'aide de la gravitation, fait briller les étoiles et notre soleil. Nous lui devons la synthèse des éléments chimiques qui nous constituent et nous entourent et à qui nous devons la vie. Bien sûr, si l'énergie nucléaire est bien « verte » au sens de naturelle, nos très sophistiqués réacteurs nucléaires ne sont pas plus naturels que les capteurs photovoltaïques et les éoliennes.

Néanmoins dans notre analyse comparative des nuances de « vert » des différentes énergies, on peut aussi rappeler une autre particularité naturelle méconnue: des **réacteurs nucléaires naturels** ont existé sur Terre bien avant les éoliennes et les capteurs photovoltaïques, bien avant même qu'Homo Sapiens n'allume le 1er feu de bois ; comme à Oklo (Gabon) ils ont produit de l'énergie nucléaire naturelle de fission il y a 2 milliards d'années; la nature en a même géré les déchets radioactifs toute seule, et sans conséquence pour l'humanité d'aujourd'hui (ce qui, incidemment, nous rend optimistes quant à notre capacité à faire encore mieux qu'elle avec notre très sécurisé projet de site géologique profond de CIGEO).

Soit mais chacun sent bien ce qui est naturel n'est pas toujours si « vert ». En témoignent les catastrophes naturelles comme la canicule de 2003 qui a fait 15000 victimes en France, ou le séisme du Fukushima qui a fait 18000 morts (et dont on parle moins, 4 ans après, que du grave accident nucléaire qu'il a provoqué et dont la radioactivité n'a pas encore fait, elle, de victimes).

Si le risque est naturel, il est aussi inhérent à toutes les activités humaines sans exception : l'industrie charbonnière provoque 4000 décès tous les ans en Allemagne et plus de 500000 dans le monde, l'industrie chimique a fait plus de 8000 morts à Bhopal, et nos activités domestiques sont responsables tous les ans de 10000 accidents mortels dans notre pays. Selon l'académie de médecine « la filière nucléaire s'avère avoir le plus faible impact sur la santé, par kWh produit, par rapport aux filières utilisant des combustibles fossiles, les

biomasses ou l'incinération des déchets», au même niveau d'excellence que l'éolien et le photovoltaïque.

Dans l'opinion, tout ceci n'a pas empêché le nucléaire d'être tenu à l'écart de la liste des énergies vertes que sont les énergies hydraulique, éolienne, solaire, géothermique et la biomasse. Mais, de la même façon qu'on ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve, l'écologie évolue. La vaguelette « verte » déclenchée par les lanceurs d'alerte d'hier s'est considérablement élargie, pour devenir une ample vague qui embarque désormais sur sa gauche comme sur sa droite une majorité de citoyens qui ont choisi de penser et d'agir « vert » un peu plus chaque jour. Au point que les partis « verts » d'hier sont désormais dépassés par cette vague, si on en croit les urnes où, paradoxalement, ils ne font pas recette. Heureusement cette désaffection des citoyens vis-à-vis des partis « verts » n'est pas un signe de désaffection de l'écologie, mais bien au contraire un signe que l'écologie prend désormais une toute autre place. **Elle n'est plus ni politicienne, ni de droite ou de gauche, mais bel et bien un nouvel enjeu de l'humanité, à la fois culturel, politique, économique et sociétal**. La vague « verte » est désormais chevauchée par tous ceux qui, face aux risques de changement climatique, d'injustice sociale[1] et d'épuisement des ressources naturelles, n'ont pour seule ambition que de contribuer à remettre l'ère de l'*anthropocène* sur les rails d'un avenir durable.

Au regard de cette évolution, nous pensons qu'il est temps reformuler notre définition de l'écologie. Contrairement à la précédente définition tournée vers le passé, et sans toutefois renier que souvent « vert = naturel », nous pensons qu'il convient de déplacer cette définition et d'associer sans crainte et sans hypocrisie l'écologie au progrès technique dans un monde en évolution, aux ressources limitées, à la démographie en pleine expansion et face à des risques nouveaux (économiques, sociaux, géopolitiques et environnementaux).

Quels sont aujourd'hui les critères de l'action « verte » ? Dans quelle nuance de vert se situe le nucléaire ?

Nous proposons d'appeler **« vertes »**, non pas les actions empreintes de nostalgie envers un monde que nous pouvons, certes, en vain regretter, mais les actions permettant de créer le **meilleur compromis écologique et énergétique** en vue de prolonger la vie de l'humanité sur terre dans les **meilleures conditions** (conditions dont biodiversité, beauté, nature font évidemment partie).

Certes, ce « meilleur compromis » et ces « meilleures conditions » subjectivent notre nouvelle définition et imposent une éthique (mondiale) de responsabilité pour guider les choix (économiques, sociétaux et environnementaux) et pour accepter de remettre en cause nos convictions d'hier. Quant à l'avenir, cette définition suppose aussi une certaine humilité car elle admet sa part d'incertitude. En effet, les évolutions du monde qui nous entoure incitent à donner raison à Héraclite et à reconnaitre qu'on « ne se baigne jamais dans le même fleuve » : il nous faut donc accepter que le « meilleur compromis » et les « meilleures conditions » d'aujourd'hui puissent être perçus différemment par les générations qui se baigneront dans le fleuve après nous.

Déjà, des éco-modernes et une partie de la jeune génération partagent avec de nombreux citoyens, certes discrets, l'idée que **écologie rime aussi avec nucléaire** et que la peur du

1 Comme le rappelle l'encyclique Laudato'si du pape

nucléaire est non seulement au-dessus de nos moyens mais aussi mauvaise conseillère pour créer le futur paysage énergétique durable, propre et équitable que nous devons laisser à nos petits-enfants.

Sur quels critères doit s'appuyer la raison? En voici quelques-uns.

N'est pas jugé très **« vert »** ce qui **envahit l'environnement** ou **«** pollue » le paysage. Or, parmi les sources d'énergie, force est de reconnaitre que l'énergie nucléaire est de loin **la plus compacte** dont on puisse rêver. Des éoliennes ou des cellules photovoltaïques **occuperaient 30 à 50 fois plus de kilomètres carrés** pour produire annuellement la même énergie que nos 19 centrales nucléaires. Même le barrage hydroélectrique le plus moderne du monde, celui des Trois Gorges en Chine, **utilise 100 fois plus de kilomètres carrés que les 14 réacteurs nucléaires** qui produiraient annuellement la même énergie électrique. Les 1600 km2 de terres qu'il a inondées ont nécessité l'évacuation de 1,2 millions de personnes (153 villes et 1350 villages ont été submergés).

Est **« vert »** pour nous ce qui est **durable vis-à-vis de la consommation des ressources naturelles**. A ce titre, le solaire, l'éolien, la géothermie et l'hydraulique sont parmi les ENR « vertes ». Néanmoins, si le soleil et le vent sont des ressources naturelles durables illimitées à l'échelle humaine, les capteurs solaires et des éoliennes le sont moins tant ils nécessitent de matériaux, de terres rares, de métaux, de béton dans leurs socles, voire même, pour les cellules photovoltaïques, d'importantes quantités d'énergie (souvent charbon) pour leur fabrication. **Quid du nucléaire** ? Son « combustible », l'uranium naturel, est **abondant** et se trouve **partout dans la croute terrestre** (en moyenne 3 grammes d'uranium dans chaque tonne de sol, et quatre fois plus pour le thorium, autre combustible nucléaire potentiel de demain). Même un petit pays comme la France a exploité sur son sol pas moins de 170 mines d'uranium, avant de préfèrer s'approvisionner sur le marché mondial, moins cher, ouvert, abondant et sûr. Rien que les océans contiennent suffisamment d'uranium dissous pour **des milliers d'années de besoin de nos réacteurs** présents et futurs. Selon ce critère, le nucléaire est donc une source d'énergie **verte,** car ses ressources abondantes et réparties apportent de la durabilité et, ce qui ne nuit pas, une répartition géopolitique équitable garante des indépendances énergétiques des pays.

N'oublions pas le critère des déchets ! Une activité **"verte"** doit être **durable** vis à vis des **déchets** qu'elle génère et leur gestion doit être **respectueuse de l'environnement.** Le nucléaire génère une quantité de déchets plus faible que la plupart des autres technologies électrogènes, éolienne et photovoltaïque incluses. Un exemple : l'EPR, fleuron de nos réacteurs de génération III, qui se construit en Finlande, en Chine et en France, ne nécessite « que » 460.000 m3 de béton, **10 fois moins** que les socles des 3000 éoliennes de 2MW qui produiraient annuellement la même énergie, et même **30 fois moins** si on ramène ce béton à l'électricité produite sur la durée de vie (25 ans pour les éoliennes, 80 ans pour l'EPR).

Oui, mais, objection, certains **déchets nucléaires** sont **radioactifs**. Certes, et alors ! **Les déchets ne sont pas un inconvénient mais plutôt une qualité du nucléaire comparé aux**

autres sources d'énergie : d'une part par leur très faible volume, d'autre part par l'excellence et la rigueur de leur gestion. Ce sujet des déchets nucléaires est certes très déformé par le prisme médiatique qui ne parle que de « problèmes » sans montrer les solutions, bien plus nombreuses que les premiers. Plus de 90% de ces déchets sont de faible radioactivité et sont depuis plusieurs décennies traités selon des procédés durables, hyper-contrôlés et éprouvés, sans impact radiologique sur les populations. Et les déchets nucléaires de haute activité, direz-vous, ceux qui concentrent 98% de la radioactivité dans 0,2% des volumes de déchets ? Eux non plus n'ont jamais fait l'objet d'aucun accident de transport ni de traitement avec le moindre impact sur le public de ce pays. La totalité de ces produits de fission hautement radioactifs, générés par les 75% d'électricité nucléaire de notre pays, représente moins d'1 gramme par personne et par an ! Tout le monde en parle, mais très rares sont ceux qui ont la chance de les avoir vus. Ils sont vitrifiés et encapsulés, et, afin que les générations futures n'aient pas la contrainte injuste (ce sont nos déchets, pas les leurs !) et inutile de les surveiller en surface, ils doivent être placés dans le site géologique profond CIGEO qui, après 30 ans d'études et de vérifications, est enfin sur le point d'être autorisé par les pouvoirs publics. Dans 500 ans leur radioactivité y aura décru au niveau de celle d'un simple minerai d'uranium naturel. Cette réussite exemplaire de la gestion des déchets nucléaires ne peut nous rendre que confiants dans notre capacité à trouver, le moment venu, des solutions aussi respectueuses de l'environnement pour les déchets et poisons chimiques issus du photovoltaïque, de l'éolien et de leurs millions de batteries de stockage d'électricité. En tout cas, il faut reconnaitre que **les déchets nucléaires, par leurs faibles volumes et leur gestion exemplaire, ne rendent pas le nucléaire moins « vert »** que la plupart des autres sources d'énergie, les fossiles comme les renouvelables.

Un autre déchet est aujourd'hui sous les projecteurs de l'humanité, le **CO2**, objet du point suivant. Avant de nous y pencher, une remarque générale s'impose. A la différence des effets climatiques planétaires causés par le CO2, les déchets nucléaires, à part qu'ils nécessitent comme tous les autres déchets une gestion scrupuleuse, ces déchets ne perturbent pas les équilibres géologiques planétaires naturels, la Terre étant par nature des millions de fois plus radioactive que toute la radioactivité artificielle que l'homme pourrait créer ; **radioactivité artificielle qui n'est d'ailleurs pas différente, par sa nature et ses effets, de la radioactivité naturelle (à laquelle nous sommes tous 58 fois plus exposés[2]) ou de la radioactivité médicale (à laquelle nous sommes 41 fois plus exposés[2]**).

Comme 195 pays du monde viennent de le décider à l'issue de la COP21 en ce mois de décembre 2015 à Paris, **la réduction de notre impact carbone atmosphérique** devient une priorité mondiale. Une faible empreinte CO2 est le premier critère d'une activité humaine **« verte »,** du moins pour la problématique climatique. **L'électricité nucléaire, l'hydraulique et l'éolien sont les meilleures énergies « bas carbone »**, rejetant 30 à 50 fois moins de CO2 par kWh que le lignite ou le charbon, et 10 fois moins que le solaire photovoltaïque. L'importante quantité d'énergie nécessaire à la fabrication des cellules solaires PV explique en effet ce triste paradoxe qu'il faut entre 19 et 35 ans de fonctionnement à une telle cellule installée en France pour faire simplement économiser le CO2 qui a servi à sa fabrication[3]. Pour notre empreinte CO2 le nucléaire est donc bien plus vertueux que le solaire photovoltaïque,

[2] Selon l'IRSN, sur les 4,1 milli-sieverts de radiations reçues chaque année par un français moyen **58% sont d'origine naturelle, 41% d'origine nucléaire médicale et moins de 1% proviennent des activités industrielles nucléaires** (incluant déchets, rejets, y compris retombées de Tchernobyl, de Fukushima et résidus des anciens essais nucléaires militaires)

[3] Si les cellules PV sont comme aujourd'hui fabriquées en Asie ou en Allemagne (à partir d'énergie charbon)

même sans parler de la compensation de l'intermittence par du gaz. Certes le nucléaire civil, compte tenu de ses nombreuses qualités intrinsèques, n'a pas eu besoin de cet avantage carbone ni du réchauffement climatique pour s'imposer et se développer au siècle dernier, mais cet **atout CO2 très « vert » du nucléaire, reconnu internationalement, est affiché comme une des principales motivations par tous les pays qui ont, depuis et malgré Fukushima, porté à 70 le nombre de réacteurs en cours de construction sur la planète, un record depuis 25 ans selon l'AIE.**

Cristal de Bohème aux sels verts d'uranium naturel

« Vert » dans notre conscience écologique populaire qualifie souvent ce qui est **recyclable** ? L'énergie nucléaire est quasiment la **seule à avoir fait la preuve industrielle de la recyclabilité** de 25% (dès aujourd'hui) et de 96% (demain) de ses combustibles « brûlés » pour en refaire du combustible neuf, ne laissant que 4% de produits de fissions comme déchets ultimes non-recyclables ! 40% de la flotte de réacteurs EDF recycle déjà la quasi-totalité du plutonium issu du retraitement des combustibles usés du parc français, sous forme de combustible MOX (Mixed Oxide). Cette **qualité du nucléaire** en fait aujourd'hui un **champion de l'économie circulaire** moderne, au point que le club des pays à cycle nucléaire dit « fermé », dont la France est le leader mondial, ne cesse de grandir.

Enfin, pour clore cette liste de **« nuances de vert »**, la plus verte d'entre elles est de tous les avis associée au critère **« renouvelable ».** Le vent, l'énergie solaire, hydraulique, géothermique, la biomasse sont renouvelables (même si les éoliennes, les capteurs, les barrages et les centrales ne le sont pas et que la biomasse n'est renouvelable que si elle est replantée et renouvelée après avoir été brûlée). Mais qu'en est-il du nucléaire ? Connaissez-vous le **nucléaire renouvelable** des réacteurs nucléaires de génération IV ? Appelés surgénérateurs, ils sont capables de produire autant voire **plus de combustible fissile qu'ils n'en consomment** (n'est-ce pas la définition de renouvelable ?). Ces **réacteurs ne sont pas un rêve**. De tels réacteurs ont produit de l'électricité dès le début de l'histoire du nucléaire en 1951. Plus récemment, des prototypes industriels ont même produit plusieurs térawattheures (milliards de kWh) en France et dans plusieurs pays. Jugés moins compétitifs que les réacteurs actuels de génération II ils n'ont pas encore été généralisés industriellement. Mais les coûts élevés des kWh éoliens, photovoltaïques et surtout du stockage de leur électricité rend désormais inévitable le retour économique des réacteurs surgénérateurs sur le devant de la scène énergétique**. Leur ré-industrialisation est déjà engagée dans tous les grands pays nucléarisés. Le nucléaire de 2050 sera donc « vert » aussi parce qu'il sera quasi-renouvelable, en tout cas durable pour des millénaires** (et cela même en n'utilisant que les combustibles usés du XXème siècle pour alimenter ce nouveau nucléaire)…..**Quelques millénaires, c'est bien plus qu'il n'en faut pour attendre le nucléaire de fusion et ses ressources quasi infinies….** Mais ça c'est plutôt pour la fin de notre XXIème siècle.

Conclusion/résumé

Nous pensons que la loi française de 2015 de « transition énergétique pour la croissance verte » qui prévoit de réduire la part du nucléaire dans notre électricité de 75% à 50% en 2015, ou de plafonner la puissance électronucléaire à 63 gigawatts, ou encore de gaspiller une électricité parmi les moins chères, les plus sures et les moins carbonées du monde par l'arrêt prématuré de Fessenheim, nous pensons que cette loi est un épisode « Parménidien » de notre transition énergétique et un retour inutile vers le passé. Mais, si on en croit Héraclite, rien n'est immuable, pas même une loi et l'accord historique de la COP21 pourrait très bien modifier le cours du « fleuve » législatif de notre transition énergétique.

En résumé de notre promenade intellectuelle très monochrome, notre raison suggère que « vert » rime bien avec nucléaire, car l'énergie nucléaire est (1) naturelle, (2) compacte et discrète dans nos paysages, (3) économe en combustible naturel, (4) économe en ressources et matériaux consommés, (5) économe en volumes de déchets générés, (6) exemplaire dans sa gestion des déchets radioactifs, (7) son empreinte radioactive globale est négligeable comparée aux expositions radioactives médicales et naturelles, (8) c'est une énergies bas carbone et candidate majeure pour aider à tenir les engagements de la COP21, (9) championne de l'économie circulaire et (10) quasi-renouvelable demain grâce aux réacteurs de génération IV.

Le dialogue est ouvert, la COP21 qui s'achève va le relancer …et les actions, opinions et contributions de chacun pour créer ce « meilleur compromis » écologique et garantir à l'humanité « les meilleures conditions » de son avenir sont devant nous.

Retour haut⮥

Le nucléaire iranien et la non-prolifération

Aimé Darricau

Le 15 décembre, l'AIEA a décidé de refermer le dossier iranien c'est à dire l'analyse finale de la dimension militaire du programme iranien que l'agence devait produire avant toute mise en œuvre de l'accord conclu le 14 juillet. Sauf évènement imprévu celle-ci va donc pouvoir démarrer dans toutes ses dimensions à commencer par la levée par l'ONU et par l'Europe des sanctions frappant l'Iran. La coopération entre l'Iran et la communauté internationale va pouvoir reprendre, voilà un foyer de tensions qui s'efface.

Après plusieurs années de litige et 22 mois d'intenses négociations, les cinq membres permanents du Conseil de Sécurité (Etats-Unis, Grande Bretagne, Chine Russie et France) l'Allemagne et le Haut Représentant de l'Union Européenne ont conclu avec l'Iran, à Vienne le 14 juillet dernier un Accord devant mettre fin au contentieux relevant des initiatives suspectes de l'Iran en matière nucléaire. Nous en avions décrit ce qui était déjà connu avant sa finalisation lors de notre dernier numéro. Nous avons pu nous procurer le texte et, s'agissant d'un texte majeur, même s'il suscite divers commentaires, il n'est pas inutile d'en faire une analyse plus détaillée, sinon exhaustive. Après quoi, nous pourrons passer en revue les réactions que ce texte a suscitées et mentionner quelques conséquences qu'il a eues sur les relations internationales. Voyons ce protocole dit « Plan d'Action ».

1) Plan d'action du 14 Juillet 2015

Le texte comporte tout d'abord une préface et un préambule qui insistent sur la finalité bien sûr : assurer le caractère exclusivement pacifique du programme nucléaire iranien ; l'Iran quant à lui réaffirme qu'en aucune circonstance il recherchera, développera ou acquerra des armes nucléaires. Son effet premier est affirmé : permettre à l'Iran d'obtenir le droit à l'énergie nucléaire à des usages pacifiques. Et aussi permettre la levée des sanctions du Conseil de Sécurité et des différents pays concernés. Il y a aussi rappel d'engagements de principe : quant à la charte de l'ONU, le Traité de Non-Prolifération « pierre d'angle », l'application du présent protocole de bonne foi et l'interdiction de toute action inconsistante avec le texte. Il est aussi rappelé que l'Accord constitue une approche étape par étape.

Quelques dispositions d'ordre pratique :

- Une commission conjointe réunissant les co-signataires et l'Iran sera établie pour guider la mise en œuvre du Protocole.
- L'AIEA sera en charge de la mise en œuvre et de vérifier les mesures du Protocole. Elle sera chargée d'adresser des rapports réguliers au Conseil des Gouverneurs ainsi que, tel que prévu par le présent Protocole, au Conseil de Sécurité. Les règles de protection de l'information telles que prévues par l'AIEA seront appliquées par toutes les parties.

- Toutes les dispositions du présent Protocole concernant les relations entre les co-signataires et l'Iran ne peuvent être considérées comme un précédent vis-à-vis d'un autre Etat ou versus les droits et obligations du TNP ou autre instrument portant sur les principes et pratiques internationales reconnus.
- Les détails techniques d'application de ce Protocole figurent dans les cinq annexes du document.
- Les co-signataires et l'Iran coopèreront au titre des usages pacifiques de l'énergie nucléaire et s'engagent dans des projets de coopération du nucléaire civil tels que figurant en Annexe III, avec la participation de l'AIEA.
- Les co-signataires et l'Iran se rencontreront au niveau ministériel tous les deux ans ou dans un intervalle plus court si nécessaire, pour examen, constat de progrès et adoption de décisions par consensus.

L'Iran et les co-signataires prennent les mesures suivantes dans les délais prévus par le Protocole et ses Annexes.

N U C L E A I R E

A. Enrichissement, R et D dans l'enrichissement et stocks

Le texte prévoit des limitations dans la production, le stockage, le taux d'enrichissement, le type de centrifugeuses ainsi que les activités de R et D.

Le nombre de centrifugeuses type IR-1 sera, pendant 10 ans, à Natanz de 5060. Elles sont actuellement au total de 19000, et le solde étant stocké sous contrôle de l'AIEA.

L'Iran pourra continuer des activités de recherche avec des centrifugeuses plus performantes, notamment des IR-6, dix fois plus performantes, et des IR-8 20 fois plus performantes. Les activités d'enrichissement seront limitées à 3,67% durant 15 ans. Pendant la même période, le stock, à ce taux, ne devra pas dépasser 300 kg, sachant que le stock actuel est de 10.000 kg. Les quantités en excès devront être vendues.

Téhéran accepte de ne plus enrichir d'uranium pendant 15 ans sur le site de Forclow, enfoui sous la montagne et, de ce fait, impossible à détruire par une action militaire. Natanz restera pendant cette période le seul site dans lequel se poursuivra l'activité d'enrichissement dans les limites prescrites. Forclow deviendra un centre de recherche scientifique dans le cadre d'une collaboration internationale.

B. Arak

Le réacteur à eau lourde situé à Arak sera modifié de façon à assurer une activité de recherche à usage pacifique et de production de radio-isotopes pour les besoins nucléaires et industriels. La fabrication des combustibles correspondants sera assurée hors d'Iran, ainsi que le traitement des combustibles usés. Une participation internationale est prévue. Pendant la même période de 15 ans, il ne sera pas construit de réacteur à eau lourde. L'accord vise à rendre impossible la production par l'Iran de plutonium 239, l'autre composant possible d'une arme nucléaire.

Retour haut⮥

C. Mesures de transparence

L'Iran s'engage à la ratification du Protocole additionnel du Traité de Non-Prolifération qui permet l'intensification de la surveillance sur le terrain. Les mesures adéquates devaient être prises pour le 15 octobre, un rapport du Directeur Général devant être présenté au Conseil des Gouverneurs pour le 15 décembre 2015. Le dispositif correspondant permet une amélioration et un élargissement des contrôles prévus par le TNP. Le Protocole prend acte de l'acceptation par l'Iran d'un certain nombre de dispositions de contrôle impliquant notamment une « longue présence » de l'AIEA en Iran, y compris sur la production d'uranium naturel pendant 25 ans, l'aspect centrifugeuse pendant 20 ans et le secteur enrichissement pendant 15 ans tel que précisé en Annexe.

Le champ de compétence de l'AIEA s'étend donc désormais à toute la filière nucléaire iranienne, de l'extraction de l'uranium à la recherche – développement.

L'Iran a également accepté un « accès » limité à des sites non nucléaires notamment militaires, en cas de soupçons d'activités nucléaires illégales par les inspecteurs de l'AIEA dans le cadre du Protocole additionnel au TNP.

S A N C T I O N S

Le texte reprend la liste des sanctions telles qu'appliquées respectivement par l'ONU, l'Union Européenne et les Etats-Unis. Les sanctions américaines et européennes, en lien avec le programme nucléaire iranien et visant les secteurs des finances, de l'énergie, notamment le gaz et le pétrole, et du transport seront levées « dès la mise en œuvre » par l'Iran de ses engagements nucléaires, attestée par un rapport de l'AIEA. Les sanctions de l'ONU sur les armes seront maintenues pendant cinq ans, mais des exceptions pourront désormais être accordées par le Conseil de Sécurité. Tout commerce lié à des missiles balistiques ayant une capacité d'emporter des têtes nucléaires reste interdit pour une durée illimitée. Le texte prévoit un certain nombre de dispositions de mise en œuvre de ces principes.

C A L E N D R I E R D E M I S E E N OE U V R E

L'accord distingue :

i. La date de finalisation
   C'est la date de signature (14 juillet 2015) suivie par la résolution d'approbation du Conseil de Sécurité (20 juillet).
ii. La date d'adoption ou de prise d'effet des dispositions convenues dans leur totalité, en principe 90 jours après la première date.
iii. La date de mise en œuvre renvoyant aux détails prévus en Annexe.
iv. La date de transition, soit 8 ans après la date d'adoption ou la date à laquelle le Directeur Général de l'AIEA aura établi un rapport actant notamment le caractère pacifique des activités.
v. La date d'achèvement avec résolution du Conseil de Sécurité 10 ans après la date d'adoption.

Dès le mois d'août, l'Iran a remis à l'AIEA des documents sur l'activité passée, et l'AIEA demande des éclaircissements !

PROCEDURE DE RESOLUTION DES LITIGES

Le texte prévoit la saisine possible d'une commission ad hoc composée des représentants de chaque partie, commission qui doit se prononcer dans les quinze jours – chaque partie peut demander la saisine des ministres des affaires étrangères de chaque pays signataire qui disposent d'un délai de même durée, éventuellement prolongeable -. Parallèlement, ou en substitution, un groupe de trois consultants désignés l'un par l'Iran, l'autre par la partie concernée par le litige et un troisième membre neutre. En cas de non résolution dans les délais prévus, la procédure aboutit à la saisine du Conseil de Sécurité, ce qui, au choix, peut aboutir, en cas de non-exécution par l'Iran, à la reprise des sanctions antérieures ou à toute disposition que le Conseil peut arrêter.

2) L'ACCUEIL DE L'OPINION

Bien entendu les avis sont partagés et, comme il se doit, nous examinerons les « pour » et ensuite les « contre ».

Les « POUR »

Tout à fait normalement, cette approche a été celle des personnalités politiques appartenant aux pays signataires. C'est ainsi que Laurent Fabius déclarait dans *Le Monde,* après avoir souligné les points importants du texte : « L'accord vise davantage de paix et de stabilité au Moyen-Orient. La région est déjà suffisamment éruptive pour que n'y soient pas ajoutés des conflits nucléaires. » Se sont exprimés dans le même sens Madame Merkel, Messieurs Cameron et Hollande dans un article commun paru au *Washington Post*, article dans lequel ils affirment « Nous sommes persuadés que l'Accord constitue le fondement de la solution du conflit sur le programme nucléaire de l'Iran. »

Il est vrai qu'aux Etats-Unis la chose n'a pas été simple et que le succès du texte est plutôt un résultat « a contrario » si l'on ose dire. Certes un certain nombre de « think tank » et d'anciens diplomates américains ont plaidé en faveur du texte, contrairement aux groupes relayant notamment l'inquiétude d'Israël. Il semblerait, selon certains observateurs, que certains se sont efforcés de donner une image plus dépassionnée et moins idéologue de l'Iran. Il est difficile d'apprécier bien sûr, et la Maison Blanche quant à elle a publié des infographie illustrant l'alternative : « sans l'Accord, l'Iran a 19000 centrifugeuses lui permettant en deux ou trois mois de produire un combustible « militaire », chiffre que l'Accord ramène à 6104 (sic) avec un blocage pour dix ans. Hillary Clinton, quant à elle, a conclu dans le même sens, parlant de « mettre le couvercle sur le programme iranien ». Les républicains bien sûr ont désapprouvé le texte, mais n'ont pu réunir, lors du vote au Sénat, que 56 voix (contre 42) alors que 60 voix auraient été nécessaires pour surmonter le veto présidentiel. La Chambre des Représentants quant à elle n'a jamais voté sur une telle motion, se contentant d'adopter trois textes symboliques sans effet sur l'avenir de l'Accord. Le Président Obama a salué « une victoire pour la diplomatie ». Les approbations sont venues de pas mal de voix comme par exemple celles de 70 experts de la non-prolifération dans un communiqué publié en août à Washington, ou celle du secrétaire pour les relations avec les Etats du Vatican.

Côté iranien, le Parlement a approuvé dans un premier temps les grandes lignes du texte par 139 voix contre 100 et 12 abstentions. Mais on nous dit que le débat fût houleux ! Mieux, le

guide suprême, l'Ayatollah Khomenei a donné son feu vert à l'Accord le 21 octobre et ce malgré, ce sont les expressions utilisées, des « ambiguïtés » et des « faiblesses structurelles » du texte.

Le numéro un iranien a précisé que les mesures que doit prendre l'Iran sur la modification du réacteur Arak et l'envoi à l'étranger de la large part du stock d'uranium enrichi ne seront mises en œuvre qu'après que l'AIEA aura clos le dossier de la possible dimension militaire du programme nucléaire de l'Iran (rapport attendu pour le 15 décembre semble-t-il). Mais cette réserve ne nous paraît pas appartenir tout de même au camp des « contre » qu'il nous faut visiter maintenant.

Les « CONTRE»

Les interventions sont diverses et parfois excessives. Un chroniqueur a même parlé de « déchéance morale ». Il est certain que les réserves du monde politique américain étaient notables. On l'a vu malgré l'échec, tout relatif il est vrai, des républicains au Sénat. Et certains observateurs n'ont pas manqué de faire remarquer qu'il était assez rare aux Etats-Unis qu'en politique étrangère un président soit aussi peu suivi. En général le Chef de l'Etat américain bénéficie en la matière d'une certaine confiance, et le rédacteur du journal *La Croix* de rappeler la position inverse d'un Richard Nixon lors du rapprochement avec la Chine par exemple. Il est vrai que, selon ce commentateur, le lobby américain pro-israelien, l'AIPAC, aurait dépensé près de 1,5 million d'€uros avant et au moment de la signature de l'Accord dans sa campagne hostile et aurait prévu d'en dépenser douze fois plus dans une campagne de spots télévisés. Ainsi, Ran Halevi, directeur de recherche au CNRS, soulignait la mobilisatiion générale du gouvernement israëlien pour faire échec au président Obama. L'Accord est considéré comme mauvais en lui-même, donnant aux Iraniens un blanc seing pour accéder à la bombe dans dix ans. Les occidentaux auraient dû, selon cette analyse, non pas suspendre, mais aggraver les sanctions ! Incidemment, Ran Halevi fait part du profond désarroi de la communauté juive américaine prise en étau entre son attachement à l'Etat hébreux et sa loyauté en grande majorité au président américain. Selon *Les Echos*, la stratégie diplomatique de Netanyahu a été fortement mise en cause en Israël même, alors qu'il n'avait pas hésité à défier Obama en allant dénoncer devant le Congrès les dangers du texte alors en cours de gestation.

Et en août dernier, le *Jerusalem Post* estimait quant à lui qu'un rejet de l'Accord par le Congrès américain pouvait même mettre Israël en danger. Il est vrai que ; dans un dossier aussi chargé politiquement, la sérénité est peut-être difficile à conserver. Ainsi le commentateur de *Boulevard Voltaire* continuait à se demander si, alors qu'à court terme l'Iran promet de se contenter du nucléaire civil, ce pays « étant donné son obscurantisme religieux et son bellicisme ne cèdera pas à la tentation ».

Il n'est pas sans intérêt, cela étant, d'examiner des analyses souvent, sinon pas toujours, plus sereines. Ainsi le professeur d'université et médecin Hagay Sobol relève quelques dispositions où « le diable se cache dans les détails ». Ainsi, selon lui, par exemple, l'obligation qui est faite aux inspecteurs de l'AIEA avant toute visite d'un site présumé civil d'obtenir l'accord préalable des autorités iraniennes en fournissant les éléments sur lesquels se fondent les soupçons de fraude. Il s'interroge également sur la possibilité du retour des sanctions si une infractiion était prouvée, malgré les faiblesses selon lui du régime d'inspection et ce du fait que cela impliquerait de remettre en cause « les vannes commerciales ouvertes ».

Retour haut⮥

Et de souligner également les lacunes du texte par rapport à ce que l'auteur appelle les visées hégémoniques régionales de l'Iran : pas un mot sur la déstabilisation du Liban multiculturel via le Hezbollah, ni sur le soutien actif au régime de Damas, ni sur l'effet ricochet en Jordanie. Et l'auteur d'estimer que, par ses actions, le pouvoir chiite à Téhéran a favorisé l'émergence de l'Etat Islamique sunnite. On permettra à l'auteur modeste de cet article de ne pas s'aventurer sur ce terrain, pas plus que sur celui suggéré également de l'hypothèse selon laquelle le président Obama a voulu, se désengageant du Moyen Orient, trouver un Etat de substitution à l'Egypte défaillante dans le rôle de gendarme régional que les Etats-Unis ne veulent pas ou plus remplir.

Maître Oudy Bloch, avocat aux barreaux de Paris et de New-York, affiche son scepticisme, rappelant que l'accord du 21 octobre 1994 conclu entre les Etats-Unis et la Corée du Nord sur l'arrêt immédiat de la recherche nucléaire à des fins militaires, a donné les résultats que l'on sait ! Et remarque que, si le président Obama affirme avoir mis fin, par l'Accord qui nous occupe, à la prolifération de l'arme nucléaire dans la région, l'Ayatollah Khomenei précise qu'il faudra continuer à lutter contre les Etats-Unis, ce que d'autres observateurs estiment comme un propos simplement incantatoire. Mais Oudy Bloch constate que l'Accord ne changera pas la nature du régime iranien et que les 150 milliards de dollars d'avoir gelés qui vont être récupérés ne serviront qu'à financer des mouvements terroristes. On est là dans la polémique qui peut être discutée bien sûr. Mais le même affiche un même scepticisme quant à l'efficacité des mécanismes de vérification des sites nucléaires du fait notamment de l'absence de visites inopinées selon lui.

Et l'auteur estime que les délais de procédures pourront faciliter les camouflages. Difficile d'apprécier tel quel ! Mais l'exemple choisi de l'inefficacité du démantèlement du programme syrien d'armes chimiques opposée à l'efficacité contestée ici des contrôles de l'AIEA porte sur des sujets et des types de contrôles peut-être différents. La vigilance s'imposera nous dit-on, ce qui va de soi !

On pourra retenir également la conférence présentée devant le Sénat américain huit jours après la signature de l'Accord en juillet dernier par le directeur Heinonen, ancien Directeur Général Adjoint à l'AIEA. Après avoir constaté qu'un certain nombre de pays ayant « triché », comme l'Irak ou la Lybie, avaient eu recours à des sites secrets, il énumère un certain nombre de problèmes : procédure vague concernant l'exécution du Protocole Additionnel au Traité de Non Prolifération, lenteur de l'accès aux lieux non déclarés permettant en deux semaines de temps la modification d'installations qui ne sont pas si grandes, obligation pour les contrôleurs de l'AIEA, pour obtenir l'accès à des sites suspects, de présenter un dossier justificatif permettant à la partie inspectée d'ajuster sa « version », rareté des traces qui pourraient être laissées par la fabrication de centrifugeuses, exigence pour certains contrôles de la présence de compétences très spécifiques dont le corps d'inspection de l'AIEA ne dispose pas ordinairement. L'auteur des présentes lignes n'a pas qualité pour trancher ; simplement on se demande s'il n'y a pas là querelle d'école vu le passé de l'auteur:

Dans *Le Figaro*, Emily Landau, chercheuse israélienne à l'Institut d'Etudes de la Sécurité Nationale de Tel Aviv, estime que l'Accord est un aveu de faiblesse des occidentaux, le président Obama s'étant interdit de conclure un bon accord car il avait exclu l'hypothèse de rompre les négociations. Pour elle, le régime des mollahs a atteint ses objectifs à savoir la levée progressive de toutes les sanctions et la conservation de sa capacité de « breakout », à savoir le temps nécessaire pour produire suffisamment d'uranium enrichi destiné à la

fabrication d'une bombe atomique et le temps offert bien entendu à une réaction du contrôle internationale. Sur ce point particulier, on peut dire qu'il a été observé que tout de même ce délai avait été porté par l'Accord de deux à trois mois, à dix environ, ce qui n'est pas rien !

Et pour Emiliy Landau, on aurait pu obtenir plus de l'Iran qui avait besoin désespérément d'un allègement des sanctions tandis que, selon elle, l'Administration américaine se contente d'un régime d'inspection alambiqué et faible. Ce qui, même pour un non spécialiste, paraît tout de même matière à discussion. Et alors que l'auteur conclue que, même en l'absence d'accord, l'Iran aurait continué à être soumis aux inspections de l'AIEA. Curieuse admiration, on en conviendra, du statu quo ante !

Telles sont donc les réactions, pour ou contre, suscitées par l'Accord du 14 juillet 2015. On donnera le mot de la fin à François Bujon de L'Estang, ancien Ambassadeur de France à Washington et que certains d'entre nous ont bien connu dans ses positions successives. Dans une interview au *Figaro* du 14 juillet, celui-ci rappelle que cet accord, qui est l'aboutissement de douze années d'efforts, a été conclu par réalisme. Du côté occidental, il a paru déraisonnable de continuer à faire l'impasse sur un pays de 80 millions d'habitants qui est une puissance régionale et a peut-être un rôle à jouer au Moyen-Orient. Côté iranien, les dirigeants semblent avoir compris qu'ils n'avaient pas intérêt à risquer une course aux armements nucléaires dans la région. Et de conclure que chacun a considéré que cet accord était utile et raisonnable et a donc fait un pari sur l'avenir.

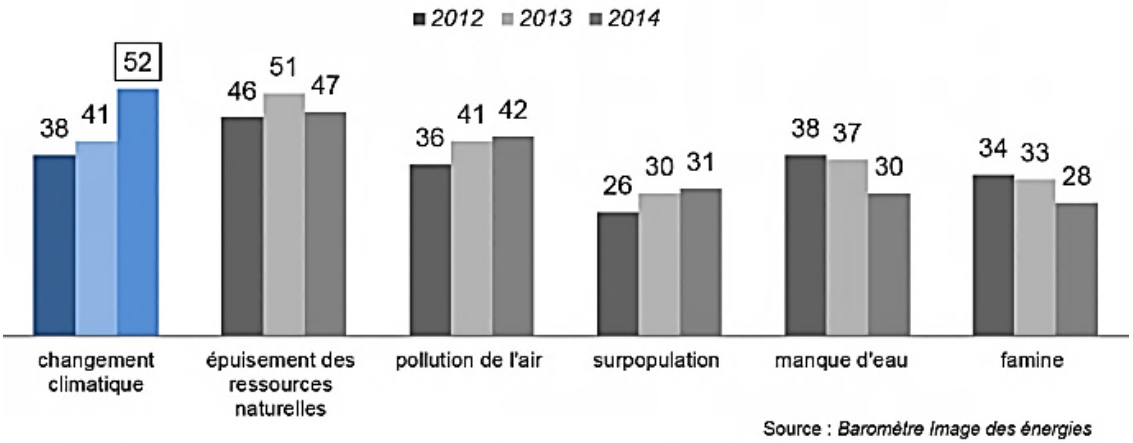
Retour haut⮥

Les Français et le changement climatique

Nous remercions la Société Française d'Energie Nucléaire ainsi que l'auteur Didier Witkowski (EDF) qui nous ont autorisés à publier cet article déjà paru dans le Revue Générale Nucléaire de Mai - Juin 2015

Changement climatique, Opinion publique

Dans les sondages, l'environnement ne fait plus partie des préoccupations majeures des Français depuis au moins 2011, tant ils sont inquiets des conséquences d'une crise économique dont ils ne voient pas la fin. Pour autant, l'environnement reste un sujet de vigilance et il reprendra sans doute des couleurs si la crise économique s'apaise. Le changement climatique est un bon exemple de cette capacité de rebond : perçu comme affaibli, voire décrédibilisé depuis Copenhague. Il occupe aujourd'hui la première place des périls graves pour l'avenir de l'humanité aux yeux des Français, avant celle qui était hier prépondérante : l'épuisement des ressources naturelles[1]. Le regain d'attention des médias sur le sujet fin 2014, un an avant la COP21, y a sans doute contribué. Le changement climatique est un péril grave, et qui est déjà à l'œuvre (93 % le pensent, dont 58 % certainement). Cette idée s'est même renforcée en 2014 et n'est plus l'apanage des électeurs de sensibilité écologiste.



TAB.1 Les problèmes les plus préoccupants pour l'avenir de l'humanité

Les climato-sceptiques minoritaires en France

L'existence du réchauffement est donc de moins en moins contestée et **l'origine humaine du phénomène est l'explication majoritaire en France**. Fin 2014, 63 % des Français pensaient que l'activité humaine est en cause. « L'effet Copenhague » ou les polémiques connexes ont certes induit une forte évolution de l'opinion entre 2010 et 2011 défavorable à l'origine humaine. Mais cette évolution se résorbe depuis, sans retrouver toutefois les niveaux de 2006. De fait, les climato-sceptiques restent une forte minorité (36 %)[2].

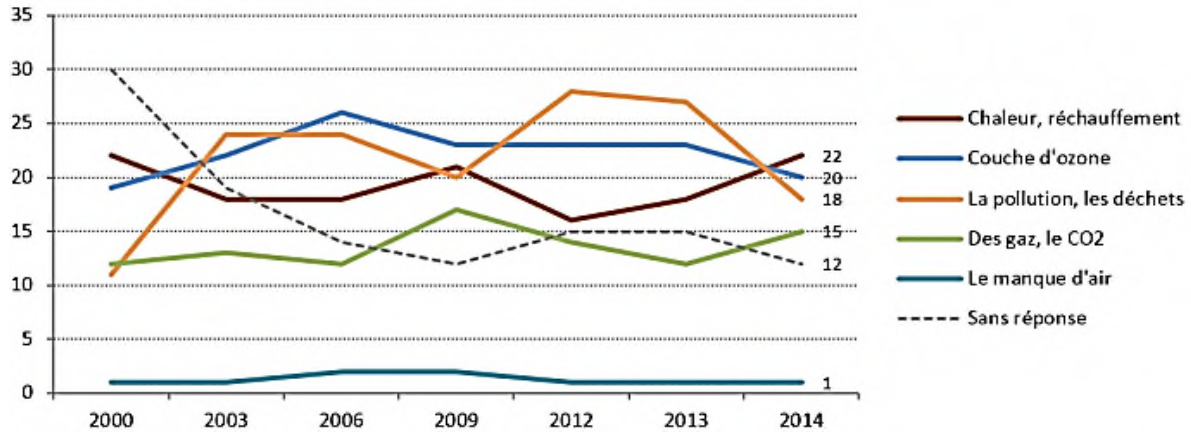
Des clivages forts sont à l'œuvre. Les Français de droite sont plus sceptiques que ceux de gauche (respectivement 58 % et 69 % pensent que le changement est provoqué par l'activité humaine), les agriculteurs également plus circonspects que les cadres supérieurs et professions libérales (49 % contre 71 %). Et surtout, **les plus de 65 ans** ne sont que 54 % à croire à l'origine humaine, contre environ 65 % des autres classes d'âge.

	RAPPEL 2006	RAPPEL 2007	RAPPEL 2009	RAPPEL 2010	RAPPEL 2011	RAPPEL 2012	RAPPEL DÉC. 2012	RAPPEL DÉC. 2013	DÉC. 2014
Un phénomène provoqué par l'activité humaine	66	66	61	63	53	57	59	59	63
Un phénomène naturel comme la Terre en a toujours connu dans son histoire	18	16	23	21	24	22	20	20	19
On ne peut pas le dire	15	18	16	16	21	21	20	20	17
Ne se prononcent pas	1	0	1	0	2	0	1	1	1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

TAB. 2 Les origines du changement climatique selon les Français
Source : Baromètre Image des énergies, dec. 2014, CSA

La compréhension du phénomène n'a pas progressé depuis 15 ans

Depuis l'année 2000, l'ADEME réalise chaque année en juin une enquête par sondage sur les représentations sociales de l'effet de serre et du changement climatique [3]. Les interviewés y ont la possibilité de répondre librement à cette question ouverte : en quoi consiste, selon vous, l'effet de serre ? En quinze ans, la médiatisation des phénomènes climatiques a permis à un plus grand nombre de personnes de saisir le sens même de la question du réchauffement : de 30 % de sans réponse en 2000, on passe à 12 % en 2014. Néanmoins, peu de Français semblent comprendre le mécanisme de l'effet de serre, qui reste attribué à la diminution de la couche d'ozone, à la pollution ou à un « réchauffement » sans cause de l'atmosphère, facteurs d'explication majoritaires et très stables jusqu'à aujourd'hui, les explications fondées sur le CO2 n'ayant pas progressé.



TAB. 3 Les évocation spontanées de l'effet de serre (regroupements) - Source : ADEME

On aurait tort, toutefois, de trop se focaliser sur cette incompréhension du mécanisme de l'effet de serre, car elle n'est ni un obstacle à la prise de conscience du péril climatique, ni un écran à

une vision assez réaliste des activités humaines impliquées dans le phénomène. Ainsi, dans l'enquête ADEME où une question est consacrée aux sources du réchauffement, les activités industrielles, les transports et la destruction des forêts apparaissent comme les principaux accusés. Qu'ils le soient au nom de la « pollution » et non du CO2 importe finalement assez peu : le diagnostic final est correct.

Il y a un cas où le flou entourant le CO2 est un handicap : **c'est le cas des centrales nucléaires**. On voit bien que, si elles sont citées parmi les fautifs, elles le sont à un niveau moindre que l'industrie ou les transports, et surtout moins que les centrales électriques en général (si on compare avec la formulation retenue dans l'enquête jusqu'en 2013 [5]). Cela signifie-t-il que les Français ont intégré que le nucléaire ne produit pas de CO2 ? Ils sont en réalité très partagés : 45 % pensent qu'il en produit, contre 48 % qu'il n'en produit pas [5]. Néanmoins, même s'il ne s'agit que d'un Français sur deux, ce taux permet sans doute au nucléaire d'être un peu plus épargné. Dans ce contexte de remobilisation de l'opinion sur le changement climatique, le nucléaire peut-il tirer parti du fait qu'il ne produit pas de gaz à effet de serre pour s'attirer de nouveaux soutiens ? Rien n'est moins sûr.

La difficile équation CO2/nucléaire

Actuellement, l'énergie nucléaire n'arrive pas à transformer en atout maître l'absence d'émission de gaz à effet de serre. D'une part parce que cet atout ne fait pas consensus, on l'a vu ; d'autre part parce que cette caractéristique n'est pas totalement opérationnelle dans le cadre d'un débat sur le changement climatique (l'ignorance du mécanisme CO2).

Aujourd'hui, la crainte d'un accident nucléaire et le problème des déchets demeurent des menaces plus graves que la production de carbone, quand bien même le changement climatique inquiète. Dans leur majorité, les Français ne veulent pas se passer du nucléaire, ils croient d'ailleurs de moins en moins que cela soit possible. Néanmoins, ils adhèrent à l'idée d'une décroissance du nucléaire de 75 % à 50 % en 2025, ce qui montre bien qu'une large partie de l'opinion **n'est pas mûre pour adhérer à l'idée que le nucléaire est une des solutions pour lutter contre le changement climatique.**

Une amélioration de la connaissance du public est-elle un levier possible en faveur du nucléaire ? C'est peu probable. Il découle de nos analyses du Baromètre Énergies que les personnes les plus sensibles au réchauffement sont plutôt hostiles au nucléaire et pensent davantage que le nucléaire produit du CO2. À l'inverse, on constate que les pro-nucléaires sont plus sceptiques sur l'origine humaine du réchauffement (Tab. 4).

		OPINION SUR LE NUCLÉAIRE			
Pensent que le changement climatique est avant tout provoqué par l'activité humaine	ENSEMBLE	Vraiment contre	Plutôt contre	Plutôt pour	Vraiment pour
	63%	75%	71%	58%	42%

TAB. 4 Opinion sur le nucléaire et conviction sur le changement climatique

En fait, il faut bien admettre que pour l'opinion, la question de la production de CO2 n'est pas perçue comme un fait indiscutable. Si c'était le cas, les antinucléaires pourraient reconnaître que le nucléaire ne produit pas de CO2 tout en conservant leurs convictions.

Dans le tableau 6, on a comparé les pourcentages de réponses « le nucléaire ne produit pas de CO2 » dans quatre catégories d'interviewés, créées par le croisement de deux critères : le fait d'être pour ou contre le nucléaire, et le fait d'avoir des connaissances faibles ou élevées sur l'énergie (mesurées objectivement avec un quiz).

Le constat est clair : on observe qu'à niveau de connaissance égal, y compris lorsque les connaissances sur l'énergie sont élevées, le fait d'être pour ou contre le nucléaire influence les réponses alors qu'il s'agit d'un fait scientifique (17 points d'écart). La connaissance joue également son rôle : à conviction égale, pour ou contre le nucléaire, une meilleure connaissance joue en faveur de la bonne réponse (30 points d'écart en moyenne). Mais les deux variables se cumulent presque parfaitement. En réalité, une partie des antinucléaires perçoit le CO2 comme un argument pro-nucléaire de plus, pas comme une vérité indiscutable. Donc, il faut bien admettre que connaissances et convictions se combinent pour produire des effets qui ne sont pas « chimiquement purs ». Et en aucun cas il n'y a d'effet mécanique entre l'accroissement des connaissances et le changement d'opinion. **Si l'argument CO2 n'est avancé que par les défenseurs du nucléaire, alors il devient suspect.**

	SONT CONTRE LE NUCLÉAIRE	SONT POUR LE NUCLÉAIRE
Ont peu de connaissances sur l'énergie	21	44
Ont des connaissances élevées sur l'énergie	54	71

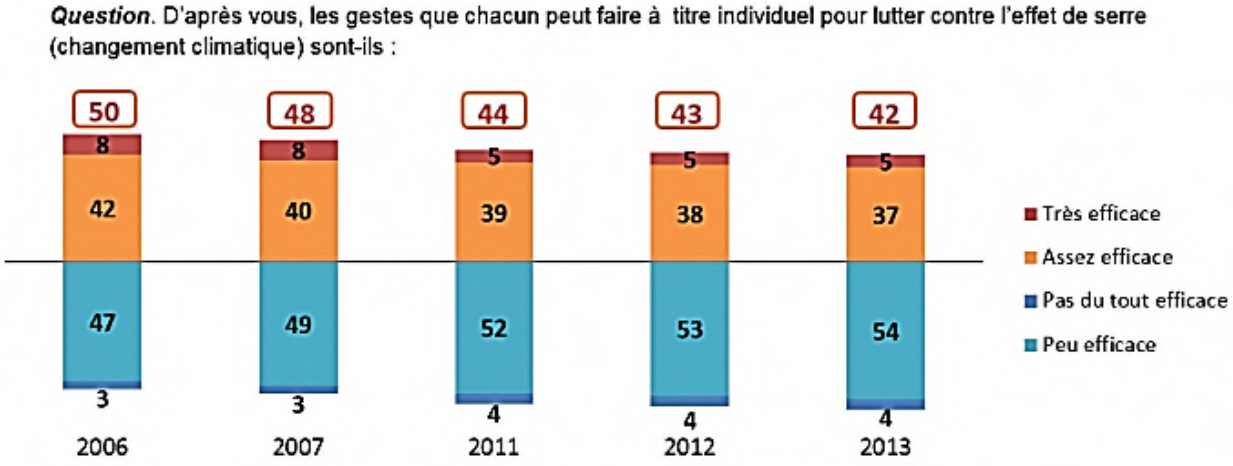
TAB. 5 L'influence respective des connaissances et des convictions sur la crédibilité d'un fait scientifique % de réponses

Des Français de moins en moins optimistes sur la lutte contre le changement climatique

Alors même que le péril climatique paraît de plus en plus aigu aux yeux des Français, **un certain fatalisme semble s'installer.**

Devant l'inaction de la communauté internationale, d'abord. La confrontation avec le changement climatique est perçue de plus en plus inéluctable sans que cela modifie le degré de confiance – dans un sens ou dans l'autre – à l'égard de la capacité de l'humanité à réagir efficacement. Depuis que la question est posée (2006), ce rapport reste du même ordre et n'a pas évolué après Copenhague : environ 40 % sont plutôt confiants, 60 % pas vraiment.

Scepticisme aussi vis-à-vis de **leur propre capacité d'action.** Depuis trois ans, une majorité de Français (58 %) estime que les gestes individuels que l'on peut faire pour lutter contre l'effet de serre ne sont pas efficaces. Le scepticisme est plus fort chez les personnes de plus 55 ans (62 %) mais il n'est pas absent chez les moins de 35 ans (48 %).



TAB. 5 Le jugement des Français sur l'efficacité des gestes individuels - Source : ADEME

Dans l'enquête ADEME, on propose aux interviewés de choisir leur solution préférée entre quatre, pour lutter contre l'effet de serre. Peu de Français (11 %) croient que le progrès technique permettra de trouver des solutions pour lutter contre l'effet de serre, sans doute à cause de l'ampleur disproportionnée du phénomène. Sont aussi minoritaires les fatalistes qui pensent qu'il n'y a rien à faire, qui sont certes deux fois plus nombreux qu'en 2006, mais qui ne dépassent guère 12 %.

L'idée que c'est aux États de réguler le réchauffement climatique à l'échelle mondiale n'a jamais séduit plus de 25 % des Français depuis 2006 (19 % en 2014), Copenhague n'ayant d'ailleurs pas particulièrement joué sur cette opinion.

C'est bien la modification des modes de vie qui apparaît comme l'option la plus crédible. Elle est partagée par 57 % des Français et progresse de nouveau depuis 2012.

On aurait tort toutefois de prendre pour argent comptant la posture majoritaire du changement de mode de vie. Pour essayer d'entrer dans le concret des comportements et déjouer les déclarations d'intention sans valeur, l'enquête ADEME a tenté de distinguer entre des actions qui pourraient réduire les émissions de gaz à effet de serre, que le public a déjà adopté ou pourrait adopter plus ou moins facilement, et des inflexions de comportement plus difficiles, souvent pour des raisons d'impossibilité pratique.

À l'examen des réponses, on constate que les réticences sont plus fortes lorsque les comportements prescrits :

- ont un coût pour le consommateur (les taxes, notamment, sont très mal acceptées) ;
- ont une justification environnementale floue : la limitation de la consommation de viande apparaît sans doute comme une bonne pratique pour la santé (déjà pratiquée par 46 %), mais le lien avec le climat est ténu ; la résistance est donc plus élevée ;
- se heurtent à des impossibilités pratiques : ainsi c'est dans le domaine des transports que les réticences sont les plus fortes : prendre les transports en commun ou utiliser le vélo plutôt que la voiture, voire faire du covoiturage, est difficile ou irréaliste pour un Français sur deux ; chez les utilisateurs quotidiens de la voiture, 75 % n'envisagent pas de l'abandonner.

Finalement, la confrontation entre les intentions et les comportements est assez cruelle : les actions les moins contraignantes sont évidemment plébiscitées, mais dès que l'on aborde la question des transports, levier le plus important de la lutte contre le CO2, ou la fiscalité écologique, les réticences sont fortes. La question de l'habitat pavillonnaire, testé dans l'enquête et que les interviewés ne veulent abandonner à aucun prix, est sans doute le meilleur exemple d'un changement de mode de vie qu'en réalité peu de Français sont prêts à assumer.

[1] Baromètre Image des énergies, enquête réalisée pour EDF par CSA auprès d'un échantillon national de 2 020 personnes âgées de 18 ans et plus, entre le 4 et le 20 décembre 2014.

[2] Avec une formulation légèrement différente, l'enquête TNS-Sofres de 2013 pour le ministère de l'Écologie conclut à la même proportion de climato-sceptiques : 35 %. Voir Chiffres et statistiques n°440, Commissariat général au développement durable, août 2013.

[3] De 2000 à 2014 quinze enquêtes ont été réalisées. Jusqu'en 2013, elles ont été réalisées par téléphone auprès de 1 000 Français ; la dernière vague de 2014 a été réalisée online par Opinion-Way auprès d'un panel de 1548 internautes âgés de 15 ans et plus, du 20 juin au 7 juillet 2014, avec les critères habituels de représentativité (sexe, âge, PCS, catégorie d'agglomération et région).

[4] La formulation de cet item a changé en 2014 : l'ADEME a ajouté « au gaz, au charbon ou au fuel », ce qui a provoqué une augmentation artificielle de cet item (ces combustibles ont une image de polluants) et empêche toute comparaison avec les années précédentes.

[5] Baromètre Image des énergies 2014

Retour haut↥

AREVA reste un acteur mondial à long terme

Philippe Knoche

Nous remercions Philippe Knoche d'avoir mis à notre disposition le texte de la présentation qu'il a faite le 25 septembre à la conférence GLOBAL2015. Cette publication tardive reste d'actualité.

Je vais vous présenter la refondation et la restructuration de l'industrie nucléaire française, et le fait que la transformation d'AREVA ne s'arrête pas à la restructuration de son actionnariat. Je vais aussi partager avec vous, très brièvement, la façon dont nous voyons les besoins de nos clients évoluer et comment, en ces temps de transformation, nous essayons d'y répondre. Je terminerai sur la confiance que nous avons, malgré nos difficultés et avec la maîtrise d'AREVA sur les réacteurs et le cycle du combustible, dans notre capacité à relever les défis qui attendent la filière nucléaire dans une perspective internationale.

Que se passe-t-il ?

En début d'année, j'ai dû annoncer qu'AREVA connaissait des pertes de l'ordre de 5 milliards d'euro et que l'entreprise devait se réinventer.

Brièvement, ces pertes étaient dues à un certain nombre de projets particulièrement difficiles, dont celui d'Olkiluoto en Finlande. Elles étaient dues aux investissements de ces 10 dernières années, ou tout au moins à leurs aspects financiers négatifs, même s'ils auront des côtés positifs dans l'avenir. En jeu également, des raisons liées aux conditions du marché nucléaire à court-terme.

Cela a impliqué la nécessité de réduire la dette, réduire les risques et de s'adapter aux conditions du marché.

Avec le soutien de l'Etat Français, après des débats stratégiques, des décisions ont été prises et nous préparons leur mise en œuvre.

La première de ces décisions, et la plus connue, est qu'EDF va prendre une position majoritaire sur le marché des réacteurs nucléaires en exploitation, dans les domaines des services, de la maintenance, de la fabrication du combustible et des équipements, et de la construction des îlots nucléaires. Cette participation majoritaire sera bénéfique aux clients dans le monde, car EDF mettra au service de son fournisseur sa longue expérience d'exploitant.

Nous restons une entreprise autonome pour de nombreuses raisons et notamment, pour être en soutien à nos clients.

Cette nouvelle organisation se mettra en place dès que toutes les procédures requises seront terminées et, même si nous sommes déjà prêts, cela ne se fera pas avant la 2è moitié de 2016.

Sous ce parapluie, une structure dédiée sera créée pour faire face aux nouveaux projets de construction de réacteurs, qui s'avèrent être de vrais défis, et nos équipes d'EDF et d'AREVA travaillent ensemble, sous le contrôle d'EDF.

C'est la principale transformation pour ce qui concerne les réacteurs. AREVA va désormais concentrer ses efforts sur un marché que vous avez connu il y a 15 ans comme étant celui de COGEMA. Les activités du nouvel AREVA seront l'extraction, la conversion, l'enrichissement, ainsi que l'ingénierie du cycle du combustible, le démantèlement, le recyclage et la logistique.

Nous avons créé 2 entreprises, autonomes comme je l'ai déjà dit, avec quelque chose que voulait l'actionnaire, un « pacte » d'actionnaires par lequel le nouvel AREVA va garder une minorité dans le nouvel AREVA NP qui devient une filiale d'EDF sur le marché des réacteurs.

Cette participation minoritaire va permettre de garder des liens entre les réacteurs et le cycle du combustible. Ce lien existait autrefois et nous allons le conserver. Ainsi, nous pourrons répondre aux besoins spécifiques, qu'il s'agisse d'offres globales, d'adaptation du cycle du combustible à de nouveaux réacteurs, de Génération IV, etc.

Une approche différente

On ne peut pas limiter la transformation d'AREVA à la structure de son actionnariat. Les conditions actuelles du marché nous imposent d'adopter une approche totalement différente en termes de coût, en termes de management, en termes de réduction des risques, en termes de simplification en général.

Nous avons annoncé que notre programme avait pour objectif une réduction de nos coûts à hauteur d'un milliard d'euros, sur plus de 8 milliards. Ces derniers jours, des manifestations de salariés ont donné plus de visibilité à la réduction des effectifs. Car nous devons en effet réduire nos effectifs de 6 000 personnes, sur plus de 40 000 employés dans le monde.

Cette réduction d'effectifs ne pourra être réussie que si nous simplifions radicalement notre structure, pour nous adapter aux différents marchés, pour avoir moins de niveaux hiérarchiques, moins d'organisations matricielles… Nos équipes sont dans l'entreprise depuis assez longtemps maintenant, elles ont été embauchées il y a au moins 10 ans. Et nous n'avons plus besoin de processus lourds et complexes. Maintenant, nous devons aller vers plus de simplification.

Plus rentable, plus simple et bien centré en matière de marchés.

Parce que nous nous concentrons sur le cycle du combustible, nous allons vendre CANBERRA (notre filiale de mesures nucléaires). Le processus de vente est en cours. Nous allons aussi concentrer notre activité dans les énergies renouvelables uniquement sur notre co-entreprise à 50/50 avec GAMESA sur les éoliennes off-shore, qui n'est pas encore consolidée.

La transformation se fait dans tous les secteurs de l'entreprise.

Satisfaire des besoins en évolution

Mais nous ne nous transformons pas pour nous-mêmes. Nous nous transformons pour satisfaire nos clients et répondre à l'évolution des besoins. Une évolution dans laquelle nous sommes plutôt bien placés.

La première des évolutions est le transfert de notre industrie, des pays de l'OCDE vers les économies émergentes, notamment en Asie, qui portent les nouveaux projets.

Par le passé, AREVA a déjà su répondre à l'évolution des besoins de la clientèle. C'est clairement un des points forts de la transformation. Mais il n'y pas que l'Asie : la plus grande partie du parc nucléaire mondial n'est pas en Asie. Et a besoin de sécurité d'approvisionnement.

Nous avons de nombreux actifs dans les mines, de notre actionnariat au Canada à notre présence en Afrique, au Kazakhstan et aux explorations plutôt prometteuses en Mongolie. Tous les investissements que nous avons faits dans les mines, mais pas seulement, sont efficaces. GB2 (l'usine d'enrichissement de Tricastin) est maintenant en service. Une partie de nos usines de conversion, l'amont du cycle jusqu'à la production d'UF4 (à Malvesi), sont maintenant rénovés. Et les rénovations vont commencer pour les autres.

Nos investissements ont pesé lourd sur notre déficit. Mais ce sont des actifs industriels exceptionnels. Si vous n'avez pas encore eu l'opportunité de visiter nos installations de Tricastin ou nos mines, je suis sûr que nos équipes commerciales peuvent vous faire partager tout ce que nous avons fait pour l'industrie et pour produire les 50 prochaines années.

Les besoins évoluent aussi en matière de combustible usé. Les quantités de combustible usé accumulées depuis des années deviennent, pour les clients que je rencontre, sinon un problème immédiat, du moins une source croissante d'analyse et de développements. Bien sûr, cela a à voir avec le licensing, l'acceptation du public. Mais pas seulement. C'est aussi une question sur la vision à long terme de l'industrie nucléaire. C'est la question de sa pérennité.

Pour cela, nous développons des solutions de recyclage, des solutions spécifiquement conçues pour le démantèlement, et pour le stockage de combustible. Aux Etats-Unis, nous venons de recevoir l'autorisation de la NRC pour une évolution du système de stockage NUHOMS, qui permet à un REP d'entreposer 32 assemblages intacts et 16 assemblages endommagés.

Face à ces besoins en constante évolution, que ce soit en Asie, que ce soit en matière de sécurité d'approvisionnement, que ce soit en matière de démantèlement, de combustible usé… nous allons continuer à proposer des solutions innovantes. Avec une idée toujours à l'esprit : « *qu'est-ce qui compte pour nos clients, en matière de sûreté et d'économie ?* ».

L'innovation au service de la sûreté et de l'économie

Quelle que soit notre structure d'entreprise, mettre nos capacités à innover au service de la sûreté et de l'économie de nos clients reste notre objectif clé.

Quand on parle de sûreté, quand on parle d'économie, quelles solutions mettons-nous sur le marché ?

Retour haut⮥

Je vais d'abord parler de sûreté. Après Fukushima, et sans augmenter significativement les coûts, nous avons développé le programme Alliance Sûreté pour apporter à nos clients, exploitants du monde entier, des solutions qui leur permettent d'améliorer la sûreté de leurs réacteurs : des systèmes de filtration, des recombineurs passifs, des réponses aux situations accidentelles, des formations… toute une gamme de solutions qui pouvaient être adaptées à chaque besoin spécifique de chaque opérateur, sans entraver sa performance économique.

Prenons la conception du combustible, sa fabrication. Nous mettons de nouveaux produits sur le marché : ATRIUMTM 11 pour le marché des réacteurs à eau bouillante, GAIA pour les REP. Avec des performances améliorées en terme de résistance, de thermo hydraulique et, au final, des performances économiques, toute en améliorant les performances de sûreté.

Mais il ne faut pas s'arrêter à GAIA ou ATRIUMTM 11. Nous avons un programme de coopération avec nos clients pour un combustible résistant aux accidents pour que dans le futur, l'industrie nucléaire continue en permanence à améliorer son niveau de sûreté. Et exploiter en toute sûreté est plus économique.

Le combustible est représentatif pour nous de l'innovation que nous apportons à la conception et à la fabrication, mais aussi, à la fin, au recyclage et aux solutions pour gérer du combustible endommagé dans les piscines.

Ces 2 exemples montrent que nous mettons déjà à ce jour l'innovation au service de la sûreté et de l'économie.

Et maintenant, comment allons-nous faire ?

AREVA est un groupe qui exploite des mines, des usines d'enrichissement, de conversion, de fabrication de combustible, qui a une force commerciale unique. Et tout cela va changer suite à la refondation de l'industrie nucléaire française. Quoiqu'il en soit, nous conservons une force commerciale unique pour les mines, la chimie et l'enrichissement. Nous discutons avec Bernard Fontana, l'homme qui nous a rejoint pour diriger l'activité Combustible d'AREVA NP (ex-FRAMATOME), pour savoir comment garder l'intérêt des clients pour une solution industrielle développée pour eux et que nous leur apportons. Nous allons continuer en ce sens.

En matière de processus, il s'agit aussi du processus qui nous permet de livrer au client la solution unique dont il a besoin. Et aussi de la mise sur le marché, en temps et en heure, parce que de plus en plus, il est indispensable de réagir vite face à un incident ou à une exigence réglementaire.

La sûreté est notre ADN et nous allons le conserver

Nous sommes confiants dans la capacité d'AREVA à livrer à ses clients, de toute l'industrie, les solutions dont ils ont besoin. Cette confiance est d'abord fondée sur le « brin sûreté » de l'ADN d'AREVA. Avec les turbulences que nous connaissons actuellement, je peux vous dire que notre première préoccupation est bien la sûreté. La sûreté est notre ADN et nous le conservons.

AREVA a des actifs, de l'extraction à la conversion, l'enrichissement, dans les composants pour le combustible des réacteurs. Comme ces actifs sont rénovés, et comme les installations de recyclage sont pratiquement comme neuves, leurs coûts de maintenance sont relativement bas, et les faibles dépenses d'investissement servent nos actifs de sûreté.

Mais ces actifs sont fondés sur des technologies. C'est une des premières raisons d'avoir confiance. Ils sont fondés sur des technologies parfois uniques au monde. Parfois, sur des technologies que nous partageons avec des partenaires de longue date. Et ces technologies nous permettent d'être non seulement dans les 3 meilleures entreprises mondiale en termes de parts de marché, mais aussi d'être dans les 3 premiers mondiaux sur l'ensemble des technologies du cycle.

Le marché émet des signes positifs avec le redémarrage du Japon, la propreté radiologique, et ce qui s'est passé ce week-end à Taishan (Chine), qui démontre que les réacteurs de 3ème génération avancent et arrivent sur le réseau.

Une autre raison d'être confiant est que le nucléaire est là. Et que le nucléaire se développe à nouveau.

Ce matin à GLOBAL 2015 est l'occasion de vous transmettre un message : AREVA est un partenaire à long-terme, un fournisseur à long-terme et vous pouvez compter encore longtemps sur AREVA.

Retour haut↥

Quelques rappels

Dans les débats actuels il est très fréquent de constater des confusions en matière :

1- Énergie et électricité : l'électricité ne représente en 2013 dans notre pays que 23 % de l'énergie finale utilisée (contre 44 % pour le pétrole et 20 % pour le gaz). S'il est clair que la meilleure énergie est celle qu'on économise, nos combats contre le CO_2, ou la pollution ou pour réduire notre déficit commercial ne justifient pas de limiter la consommation d'électricité : en France en effet celle-ci est dé-carbonée à plus de 90 % et les quantités d'uranium nécessaires sont faibles (grâce à un contenu énergétique 10 000 fois plus élevé que les hydrocarbures ou le charbon) et ne génèrent pas de déficit de notre balance commerciale. D'ailleurs, les futurs transferts d'usage (par exemple véhicule électrique), la reprise économique, les perspectives de ré-industrialisation ou l'accroissement de la population mondiale risquent fort d'encourager l'augmentation de la consommation d'électricité.

2- Énergie produite et de puissance disponible : le critère le plus pertinent pour comparer les contributions des diverses formes d'énergie électrique (nucléaire, hydraulique, charbon, fuel, gaz, bois, éolien, photovoltaïque, géothermie, biomasse, énergies marines etc.) est la quantité d'énergie** produite sur l'année et non la puissance* instantanée installée, susceptible d'être mise en œuvre ou pas, selon les besoins (équilibre offre-demande) ou les aléas (météorologiques, nuits, maintenances, pannes). Un équipement de forte puissance ne fonctionnant que peu de temps dans l'année ne fournirait que peu d'énergie ! Il est intéressant de noter par exemple qu'avec moins de 50 % de la puissance électrique installée en France, le nucléaire produit 75 % de l'énergie électrique nationale (c'est bien ces 75 % que notre Président souhaite ramener au-dessous de 50 % de l'énergie produite en 2025).
L'énergie* produite est donc le produit d'une puissance** instantanée par une durée de production. Pour les différentes technologies la durée par an ou facteur de charge est extrêmement variable. En France les facteurs de charge sont en moyenne de :

- Nucléaire : 75 %
- Eolien : 20 à 25 %
- Photovoltaïque : 10 à 15 % (selon la région)
- Hydraulique : 30 à 40 %
- Thermique (charbon, fuel, gaz…) : 20 %

Attention : rien à voir avec les parts respectives dans la production électrique nationale ; ce ne sont que des taux d'utilisation sur les 8 760 heures annuelles. En d'autres termes, en France, dans l'année, un réacteur nucléaire produit en moyenne 274 jours, une éolienne terrestre 84 jours, une cellule photovoltaïque fonctionne 47 jours (soit environ 3 heures par jour en moyenne sur l'année) et les centrales thermiques classiques 73 jours par an (par choix pour des raisons économiques et de pollution CO_2).
Par exemple, il faut une puissance éolienne de 4 600 MW (soit 2 300 éoliennes de 2 MW unitaire) pour produire la même quantité d'énergie électrique qu'un seul réacteur de 1 300 MW. On comprend également pourquoi il n'est pas pertinent de dire qu'un champ d'éoliennes alimente un nombre de foyers comme on le dit souvent alors que ce n'est vrai que 20 % du temps !

***** La **puissance installée** s'exprime en W (watt), kW (kilowatt), MW (mégawatt), etc

* *** La quantité d'énergie** s'exprime en Wh (wattheure), kWh (kilowattheure soit un kilowatt pendant une heure), MWh (mégawattheure), etc

Retour haut ⮥