

NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

Une publication de l'ARSCA

n°63 - Juin 2014

A 18 mois de la Conférence de Paris sur le climat



Dans ce numéro

L'évolution du secteur énergétique

L'actualité des énergies renouvelables

De la mine au combustible et l'aval du cycle et le démantèlement

Les réacteurs

Sûreté et Environnement

Le projet CIGEO de stockage profond ou un discours sur la méthode

Niger : nous sommes fiers de tout ce que nous y avons fait depuis 50 ans

Un scénario pour Fessenheim

Quelques rappels

ARSCA

Association d'anciens et de retraités d'AREVA

NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

POINT DE VUE

A 18 mois de la Conférence de Paris sur le climat Page 3

ÉNERGIE

L'évolution du secteur énergétique Page 7
L'actualité des énergies renouvelables Page 16

NUCLÉAIRE

De la mine au combustible Page 19
Les réacteurs Page 22
L'aval du cycle et le démantèlement Page 28

NUCLÉAIRE et SOCIÉTÉ

Sûreté et Environnement Page 38
Niger : nous sommes fiers de tout ce que nous y avons fait depuis 50 ans Page 42
Un scénario pour Fessenheim Page 46
Le projet CIGEO de stockage profond ou un discours sur la méthode Page 51

QUELQUES RAPPELS

Page 53

*La photographie de couverture représente l'ensemble de la mine de TAMGAK exploitée par Somaïr au Niger
Copyright : Ascani Maurice, AREVA*

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

Point de vue : Bernard LENAIL
Energie : Guy DUCROUX
Energies Renouvelables : Guy LAMORLETTE
Nucléaire : Claude SEYVE, Jacques SIMONNET
Sûreté et Environnement : François JUSTIN, membre d'ARA (Anciens de SGN)
Nucléaire et Société : Aimé DARRICAU, Jacques BLANC et Jean-Luc SALANAVE

La coordination de l'ensemble des rubriques est réalisée par Claude SEYVE et Danièle RAISONNIER avec la collaboration de Bernard LENAIL et de Françoise DELEIGNE

ARSCA

Tour AREVA, Boîte 0706-B2

1 Place Jean Miller, 92084 PARIS LA DEFENSE

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

A 18 mois de la Conférence de Paris

Bernard LENAIL

Loin d'être strictement personnel ce qui suit n'est qu'un point de vue, même si certains pourraient y voir une expression de la pensée correcte. N'étant pas, nous-même, en mesure d'arbitrer entre les spécialistes du GIEC et ceux qui, aujourd'hui encore, le contestent, nous considérons que le jour, encore lointain, où les spécialistes seront enfin unanimes il sera sans doute trop tard pour vouloir sauver le climat que nous connaissons. N'est-il pas préférable alors de mettre en œuvre, dès maintenant, dans un souci moral, de responsabilité et d'économie, sans aucun esprit dogmatique ou idéologique, une recherche déterminée de sobriété dans la consommation des ressources et d'efficacité énergétique ?

Le changement climatique : voilà 50 ans qu'on en parle

Avec la récente publication des 5èmes rapports du GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts de l'ONU sur l'évolution du climat) on a assisté au déferlement habituel d'articles et reportages annonçant que le dérèglement climatique conduirait à une apocalypse plus rapide et plus grave que prévu, gare aux dégâts (pénurie d'eau, pénurie alimentaire, baisse de rendement des récoltes, inondations, incendies, maladies) si on persiste à ne rien faire... après 15 jours, l'affaire semblait cependant oubliée..... comme si l'opinion publique s'en désintéressait.

La situation est cependant bien différente de celle de 2010 où, après la conférence de Copenhague de décembre 2009, le message du GIEC très clair et tonitruant des 4èmes rapports s'était quelque peu brouillé par la révélation de graves erreurs dans ses travaux, du manque d'intégrité de différents scientifiques et par la contestation, voire le dénigrement, dont le GIEC était l'objet de la part d'une petite partie du monde scientifique. Il était alors permis à l'*honnête homme* de s'interroger : le réchauffement climatique est-il une réalité, un fantasme ou tout simplement une vaste fumisterie ? D'autant que, dans le même temps, les gens n'étaient pas rares qui soulignaient à quel point le monde moderne avait permis des progrès dans de nombreux domaines : augmentation de la longévité, amélioration de la qualité des soins, de l'hygiène, du niveau de vie... pour conclure qu'il ne fallait pas contraindre la consommation d'énergie.

Aujourd'hui les propos du GIEC sont plus solennels, plus mesurés sans doute car la dramatisation et le langage alarmiste et anxiogène des précédentes éditions se sont avérés contre-productifs. Les contempteurs d'antan se font plus discrets et les critiques moins violentes et, semble-t-il, mieux tolérées. Néanmoins le rythme du réchauffement s'est ralenti, voire arrêté pour ce qui est de l'hémisphère nord, au cours des 15 dernières années – alors qu'aucune explication tout à fait convaincante n'ait été fournie de ce phénomène – et pourtant

les messages du GIEC sont de plus en plus clairs. C'est que, en quelques années, les prévisions sont, pour certaines devenues, réalités et que les conséquences du dérèglement climatique deviennent, peu à peu, manifestes : fonte des glaces, hausse du niveau de la mer, hausse des températures (atmosphère et océans), migration de certaines espèces, fréquence accrue d'évènements extrêmes, changement des régimes de précipitation. L'avenir dont on nous parle depuis une cinquantaine d'années est donc bien en train d'arriver.

Le débat évolue et quitte progressivement le terrain scientifique (le phénomène est-il d'origine humaine ou non ? Les émissions de CO₂ sont-elles la cause principale ou la conséquence de celui-ci ?) et se porte vers un terrain plus concret : comment atténuer les effets du dérèglement climatique ? Comment s'en protéger ? Comment s'adapter (ou atténuer les effets) ? Ici il faut comprendre s'adapter (c'est-à-dire agir) en prévision d'évolutions à venir et non pas s'accommoder de changements déjà survenus (soit réagir) !

Depuis la conférence de Copenhague de 2009, achevée sur un accord contesté, bâclé, mal formalisé et non contraignant, mentionnant un objectif imprécis de limiter à 2°C le dérèglement – tous défauts corrigés un an plus tard à Cancun – les choses ne se sont pas améliorées. Contrairement à ce que beaucoup feignent de croire, il s'agit bien avec ces 2°C d'un objectif commun de l'ONU et des Etats et non pas une recommandation du GIEC. Même si certains pays, volontairement ou non, ont réduit leurs émissions de gaz à effet de serre, d'autres ont laissé filer les choses de sorte que globalement le diagnostic est maintenant plus sévère : aujourd'hui ce serait plutôt une hausse de l'ordre de 3 à 4°C à quoi il faudrait s'attendre pour la fin du siècle. Bien que le GIEC laisse encore entendre qu'il ne soit pas totalement impossible de respecter l'objectif de 2°C, personne cependant ne le croit tant cela paraît maintenant hors d'atteinte.

Par ailleurs la concentration de CO₂ a atteint 400 ppm (parties par million de dioxyde de carbone) dans l'atmosphère de l'hémisphère nord en avril 2014, un chiffre jamais atteint depuis des millions d'années ; la hausse est de plus de 2 ppm par an alors que les spécialistes proposent de tout faire pour ne pas dépasser 450 ppm si possible et en aucun cas 500 ppm à la fin du siècle. En fait, entre 1992 et 2012, soit en 20 ans les émissions ont augmenté de 50%, on est donc loin de la réduction d'un facteur 4 d'ici 2050 attendue pour les pays développés : le monde, pris dans sa globalité, n'a pas encore pris le bon chemin puisque malgré l'accord de Kyoto il n'y a pas eu réduction des émissions de gaz à effet de serre mais accélération des émissions.

Le temps n'est plus aux palabres, il faut agir

Comme on le pressent d'après le panorama très général brossé ci-dessus, il y a une évidente nécessité de gérer rapidement le problème au plan mondial, mais comment mettre d'accord quelques 195 pays si différents, aux intérêts et aux contraintes si diverses. Par ailleurs chacun comprend bien que plus tard la lutte pour sauver le climat se mettra en place et plus cette lutte sera difficile et coûteuse et, circonstance aggravante, plus la hausse des températures se stabilisera à un niveau élevé +3° ou 4°C, voire +5,5°C avec des conséquences de plus grande ampleur.

Il faut donc agir sans attendre et de fait beaucoup de spécialistes, diplomates, missi dominici s'affairent de par le monde pour préparer la Conférence climat 21 (COP 21) qui se tiendra à Paris en décembre 2015 avec pour objectif d'en faire un succès et d'effacer le fiasco de Copenhague.

Indépendamment de la logistique d'une énorme *machine* de plusieurs milliers de délégués (25000 selon certaines informations), de dizaines de chefs d'états, d'un millier de journalistes et de milliers de lobbyistes (ONG et autres) il est indispensable que tous aient suffisamment préparé la recherche d'un consensus avant la conférence. Ceci sera a priori très difficile :

- Le président Obama est lui-même favorable à la lutte contre l'effet de serre, ainsi qu'en témoignent les actions qu'il tente pour contrer les émissions de CO₂ et de polluants via, par exemple, des révisions de normes fédérales visant au déclassement des vieilles centrales à charbon. Mais il ne contrôle pas son Congrès où les Républicains sont majoritaires or, bien que les preuves du dérèglement climatique s'accumulent, le déni du dérèglement chez ceux-ci va s'amplifiant, une grande partie des électeurs ne voulant toujours pas remettre en cause son mode de vie ;
- La Chine reste elle très favorable à la lutte pour la préservation du climat mais s'oppose à toute idée de vérification de respect de ses engagements et s'accroche toujours au statut de *pays émergent* qui lui a été reconnu à la conférence de Kyoto (1997) et grâce auquel aucun effort ne lui est imposé depuis cette date ! La Chine n'est pas seule dans ce cas : l'Inde, le Brésil, l'Indonésie et d'autres sont aussi des émergents qui tiennent à le rester, on les comprend sans peine, ...mais comment compenser un tel poids et un poids qui va croissant chaque année ? Aux dernières nouvelles la Chine indique qu'elle envisagerait de bloquer ses émissions au niveau qui serait atteint en 2016, rien d'évoqué en ce qui concerne une diminution !
- L'Australie et le Canada, deux pays largement développés, ont décidé de s'épauler pour refuser toute mesure contre le changement climatique qu'on voudrait leur imposer aux dépens de leur économie.
- L'Europe elle-même, l'éternel bon élève de ces conférences depuis 20 ans, n'a pas encore arrêté sa position sur le Paquet Climat 2030 ; elle y parviendra sans doute mais risque encore une fois d'être bien isolée...sans réel pouvoir d'entraînement et au risque d'être seule à s'engager à des efforts douloureux.

Bref on ne peut guère imaginer que, dans 18 mois, tous les pays, à part l'Europe, soient prêts à s'engager sur les réductions des émissions de gaz à effet de serre en termes globaux absolus... certains s'engageront sans doute à des *efforts* en acceptant des objectifs de diminution des émissions par habitant ou par unité de PIB par exemple, des efforts allant dans la bonne direction pour autant que des développements débridés de la démographie ou de l'économie ne viennent pas tout déséquilibrer et anéantir tout *effort*.

Pourtant il y a urgence

Le lent réchauffement de la planète est à l'œuvre, il faut donc s'en préoccuper, c'est l'objet de la future Conférence de Paris pour laquelle beaucoup de gens travaillent. Il y a à l'évidence une prise de conscience du problème de la part de nombreux décideurs mais la lenteur avec laquelle les décisions sont prises (ou pas prises) et la faiblesse des actions lancées font qu'il est permis de penser que beaucoup de décideurs n'ont pas encore pris la juste mesure des défis qu'il faut affronter et sont vraiment conscients de l'urgence qu'il y a à traiter le problème :

- Révolution énergétique de façon à réduire de façon drastique les émissions de gaz à effet de serre dont 35% proviennent de la production d'énergie, 24% de l'agriculture, 21% de l'industrie, 14% des transports, et 6% du bâtiment ;
- Réduction de la consommation d'énergies fossiles ou carbonées (charbon, fuel et gaz) c'est-à-dire consommer moins ;

- Amélioration de l'efficacité énergétique (processus industriels, chauffage, transports,...) c'est-à-dire consommer mieux :
- Lancement de programmes de recherche pour réaliser la captation du CO₂ à la source dans les installations très consommatrices de ressources carbonées et assurer ensuite le stockage du CO₂, appelée séquestration ;
- Reforestation, taxe carbone etc.

Comme on le voit de cette longue, mais incomplète énumération, les défis sont globaux : il s'agit de repenser toute la société, les modes de vie, les systèmes de production...sans empêcher les pays pauvres de se développer, les populations défavorisées d'améliorer leur niveau de vie...tout en conciliant protection du climat, de l'environnement et développement en recourant à des énergies peu chères et sans interdire la recherche de la croissance...mais d'une croissance durable.

La tâche est titanesque : il n'est donc plus temps de tergiverser

Le GIEC recommande de tout faire pour éviter, le plus vite possible, de brûler les énergies fossiles et préconise de recourir – dans l'ordre – à l'énergie éolienne, l'énergie nucléaire, l'hydraulique, le solaire et la biomasse, l'éolien et le nucléaire étant les moins carbonées 12g de CO₂ par kWh produit contre 920 pour le charbon. Le GIEC va jusqu'à préciser que les énergies hydraulique et nucléaire sont les plus sûres, affirmation surprenante étant donné le grand nombre d'écologistes parmi les experts du GIEC.

La mention du nucléaire en bonne place dans cette liste est une grande nouveauté encore que cette mention soit assortie de réserves soulignant le parti pris ou la méconnaissance des auteurs. Même avec ces réserves, cette mention n'est évidemment pas appréciée de tous, les pétroliers et les Verts notamment.

Les ministres de l'énergie du G7 réunis le 6 mai à Genève ont, dans une déclaration commune signée, préconisé le développement des énergies pauvres en carbone, renouvelables et nucléaire dans les pays qui l'acceptent. Signataire pour la France : le ministre de l'écologie.

Espérons que les rédacteurs de la loi sur la transition énergétique sauront se rappeler qu'on ne peut pas tout faire à la fois : se passer des fossiles, sortir du nucléaire et développer les renouvelables.

Le futur accord sur le climat ne devrait pas ressembler à l'accord de Kyoto de 1997 qui fut un succès politique initial avant de tourner court avec le refus américain de le ratifier; le système fut en définitive peu efficace et fondamentalement injuste.

Souhaitons que la Conférence de Paris 2015 soit un succès, mais ce ne sera vraisemblablement pas le succès FINAL...il y aura plus tard d'autres conférences sur le climat!

L'enjeu est mondial commun à l'ensemble des peuples et à l'ensemble des pays : il s'agit en définitive d'établir le cadre général d'une révolution économique où une coopération internationale sans précédent comportant une part de solidarité entre états et non de concurrence à tout va comme c'est généralement le cas aujourd'hui On retrouve là des notions d'éthique et de morale. Réussir ce défi est essentiel car manquer l'objectif pourrait à terme engendrer des conflits.

L'évolution du secteur énergétique

Guy DUCROUX

L'Amérique poursuit l'exploitation des gaz de schiste, autorisent les terminaux portuaires pour leurs transports vers l'Europe et l'Asie et cèdent leur charbon à des prix très attractifs. Les majors - ExxonMobil, Shell, Chevron, Total - peinent à renouveler leurs ressources et à faire face aux coûts exorbitants de l'exploration-exploitation des gisements ultra profonds. Une bataille géostratégique s'est engagée entre la Russie et l'Union Européenne pour les livraisons de gaz dans laquelle s'entremêle le conflit ukrainien qui attise les relations de part et d'autre. Les tendances énergétiques lourdes du semestre précédent s'affirment pour les énergéticiens européens qui rappellent que des centrales à gaz d'une puissance cumulée de 30 à 40 gigawatts (GW) ont dû fermer ces dernières années en Europe, obligeant celle-ci à revoir sa stratégie notamment en matière de subventions aux énergies renouvelables. Tandis que le Japon choisit finalement de relancer ses centrales nucléaires, en France, la transition énergétique fait toujours débat, Ségolène Royal, la nouvelle ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, s'apprête à présenter le projet de loi sur la transition énergétique en Conseil des ministres le 18 juin 2014 qui devrait être discuté au parlement en fin d'année.

La transition énergétique

Ne perdons pas de vue la réalité d'aujourd'hui en France : Près de **60% de la consommation** d'énergie repose sur l'énergie carbonée tels le **pétrole et le gaz**. Personne ne conteste la nécessité de stimuler l'innovation et la recherche pour développer les énergies renouvelables ni celle d'accroître les économies d'énergies d'origine fossile qui réduiront la part de l'énergie carbonée dans notre consommation. Les idées sont, par contre, plus confuses sur au moins trois aspects importants :

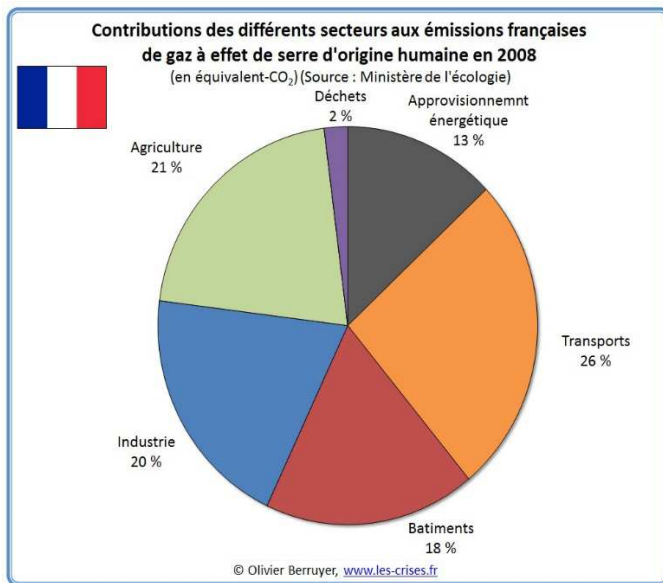
A l'égard de l'énergie nucléaire, faut-il fermer nos réacteurs ?

Sur le gaz de schiste, faut-il renoncer d'emblée à l'exploration de nos ressources ?

Pourquoi faut-il fixer des délais aussi contraignants sur le rythme de la transition énergétique ?

La France a besoin du nucléaire. Grâce au choix historique de l'énergie nucléaire, elle possède l'un des systèmes énergétiques les plus « propres » et les moins chers de la planète. Cette énergie produit 75% de notre électricité (9% pour les énergies fossiles et 16% pour les ENR, énergies renouvelables, en fait principalement l'hydraulique).

Elle produit peu de gaz à effet de serre.



En 2012, les émissions de CO₂ en France métropolitaine sont en hausse de + 1,0 %, à **352 Millions de tonnes CO₂**, notamment en raison d'un hiver plus rigoureux. Pour la Chine, **31,6 Milliards de tonnes**, d'après les estimations de l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

La décision de diminuer aussi rapidement la part de l'énergie nucléaire dans notre mix énergétique est donc parfaitement incohérente, tant sur le plan économique - compétitivité, coût de l'énergie, compétences – que du point de vue écologique (émissions de CO₂).

L'expérience allemande nous le démontre aujourd'hui. (Relire la page 8 de notre numéro précédent N&E N°62). 45% de la production électrique est à base de charbon contre seulement 4% en France.

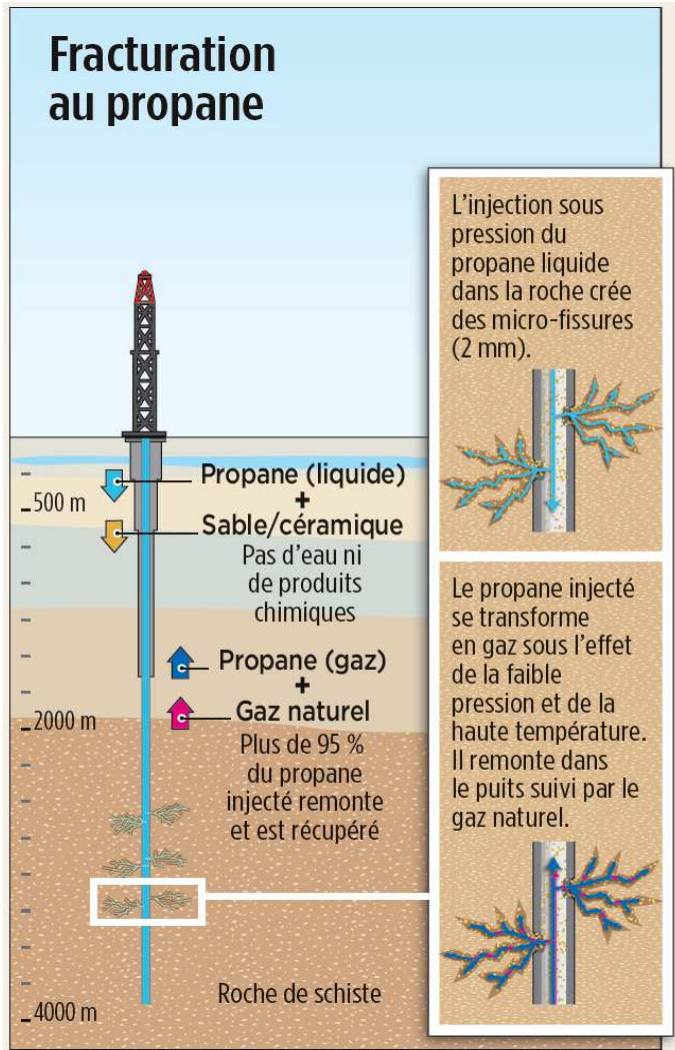
Les énergies renouvelables ne peuvent pas remplacer l'énergie nucléaire en raison de leur intermittence. Pour stabiliser la puissance du réseau, il faut du stockage, des générateurs conventionnels à base de combustibles carbonés fossiles en backup (centrale à gaz).

L'énergie hydraulique est une solution largement utilisée, mais limitée en raison de la saturation des sites potentiels.

En 2025, les énergies renouvelables devraient remplacer les 25% d'énergie nucléaire qui auront disparu, soit un total de 28,4% de la production totale des 616 Twh (La production d'électricité, 550 TéraWattheure en 2012, atteindra 616 Twh - croissance de 1% par an) c'est-à-dire 175 Twh comme cela a été annoncé par le gouvernement.

Pour augmenter la part de l'énergie renouvelable, cela conduirait à une augmentation de la facture de **30 milliards d'euros par an** pour le consommateur.

<http://www.ifrap.org/Cout-en-2025-de-la-reduction-de-la-part-d-electricite-d-origine-nucleaire-de-75-a-50,14116.html> (étude réalisée par La Fondation **IFRAP** : think tank dédié à l'analyse des politiques publiques, laboratoire d'idées innovantes).



Notre facture énergétique est très importante car nous importons 97% des combustibles fossiles que nous consommons pour un montant de **60 milliards d'euros**, une facture multiplié par 6 en quarante ans qui représente **90% de notre déficit commercial**. Si les ressources en gaz de schiste sont avérées et si des techniques moins polluantes peuvent être utilisées (fracturation au propane par exemple), l'utilisation de ce gaz de schiste français permettrait de résoudre simultanément deux difficultés : diminuer significativement notre déficit commercial et remplacer des combustibles plus carbonés et plus coûteux. Si les risques environnementaux doivent être pris en compte, **interdire** non seulement l'exploitation mais également la **recherche** et **l'évaluation de nos ressources en gaz de schiste est totalement irresponsable**.

Gageons que Ségolène Royal saura faire preuve de bon sens et de pragmatisme en préservant les atouts de la France dans le domaine de l'énergie :

- Compétitivité de nos entreprises avec une énergie la moins chère d'Europe
- Innovation dans les énergies renouvelables avec les industriels et les centres nationaux de recherche (CEA, CNRS, CERER Centre d'Études et de Recherches sur les Énergies Renouvelables ...)
- Prendre le temps nécessaire pour que la transition énergétique française soit un succès et non un fiasco comme les allemands le reconnaissent aujourd'hui de leur propre transition. Dans un contexte de crise économique et sociale profonde, ajouté à une dette colossale de l'état, s'imposer dans l'urgence, sous la contrainte environnementale, des objectifs irrationnels peut conduire à des décisions inappropriées et coûteuses pour notre pays.

Source: Julia Deleani



De *source officielle*, le projet de loi ne comporterait *pas de date limite* quant à la réduction de 50% de la production d'électricité d'origine nucléaire. Ce projet de loi devrait être débattu fin 2014 au parlement tout comme la fermeture de Fessenheim.

Les Gaz de schistes en France et l'Europe, un schisme !

Une mission parlementaire créée par la commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale vient de rendre son rapport sur les gaz de schistes. On retiendra que le gaz de schistes est l'étincelle qui a réveillé la croissance aux Etats-Unis, que les conséquences seront désastreuses pour l'économie européenne : [prix du gaz tombé à 3,7 \$ par MBTU (Million de British Thermal Unit, environ 25 m³) contre 10 à 12 \$ en Europe, hausse de 38% de la production d'éthane dont le coût a baissé de 55%, le coût de production de l'éthylène (à partir de l'éthane) est de 350 \$/tonne aux US contre 1100\$ en Europe]. Les industriels américains taillent des croupières à leurs concurrents européens.

Les coûts de production avancés par les professionnels auditionnés en Europe sont de l'ordre de 8-9 \$/ MBTU soit seulement à 1-2 \$ de moins que le prix de marché actuel, loin du prix américain. L'exploitation : le jeu n'en vaut pas la chandelle juge la mission. Pour le rapporteur de la mission, Frédéric Barbier, il souhaite néanmoins « un petit bout de recherche » pour évaluer, sans doute, l'état des ressources de notre sol !

On se demande bien pourquoi Total a acheté 40% de deux licences d'exploration et de production dans un bassin situé dans la région des East Midlands, au nord de l'Angleterre. Pourquoi les allemands attendent la décision de Mme Merkel pour se lancer prochainement dans les gaz de schistes.

La recommandation de Bruxelles préconise, pour les Etats qui voudront explorer et exploiter leurs hydrocarbures de schistes, à suivre des principes « minimaux » non obligatoires. Selon le commissaire à l'environnement, Janez Potocnik, « tenir compte des aspects environnementaux et sanitaires et donner aux exploitants et aux investisseurs la prévisibilité nécessaire », « contrôler la qualité de l'eau, de l'air, des sols au niveau local, d'informer le public des produits exploitants de gaz de schistes.

Les relations énergétiques de l'Europe avec Moscou sous tension

La dépendance en gaz russe de l'Europe reste forte mais Moscou est aussi dépendant de ses ventes. L'affaire ukrainienne perturbe sérieusement les négociations Europe-Russie où les différends ne cessent de s'accumuler. La pomme de discorde vient du 3^{ème} paquet sur la libéralisation des marchés européens de l'énergie et sa clause de l'*unbundling* (séparation des activités entre le producteur d'énergie et le gestionnaire des réseaux de transport d'électricité ou de gaz). Les russes demandent à ce que la législation européenne s'adapte à la situation du gazoduc *South Stream* plutôt que le contraire. Günther Oettinger, commissaire européen a martelé le message de l'UE « la Russie doit se plier aux règles européennes » et « s'attendre à ce que l'UE exempte les compagnies russes des règles de l'*unbundling* n'est tout simplement pas réaliste ».

L'union européenne soutient fermement l'Ukraine dans cette période transitoire difficile et l'assistera sur les questions énergétiques. (Ci-après résolution sur l'Ukraine approuvée par le conseil européen du 20 mars 2014).

http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/fr/ec/141718.pdf

Les ventes de gaz et de pétrole sont vitales pour Moscou car la Russie tire l'essentiel de ses devises et de ses recettes budgétaires de ses ventes à l'Europe. La diplomatie européenne a fait pression à Washington pour obtenir de l'administration américaine qu'elle autorise l'exportation de gaz de schistes vers l'Europe et la réponse favorable ne s'est pas fait attendre.

Ségolène Royal promet de limiter la hausse des tarifs de l'électricité

La réflexion est engagée pour limiter la hausse au cours des « trois ans qui viennent » via une réforme de la formule actuelle. Il n'y aura pas d'augmentation avant le mois d'août a-t-elle précisé. D'autant que le gouvernement avait déjà annoncé pour août une hausse de 5%.

Le conseil d'Etat a indiqué mi-avril qu'en marge de cette augmentation estivale, le gouvernement devrait procéder à un rattrapage tarifaire de l'exercice 2012-2013, soit 3,7% de hausse des tarifs. Le consommateur est d'autant moins épargné qu'à l'été 2013, il avait déjà dû subir une majoration de 5%.

Quant au gaz, depuis que les tarifs sont revus tous les mois pour limiter les variations éventuelles, le climat s'est apaisé. Après deux mois de hausse en début d'année, les tarifs ont baissé de 1,18% en mars et de 1,7% le 1^{er} juin 2014.

<http://www.cre.fr/infos-consommateurs/informations-et-questions>

GDF-Suez dans l'action

Après un constat déplorable de la stratégie énergétique européenne privilégiant l'éolien essentiellement au détriment des centrales à gaz, les énergéticiens européens, allemands, italiens, espagnols et français se sont engagés dans des cessions massives d'actifs.

Gérard Mestrallet a choisi de déprécier de 15 milliards d'euros ses actifs en Europe où juge-t-il, le secteur de l'énergie est durablement en crise. Il déprécie « le monde ancien » pour investir dans « le monde nouveau », précise-t-il, celui de la transition énergétique en Europe et des pays émergents. L'ampleur de la dépréciation est à la mesure de la radicalité de ses choix qui se comprennent quand on sait que, les dernières années, GDF-Suez a dû fermer ou mettre sous cocon 11,5 gigawatts(GW) de centrales au gaz soit l'équivalent de 12 réacteurs nucléaires !

Il avait alerté le premier, en mai 2013, la commission européenne, et à dire qu'on était allé trop loin sur les renouvelables. Bruxelles veut en finir avec le système des subventions des énergies renouvelables à guichet ouvert. Enfin la commission a remis sur les rails le marché des certificats de CO² : il devra être cohérent avec l'objectif de 40% (de réduction des émissions de gaz à effet de serre) et donner un signal aux électriciens pour qu'ils investissent dans des outils de production faiblement carbonés.

Les données consolidées IFRS avec consolidation en intégration globale de Suez Environnement jusqu'au 22 juillet 2013 présentent les mêmes tendances que les données pro forma :

Données consolidées IFRS avec consolidation en intégration globale de SUEZ Environnement jusqu'au 22 juillet 2013

Données auditées au 31 décembre 2013, examinées par le Conseil d'Administration du 26 février 2014

Chiffres d'affaires	89,3 milliards d'euros (-8 % brut, +2,6 % organique)
EBITDA	14,8 milliards d'euros (-13,2 % brut, -1,9 % organique)
Cash Flow des Operations (CFFO)	10,9 milliards d'euros
Résultat net part du Groupe après dépréciations	-9,3 milliards d'euros

Le groupe s'est fixé deux objectifs : être le **leader de la transition énergétique** en Europe et **l'énergéticien de référence** dans les pays en forte croissance. Sur 2014-2016 les investissements se situeront entre 9 et 10 milliards d'euros/an. GDF-Suez devrait recruter 15.000 personnes/an dont 9.000 en France et détient la première place dans les services à l'énergie en France, Belgique, en Italie et aux Pays-Bas.

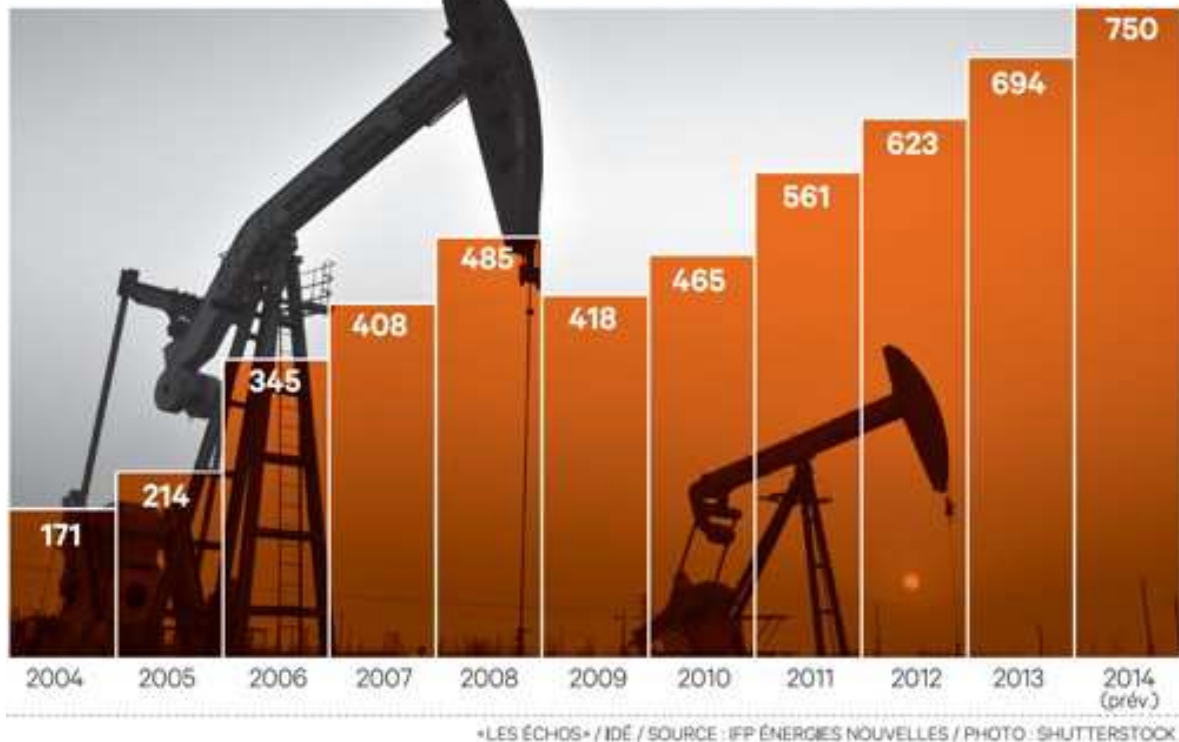
En 2012, plus de 60% du gaz naturel consommé dans l'Union Européenne était importé : de Russie, de Norvège, d'Algérie... En 2030, cette dépendance devrait atteindre près de 66%.

GDF-Suez investit pour doper sa production de gaz - 954 millions prévus en 2014 - : la plateforme de Cygnus devrait produire à terme 45.000 **barils équivalent pétrole (bep)** pendant 15 ou 20 ans. Outre Cygnus, installé en mer du nord qui représente la quasi-totalité de sa production, GDF-Suez table sur de nouveaux projets comme Gjoa en Norvège, des licences d'exploration de gaz non conventionnel au Royaume-Uni, celui de Touat en Algérie (démarrage prévu en 2017 avec une production de 25.000 bep/an), les projets d'Ashberon en Azerbaïdjan, de Jangkrik en Indonésie ou encore de Bonaparte en Australie. La **production annuelle de GDF-Suez** devrait croître de **52 à 63 millions de barils** en deux ans, ce qui reste loin derrière les 840 millions produits par une major comme Total

Total : l'envolée des coûts de production et la saga africaine

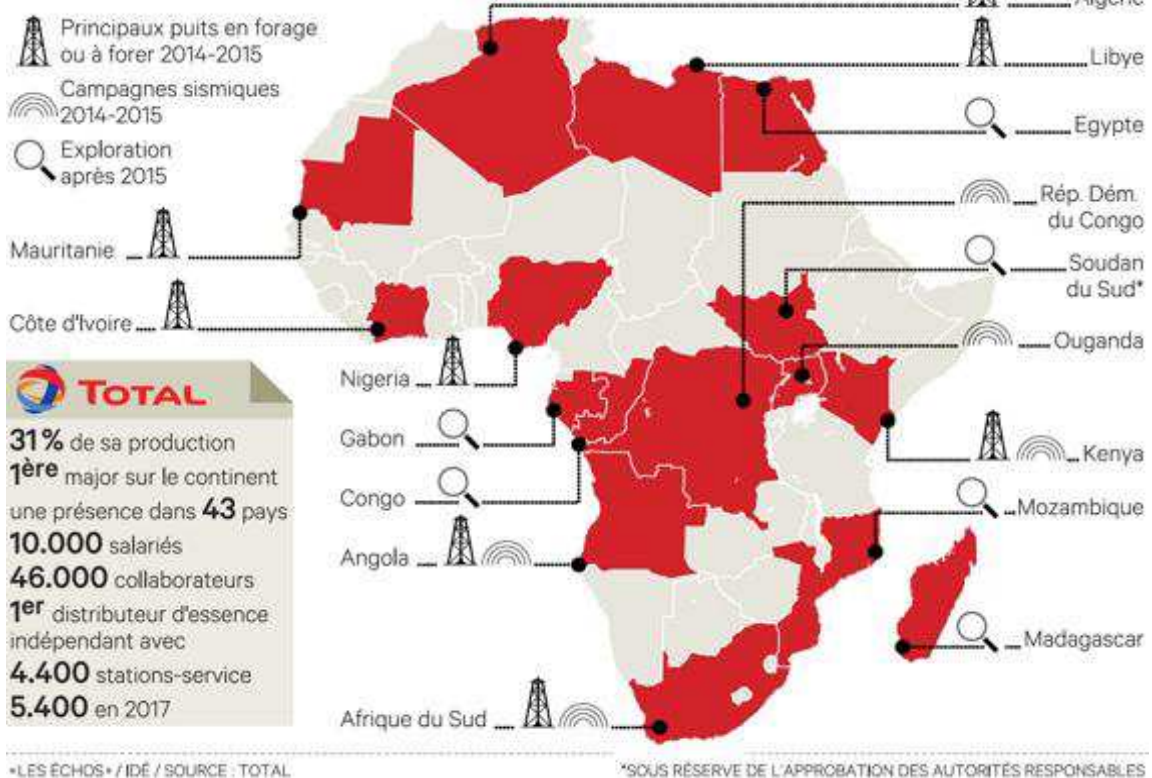
Les investissements mondiaux en exploration-production

En milliards de dollars (pétrole et gaz)



Les pétroliers, que ce soit Exxon, Chevron, Shell ou Total, tous peinent à maintenir leur production. Seul Total a réussi à maintenir sa production à 2,3 mbep/j en 2013. L'essentiel est dû au déclin des champs historiques matures, qui n'est pas compensé par l'entrée en production de nouveaux champs. Et ce, malgré l'augmentation vertigineuse des dépenses d'exploration-production : 42,5 milliards \$ chez Exxon, 44 milliards chez Shell, 41,9 milliards chez Chevron. La complexité de projets géants provoque retard et inflation des coûts. Le gisement de Kashagan, champ pétrolifère en mer caspienne au Kazakhstan qui a démarré en septembre 2013 avec huit ans de retard et un coût de développement de 48 milliards de dollars – pour un budget initial de 10 – a dû s'arrêter en octobre. Des fissures sur les pipelines, liées à la forte concentration de H₂S (sulfure d'hydrogène), ont provoqué des fuites de gaz. Plusieurs grands projets doivent entrer en production pour Total d'ici à trois ans : CLOV en Angola, Laggan-Tormore au Royaume-Uni et Ofon2 au Niger.

L'exploration de Total en Afrique



L'offshore ultra profond réécrit les frontières du pétrole chez Total.

Le puits d'exploration en eau profonde, Saphir-1XB mesure 4655 mètres, au large de la Côte d'Ivoire démontre de façon inédite l'existence d'une série de réservoirs. Par ailleurs, 16 milliards, c'est le montant qui a été investi par Total dans le gisement profond de Libra au Brésil pour donner un ordre de grandeur des coûts dans l'ultra profond.

Si l'Afrique intervient pour 20% dans la production mondiale d'hydrocarbures, elle représente 30% pour Total. Elle est au cœur de la nouvelle stratégie lancée par « Big Moustaches », surnom de Christophe de Margerie, PDG de Total. Celui-ci a programmé des recherches dans 15 nouveaux pays dans le monde, et en Afrique se lance en Ouganda, Côte d'Ivoire, Afrique du Sud, Mozambique, Kenya, Ghana et Mauritanie ? Au large du Congo, le groupe investit 10 milliards de dollars dans un champ dont le potentiel est estimé à près de 500 millions de barils, le même niveau que celui du Nigéria, par 1750 mètres de fond que développe Total. Sur l'offshore profond, Total joue la course en tête. A 1200 m de fond, les plates-formes classiques ne suffisent plus. D'énormes navires-usines capables de traiter 200.000 tonnes de pétrole/jour et d'en stocker un million. Total a décroché plusieurs prix à Houston, le festival de Cannes de l'or noir. Total vient de lancer également son projet géant de Kaombo, en Angola. Il devrait produire 230.000 barils/jour à partir de 2017 : Total en détient 30%, aux cotés de de la compagnie angolaise Sonangol (30%), de Sonangol international (20), d'ExxonMobil (15%) et de galp Energia (5%).

Le prochain saut technologique, Total s'apprête à le faire dans le bassin de la Kwanza en Angola pour vérifier entre 5.000 et 7.000 mètres sous la surface de la mer si l'on pourrait trouver l'équivalent des découvertes faites au Brésil (Libra), puisque les continents étaient accolés il y a 100 millions d'années.

On comprendra mieux ainsi, après ce descriptif, le montant des sommes engagées par Total et les investissements nécessaires pour rivaliser avec les majors !

SunPower, le rêve américain de Total dans le solaire

Au printemps 2011, Total a déboursé 1,38 milliard de dollars pour entrer à hauteur de 60% dans le capital de la société américaine SunPower. Les débuts ont été difficiles puisque la société a perdu plus de 800 millions en deux ans et s'est effondrée en bourse. Aujourd'hui SunPower engrange des commandes et recommence à gagner de l'argent. Son atout, une technologie haut de gamme avec un rendement record¹ de plus de 21 %, les panneaux photovoltaïques de SunPower génèrent en moyenne jusqu'à 75 % d'électricité en plus pour une même surface que les panneaux conventionnels² sur une durée de 25 ans.

(1) SunPower détient le record mondial de rendement des panneaux en silicium (21,4 %). Green, M. A., et. al. "Solar Cell Efficiency Tables (version 39)," Progress in Photovoltaics, 2013, vol. 21, p1-11.

(2) Panneau conventionnel désigne un panneau solaire photovoltaïque d'une puissance de 240 W, une efficacité de 15 % et une surface d'env. 1,60 m², fabriqué à partir de cellules conventionnelles. Les « cellules conventionnelles » sont des cellules en silicium comportant de nombreuses lignes fines de métal à l'avant et 2 ou 3 rubans de connexion soudés recto-verso.

Chiffres clefs de Total

Résultat net 2013 : 8,4 milliards d'euros (- 20 %).

Chiffre d'affaires : 189,5 milliards (- 5 %)

Cinquième major mondiale

97.000 collaborateurs

Production : 2,3 millions de barils/jour

Budget d'exploration: 2,8 milliards de dollars

Plus de 40 % de la trésorerie de l'amont viendra en 2017 des nouveaux projets.

Leader de l'offshore profond:

60 % des découvertes ces cinq dernières années sont venues de l'offshore profond.

Celui-ci fournit 10 % de la production de Total et 25 % des profits de sa division amont (exploration-production).

L'Afrique:

Elle est la première région du groupe Total. 75 % des salariés sont locaux. 78 % des dépenses d'éducation du groupe sont consacrées à l'Afrique.

Actualités des ENR

Guy LAMORLETTE

Pour les ENR électriques, l'époque est moins aux rêves grandioses et plus à une certaine prise de conscience et au retour d'un certain bon sens : le bilan d'années de subventions hasardeuses et ruineuses a été fait et il conduit à des recommandations plus réalistes. Dans un document, intitulé « Les nouvelles lignes directrices concernant les aides d'Etat à la protection de l'environnement et de l'énergie », période 2014-2020, la Commission Européenne propose de limiter le recours au système des tarifs d'achat garantis au profit des mécanismes de marché, l'objectif étant de soutenir les industries sans pour autant remettre en cause les règles de la concurrence. La Commission de Régulation de l'Energie (CRE) a publié en avril un rapport très documenté sur « les coûts et la rentabilité des énergies renouvelables (ENR) en France métropolitaine »*. Ce rapport estime que certaines technologies, comme l'éolien terrestre ou même le solaire photovoltaïque, sont arrivées à maturité, et considère que le dispositif actuel donne parfois lieu à des rentabilités « excessives ». Il recommande notamment la généralisation des appels d'offres et la révision régulière des tarifs d'achat. Le gouvernement allemand est aussi en pleine révision déchirante (voir ci-dessous)

Le sacrosaint accès prioritaire au réseau pour l'électricité éolienne et photovoltaïque est lui aussi remis en cause. Rappelons qu'il génère notamment de graves instabilités sur le réseau, l'effacement obligatoire de sources de production moins chères, des besoins accrus en transport, et même la revente d'électricité excédentaire à prix négatif les jours de grand soleil, de grand vent et de faible demande !!

Le stockage de l'électricité, facteur clé du développement des ENR et de leur insertion dans les réseaux électriques, fait l'objet de nombreuses recherches et innovations. Mais on est encore loin en termes de capacité, de rendement, de coûts, de souplesse, des performances nécessaires pour l'incorporation dans un réseau de puissance. Même si certains politiques continuent de rêver, la plupart des acteurs du secteur ont compris qu'il faudra du temps pour passer des prototypes actuels aux dispositifs industriels de demain.

* www.cre.fr/documents/publications/rapports-thematiques/couts-et-rentabilite-des-enr-en-france-metropolitaine

UN PETIT TOUR DU MONDE DES ENR

Au **Maroc**, Nareva est l'unique producteur d'électricité éolienne du pays. Cette petite société détenue par l'état n'a qu'un parc de 200 MW mais a de grandes ambitions. Elle veut construire avec GDF-Suez le plus grand parc éolien d'Afrique : 300MW avec des turbines Siemens. L'autre ressource du pays, c'est évidemment le soleil. Le projet « Noor » (lumière en arabe), est en construction près de Ouarzazate : objectif 2000MW en 2020 par solaire à concentration. L'inertie thermique du dispositif permettra de produire de l'électricité après le coucher du soleil au moment de la pointe de consommation du soir.

Le **Chili**, autre pays très ensoleillé, ce pays présente des caractéristiques particulières : prix du KWh élevé car produit à base de GNL, demande en forte croissance. Avec la chute brutale des prix des panneaux due à la surcapacité mondiale, le photovoltaïque installé dans les zones d'ensoleillement les plus favorables se retrouve compétitif et l'électricité produite peut être vendue sur le marché spot, sans subvention. Une première mondiale qui intéresse les industriels du secteur et qui pourrait faire école dans d'autres pays dans une situation similaire comme l'**Afrique du Sud** ou la **Turquie**. Reste à régler le problème de l'intermittence...

Avant de rejoindre l'Europe signalons deux mises en service d'installations par de grands acteurs français :

- Au **Brésil**, par GDF Suez un parc éolien terrestre de 115MW;
- Aux **USA** au nouveau Mexique, par AREVA le démonstrateur de stockage d'énergie à sels fondus couplé avec une installation solaire par concentration.

En **Allemagne**, le projet de loi réduisant le soutien aux énergies renouvelables a été adopté en mai en Conseil des ministres. Ce texte vise à enrayer la hausse du prix de l'électricité outre-Rhin, hausse due notamment à la décision d'abandonner le nucléaire. La loi prévoira de limiter l'expansion du photovoltaïque et de l'éolien terrestre - pas plus de 2,5 GW par an - et de l'éolien off-shore - pas plus de 6,5 GW - d'ici 2020. C'est une étape importante mais elle ne sera pas suffisante pour corriger les effets pervers de la politique de priorité aux ENR initiée il y a 14 ans : une explosion de la facture d'électricité pour les particuliers, des industriels de l'énergie inquiets voire en crise, des projets d'infrastructures de transport dont personne ne veut...

Le **Royaume Uni**, avec 1082 éoliennes pour 3681MW installés fin 2013, est le leader mondial de l'éolien off-shore. Mais même là, les grands projets d'investissement sont revus à la baisse : retards à la connexion, réduction de la taille des parcs, abandons de certains autres techniquement trop compliqués ou économiquement pas rentable. Ces baisses affectent les grands fournisseurs du programme anglais pour la plupart situés en Allemagne. Ceux-ci procèdent à des ajustements de leur capacité de production.

RESULTATS DU SECOND APPEL D'OFFRES DE L'EOLIEN OFF-SHORE FRANÇAIS

Le groupement français emmené par GDF Suez associé à AREVA, Neoen Marine et au portugais EDP Renouvelables a remporté les appels d'offres pour les deux parcs éoliens du Tréport (480MW) et d'Yeu-Noirmoutier (485MW). AREVA a proposé d'équiper ces parcs de nouvelles turbines de 8MW, actuellement en développement. Ce choix recommandé par la CRE équilibre la répartition des opérations entre les deux fournisseurs de turbines français (voir encadré). Les incertitudes liées au devenir d'ALSTOM, qui ne sont pas levées au moment où ces lignes sont écrites, ont peut-être pesé dans le choix du gouvernement. Concrètement, AREVA déposera fin 2014 les permis pour construire au Havre les ateliers de construction d'éoliennes. « les premières machines de 5 MW sont envisagées en production fin 2016 et les premières machines de 8 MW fin 2018 » a déclaré Philippe Kavafyan, directeur France Eolien en mer d'AREVA. Plusieurs milliers d'emplois pourraient être créés. Mais la future loi sur la transition énergétique devra prendre en compte le décalage quantitatif et temporel entre les objectifs 2020 issus du Grenelle de l'environnement et la réalité des plannings annoncés par les industriels. C'est dans le cadre de cette même loi que devrait être lancé un troisième appel d'offres pour de l'éolien off-shore « posé mais aussi flottant » selon la Ministre de l'Ecologie.

AREVA, « l'avenir pour énergie »

AREVA investit dans les technologies d'avenir :

- La **Greenenergy Box™**, composée d'un électrolyseur et d'une pile à combustible, a été installée sur la plateforme expérimentale MYRTE, située sur le site de l'université de Corse de Vignola à Ajaccio. Ce système de stockage d'énergie sous forme d'hydrogène est couplé à l'installation de panneaux solaires photovoltaïques de 560KW.
- AREVA et bpi-France sont entrés dans le capital de la start-up lilloise **Nénuphar**. Cette entreprise développe un type d'éolienne révolutionnaire, flottante et à axe vertical. Les lecteurs de N&E ont découvert ce concept innovant dans le n° 55 de notre revue. Les premiers tests auront lieu à partir de 2016.
- AREVA et les chantiers navals STX de Saint Nazaire coopèrent pour optimiser de la conception des fondations d'éoliennes off-shore de type jacket. Il s'agit de lourds ensembles tubulaires en acier permettant l'arrimage de la machine au fond de l'eau. Il s'agit de gagner du poids et de se préparer à supporter des machines de 8MW.

Situation de l'éolien off-shore français en mai 2014

Puissance installé actuelle : zéro

Puissance installée objectif 2020 : 6000 MW

Appel d'offres	Zone d'installation	Status	Fournisseur de turbines	Puissance installée MW	Opérateur
1	Fécamp	Attribué	ALSTOM	450	EDF-Dong
1	Courseulles sur Mer	Attribué	ALSTOM	450	EDF-Dong
1	Saint Brieux	Attribué	AREVA	500	Iberdrola-Eole Res
1	Saint Nazaire	Attribué	ALSTOM	480	EDF-Dong
2	Le Tréport	Attribué	AREVA	480	GDF Suez
2	Noirmoutier-Yeu	Attribué	AREVA	485	GDF Suez
3	Cote d'Opale ?	AO à lancer		500?	

De la mine au combustible

Claude SEYVE

Bonne nouvelle : AREVA et l'Etat du Niger ont trouvé le point d'équilibre dans la longue négociation d'une nouvelle convention.

Et pourtant ce n'était pas évident :

- Le prix spot de l'uranium n'a cessé de baisser pendant ces négociations:



- Le manque de visibilité à long terme rendait un engagement difficile, notamment pour décider du lancement d'Imouraren
- L'Etat du Niger exigeait une juste rémunération des ressources tirées de son sous-sol notamment à travers la stricte application de la loi minière de 2006
- Largement relayées par certains médias, de bonnes âmes n'hésitaient pas à mettre de l'huile sur le feu, parlant de pillage des ressources du Niger, voire de néocolonialisme. (Voir à ce sujet dans notre rubrique Nucléaire et Société le témoignage de Jacques Blanc qui a participé à l'essor des mines nigériennes depuis l'origine)
- Le contexte était très politisé compte tenu du partenariat stratégique entre le Niger et la France sur les questions de lutte anti-terroriste au Sahel.

- Il s'agit de minerais à faible teneurs ce qui entraîne des coûts d'extraction relativement élevés

Heureusement l'expérience de plus de 40 années de relations et le professionnalisme des équipes nigériennes (Le Président Issoufou n'est-il pas Ingénieur Civil des Mines et ancien Directeur technique de Somaïr) ont permis de surmonter ces difficultés :

L'accord inscrit le renouvellement des conventions minières des sociétés SOMAÏR et COMINAK dans le cadre de la loi minière nigérienne de 2006. Les deux parties prendront les mesures nécessaires pour assurer la rentabilité économique et financière de ces entreprises et privilégier le maintien de l'emploi.

L'Etat du Niger et AREVA ont convenu de la nigérisation des postes de Directeurs Généraux de SOMAÏR et COMINAK respectivement en 2014 et 2016, ce qui représente pour le Niger un pas très important dans sa participation à la gouvernance des sociétés.

Les prix actuels de l'uranium ne permettant pas la rentabilité de l'exploitation du gisement d'Imouraren, l'Etat du Niger et AREVA mettront en place un comité stratégique paritaire qui décidera du calendrier de sa mise en production en fonction de l'évolution du marché.

AREVA va apporter son soutien financier à des projets d'infrastructures et de développement local :

- le financement de la route Tahoua-Arlit à hauteur de 90 millions d'euros (environ 60 milliards FCFA);

- la construction d'un immeuble d'une valeur de 10 millions d'euros (6,5 milliards CFA) pour abriter les sociétés minières et dont le Niger sera propriétaire;

- l'accélération de la mise en valeur de la vallée de l'Irhazer pour 17 millions d'euros (11 milliards FCFA).

Extrait du Communiqué AREVA

Pour approfondir le sujet, on peut se référer utilement :

- à un article du Monde sur les négociations : http://www.lemonde.fr/economie/article/2014/03/25/uranium-pourquoi-areva-peine-a-renouveler-ses-contrats-au-niger_4389487_3234.html

- à un entretien du Ministre des Mines paru dans la presse nigérienne :

<http://www.lesahel.org/index.php/invite-de-sahel-dimanche/item/5763-entretien-avec-le-ministre-detat-ministre-des-mines-et-du-d%C3%A9veloppement-industriel-m-omar-hamidou-tchiana--a-la-v%C3%A9rit%C3%A9-ces-pr%C3%A9tendus-acteurs-de-la-soci%C3%A9t%C3%A9-civile-ont-un-autre-agenda-aux-antipodes-de-celui-de-la-d%C3%A9fense-des-int%C3%A9r%C3%AAts-du-peuple>

Cigar Lake est entrée en production

Initialement, Cameco Corporation souhaitait lancer l'exploitation de la mine d'uranium de Cigar Lake début 2008. Les travaux de remise en état fastidieux mis en œuvre suite à plusieurs inondations ont cependant duré jusqu'en 2011. Cigar Lake est un gisement hautement concentré. La mine devrait produire cette année entre 700 et 1200 tonnes d'Uranium, et atteindre sa pleine capacité soit 7000 tonnes en 2018. Le minerai, d'une teneur en uranium moyenne de l'ordre de 18% sera traité dans l'usine de McClean Lake, à environ 70 kilomètres de la mine.



Cameco exploite la mine de Cigar Lake en tant qu'actionnaire majoritaire (50%) dans le cadre d'une coentreprise composée également d'Areva Resources Canada Inc. (37%), d'Idemitsu Uranium Exploration Canada Ltd. (8%) et de Tepco Resources Inc. (5%). L'usine d'uranium de McClean Lake appartient, quant à elle, à 70% au groupe Areva, à 22,5% à Denison Mines Corp. et à 7,5% à Japan Overseas Uranium Resource Development Company Ltd.

En Namibie, l'exploitation de Husab est lancée :

Les travaux de construction doivent s'achever en 2015. La mine devrait atteindre sa pleine capacité annuelle de 5900 tonnes d'uranium en 2017. Le projet uranifère de Husab est le plus grand projet in-situ de Namibie et dispose de 140.000 tonnes d'uranium de réserves. Il appartient majoritairement à Taurus Minerals Ltd., une filiale de China Guangdong Nuclear Power Corporation.

Urenco : une nouvelle étape franchie aux USA.

URENCO Inc a terminé la phase 2 de la construction de son usine d'enrichissement d'uranium dans le nouveau Mexique ce qui porte sa capacité totale à 3,7 millions d'UTS. La phase 3, qui aboutira à 5,7 millions d'UTS en 2017 est d'ores et déjà démarrée. A noter que cette usine est désormais la seule capacité d'enrichissement d'uranium en fonctionnement aux USA.

Areva fournira du combustible pour Millstone 2

Le contrat prévoit la fourniture de combustible jusqu'à la fin de l'exploitation de réacteur actuellement prévue en 2036. . Millstone 2 est un réacteur construit par Combustion Engineering et mis en service en 1975.

Westinghouse est prêt à fournir du combustible en Ukraine.

Westinghouse avait démarré dès 2005 avec l'entreprise ukrainienne National Nuclear Energy Generating Company Energoatom (NNEG Energoatom) un programme de qualification de combustibles fabriqués à Vasteras (Suède) pour les réacteurs VVER de South Ukraine ; Il s'agissait de se diversifier par rapport aux fournitures russes. Un certain nombre de recharges ont été fournies entre 2010 et 2012, mais les Russes ont repris la main en cassant les prix. En avril dernier, l'électricien ukrainien et Westinghouse ont prolongé leur contrat jusqu'en 2020.

Les réacteurs

Claude SEYVE

Le petit tour d'horizon habituel témoigne du poids de l'Asie et en particulier de la Chine dans le développement du nucléaire au niveau mondial. De son côté, la Russie fait feu de tout bois pour conquérir des positions, souvent en proposant des financements ou en prenant des participations.

QUID DES EPR ?



Les 2 EPR de Taishan

(CNSPHOTO)

Les travaux progressent à Flamanville : fin avril, la première couche de béton était coulée sur le dôme métallique posé en juillet 2013. Une deuxième couche de béton est prévue pour parfaire l'étanchéité. Les deux couches seront séparées par un espace intermédiaire maintenu en dépression. La mise en service de Flamanville 3 est prévue pour 2016.

En Finlande, Olkiluoto 3 a passé avec succès les tests de pression et d'étanchéité de son enceinte de confinement. Teollisuuden Voima Oyj (TVO), sous la supervision de la Radiation and Nuclear Safety Authority (Stuk) a réalisé une série de contrôles pour confirmer que le confinement interne d'Olkiluoto 3 est étanche et résiste à la pression.

La conception du système de contrôle commande a enfin été avalisée par l'autorité de sûreté finlandaise (Stuk). Areva-Siemens va procéder à des essais de réception en usine à Erlangen avant la livraison du système sur le site aux environs de la fin de l'année.

Areva-Siemens a par ailleurs revu à la hausse à 2,7 milliards d'euros sa demande de dommages et intérêts soumise au tribunal arbitral de la Chambre de Commerce Internationale (CCI) en raison des retards dans la construction d'Olkiluoto 3 et des coûts supplémentaires engendrés. Le chantier accuse maintenant un retard de 7 ans et les parties ne se prononcent pas sur une date de mise en service.

En Chine, la construction de Taishan 1 a commencé à la mi-novembre 2009, et celle de Taishan 2 à la mi-avril 2010. La mise en service de Taishan 1 est prévue pour la fin de cette année, et celle de Taishan 2 suivra un an plus tard. Ce seront donc les premiers EPR à entrer en service. Résultat du retour d'expérience des chantiers européens ou savoir-faire chinois ? Probablement les deux.

FRANCE: EDF chiffre les investissements nécessaires à la modernisation du parc des réacteurs existants à 55 milliards d'euros:

Le 20 février 2014, Dominique Minière, directeur délégué Production-Ingénierie d'EDF, a présenté les projets de modernisation d'EDF devant une commission du parlement français. Le coût total de 55 milliards d'euros comprend 15 milliards destinés au remplacement de composants lourds dans les 58 tranches nucléaires d'EDF en France. 10 milliards supplémentaires sont nécessaires pour les rééquipements découlant des enseignements de l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi, et 10 milliards d'euros pour améliorer la résistance des réacteurs aux événements externes. Les 20 milliards d'euros restants serviront à améliorer la sûreté des réacteurs pendant les arrêts programmés pour les révisions et les contrôles décennaux de sûreté. EDF prévoit d'avoir effectué les modernisations les plus importantes à l'horizon 2025. La décision définitive d'investissement d'EDF n'a pas encore été prise. Elle est attendue d'ici quatre ans.

FINLANDE

Hanhikivi 1 sera russe

L'électricien finlandais Fennovoima prévoit de construire un réacteur à eau sous pression de 1200 MW du type russe avancé AES-2006, sur la presqu'île de Hanhikivi, dans le golfe de Botnie. La mise en service commerciale de l'installation est attendue pour 2024.

Dans ce cadre, le russe Rosatom a repris 34 % de Fennovoima. Le gouvernement finlandais doit statuer en juin sur l'autorisation de construire ce type de réacteur qui serait soumise au parlement à l'automne.

ALLEMAGNE

Illégale la décision d'arrêt du nucléaire ?

Le tribunal administratif fédéral a confirmé l'illégalité, tant sur la forme que sur le fond, de la décision du ministère de l'Environnement, l'Energie, l'Agriculture et la Protection des consommateurs du Land de la Hesse, après l'accident de réacteur de Fukushima-Daiichi, d'ordonner l'arrêt de la centrale nucléaire de Biblis. Il soutient ainsi le jugement rendu à Kassel le 27 février 2013 par le Tribunal administratif du Land de la Hesse. RWE AG, l'exploitant de Biblis, peut désormais faire valoir ses prétentions en dommages et intérêts dans une procédure au civil.

GRANDE BRETAGNE

Hinkley Point C: Foratom critique la Commission européenne

La Commission européenne a fait part au gouvernement britannique de ses réserves concernant le contrat de différence (Contract for Difference, CfD) conclu avec Electricité de France (EDF) dans le cadre de la construction de deux EPR sur le site de Hinkley Point. La Commission estime en effet que le mécanisme des prix convenu fausse la concurrence. Elle

s'est également exprimée sur les questions en lien avec la sécurité, l'impact environnemental et la gestion des déchets des installations nucléaires.

Foratom rappelle de son côté que la Commission est tenue d'adopter un comportement neutre concernant la politique énergétique d'un Etat membre et que si elle souhaite malgré tout s'exprimer sur le sujet, elle se doit de soutenir l'énergie nucléaire, conformément au traité Euratom.

Une garantie d'Etat pour Wylfa Newydd

Le gouvernement britannique a annoncé la signature d'un accord de principe avec le Japonais Hitachi Ltd. et Horizon Nuclear Power Ltd relatif au financement de la nouvelle centrale nucléaire de Wylfa par le biais d'une garantie d'Etat.

Hitachi et Horizon prévoient de construire un minimum de deux réacteurs à eau bouillante ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) d'une puissance globale de 2700 MW sur le site de Wylfa.

HONGRIE

La Russie financera l'extension de Paks

Le Parlement hongrois a autorisé (par 256 voix contre 29... !) un accord gouvernemental bilatéral avec la Russie, selon lequel la Russie financera deux tranches nucléaires à construire par Rosatom sur le site de Paks. Le montant du prêt est de 10 milliard d'euros et son amortissement est prévu sur 21 ans de 2025 à 2046. La mise en service de la première tranche est prévue pour 2023. Ces deux tranches devraient à terme remplacer les 4 tranches VVER 440 en service sur le même site.

ROUMANIE

La Chine s'intéresse au projet Cernavoda 3 et 4

Depuis que 4 des 6 investisseurs européens (l'Allemand RWE, le Français GDF Suez l'Espagnol Iberdrola et le Tchèque CEZ) se sont retirés du projet, la Roumanie recherche de nouveaux bailleurs de fonds. Le Chinois China General Nuclear Power Group (CGN) s'est déclaré intéressé par une participation majoritaire et une déclaration d'intention a été signée avec l'entreprise étatique roumaine Societatea Nationala Nuclearelectrica. Du coup les deux derniers investisseurs européens, l'Italien Enel et la filiale roumaine d'Arcelor Mittal se sont retirés du projet. Les deux tranches seront basées sur la technologie canadienne du Candu-6. Le site de Cernavoda accueille déjà deux réacteurs de ce type, en exploitation.

Vers un prototype Génération IV sur le site de Pitesti ?

Ansaldo, Enea et l'Institut roumain ont conclu un contrat portant sur la construction d'un réacteur à neutrons rapides refroidi au plomb ALFRED (Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator). Le montant du projet s'élève à 1 milliard d'euros et la puissance du prototype est de 125 MW. Ce projet se place dans le cadre de l'initiative européenne ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative) qui regroupe les industriels et les organismes de recherche européens pour le développement des réacteurs de génération IV.

Rappelons que de son côté le CEA a lancé à Marcoule dans le même cadre le projet ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration)

BULGARIE

Où l'on parle d'une tranche AP 1000 à Kozloduy

Westinghouse-Toshiba et le bulgare BEH envisagent la construction d'un réacteur AP1000 sur le site de Kozloduy. Ce serait le septième réacteur de ce site où seuls deux unités VVER 1000 fonctionnent actuellement. Quatre autres réacteurs de type VVER 440 ont été arrêtés entre 2004 et 2006 sous la pression de l'Union Européenne qui soutient financièrement la déconstruction de ces réacteurs, ainsi d'ailleurs que celle de deux VVER 440 (Bohunice 1 et 2) en Slovaquie et des deux RBMK d'Ignalina en Lituanie.

Actuellement, quatre réacteurs AP-1000 sont en construction dans le monde (4 en Chine et 4 aux Etats Unis) Le premier (Sianmen 1) doit entrer en service début 2015.

BIELORUSSIE

La première centrale nucléaire est officiellement en cours de construction.

Il s'agira de deux réacteurs VVER AES-2006 de 1200 MW, construits par l'entreprise russe Atomstroiexport dans le nord-ouest du pays, à proximité de la frontière avec la Lituanie. Les coûts de la construction ont été estimés à 10 milliards de dollars..

USA

La durée d'exploitation des deux réacteurs de South Texas Project est prolongée

Les autorisations d'exploitation actuelles, qui prévoient une durée de fonctionnement de 40 ans, courent jusqu'en août 2027 et décembre 2028. L'autorité de sûreté américaine NRC a donné son feu vert à une prolongation de l'exploitation des deux tranches de 40 à 60 ans du point de vue environnemental. Cependant la décision définitive, comme d'ailleurs l'autorisation de construction de nouvelles centrales, est suspendue à l'élaboration d'une nouvelle réglementation en matière de combustibles usés (Waste Confidence Rule), prévue pour la fin de l'année.

La construction des 4 réacteurs AP 1000 se poursuit :

Il s'agit des deux réacteurs, Virgil Summer 2 et 3, de South Carolina Electric and Gas et de Vogtle 3 et 4 de Georgia Power. Une première étape a été passée avec la mise en place du module auxiliaire d'un poids total d'environ 1000t sur les premières unités de chaque site. La mise en service de ces réacteurs doit, d'après le constructeur, s'étaler de fin 2017 à 2019.

SMR: le DOE accorde son soutien financier à Nuscale Power :

Le DOE (Departement of Energy) a décidé de contribuer au niveau de 50% soit à hauteur de 452 millions de dollars sur 5 ans au projet soumis par Nuscale dans le cadre du programme de développement de petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactor SMR)

Chaque module à eau légère aurait une puissance de 45 MWe.

Il s'agit du deuxième projet retenu par le DOE après celui de Babcock & Wilcox Nuclear Energy Inc. De son côté Westinghouse a déclaré à la NRC vouloir différer son implication dans ce programme.

PAKISTAN

La construction des deux réacteurs de Chashma avance.

Les dômes des deux réacteurs Chashma 3 et 4 sont maintenant posés. Il s'agit de deux réacteurs de conception chinoise de 300 MW en construction depuis 2011 et 2012. Leur mise en service est prévue pour 2016 et 2017. Au-delà le Pakistan envisage la construction de deux réacteurs chinois de type CPR 1000 sur le site de Karachi qui abrite déjà un vieux réacteur CANDU de 125 MW

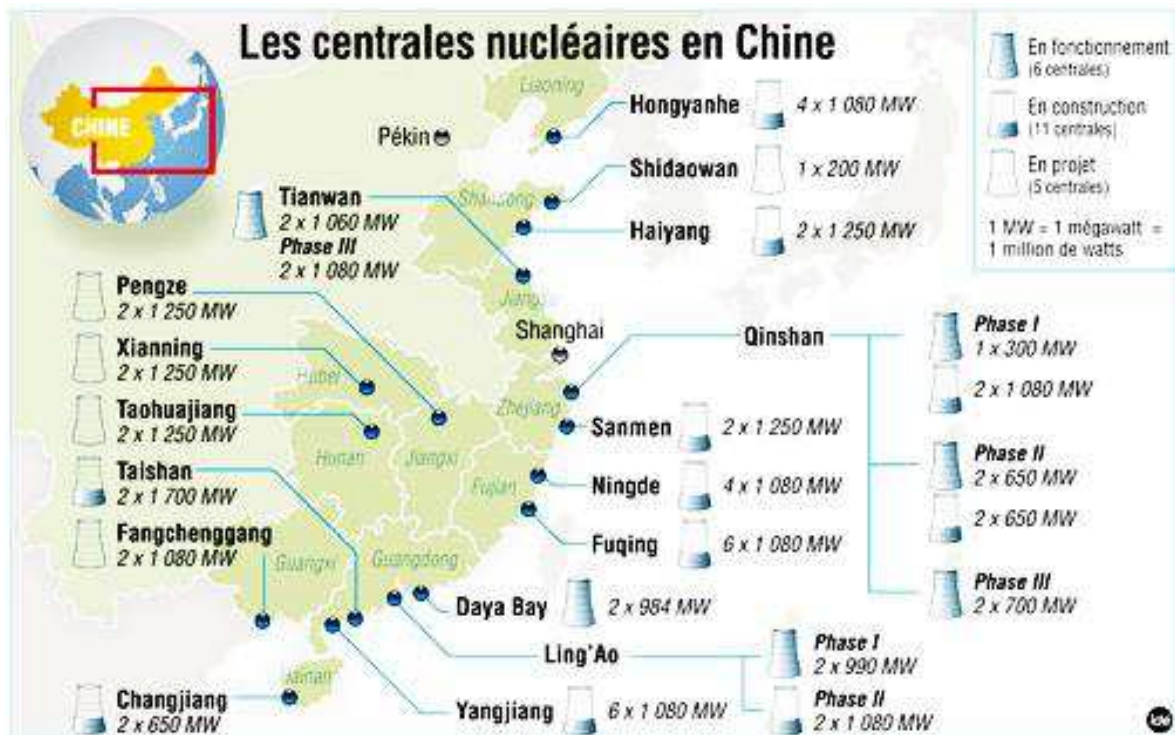
CHINE

La mise en service des réacteurs CPR-1000 s'accélère :

Dans le Fujian, après Ningde 1 en avril 2013, c'est Ningde 2 qui est entré en service commercial en mai 2014. Ningde 3 et 4 devraient suivre d'ici 6 mois à 1 an.

Dans le Guangdong, Yangjiang 1 a été mis en service commercial en mai, 5 autres réacteurs de 1000 MW devraient être mis en service d'ici 2018.

Actuellement la Chine a 20 réacteurs en opération et 28 en construction, tous fournisseurs confondus. Ils seront mis en service d'ici 2020.



COREE du SUD.

Deux nouvelles tranches sont lancées :

Il s'agit de deux réacteurs de type coréen APR-1400 dont la construction doit démarrer en septembre sur le site de Shin-Kori pour un coût estimé à 7 milliards de dollars.. 4 tranches

APR-1400 sont déjà en cours de construction en Corée du Sud: Shin-Kori 3 et 4 ainsi que Shin-Hanul 1 et 2.

VIETNAM

La Russie construira un nouveau réacteur de recherche

D'après l'Institut de l'énergie atomique du Vietnam (Vinatom), le Russe Rosatom et le Ministère vietnamien des Sciences et des Technologies procèdent actuellement aux travaux préparatoires en vue de lancer d'ici 2015 les travaux de construction d'un nouveau centre de recherche nucléaire. L'accord signé entre Rosatom et le ministère vietnamien des Sciences et des Technologies prévoit deux sites possibles Hanoi ou Dalat. Le gouvernement russe financera la construction du nouveau centre à hauteur de 500 millions de dollars. Le projet devrait être achevé en 2020.

Le Vietnam prévoit de construire quatre tranches nucléaires dans la province de Ninh Thuan, dans le sud-est du pays. Un accord relatif à la construction des deux premières tranches a été signé avec la Russie, et un autre concernant les deux autres tranches avec le Japon. Le Premier ministre Nguyen Tan Dung a récemment annoncé un report du démarrage des travaux pour permettre à l'industrie locale de s'adapter et à la formation professionnelle nécessaire de monter en régime

JAPON

Le Japon renonce à sortir du nucléaire

Le cabinet japonais a approuvé le nouveau plan énergétique «Basic Energy Plan» le 11 avril 2014. Celui-ci est clairement en faveur de l'énergie nucléaire. Le Premier ministre, Shinzo Abe, revient donc sur la sortie du nucléaire décidée par son prédécesseur. L'approbation du cabinet de M. Abe constitue une volte-face par rapport aux projets de sortie du nucléaire de son prédécesseur, Yoshihiko Noda.

Le premier projet présenté par celui-ci en septembre 2012 visait en effet une sortie progressive du nucléaire. Comme les précédents, ce plan énergétique fait référence au rôle central joué par la sécurité d'approvisionnement électrique du pays qui ne possède aucune ressource combustible fossile en quantité significative. Il présente l'énergie nucléaire comme une composante importante du mix énergétique japonais. Une fois que l'autorité de sûreté nucléaire japonaise (NRA) aura terminé les contrôles de sécurité des centrales, celles-ci pourront être redémarrées. Les énergies renouvelables conservent leur place dans le plan énergétique et doivent être développées dans la mesure où cela est judicieux.

IRAN

Extension de Bushehr: premier accord entre l'Iran et la Russie

Un accord est intervenu entre le Russe Rosatom et l'Atomic Energy Organization of Iran (AEOI), avec pour objectif la construction de deux nouvelles tranches sur le site de Bushehr. L'accord comprend en outre la construction de deux installations de désalinisation.

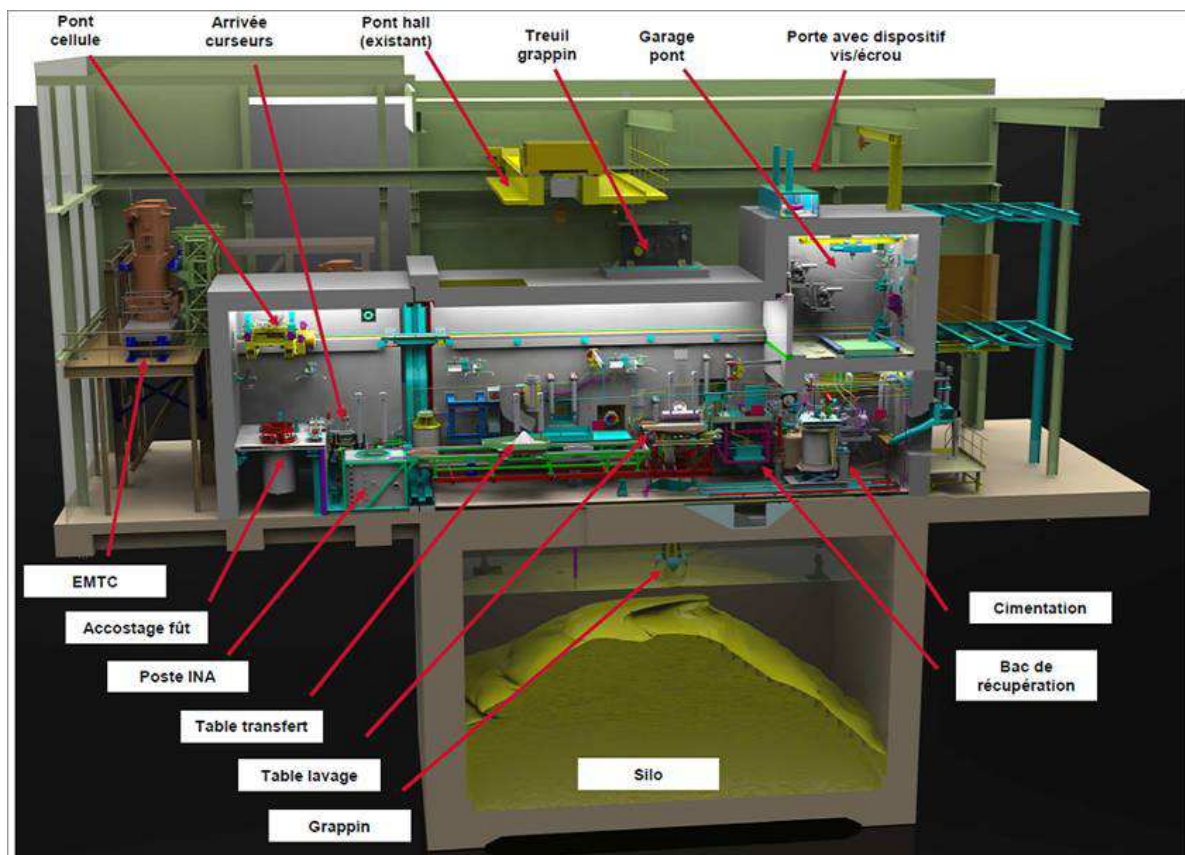
Rappelons que les russes ont terminé la construction de Bushehr 1 commencée sous le précédent gouvernement par KWU, filiale de SIEMENS dans les années 70. Bushehr 1 a démarré en septembre 2013.

L'aval du cycle et le démantèlement

Jacques SIMONNET

AREVA LA HAGUE

- Les usines ont traité 1 172 tU en 2013, en augmentation par rapport aux années précédentes, à un niveau qui va se maintenir au moins à cette hauteur dans les années à venir compte tenu de l'évolution du contrat EDF.
- Opération à première vue banale, un convoi de déchets a quitté le site à mi-décembre à destination de la Belgique. Mais il y a une particularité : c'est le dernier convoi à destination de ce pays pour lequel il ne reste plus de déchets entreposés sur le site.
- Un septième convoi de déchets métalliques compactés est parti à mi-février vers la Suisse.
- Les opérations de démantèlement de l'ancienne usine UP2-400 se poursuivent, 160 millions d'Euros vont leur être consacrés en 2014.



Installation de vidange et de démantèlement du silo des coques HAO de l'usine UP2-400

- Le contrat relatif à la gestion des combustibles usés d'EDF sur la période 2013-2017 est en cours de négociation plus d'un an après l'échéance du contrat précédent, comme lors de la discussion de celui-ci. En effet, il s'agit d'un contrat de plus de 500 millions d'euros, le plus important pour EDF et AREVA dans « l'aval du cycle » et il est normal, compte tenu de l'importance des enjeux, que les négociations prennent du temps, souligne-t-on chez AREVA, mais les partenaires sont raisonnablement optimistes.
- L'ASN a publié un avis qui permet d'élargir la gamme de combustibles à recevoir, entreposer et traiter dans les usines (enrichissement initial, taux de combustion) et également un projet de décision relatif à la réception, l'entreposage et le traitement de combustibles irradiée du réacteur expérimental à neutrons rapides Phénix.
- On a beaucoup parlé dans la presse du remplacement des chaudières à fuel de l'Établissement par des chaudières à bois, dont il était prévu de confier l'exploitation à un prestataire. FO et la CGT avaient déposé un recours contre l'externalisation, recours accepté en première instance en juillet 2011, puis refusé en appel en mars 2014. Le projet qui redémarre est maintenant soumis à des critiques portant sur les inconvénients du combustible retenu (qui a par ailleurs l'avantage de réduire de 55 000 tonnes par an le rejet de CO²). La mise en exploitation est prévue en 2017.

AREVA MELOX

- Melox a produit en 2013 124 tonnes de combustible pour des clients français et néerlandais (voir N&E N° 62).
- Afin de maintenir le plus haut niveau de sûreté, Melox va poursuivre en 2014 ses investissements, « à hauteur de plus de 15 millions d'euros par an, auxquels s'ajoutent 50 millions engagés » pour ses évolutions technologiques sur la période 2011-2015.

AREVA - AUTRES

- Dans le cadre du plan ACTION 2016, le Business Group Aval a mis en place au 1^{er} janvier 2014 une nouvelle organisation baptisée « Back End Ahead ». Elle est fondée sur :
 - Une force de vente unique proposant des solutions pour la gestion des combustibles usés.
 - Quatre Direction des Opérations :
 - Direction des Opérations Recyclage, centrée sur les outils de production.
 - Direction des Opérations de Logistique Nucléaire, centrée sur les solutions d'entreposage et de transport.
 - Direction des Opérations de Démantèlement et Services regroupant les activités d'assainissement et de démantèlement du groupe autour des enjeux français.
 - Direction des Opérations Internationales issue du regroupement des activités de recyclage et de démantèlement à l'international.
 - Une Direction des Projets et Investissements assurant la maîtrise d'ouvrage des grands projets d'investissement, de R&D et de démantèlement.

- Christian BARANDAS est nommé début mai Directeur des Opérations Recyclage. Il est rattaché hiérarchiquement à Dominique MOCKLY, Directeur du Business Group Aval. Il a occupé divers postes de responsabilité dans le groupe qu'il a rejoint en 1987.

FRANCE

- L'ASN a publié un avis sur l'évaluation du caractère valorisable des matières radioactives de la filière uranium/plutonium. Cet avis ne remet pas en cause les options actuellement admises, mais estime que le caractère valorisable de l'uranium appauvri et des matières contenues dans les combustibles MOX et à base d'uranium de retraitement doit être réévalué périodiquement et que des études soient entreprises sur leur éventuel stockage. À ce titre, les propriétaires d'uranium appauvri doivent remettre une réévaluation avant la fin de l'année 2014 et des études de stockage avant le 30 juin 2016.
- Les entraves administratives continuent pour ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés) sur le site EDF du Bugey. Cette installation est destinée à recevoir temporairement une partie des déchets des 9 réacteurs EDF en cours de déconstruction (dont Brennilis, Chooz A, Saint Laurent et Bugey). Dans l'attente d'un stockage national, attendu pour 2025, les travaux de déconstruction sont bloqués par manque d'exutoire pour ces déchets. La mise en service d'ICEDA permettrait de répondre à la demande de l'Autorité de sûreté qui souhaite que les travaux de déconstruction soient achevés le plus rapidement possible.

Le permis initial accordé en 2011 avait été annulé en janvier 2012, à la suite de la plainte de deux horticulteurs du voisinage. Le jugement a été confirmé en appel en juin 2012. EDF a déposé une nouvelle demande, qui a donné lieu à une enquête publique en mai-juin 2013 et a débouché sur la signature d'un nouveau permis en août.

Mais pour accorder le permis de construire, la municipalité de Saint-Vulbas sur laquelle l'installation doit prendre place, avait procédé à une révision simplifiée de son PLU qui avait été adoptée le 6 décembre 2012, après une enquête publique qui s'est déroulée courant 2012. Suite à une plainte de SORTIR DU NUCLEAIRE BUGEY, le tribunal administratif de Lyon a considéré le 22 avril que, compte tenu de la modification proposée (utilisation de la zone au profit d'autres installations nucléaires et d'autres énergies au lieu de l'utilisation par la seule centrale du Bugey), la procédure simplifiée n'était pas applicable et que le PADD (plan d'aménagement et de développement durable) aurait également dû être révisé. Il a donc annulé la révision simplifiée du PLU. Les déchets de Brennilis et les installations de la FARN (force d'intervention nationale en cas d'accident) devront donc encore attendre.

- En plus de ses travaux sur CIGEO, L'ANDRA est en quête d'un autre site de stockage, qui devra quant à lui accueillir les déchets « FA-VL », de faible activité à vie longue. Ceux-ci devront être stockés en faible profondeur, ce qui requiert des conditions géologiques particulières, dont notamment une couche d'argile de plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Les deux communes pressenties ayant dû, face à la pression des antinucléaires, jeter l'éponge, L'ANDRA a demandé à EDF et AREVA d'étudier la faisabilité d'un stockage sur leurs propres sites nucléaires. Plusieurs sites ont été évoqués, dont notamment ceux de Malvésí (Aude) et de Pierrelatte (Drôme). C'est dans l'Aube que les recherches sont le plus avancées, et des investigations géologiques ont été menées ces derniers mois dans la communauté de communes de Soulaines. Enfin,

dans la mesure où le CIREs de Morvilliers sera arrivé à saturation dès 2025, voire même peut-être plus tôt, L'ANDRA aimerait faire d'une pierre deux coups et faire en sorte que le site qui accueillera les déchets « FA-VL » puisse accueillir aussi les déchets TFA (à très faible activité) auxquels le CIREs est dédié. En effet, un décret impose à l'Agence de présenter « pour le 30 juin 2015 un schéma industriel global répondant aux besoins de nouvelles capacités de stockage des déchets radioactifs de très faible activité ».

- Un décret a fixé en début d'année les prescriptions du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR) pour 2013-2015, dont la poursuite d'études et de recherches sur les déchets de haute activité et sur le futur Centre industriel de stockage géologique (CIGEO) proposé par l'ANDRA en Meuse/Haute-Marne (Est de la France) pour les déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité. D'ici à fin décembre 2014, AREVA, le CEA et EDF devront avoir mené des recherches de stockages historiques au sein ou à proximité des installations nucléaires, et avoir présenté les stratégies de gestion envisagées pour les FA-VL (voir ci-dessus). COMURHEX, filiale d'AREVA, devra en outre avoir présenté un rapport d'étape d'études de faisabilité des différentes options de stockage des déchets déjà produits sur son site de Malvési. AREVA devra aussi présenter avant le 30 novembre 2014 un rapport recensant les stériles miniers et en évaluant l'impact. Le nouveau plan stipule en outre, s'agissant des déchets MA-VL produits avant 2015, que l'objectif d'un conditionnement d'ici 2030 devra être respecté. Entre autres, le site de La Hague est visé par ce dernier point.
- La Commission Nationale d'Évaluation, instituée par la loi de juin 2006 relative à la gestion à long terme des déchets et chargée d'évaluer son application, a publié début juin son 8^{ème} rapport annuel. On y trouve le compte-rendu des activités de la Commission et ses conclusions dans lesquelles ne figure pas de recommandation contraignante pour les acteurs (à la différence de certaines éditions qui pointaient des manques à combler). Le souci sous-jacent de la Commission est celui de la cohérence entre toutes les actions, depuis l'action politique (définition d'une politique énergétique à long terme) jusqu'au travail des ingénieries, en passant par les R&D nécessaires dans les différents domaines. Le seul point sur lequel la Commission prend une position ferme est celui de la réversibilité de CIGEO pour laquelle elle estime que le maintien prolongé au niveau 2 (alvéoles de stockage chargés et non fermés) présente des inconvénients de sûreté majeurs tant à court terme qu'à long terme.

ALLEMAGNE

- Après plusieurs semaines de discussions, la commission nationale « éthique » qui doit se consacrer à la recherche d'un site de stockage pour les déchets nucléaires vient d'être composée, mais n'a pas encore siégé. C'est une direction bicéphale confiée à Ursula Heinen-Esser (CDU/CSU) et Michael Müller (SPD) qui va encadrer ce groupe de 34 personnes. Les associations environnementales n'ont pas encore décidé si elles occuperaient les places qui leur sont destinées car elles disent craindre que la commission ne soit qu'un leurre pour valider finalement le site de Gorleben. Jusqu'à présent, celui-ci accueillait en entreposage les conteneurs de matières hautement radioactives en provenance de Sellafield et La Hague. Pour le moment, l'envoi vers Gorleben est suspendu, et aucune alternative n'est encore en vue. Il semble néanmoins que Le Schleswig-Holstein et le Bade-Wurtemberg pourraient accueillir 15 des 26

conteneurs restant à retourner et que les 9 derniers pourraient être stockés dans la centrale de Biblis, en Hesse. Les opposants persistent dans leur volonté de laisser les conteneurs en France et en Angleterre tant qu'une solution définitive n'aura pas été trouvée en Allemagne.

ANGLETERRE

- Un audit réalisé par KPMG à la demande de la NDA (Nuclear Decommissioning Authority) a constaté en novembre 2013 que la production de Sellafield avait décliné en 2013, aussi bien pour l'usine Magnox que pour les combustibles AGR dans THORP (228 tU en 2012/13 contre 429 tU en 2011/12) et que pour la vitrification (1 414 tU en 2012/13 contre 2 329 tU en 2011/12). La cour des comptes a constaté des augmentations de coût et avait néanmoins décidé de prolonger de 5 ans supplémentaires le contrat de NMP (Nuclear Management Partners Limited) qui exploite le site (Voir N&E N° 62).
- Un quatrième transport de déchets vitrifiés vers le Japon a quitté le Royaume-Uni le 14 février pour arriver au Japon vers la mi-avril.
- L'exploitant suédois OKG en accord avec l'autorité de sûreté suédoise SSM a proposé à la NDA de prendre la propriété d'environ 800 kg de plutonium issus du retraitement des combustibles suédois et entreposés actuellement sur le site de Sellafield. OKG a réutilisé l'uranium issu des mêmes combustibles mais n'a pas fait fabriquer de combustible MOX avec ce plutonium.
- Le DECC (département à l'énergie et au changement climatique) a révisé l'évaluation de ses options pour la gestion du plutonium. À la suite des propositions de GE Hitachi et de Candu de réaliser des réacteurs consommant directement le plutonium (PRISM et CANDU 6), cette option est maintenant considérée comme crédible à côté de l'option MOX classique.
- Le DECC a lancé une consultation pour pouvoir conserver en entreposage dans THORP de petites quantités de combustibles étrangers qui ne pourraient pas, techniquement ou économiquement, être traités dans THORP avant sa fermeture programmée en 2018.
- La NDA s'interroge sur le devenir des combustibles Magnox au cas où ils ne pourraient pas être retraités. Trois options sont retenues : développer un entreposage à sec, étendre l'entreposage sous eau à Sellafield et étendre l'entreposage sur site de réacteur.
- La NDA va diriger un grand programme de recherche associant à la NDA elle-même le NNL (National Nuclear Laboratory), Sellafield Ltd, l'EPSRC (Engineering & Physical Sciences Research Council) et un consortium de dix universités britanniques sur 30 projets séparés sur quatre thèmes : les combustibles usés exotiques, magnox et AGR ; les résidus d'oxyde de plutonium et de combustible; les piscines et les silos de déchets accumulés; la préservation, la restauration et la caractérisation de l'infrastructure. Le programme, nommé DISTINCTIVE, se verra attribuer 8 à 9 millions de livres.
- De nombreux investissements sont en cours ou en projet sur le site de Sellafield, tels l'évaporateur D destiné à concentrer les solutions de haute activité (en cours de construction), le SDP (Silo Direct Encapsulation Plant) installation de conditionnement de déchets métalliques pour lequel l'offre retenue est celle d'AMA (AREVA associé à Mace & Atkins) et une nouvelle installation d'entreposage pour laquelle un appel d'offres a été lancé.

- Sellafield Ltd. A également conclu un accord avec TEPCO FDEC en vue du partage des compétences et des expériences en matière de démantèlement.

ÉTATS-UNIS

- La saga de l'usine MOX MFFF (Mixed Oxide Fuel Fabrication Facility) de Savannah River qui a commencé au début des années 90 par des pourparlers avec la Russie continue. Cette usine est en cours de construction dans le cadre d'accords bilatéraux avec la Russie pour recycler en production d'électricité 34 tonnes de plutonium à usage militaire. Les travaux ont débuté en 2007 et l'avancement serait de 60%. Le coût prévisionnel serait passé de 4,9 milliards de dollars à 7,7. Aucun client ne s'est manifesté pour utiliser les combustibles et ce d'autant moins que les gaz de schistes ont fait baisser le prix de l'énergie. L'opposition demande l'abandon du projet. Le Congrès a voté en décembre un budget de construction pour 2014, en baisse par rapport aux prévisions, mais voté néanmoins. Puis, en contradiction avec ce vote, l'administration a annoncé en début d'année le gel du chantier. L'État de Caroline du Sud a déposé le 18 mars un recours en justice, selon lequel la décision serait inconstitutionnelle, puisque le budget a été voté et qu'elle ne respecte pas le traité signé avec la Russie.
- Le DOE aurait l'intention d'utiliser les fonds budgétés pour la construction à des dispositions visant à l'arrêt des travaux en 2015 et réfléchit à des solutions alternatives (qui avaient bien entendu été examinées et rejetées avant la décision de construction). Il a annoncé début avril qu'il publierait l'étude qui annonce un coût de 30 milliards de dollars pour la construction et les 20 ans d'exploitation de l'usine, chiffre contesté par AREVA North America qui est impliquée à 30% dans le projet.
- L'ingénierie affirme ne pas avoir reçu d'ordre d'arrêt et continue les travaux.
- Outre l'État de Caroline du Sud, six sénateurs de cet État et d'autres États soutiennent la poursuite des travaux au titre du maintien de l'emploi et du respect des traités internationaux.
- Derniers événements connus, fin avril, le DOE publie son étude de coût comparative (« mélange » et stockage 16 M\$, MOX en cours 31 M\$, immobilisation avec des déchets HA et stockage 36 M\$, utilisation dans des réacteurs rapides 58 M\$) et presque simultanément l'État de Caroline du Sud annonce avoir reçu des assurances des instances fédérales et retire son recours.
- Cette saga n'est donc pas terminée et l'avenir de la MFFF loin d'être garanti.
- Autre saga, celle du financement du stockage des combustibles irradiés. En 1982 était créée une taxe de un millième de dollar par kWh produit, gérée par le DOE et destinée à financer une solution d'évacuation définitive des combustibles irradiés à mettre en œuvre dès 1998. Cette taxe a rapporté environ 750 millions de dollars par an plus à ce jour environ 1 milliard de dollars d'intérêts par an. Malgré d'importantes dépenses, notamment sur et pour le site de Yucca Mountain abandonné pour raisons politiques, le fonds aurait eu en mai 2013 un solde positif de 29 milliards de dollars.

Les producteurs d'électricité ont dû, en plus de la taxe qu'ils acquittaient, financer eux-mêmes des dispositions d'entreposage pour désengorger les piscines de leurs réacteurs et poursuivre leur production. Regroupés dans des associations, ils se sont retournés contre l'État et ont obtenu le 19 novembre 2013 de la Cour d'appel fédérale la

suspension de la levée de la taxe jusqu'à ce qu'une solution soit trouvée. Le DOE a fait appel. Cet appel a été refusé par la Cour d'appel de Washington le 21 mars 2014. Le DOE a annoncé qu'il cesserait les prélèvements à mi-mai, ce qui lui aura permis de prélever plus de 30 millions de dollars supplémentaires depuis novembre 2013.

En parallèle, des électriciens ont demandé à titre individuel des dédommagements qui leur ont généralement été accordés par les tribunaux (Connecticut Yankee Atomic Power, Yankee Atomic Electric et Maine Yankee Atomic Power, 235 millions de dollars, Carolina Power & Light et Florida Power Corp, 104 millions de dollars, Energy Northwest, 68 millions de dollars). D'autres pourraient suivre.

Sur un autre plan, la légitimité de la décision de l'administration Obama de ne plus financer le projet de Yucca Mountain a été contestée et la NRC, autorité de sûreté, considère qu'elle doit achever le rapport d'évaluation de la sûreté de ce site qui lui a été commandé, ce qui lui a été confirmé par une décision de justice d'août 2013. Elle a, à ce titre, demandé au DOE une étude d'impact environnemental supplémentaire. Le DOE a laissé entendre, en janvier 2014, qu'il entamait les travaux de cette étude, pour annoncer à mi-mars qu'il ne fournirait qu'une mise à jour d'un rapport de 2009. La NRC évalue cette réponse.

Mais tout ceci ne fait guère avancer la résolution du problème, qui reste entier.

- Les solutions d'attente sont l'augmentation de capacité des piscines et surtout l'entreposage à sec sur le site des réacteurs. À la suite des événements de Fukushima, la présidente de la NRC a demandé des éclaircissements sur la sûreté des piscines. Une étude de la NRC a conclu que le risque d'un accident grave ou d'un incendie en piscine est si faible qu'une étude pour accélérer le transfert des éléments irradiés vers un entreposage à sec n'est pas justifiée.

Tous les éléments irradiés de la centrale de Kewaunee, définitivement arrêtée, vont être entreposés dans 24 conteneurs MAGNASTOR fournis par NAC, filiale d'Hitachi. C'est le sixième contrat d'entreposage à sec dans le cadre d'un démantèlement obtenu par NAC.

Le leader du marché reste Transnuclear Inc, avec 888 conteneurs NUHOMS et TN, second Holtec Intl. Avec 615 conteneurs, troisième NAC avec 296 conteneurs, quatrième BFS/ES (FuelSolutions) avec 66 conteneurs, cinquième GNB avec 26 conteneurs et sixième Westinghouse avec 1 conteneur. 76 097 éléments sont entreposés dans ces conteneurs au 1^{er} janvier 2014.

Le DOE a publié le plan final des tests de l'EPRI dans le cadre du projet de R&D sur les conteneurs d'entreposage à sec pour les combustibles usés avec un taux de combustion élevé (supérieur à 45 GWj par tonne métrique de métal lourd). L'équipe menée par l'EPRI inclut AREVA Federal Services, Transnuclear, Dominion Virginia Power, AREVA Fuels, et Westinghouse Fuels.

- Neuf jours après l'incendie sans conséquences d'un camion dans la partie inactive du stockage souterrain de déchets militaires du WIPP dans le Nouveau-Mexique et apparemment sans lien avec celui-ci, un relâchement de contamination est intervenu le 14 février dans une zone en cours de remplissage. Malgré le passage automatique de la ventilation en mode filtration, de très légères traces de contamination ont été momentanément détectées dans l'environnement mais pas au-delà de 800 mètres de la cheminée d'extraction. Bien que des traces de contamination aient été détectées sur des

membres du personnel, toutes les mesures effectuées sont bien en deçà d'un niveau pouvant induire des conséquences sur l'homme ou l'environnement. Les investigations menées depuis ont conduit à un conteneur provenant du Laboratoire National de Los Alamos dont le couvercle est détérioré et qui présente des traces de surchauffe. L'enquête continue.

JAPON

- Le Japon a approuvé le 25 février une nouvelle politique énergétique proposée par l'Agence pour les Ressources naturelles et l'Énergie (ANRE), l'énergie nucléaire étant citée parmi quatre autres sources comme une source d'électricité capable de respecter la demande de base : le nucléaire, l'hydraulique, les centrales au charbon et géothermiques. Le plan prévoit une accentuation au cours des trois prochaines années des efforts pour développer les énergies renouvelables. Le document prévoit une réduction de la dépendance au nucléaire, mais sans la chiffrer et n'interdit pas de nouvelle construction de réacteur. Le projet inclut la poursuite de la politique actuelle de recyclage du combustible nucléaire pour le moment.
- L'autorité de sûreté japonaise NRA a publié les nouvelles exigences de sûreté pour les usines de retraitement et de fabrication de combustibles, qui obligeront les exploitants à prendre des mesures contre les accidents graves, comme des explosions d'hydrogène ou des accidents de criticité. Ces exigences prendront effet le 18 décembre 2014.
- Japan Nuclear Fuel (JNFL) a déposé début janvier auprès de l'Autorité de sûreté japonaise un dossier visant l'obtention de la certification de sûreté de l'usine de retraitement de combustible usé de Rokkasho (nord du Japon), construite en collaboration avec AREVA, en grande partie sur le modèle de l'usine AREVA de La Hague. Commencés en 1993, les travaux devaient initialement se terminer en 1997, mais ils ont été considérablement retardés en raison d'importants problèmes techniques concernant l'étape finale de vitrification de technologie japonaise. Ces difficultés semblent maintenant résolues, mais l'usine ne pourra être mise en service qu'après avoir obtenu la validation de sûreté sur la base des nouvelles normes instaurées par l'Autorité de sûreté nipponne à la suite de l'accident de Fukushima. Celle-ci va étudier de manière approfondie le dossier qui lui a été transmis par JNFL. L'exploitant espère que cet examen sera terminé d'ici à octobre 2014.

JNFL prévoit d'investir 200 milliards de yens (1,4 milliards d'Euros) pour les mesures de sûreté supplémentaires permettant de se conformer aux nouvelles exigences de la NRA et espère pouvoir démarrer l'exploitation à l'automne 2014 au plus tôt. Il est prévu de traiter 282 éléments REB et 73 éléments REP entre octobre 2014 et mars 2015, puis 1 129 REB et 291 REP entre avril 2015 et mars 2016.

- Par ailleurs, JNFL a déposé une demande de certification de sûreté concernant plusieurs autres installations contiguës, dont une usine de MOX de 130 tonnes de capacité, une usine d'enrichissement et un entreposage de déchets. JNFL espère obtenir la certification de l'usine d'enrichissement et de l'entreposage sans avoir à modifier les installations. Le démarrage de l'usine MOX était prévu en mars 2016 mais en avril il a été repoussé à octobre 2017.
- Sur le site l'usine de retraitement de Tokai sont entreposés 3,5 m³ de solutions contenant du plutonium et 430 m³ de déchets liquides de haute activité. Les équipements de

traitement ne pourront pas redémarrer sans l'accord de la NRA. JAEA a demandé une dispense spéciale pour être autorisé à exploiter les équipements avant la mise en place des nouvelles exigences de sûreté. Cette dispense lui a été accordée pour 5 ans, en attendant que les nouvelles exigences soient satisfaites.

- JNFL a testé avec succès sur une maquette le nouveau modèle de creuset de vitrification qui doit être installé à l'usine de Rokkasho.
- JAEA a démarré fin avril un procédé de vitrification du plutonium mis en œuvre dans son usine de Tokai.
- La NRA a inspecté 20 combustibles MOX fabriqués en France pour Kansai EPCO, qui s'ajoutent à 8 autres déjà disponibles pour les unités 3 et 4 de la centrale de Takahama. Kansai EPCO a déposé auprès de la NRA une demande pour redémarrer l'unité 3.
- Par contre, le gouverneur de la Préfecture de Shizuoka a déclaré que l'utilisation de combustibles MOX dans le réacteur Hamaoka-4 de Chubu EPCO ne serait pas approuvée.
- RFS (Recyclable Fuel Storage Company) a soumis le 15 janvier à la NRA une demande d'examen de sûreté de son installation d'entreposage intérimaire des combustibles usés de Mutsu afin d'être autorisé à démarrer son exploitation en mars 2015. RFS est détenu conjointement par Japan Atomic Power Company, Ltd et TEPCO, qui souhaite y entreposer les combustibles usés de sa centrale de Kashiwazaki-Kariwa en attendant leur retraitement.
- L'International New York Times a annoncé le 11 avril qu'un projet de retraitement de plutonium de qualité militaire en vue de sa conversion en combustible nucléaire pourrait être approuvé aujourd'hui par le gouvernement du Japon, ce qui, souligne l'International New York Times, n'est pas sans susciter certaines inquiétudes, du fait de possibles risques de prolifération. Ce plan, s'il était approuvé, signifierait par ailleurs que le Japon aurait l'intention à l'avenir d'utiliser un combustible composé d'un mélange d'uranium et de plutonium, puisque le plutonium retraité ne peut être utilisé seul dans un réacteur.

Le plutonium de qualité militaire pourrait être celui (331 kg) qui a été fourni dans les années 60 par les États-Unis et le Royaume-Uni pour des expériences de criticité, mais l'hypothèse est que ce plutonium serait renvoyé aux États-Unis pour y être neutralisé. Une certaine quantité serait également présente dans les couvertures de réacteurs rapides expérimentaux. Ce sont ces quantités qui seraient mélangées à du plutonium civil lors du retraitement de ces couvertures pour être utilisé dans des réacteurs. On sait que le Japon a déjà décidé d'utiliser du combustible MOX – mais à base de plutonium civil et non militaire. La crainte de prolifération semble peu justifiée.

CHINE

- D'après Philippe Knoche, directeur général délégué d'AREVA, les négociations relatives aux spécifications de l'usine de retraitement qui pourrait être vendue à la Chine sont presque terminées. Philippe Knoche a précisé que les négociations commerciales pourraient commencer à l'issue de la visite du président chinois en France, au cours de laquelle un accord spécifique à la poursuite de ce projet a été signé. Enfin, il a ajouté que la Chine pourrait aussi être intéressée par les technologies d'AREVA en matière de conversion et d'enrichissement, ainsi que par le combustible MOX.

- Candu Energy travaille avec China National Nuclear Corp. (CNNC) pour étudier l'utilisation de combustibles avec de l'uranium issu du retraitement dans les deux réacteurs Candu existants de Qinshan. Le directeur marketing de Candu Energy a déclaré que si le projet était approuvé, les réacteurs pourraient commencer à utiliser des combustibles recyclés d'ici la fin de l'année (sans préciser d'où proviendrait l'uranium de retraitement utilisé).
- Taiwan a signé le 6 janvier un accord avec les États-Unis sur une coopération dans l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Cet accord a permis l'ouverture de négociations de Taiwan avec la France, en vue de l'éventuel envoi de combustibles irradiés en France pour y être retraités et avec la Chine en vue d'y stocker des déchets de faible activité.

AUTRES PAYS

- En **Belgique**, l'ONDRAF, l'organisme chargé de la gestion des déchets nucléaires, rappelle qu'en 2015, les deux réacteurs les plus anciens de la centrale nucléaire de Doel (Anvers) seront mis à l'arrêt par Electrabel, alors qu'aucune solution pour l'entreposage à long terme des déchets les plus hautement radioactifs n'a encore été trouvée. L'ONDRAF, qui préconise l'enfouissement dans l'argile de Mol à 220 m de profondeur, exhorte depuis plusieurs années les autorités belges à prendre les décisions nécessaires pour que la filière industrielle soit en place pour 2030.
- En **Espagne**, le gouvernement a publié le 8 mars un décret qui précise les responsabilités et le financement d'ENRESA, société publique en charge de la gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés du pays.
- En **Espagne** encore, ENUSA, fournisseur de combustibles, a fourni à ANAV, producteur d'électricité, des services d'ingénierie pour la gestion des combustibles usés, notamment pour préparer le transfert des combustibles usés vers l'installation d'entreposage centralisée (ATC Almacenamiento Temporal Centralizado) à Villar de Cañas (Cuenca).
- En **République tchèque**, le ministre de l'Environnement Tomas Podivínský a annoncé que l'étude géologique pour un site de stockage en profondeur des combustibles usés à Kraví Hora a été suspendue et commencera plus tard. Il a déclaré que cette décision avait été prise car les objections des maires locaux et des groupes environnementalistes n'avaient pas été convenablement examinées. Le site de Kraví Hora est près d'une ancienne mine d'uranium et a été ajouté aux cinq sites présélectionnés par l'autorité tchèque en charge de la gestion des déchets, SURAO, en 2011. Sa sélection avait été fondée sur la supposition que la population locale ne s'opposerait pas à ce projet à cause de l'ancienne mine. SURAO a estimé à 2,4 milliards de dollars (1,7 milliards d'euros – coût 1999) le coût de développement et de construction du site de stockage. La question de l'acceptabilité des stockages par les parties prenantes est universelle...

SURETE et ENVIRONNEMENT

François JUSTIN

Les exploitants nucléaires Français et les Autorités de Sûreté

Depuis le grave accident de Fukushima en mars 2011, les relations entre les exploitants Français d'installations nucléaires et leurs Autorités de Sûreté ont notablement évolué.

Dans un premier temps, l'urgence de réagir, confirmée au plus haut niveau de l'état, a conduit les Exploitants, en particulier EDF, à réaliser des « évaluations complémentaires de sûreté » (ECS), sur la base d'une proposition de l'association des Autorités de sûreté de l'Europe de l'Ouest, à laquelle l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) Française a contribué. Il s'agissait d'évaluer la réponse des installations à une situation accidentelle de type « Fukushima », et de proposer de possibles améliorations techniques ou organisationnelles. Ce travail d'ampleur a été réalisé en quelques mois et l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a demandé aux Groupes permanents d'experts (GPE) de donner leur avis avant la fin 2011. C'est dire la célérité des travaux, d'autant plus que l'ASN et l'IRSN ont mené en parallèle des inspections ciblées sur les sites nucléaires. Les premières conclusions de l'IRSN sont : « les installations dont l'exploitation est autorisée en France peuvent être légitimement considérées comme sûres ». L'ASN a alors validé la proposition d'EDF d'ajouter un « noyau dur » pour permettre de gérer une crise avec perte totale et prolongée de toute alimentation électrique et de la source froide. L'IRSN et les GPE ont considéré que les propositions des exploitants constituaient des améliorations renforçant les moyens de gestion de crise et y ont ajouté des lignes directrices complémentaires. Les pairs Européens ont également salué la décision de mise en œuvre du « **noyau dur post-Fukushima** ». Le Conseil Européen des 28 et 29 juin 2012 a confirmé ces conclusions. Les compléments contribuant au « noyau dur » comportent la construction de centres de crise bunkérisés pour chaque site, des générateurs d'électricité autonomes d'ultime secours, une source ultime d'eau froide, et une Force d'action rapide nucléaire (FARN) pouvant amener rapidement par hélicoptère des moyens techniques et les compétences nécessaires ; ces derniers sont à la discrétion de l'ASN et de l'IRSN, complémentaires de l'exploitant. L'IRSN a même demandé la prise en compte d'une fusion de tout le cœur se répandant sur le radier et son refroidissement par eau. La résistance sismique de ces noyaux durs et de leurs systèmes de commande devrait être assurée pour un séisme maximal estimé sur une période de 20 000 ans.

Ce programme de « noyau dur » d'un coût d'environ **dix milliards d'euros** aurait-il satisfait les Autorités ? Pas vraiment car entre temps l'ancien Directeur de l'ASN André-Claude Lacoste est parti en retraite et a été remplacé par Pierre-Franck Chevet, qui n'a pas contribué à cette phase d'études complémentaires et a publié un rapport un peu vinaigré sur la sûreté des installations françaises en 2013, sur la base de plus de 2000 inspections, attribuant une note globale de 12 à 13 sur 20 assortie du commentaire « globalement assez satisfaisant ». Ce jugement mitigé est basé essentiellement sur 3 incidents de niveau 2 dans l'année :

- l'un sur le retard pris dans la reprise et le conditionnement des déchets de l'ancienne usine UP2 400 de La Hague entreposés dans des fosses, qui coûtera environ 2,5 milliards d'euros de travaux à AREVA quand les exigences sur les caractéristiques du déchet seront fixées

- l'autre sur des manques de rigueur d'exploitation et d'améliorations de sûreté dans l'usine FBFC de Romans, de responsabilité AREVA également
- et enfin 3 centrales EDF (Civaux, Chinon et Bugey) qui sont jugées en retrait par rapport aux principes de sûreté par l'ASN, alors qu'EDF dans son rapport interne n'avait déclaré aucun incident de niveau 2 ; il y a donc eu surclassement par l'ASN, ce qui est bien sûr possible. Ces atermoiements amènent l'ASN à demander à l'État le droit d'imposer aux opérateurs des sanctions de type « astreintes journalières » pour accélérer la réactivité des exploitants. De plus, une contribution directe des gros exploitants au financement des Autorités sera suggérée. Une taxe de **cinquante millions d'euros** permettrait l'embauche de 150 à 200 agents pour l'ensemble ASN/IRSN, qui disposent déjà de 500 salariés chacun environ, pour faire face à toutes les nouvelles tâches ci-dessus.

Par ailleurs, M. Chevet a estimé que « des enjeux de sûreté sans précédent » se présentaient dans les dix ans à venir pour les installations nucléaires vieillissantes. En effet, lors des arrêts de tranche et notamment pour les visites décennales, **vingt milliards d'euros** sont prévus par EDF pour cela. De plus, pour « la maintenance lourde des grands composants », **quinze milliards d'euros** seront nécessaires, pas que pour la sûreté car, par exemple, les alternateurs de grande puissance arrivent dans leur période de rénovation. D'autres préoccupations sur l'environnement, le risque incendie, les risques particuliers dus à des températures extrêmes s'y joignent, et aussi la sécurisation renforcée des sites nucléaires suite aux intrusions répétées de Greenpeace, et les forces de l'ordre seront soutenues par un arsenal judiciaire renforcé.

Quant au passage à **une durée de vie supérieure à 40 ans** un premier avis sera donné par l'ASN en 2015, suivi en 2018 ou 2019 d'un avis générique avec un examen dont le résultat n'est pas acquis pour l'instant. La première centrale concernée serait Tricastin 1.

Les coûts ci-dessus qui se totalisent à plus de 50 milliards d'euros sont évidemment considérables, mais s'étaleront sur une dizaine d'années ; un rapide calcul montre en moyenne un coût annuel d'environ 100 millions d'euros par réacteur de production d'électricité. La vente d'électricité apporte annuellement environ 350 millions d'euros, ce qui montre bien que ces chiffres sont compatibles, d'autant plus que ces centrales sont presque toutes amorties au plan du coût de construction. A noter que nous n'avons pas mentionné la centrale EPR de Flamanville, en cours de construction, car les Autorités de sûreté ont considéré que son niveau de sûreté était au plus haut niveau.

Il est clair que toutes ces tâches nécessiteront aussi un **renforcement important des moyens** des exploitants aussi bien au niveau central qu'aux niveaux locaux.

Il est clair que les relations semblent « crispées » entre les Autorités et les Exploitants, basées sur des textes laissant peu de marges à l'interprétation, avec des normes de plus en plus sévères et conduisant à des coûts en hausse.

Les Populations à Fukushima

Les populations de la région du Sendaï ont payé un lourd tribut lors du séisme et du tsunami du 11 mars 2011 : près de 20.000 morts et disparus en moins d'une heure, noyés ou ensevelis dans leurs habitations. Et pourtant l'histoire ne semble retenir que les rejets de césium qui n'ont pour l'instant tué personne. Sur le site des 4 réacteurs nucléaires de Fukushima-Daïchi, les décès avérés sont dus, à des crises cardiaques, des chutes ou des noyades, pour 3 à 7 personnes, suivant les sources.

Mais que peut-on dire sur le long terme ?

Les rejets de gaz radioactifs initiaux ont été transportés vers la mer, mais le vent a tourné au bout de quelques heures, et les autorités ont donné le soir même des ordres d'évacuation dans un rayon de 3 km. Dès le lendemain, l'évacuation a été portée à 20 km. Suite aux mesures de radioactivité jusqu'à 80 km, des évacuations locales ont été décidées, conduisant à 85000 personnes évacuées se joignant aux personnes survivantes du séisme qu'il a fallu recueillir.

Les **travailleurs du site** des réacteurs ont été gérés avec les règles internationales des travailleurs nucléaires, à savoir 50 millisievert (mSv) sur 1 an et 100 mSv sur 5 ans (*la radioactivité naturelle en France est de 2 à 3 mSv par an, mais on trouve jusqu'à 50 dans certaines régions de l'Inde*). Au début, des exceptions à 250 mSv ont été tolérées pour des opérations de mises en sécurité. Après 3 ans de travaux, la statistique des 6000 travailleurs sur le site, en moyenne, qui se sont relayés, donne moins de 25 mSv par an pour les 1000 employés de l'exploitant TEPCO, et 9,3 mSv par an pour les 5000 employés d'autres entreprises.

Les **populations des zones** évacuées ont intégré moins de 10 mSv par an pour 99 % des 10.000 personnes contrôlées et de 10 à 23 mSv pour les autres. Bien entendu, un contrôle sévère des produits alimentaires a été mis en place au niveau des Autorités, des chaînes de magasins, des producteurs, et des citoyens parfois (*la vente des appareils de mesure de type stylo a fait un bond*). La provenance des produits a été affichée. Globalement, moins de 3 % des contrôles étaient supérieurs à la norme jusqu'en juillet 2012, puis moins de 1 % après. Environ 30000 mesures par mois ont été réalisées avec une norme allant de 100 à 500 becquerels par litre; la norme a même été sévèrement réduite à 50 Bq/l alors que 500 Bq/l est admis en Europe, ajoutés aux 100 Bq naturels.

Pour les 26000 habitants de Litate, la zone la plus contaminée, l'OMS évalue, avec des hypothèses très conservatives, 1 ou 2 cas supplémentaires de leucémies ou autres cancers pour les 35 cas attendus chez les enfants et nourrissons actuels. Bien entendu, un suivi régulier des populations permettra de déclencher des médications d'autant plus efficaces qu'elles seront déclenchées tôt.

Les populations veulent-elles revenir sur leurs terres d'origine ? Environ 20 % le voudraient dès la décontamination suffisante, les autres sont hésitants, d'autant plus qu'une pension de réfugié leur est attribuée ! Mais n'oublions pas que le choc émotionnel de la perte des proches, des biens familiaux, de l'environnement expliquent en grande partie ces réticences. Les premiers retours dans certaines zones sont autorisés depuis le 1^{er} avril 2014.

Greenpeace a envahi le site de Fessenheim

Après une invasion de 18 militants au-delà du premier grillage de la centrale de Gravelines le 6 mars 2014, une action plus violente le 18 mars à Fessenheim a conduit 56 militants de la même association plus loin dans le site après une attaque au « camion-bélier » de la clôture et 15 personnes sont montées sur le dôme d'un réacteur. Environ 300 gendarmes sont intervenus rapidement et ont arrêté les 56 manifestants « en douceur ». Les 54 étrangers du groupe ont été reconduits à la frontière avec une interdiction de territoire de 2 ans. Les 2 Français seront jugés en septembre, mais la jurisprudence est clémente, avec des amendes symboliques avec sursis.

La direction de la centrale a insisté sur l'intervention rapide et efficace des gendarmes et sur le fait qu'aucun risque pour la sûreté n'a été ressenti. On peut tout de même s'interroger sur l'impunité de fait des envahisseurs et les dérives qui pourraient en découler : une chute ou une confrontation plus violente peut entraîner des morts, avec l'effet « martyr » peut-être souhaité par Greenpeace. Au-delà, est-il invraisemblable que de vrais terroristes déguisés en militants fassent des dégâts bien plus graves ?

Les Verts d'EELV ont bien sûr approuvé Greenpeace, alors que le Ministre de l'énergie du même bord a déclaré cyniquement que l'on va classer les installations nucléaires « zones à accès réglementé », ce qui est de fait le cas, et que la sécurité physique des zones les plus sensibles sera renforcée, ce qui est en cours de réalisation depuis un décret de 2011.

L'usure des gaines des combustibles EDF

Un problème d'usure, de corrosion plus précisément, est apparu sur certains gainages de combustibles des réacteurs EDF. L'IRSN a déclaré que le problème était en cours d'analyse chez eux, mais n'a pas encore publié de résultats. Rappelons que la gaine sépare le combustible d'oxyde d'Uranium du réfrigérant eau ordinaire, mais aussi retient les produits de fission gazeux. C'est la première barrière de confinement. Ses propriétés de résistance sont donc essentielles. Or, la corrosion peut affaiblir cette résistance, en particulier en cas d'un accident hypothétique, au sens où cet accident n'a pas encore été constaté sur un réacteur nucléaire. Il s'agit de l'éjection d'une grappe de contrôle du cœur, due à un défaut du piquage du mécanisme sur le couvercle de la cuve. Cette éjection entraînerait une augmentation locale et globale de la puissance, et une dépressurisation du circuit primaire, suivies bien sûr d'un arrêt automatique du cœur et des injections de secours d'eau de refroidissement dans le circuit primaire. C'est donc un accident grave qui solliciterait la gaine : l'élévation transitoire de puissance chauffe l'Uranium qui relâche les gaz de fission occlus, ces gaz chauds élèvent la pression qui contraint la gaine alors que sa résistance est réduite par la température croissante et par son épaisseur réduite par la couche corrodée. On comprend donc que des calculs complexes sont nécessaires, justifiant le délai des calculs de l'IRSN. Si ces calculs donnaient des résultats défavorables, les combustibles correspondants pourraient se voir limiter en taux d'irradiation autorisé, ce qui serait une lourde perte économique.

Les Terres Rares dans les Éoliennes

Les terres rares se trouvent dans une région bien connue de la table de Mendeleïev des éléments chimiques, ainsi appelées à cause des ressources diffuses et de la difficulté à séparer ces produits ; ce qui justifie un coût élevé. Les alternateurs des éoliennes en utilisent une grande quantité pour obtenir un gain substantiel de puissance des aimants par unité de poids et de volume. Un mégawatt électrique de puissance électrique demande ainsi 155 kg de néodyme et 27,5 kg de praséodyme, soit plus d'une tonne de terres rares pour une éolienne moderne de 6 MW. Cette masse peut sembler dérisoire devant les **140.000 tonnes produites par la Chine à 95 %**. Mais ce n'est pas rassurant pour l'avenir car la Chine consommait en 2011 environ 83.000 tonnes déjà pour ses besoins propres ou ses exportations ! Les autres pays s'équipent donc pour produire des terres rares, arrivant ainsi à 24.000 tonnes en 2013 et prévoyant 30 à 40 % de leurs besoins en 2018. De plus, grand nombre de pays entretiennent un stockage stratégique de terres rares pour l'avenir, y compris la Chine qui cherche à en acheter 10.000 tonnes qui seraient encore insuffisant pour leur parc éolien programmé.

Niger : nous sommes fiers de tout ce que nous y avons fait depuis 50 ans

Tant de manifestants au Niger et d'ONG africaines s'élèvent depuis plusieurs mois contre le comportement d'AREVA qui, depuis 50 ans, à la suite de COGEMA, ferait la loi au Niger plutôt que la respecter, pillerait les ressources du pays en tirant profit de conventions moyenâgeuses, tant de contre-vérités ont été proférées qu'ARSCA a demandé à quelques-uns de ses anciens de retracer l'épopée de l'uranium du Niger. Le lecteur comprendra que la presse qui s'est fait l'écho des manifestants et de déclarations souvent calomnieuses ne s'est guère préoccupée de chercher à connaître la réalité historique. Nous saluons aujourd'hui la signature de l'Accord du 26 mai 2014 entre AREVA et l'Etat du Niger et espérons qu'il marque le départ pour de nouvelles relations fructueuses.

Jacques BLANC, avec Guy BONIFAS et Jacquelin RAME

L'inventeur de la province uranifère du Niger, dans les années 50, est le Commissariat à l'énergie atomique français (CEA), dans le cadre de la mission qui lui avait été confiée en 1945 par son père fondateur, le général de Gaulle. Entre autres missions, le CEA devait découvrir et exploiter les minerais nécessaires au programme nucléaire français en devenir. Ce qui fut fait en métropole, puis dans les anciennes colonies françaises, et, notamment, à Madagascar, au Gabon et au Niger. C'est ainsi que les équipes du CEA ont mis en évidence une nouvelle province uranifère d'importance mondiale au Niger; plusieurs des gisements découverts ont été considérés dans les années 60 comme exploitables, malgré les bas cours de l'uranium à l'époque. Leur mise en exploitation a été confiée, en plein accord avec l'État du Niger devenu indépendant, à deux sociétés, la Société des Mines de l'Aïr (Somaïr) et la Compagnie Minière d'Akouta (Cominak). Ces sociétés sont à capitaux français, le CEA et d'autres, avec bien entendu la participation de l'État du Niger, mais aussi de sociétés d'origine allemande, espagnole, italienne et japonaise.

Nous tenons à apporter notre témoignage personnel, pour avoir modestement participé aux négociations qui ont eu lieu avec l'Etat du Niger en 1967 et 1968 et ont abouti à la création de ces deux sociétés qui exploitent toujours l'uranium dans la région d'Arlit.

Ces négociations ont abouti à la signature de Conventions de longue durée entre l'État du Niger et ces sociétés, renouvelées depuis à plusieurs reprises. Nous pouvons affirmer que le principe de base a été le partage des bénéfices 50 / 50 avec l'État du Niger. Il en avait été de même auparavant pour la mise en exploitation du gisement d'uranium de Mounana au Gabon, autre belle réussite du CEA.

Lors de ces négociations, les références juridiques ont notamment été le Code minier nigérien, qui existait déjà bel et bien dans les années 60 et n'a donc pas vu le jour en 1993, comme on veut aujourd'hui nous le faire croire, et le Code des impôts nigérien qui existait également à la même époque. Comment chiffrer les rentrées financières du Niger pendant ces 50 années de

présence ? C'est un exercice difficile qui pourrait être le sujet d'une belle thèse d'économie minière confiée par exemple à un étudiant nigérien !

Une première indication est donnée par le Ministre des Finances du Niger qui a déclaré en mars dernier devant le Parlement nigérien que les revenus cumulés de l'uranium pendant 44 ans étaient de l'ordre de 660 milliards de francs CFA, c'est-à-dire l'équivalent d'un milliard d'euros. Ce qui n'est tout de même pas rien !

Mais si l'on veut affiner l'exercice, il convient en effet de prendre en compte divers éléments. Citons :

- 1) Quelle valeur donner au franc CFA, la monnaie de l'époque, de 1970, en 2014 ?
- 2) Quel coefficient d'érosion monétaire faut-il retenir ? Les seules ressources directes de l'État nigérien ou l'ensemble des retombées économiques de l'uranium dans le pays ? Il semble normal de retenir les deux.
- 3) Si l'on s'en tient à la seule puissance publique nigérienne, on peut distinguer :
 - l'État, et ses émanations, Uraniger, puis Onarem, actionnaire des sociétés minières,
 - les actions détenues par le Niger ont été des actions d'apport sans aucun versement numéraire de sa part,
 - les dividendes perçus ont été importants, surtout ceux provenant de la SOMAÏR, qui, pendant plusieurs années, a versé un dividende égal au montant de son capital,
 - enfin, l'impôt perçu sur les dividendes versés aux actionnaires privés était prélevé par l'État nigérien,
 - l'État, concessionnaire des droits miniers, a perçu à ce titre le droit de sortie sur tous les tonnages de concentrés d'uranium exportés et la redevance minière,
 - l'État en tant que collecteur d'impôts sur le revenu, a perçu à ce titre: l'impôt sur les bénéfices des sociétés minières, ainsi que sur celui de leurs prestataires de services et sous-traitants,
 - l'impôt sur le revenu des personnes physiques(IRPP) et tout particulièrement ceux dûs par le personnel expatrié des sociétés minières et de leurs sous-traitants.
 - A signaler que les sociétés minières ont été exonérées, comme d'usage, de droits de douane pour les importations liées aux investissements et à l'exploitation (matériel minier, soufre, ciment etc...)
- 4) Par ailleurs, l'État nigérien a bénéficié, sans aucune participation financière de sa part, d'importants investissements :
 - la route Tahoua-Arlit, 600 km de bitume, entièrement financée par les sociétés minières et leurs partenaires. Cette route est, hélas! aujourd'hui hors d'usage sur la plus grande partie de son parcours faute d'entretien depuis 15 ans...
 - la centrale électrique Sonichar, alimentant les sociétés minières et la région, alimentée par les gisements de charbon de la région d'Anou Araren découverts en 1964 par les équipes du CEA. Cette société est aujourd'hui à bout de souffle, faute

d'avoir entrepris les recherches nécessaires pour renouveler ses réserves de charbon.

- l'école des mines de l'Aïr, EMAÏR, qui a permis de former plusieurs centaines de techniciens nigériens dont les meilleurs ont ensuite été envoyés dans des écoles d'ingénieurs à l'étranger.
- AMIDAR, aménagement hydro-agricole d'Arlit, proposé en 1976 au président du Niger Seyni Kountché par André Giraud, alors administrateur général du CEA et président de COGEMA. Ce projet de démonstration agricole en zone désertique fut un magnifique succès, produisant en abondance des fruits et des légumes pour la zone minière et également pour Niamey. L'ensemble fut remis au gouvernement du Niger en 1986. Quelques années plus tard, le désert a repris ses droits...
- le CEA a mis en place d'autres projets de coopération, et notamment à Niamey le Laboratoire des radio-isotopes et l'ONERSOL, laboratoire d'étude de l'énergie solaire.
- la formation professionnelle au sein des entreprises a été également une belle réussite qui a permis la « nigérisation » presque complète de l'encadrement des sociétés minières. Il ne reste actuellement que quelques expatriés en leur sein, dont plusieurs ont eu malheureusement des honneurs médiatiques à la suite de leur enlèvement par les terroristes d'Aqmi il y a quelques années.
- Il faut enfin signaler et souligner que les achats d'uranium par le CEA puis COGEMA, maintenant Areva, ont été à maintes reprises et sur de longues périodes effectués à des prix largement supérieurs aux cours internationaux de l'époque, les responsables de la commercialisation de l'époque se souviennent encore des efforts déployés auprès d'EDF et des clients étrangers et leur avoir fait visiter sur place la réalisation des programmes de soutien social. Cela représente des montants très importants

Il est vraisemblable que, si l'on prend compte des retombées indirectes de l'exploitation des mines d'uranium de l'Aïr, que le chiffre avancé par le Ministre des Finances du Niger devrait être doublé sinon triplé.

Qu'est devenu l'argent de l'uranium ? Il est probablement entré en grande partie dans les caisses de l'État pour payer les fonctionnaires. À une exception près : lorsque l'organisme minier d'État, l'ONAREM, a voulu commercialiser directement « sa part de l'uranium », la plus grosse partie est partie vers la Libye. Quand le Niger a demandé le paiement du solde de la livraison, il s'est fait répondre, pièces justificatives à l'appui, que tout avait été payé ! L'argent n'a jamais été retrouvé !

Mais il doit être possible de vérifier ces montants ci-dessus à la fois en consultant les comptes des sociétés minières et, bien entendu, les archives du ministère des finances du Niger.

Il convenait donc de rectifier cette image fautive d'une société d'Etat, française exploitant sans vergogne les ressources naturelles d'un pays très pauvre, sans contrepartie convenable

Nous avons en effet déjà lu, à plusieurs reprises, sous la plume d'organisations vertueuses et moralisatrices, des affirmations péremptoires du type :

«Vous exploitez ces pauvres pays sous-développés, en digne successeurs de ces infâmes colonialistes que nous combattons. Vos exploitations détruisent l'environnement et ruinent la santé de ces pauvres populations. Vous polluez les nappes d'eau souterraines et les pâturages. Vos ouvriers et vos employés ne sont pas au courant des dangers que leur fait courir le travail dans vos mines et vos carrières. Vous n'avez d'ailleurs pris aucune mesure pour les protéger efficacement des dangers et des radiations et des poussières radioactives, etc... etc... »

Il a déjà été répondu maintes et maintes fois, et parfois en justice, à ces affirmations, souvent calomnieuses, par des réponses circonstanciées. Rappelons simplement que nous sommes aussi fiers de la protection de l'environnement, de la radioprotection et de la formation des opérateurs qui ont été mises en place : dès l'origine, les mêmes normes que celles applicables dans les mines et installations de COGEMA en France ont été appliquées au Niger.

Le respect et la protection de l'environnement (alias « le développement durable ») sont depuis toujours au premier plan de nos valeurs. Mais nous savons que le combat contre la désinformation est difficile, épuisant et ingrat. Ce que nous avons fait au Niger, fut et demeure une magnifique réussite française, technique, industrielle mais aussi humaine. Depuis plus de 40 ans la région d'Arlit est le poumon économique du Niger.

Là où nous sommes passés en 1967, il n'y avait que le reg désertique.

Il y a maintenant une collectivité de 100 000 habitants qui en fait vivre beaucoup d'autres. Les milliers d'habitants de cette collectivité et des environs soignés dans les hôpitaux des sociétés minières en sont les témoins. Si la conjoncture n'avait pas fait chuter les cours de l'uranium (Tchernobyl, Fukushima, mais surtout les écologistes et les antinucléaires...), cette région serait un nouvel Eldorado.

Mais tout espoir n'est cependant pas perdu. Si les réserves d'uranium des deux sociétés tirent à leur fin, un projet de mine géante à Imouraren est en gestation. L'espoir demeure.

Malheureusement il faut avoir la lucidité d'écrire que le vrai problème du Niger n'est pas là : à la fin des années 60 le Niger avait moins de 4 millions d'habitants et Niamey moins de 100 000 habitants. Aujourd'hui, les Nigériens sont 16 millions et Niamey doit approcher le million d'habitants. Le Niger, depuis 50 ans a glissé inexorablement vers la dernière place des pays de la planète en niveau de développement, le nombre de bouches à nourrir ayant été multiplié par quatre. Il y aura au début des années 2020 plus de 30 millions de Nigériens...

Faut-il désespérer ? Espérons que non, et que l'avenir sera meilleur pour ce pays que nous avons beaucoup aimé.

Un scénario pour Fessenheim

Jean-Luc SALANAVE

Offrir à la vente aux citoyens français une partie de la centrale de Fessenheim, bien qu'irréaliste dans le contexte français actuel, est l'objet de la fiction qui suit. Au moyen d'arguments et de chiffres qui eux ne sont pas fictifs, il permet d'illustrer ce qu'il y a d'irrationnel à vouloir déclasser dès fin 2016 une installation tout à fait utile, sûre et économique.

Qu'on se rassure (ou qu'on soit déçu), la centrale nucléaire de Fessenheim n'est pas à vendre, pas à ma connaissance. Mais imaginons (pure fiction !) l'offre publique suivante : « 18,5% de la centrale nucléaire de Fessenheim, doyenne des centrales françaises, mis en vente par EDF sous forme de 22 millions d'actions de 1 euro chacune ; offre réservée aux particuliers en âge de voter ». Achèteriez-vous ?

Pourquoi 18,5% ? Afin que les participations non-EDF atteignent 51% (l'électricien allemand EnBW associé à E.On et les suisses Alpiq, Axpo et BKW sont déjà partenaires à hauteur de 32,5%). Les réacteurs nucléaires sont privés dans de nombreux pays (USA, Finlande, ...), pourquoi pas en France un jour ? En l'état actuel du droit, la centrale de Fessenheim ne peut être fermée que pour deux motifs : si ses actionnaires en font la demande ou pour motif de sûreté. Mais alors, puisque ni les actionnaires actuels ni l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) ne demandent l'arrêt, pourquoi mêler le citoyen à cette « privatisation » ?

Pourquoi 22 millions d'actions ? Pour faire de cette opération avant tout une large consultation nationale, auprès des 44 millions de citoyens électeurs, libres de souscrire ou de ne pas souscrire, de façon démocratique et responsable. Plus encore que de rendre l'Etat actionnaire minoritaire, la participation des électeurs apporterait une véritable légitimité pour annuler ou, le cas échéant, conforter la promesse de notre président. Ce dernier fut élu sur la base d'un programme électoral global, non « panachable » par les électeurs, où l'arrêt de Fessenheim était une promesse électorale parmi d'autres, prévue pour satisfaire une frange minoritaire de l'électorat.

Pourquoi 1€ par action ? On lit que la fermeture prématurée de Fessenheim coûterait 5 à 8 milliards d'euros à EDF¹ et, indirectement, aux consommateurs que nous sommes. S'y ajouteraient 2 milliards d'euros par an de taxe CSPE sur nos factures électriques pour financer les énergies de remplacement de Fessenheim². Difficile dans ces conditions de demander plus d'1 euro au citoyen souscripteur prêt à investir pour éviter ce coûteux « scénario de fermeture » ! Cet euro symboliserait néanmoins l'engagement de ceux désireux de payer leur ticket d'actionnaire pour soutenir Fessenheim et sa région, ses 2200 employés directs, induits et leurs familles, et, par-delà, soutenir notre industrie nucléaire, fleuron de notre économie, respectueuse de l'environnement et garante de notre indépendance énergétique et de notre

¹JDD, « 5 à 8 milliards pour fermer Fessenheim », 05/05/2013

²par de l'éolien off-shore par exemple ; voir *Contrepoints*, « Fermer la centrale nucléaire de Fessenheim coûterait 2 milliards € par an en impôts supplémentaires selon la Commission de Régulation de l'Énergie », 27/04/2014

électricité deux fois moins chère que celle de nos amis allemands. Alors ! Prêt à investir pour défendre cette cause ?

La question mérite réflexion. Il y a au moins un point sur lequel anti- et pro-Fessenheim sont d'accord : si cette centrale n'était pas sûre il faudrait l'arrêter. Or, la très sévère autorité de sûreté nucléaire française (ASN) vient d'écartier cette hypothèse en accordant à Fessenheim, suite aux 3^{èmes} visites décennales, l'autorisation de prolonger son fonctionnement d'au moins 10 ans (jusqu'en 2021 pour la 1^{ère} tranche, 2023 pour la 2^{nde}) ; sous réserve de travaux, d'ailleurs en grande partie engagés à ce jour puisque l'ASN affirme que toutes ses prescriptions, une soixantaine, ont été suivies³. La centrale de Fessenheim est donc sûre.

Pas si vite ! En tant que futur actionnaire on est en droit de s'attarder quelque peu sur cette question de la sûreté. Puisqu'on a tant parlé d'arrêter cette centrale nucléaire, ne serait-elle pas moins sûre que les 56 autres réacteurs du parc français ou que les quelques 435 autres réacteurs en fonctionnement dans le monde ? La décision des inquiets de soutenir ou non Fessenheim ne se jouera pas que sur de la « sûreté objective » sur laquelle nous rassure pourtant l'ASN, mais sur la « sûreté ressentie », tant il est vrai, nous dit le philosophe, que l'être humain que nous sommes a souvent plus peur de sa propre peur du danger que du danger lui-même. A voir nos anciens, acteurs infatigables des grandes aventures industrielles des « 30 glorieuses », ou récemment les plus jeunes, créateurs d'entreprises et d'emplois tout aussi enthousiastes que leur aînés, ou tout simplement toutes celles et ceux qui ont contribué à bâtir ce formidable outil nucléaire français, source d'une partie de notre bien-être et de notre indépendance, efficace, bon marché et respectueux de l'environnement depuis tant d'années, on se dit que le citoyen entrepreneur français n'a pas eu dans le passé la réputation d'avoir « peur de son ombre » ; et pourtant, il faut bien reconnaître que le nucléaire déclenche encore chez certains des craintes irraisonnées.

Faisons donc un tour du (futur) propriétaire. Parmi les « risques ressentis » il y a au premier chef le risque sismique. François Hollande n'a-t-il pas dit à Nicolas Sarkozy au cours de leur débat de l'entre-deux-tours. "Je vais fermer Fessenheim pour deux raisons. La première, c'est que c'est la plus ancienne centrale. La seconde, qu'elle est proche d'une zone sismique"⁴. Certes la première raison est faible (il y aura toujours une plus vieille centrale ! et puis il se trouve que celle-ci est la mieux rénovée de France) mais qu'en est-il de la seconde raison ? Conçue à l'origine pour résister à un tremblement de terre dix fois supérieur au séisme le plus violent enregistré dans la région (celui survenu à Bâle en 1356), l'enceinte de Fessenheim a été par la suite renforcée pour supporter une secousse 300 fois plus forte ⁵. Par ailleurs, comme toutes les centrales françaises – mais pas japonaises ou américaines – l'usine avait été munie bien avant Fukushima de dispositifs chimiques baptisés « recombineurs », pour empêcher l'hydrogène d'exploser en cas de catastrophe comme à Tchernobyl ou à Fukushima. Surprenante d'ailleurs cette crainte des séismes, régulièrement amplifiée par la presse ! De toutes les constructions humaines, les réacteurs nucléaires sont précisément celles qui résistent le mieux aux tremblements de terre. En témoignent les séismes majeurs enregistré au Japon à Kobé en 1995 ou celui de Sendai/Fukushima en 2011 : ils ont détruit quasiment toutes les installations industrielles sauf les centrales nucléaires. Ces dernières ont pu conserver leur intégrité. Leurs automatismes de mise à l'arrêt ont fonctionné. S'agissant de Fukushima, c'est

³*Opinion*, « Fessenheim, une facture exorbitante », 9/5/2014

⁴*Challenges*, « La vérité sur... la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim », 06/09/2012

⁵*Capital*, « Est-il si urgent de fermer Fessenheim ? », 15/01/2013

malheureusement le tsunami (et non pas le séisme) qui a provoqué la catastrophe de la centrale nucléaire. Même si les Nations Unies⁶ confirment que la radioactivité libérée à Fukushima n'aura pas d'effet discernable sur la santé du public exposé ni sur ses descendants, cet accident nucléaire a presque autant marqué les esprits que le tsunami et ses 18000 morts et disparus (du moins pour nous européens, à l'abri et loin de ces milliers de tragédies, égoïstement et faussement inquiets des conséquences sur nos petites santés d'un « nuage » parvenu en Europe mille fois moins radioactif que les niveaux de radon naturel que nous respirons tous les jours et un million de fois moins radioactif que les radiothérapies subies dans nos hôpitaux).

Faut-il craindre le séisme qui se produira un jour à Fessenheim ? Il est vrai qu'on est loin des tsunamis du Pacifique. Le risque d'inondation lié à la présence du grand canal d'Alsace dont un séisme pourrait provoquer la rupture et noyer de 60 cm d'eau les pieds de la centrale 9 mètres en contrebas, ce risque inquiète relativement peu les acteurs locaux, pas plus qu'EDF qui l'estime hautement improbable. Ce qui rassure surtout c'est que, même déjà infime, ce risque a été à nouveau examiné récemment ; les évaluations post-Fukushima ont conduit l'ASN à demander à EDF de renforcer encore la sûreté du site, au-delà des nombreuses mesures déjà existantes, pour le cas improbable où l'inondation surviendrait. C'est désormais acté, les solutions existent et l'argent d'EDF (et du contribuable) est en train de les mettre en œuvre.

Un autre risque lié à l'eau a été pris en compte à Fessenheim : la centrale est construite sur la nappe phréatique rhénane qui s'écoule du Sud au Nord à une vitesse de l'ordre de 600 mètres par an. C'est vrai que c'est lent et que ça laisserait tout le temps pour une évacuation ou pour des mesures de sauvegarde. Mais tout de même, de cette nappe dépend l'alimentation en eau de quelques millions de personnes. Afin d'éviter qu'un accident nucléaire ne conduise à une contamination de cette eau souterraine, l'ASN vient d'imposer à EDF de renforcer le radier béton situé sous le cœur des réacteurs de Fessenheim, pour deux raisons : d'une part, à Fukushima la fusion du cœur aurait effectivement dégradé le radier sur plusieurs dizaines de centimètres, d'autre part les radiers de Fessenheim étaient moins épais (1,20 mètre) que ceux des autres réacteurs EDF. Ces travaux de renforcement des radiers viennent de coûter à EDF quelques dizaines de millions d'euros. Si ces sommes dépensées ne doivent certes pas constituer un argument pour ne pas arrêter la centrale, le futur actionnaire saura aussi les relativiser : s'ils représentent bien une somme énorme pour le citoyen moyen, ces dizaines de millions d'euros de travaux sont une dépense très modeste comparée à l'énorme potentiel économique de Fessenheim qui grâce aux 12 térawattheures de production électrique de ses 2 réacteurs génère un chiffre d'affaire de l'ordre de 600 millions d'euros chaque année !

600 M€ ! Investir 1€ dans Fessenheim serait-il un bon placement ? Comme le rappelle la Cour des Comptes dans son rapport de janvier 2012 sur les coûts du nucléaire, le MWh moyen du parc français coûte 33,4€₂₀₁₀ (selon la méthode des coûts complets sur le cycle de vie, seule méthode qui vaille si on veut comparer équitablement les sources d'énergie). C'est déjà un prix bas record, 3 à 6 fois moins cher que l'éolien et le photovoltaïque les plus modernes (et même, selon certaines sources, 4 à 10 fois moins cher que ces derniers si l'on tient compte des coûts induits par l'intermittence des ENR, du coût des moyens de substitution pour « nuits sans vent », des contraintes de réseaux de transport d'électricité et des coûts futurs de démantèlement des panneaux et des éoliennes). Fessenheim, amortie depuis longtemps,

⁶«No discernible increased incidence of radiation-related health effects are expected among exposed members of the public or their descendants», UNSCEAR 2013 detailed report, April 2014

produit un MWh encore moins cher que la moyenne du parc, sans doute l'un des moins chers du monde. Selon les chiffres présentés à l'Assemblée Nationale, sur les 600 millions d'euros que représente la valeur annuelle des 12 TWh électriques produits, «Fessenheim réalise 400 millions d'euros de bénéfice par an»⁷; la différence de 200 millions sert à payer les charges d'exploitation (rémunération d'EDF, coût du combustible), l'amortissement des investissements (passés, de jouvence et de renforcement de la sûreté) et les provisions pour charges futures (démantèlement, gestion des déchets). Sur ce bénéfice de 400 M€, 18,5% reviendraient aux nouveaux petits porteurs de notre fiction, ce qui ferait 3€ de dividende pour chacune des 22 millions d'action à 1€ ! 300% de rendement annuel, ce n'est pas mal comme placement en ces temps de crise !

Rentabilité trop belle pour être vraie ? Au contraire, rien de surprenant ; il suffit pour s'en convaincre de relire les grands fondamentaux financiers et économiques du nucléaire dans le rapport de la Cour des Comptes de janvier 2012. On y lit que Fessenheim, le 1^{er} des 34 réacteurs EDF de 900MW, a bénéficié d'un faible investissement initial de 1,07 million d'€₂₀₁₀/MW installé (deux fois moins que les derniers réacteurs EDF de 1450MW comme Chooz, et quatre fois moins que les futurs réacteurs EPR de série – même en euros constant les prix montent, c'est le prix de la sûreté sans cesse renforcée; jusqu'où voudrions nous aller ?). La Cour confirme aussi qu'il n'y a pas de coûts cachés, que tous les coûts passés, présents et futurs sont bien inclus dans le coût du MWh nucléaire (les 188 milliards d'€₂₀₁₀ d'investissements passés incluant bien les 55 milliards d'€₂₀₁₀ de R&D publique et privée cumulés depuis 1957 - si, si ! - tout comme les 79,4 milliards d'€₂₀₁₀ de démantèlement et de gestion futurs des déchets et du stockage géologique GIGEO). Bien sûr les coûts futurs présentent une incertitude, mais ils ont déjà été largement provisionnés – pour près de 40 milliards d'€ (grâce à nous tous consommateurs qui nous acquittons depuis des années, à cet effet, d'environ 0,3 centimes d'€ sur chaque kWh consommé ; et même si GIGEO et les démantèlements devaient coûter 2 fois plus cher, ça ne ferait que 0,3 centimes d'€ de plus par kWh, pas de quoi changer la face de nos factures qui s'élèvent à environ 13c€/kWh (une fois inclus acheminement, taxes et subvention des renouvelables). Et puis pourquoi les coûts de démantèlement doubleraient-ils ? Un réacteur REP-900, celui de Maine Yankee aux USA, a été entièrement démantelé entre 1997 et 2005 pour seulement 568M\$, soit 432M€. Quelle autre énergie peut prétendre à des coûts complets aussi bas et à la même transparence? Pour l'instant pas le kWh solaire, et encore ne faudra-t-il pas oublier de comptabiliser sa R&D à lui aussi, ni la part de taxe CSPE qui le finance supportée par le consommateur et ni démantèlement des capteurs, quand on fera demain le bilan du photovoltaïque.

Et si le rachat de Fessenheim empêchait sa « reconversion » en ce « pôle d'excellence du démantèlement » proposé par la Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie ⁸ ! Réponse : quelle urgence y aurait-il à ajouter Fessenheim à la trentaine d'installations nucléaires déjà en cours de déconstruction dans notre pays, dont 9 réacteurs nucléaires civils (Brennilis, les 6 UNGG, Chooz 1 et ... Superphénix autre fiasco politique !). Rien ne presse, il sera toujours temps de faire de Fessenheim ce énième laboratoire après avoir produit pendant encore 20 ans, si l'ASN lui prête vie, cette électricité nucléaire abondante et bon marché.

⁷source :Assemblée Nationale, loi de finance 2013, rapport Mariton du 10/10/2012

⁸Le Monde du 21/05/2014, Royal : « Je ne pense pas que nous pourrions sortir du nucléaire »

Reste l'argument écologique : un écolo peut-il acheter une action de soutien à Fessenheim ? A l'évidence oui ! Ecolo ne veut pas dire anti-nucléaire ! La preuve, toutes ces associations écologistes pro-nucléaires⁹. D'ailleurs, plutôt que d'opposer écolos anti-nucléaires et écolos pro-nucléaires, on pourrait faire ensemble du soutien à Fessenheim un acte résolument écologique. Comment ? En proposant, par exemple (non exhaustif), que l'électricité produite par Fessenheim soit entièrement dédiée à la voiture électrique. Si on remplaçait tous les véhicules thermiques d'Ile de France, qui parcourent au total 100 millions de km par jour¹⁰, par des véhicules électriques consommant 10 à 20 kWh aux 100km, un seul des 2 réacteurs de Fessenheim suffirait pour alimenter tous ces véhicules toute l'année (6 TWh/an) ! Plus aucun gaz d'échappement dans toute la région parisienne ! Ce serait une belle contribution à la transition énergétique pour la doyenne de nos centrales nucléaires, et un symbole de l'ampleur du gâchis écologique que représenterait son arrêt ! Une grande industrie européenne de la voiture électrique n'a d'ailleurs de sens qu'en France où l'électricité est dé-carbonée à plus de 85% ; en Allemagne, tant que l'électricité sera produite majoritairement par du charbon ou du lignite, autant continuer à brûler essence et diesel dans les véhicules car le passage à l'électrique ne changera rien à la pollution globale et au bilan CO2.

Et si l'Etat, malgré cette « privatisation citoyenne », décidait de passer en force et de fermer quand même Fessenheim pour raison politique ou idéologique. Notre investissement de 1 euro serait perdu mais l'actualité allemande nous montre que l'histoire ne serait pas finie : « le 14 janvier, la plus haute juridiction allemande jugeait illégale en appel la fermeture forcée, en mars 2011, après l'accident de Fukushima, de la centrale nucléaire de Biblis. Le jugement ouvre droit à indemnisation pour l'électricien RWE. C'est le premier d'une longue série à venir : les électriciens allemands ont des procédures en cours pour les huit tranches fermées en 2011. Au total, la facture pourrait s'élever à plus de 15 milliards d'euros. En France, à quoi faudra-t-il s'attendre pour honorer la promesse électorale de fermer Fessenheim ? »¹¹. Et de poursuivre : « Fessenheim [est] la centrale la plus rénovée de France. De l'autre côté de l'Atlantique, la centrale nucléaire de Beaver Valley, en Pennsylvanie, dont Fessenheim était la copie, a reçu l'autorisation de fonctionner jusqu'à soixante ans, tout comme 70 autres réacteurs américains ». De belles années en perspective pour Fessenheim ?

⁹ *Sauvons le Climat* ou l'Association des Ecologistes Pour le Nucléaire pour ne citer que celles-là ; la seconde a d'ailleurs déposé avec succès des recours en Conseil d'Etat pour faire annuler les décrets nommant le "délégué interministériel à la fermeture" de Fessenheim

¹⁰ *Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Île-de-France*, étude 2008

¹¹ *Les Echos*, « Pourquoi fermer Fessenheim est une mauvaise idée », 24/01/2014

Le projet CIGEO de stockage profond ou un discours sur la méthode

Aimé DARRICAU

Le 6 Mai dernier l'ANDRA a annoncé la validation de la poursuite du projet CIGEO faisant suite au débat public intervenu en 2013 – 2014. Le point principal, on le sait, comportait un assouplissement du calendrier de réalisation devant conduire à un commencement des travaux de construction à compter de 2020 puis une phase pilote de 5 à 10 ans à compter de 2025. Telles furent les deux conséquences essentielles du débat public qui s'est déroulé, non sans peine, en 2013 – 2014.

On ne peut, objectivement, que se féliciter de ce résultat après ce débat qui ne fût pas, c'est le moins qu'on puisse dire, un long fleuve tranquille. A côté du contenu technique et scientifique qu'il ne s'agit pas ici d'analyser, il n'est pas inintéressant de revenir sur l'aspect sociétal, comme l'on dit dans les bons livres, sociologique voire philosophique, si l'on ose, d'un tel processus. Au fond véritable discours sur la méthode !

Au départ il s'agissait d'interroger le bon peuple sur le bien-fondé, sans jeu de mots, de ce projet. Et cela n'a pas été sans mal, on le sait. Mais en fait on trouve dans le déroulement de ce questionnement le pire et le meilleur. Le pire intervient sur place le 23 Mai 2013 à Bure précisément où devant le chahut des opposants, dont la plupart venus de loin, la séance dût être levée. Il est vrai que des voix augustes s'étaient exprimées : *Le Canard Enchaîné* titrant « *Elle est poubelle la vie* » et *Greenpeace* concluant *qu'en tout état de cause, même si le centre de stockage fonctionnait, la question des déchets demeurerait.*

Face à cette perspective désespérée et un échec également à Bar le Duc au mois de juin 2013 il parut clair que les réunions a minima envisagées dans des communes de la région rencontreraient le même sort devant la détermination des opposants.

Une initiative plus intelligente se fit jour, permettant à la fois de toucher la « base » informée et de toucher le monde par le moyen moderne disponible à savoir *Internet*. Ce qui offrait au surplus la possibilité aux experts de toutes sensibilités d'exprimer leurs avis longuement et en toute sérénité, bien mieux que dans un débat classique.

Parallèlement était constitué un panel de dix-sept « *citoyens profanes* » dont près de la moitié habitaient la Meuse ou la Haute-Marne. Ceux-ci ont reçu selon leur propre expression « *une formation intensive, contradictoire et pluraliste* ». Et ce groupe a bénéficié d'une audition contradictoire sur des thèmes qu'il a choisis. On ne peut que saluer cette initiative et en conseiller l'emploi pour l'avenir. Et rien que le site Internet a connu 76000 connections.

Le contenu du débat ne révèle pas de grande surprise bien sûr notamment quant à un clivage marqué des opinions. Il y a ainsi les systématiquement « contre » et qui font des réponses, disons « militantes ». Le meilleur étant celui qui estime que le choix de Bure doit autant à la potentielle acceptabilité de la population qu'à la géologie ! Mais il y a bien sûr aussi des soucis légitimes comme ce qui touche à la liste des risques dits spécifiques (incendie, sécurité des personnels, ventilation, non dispersion d'éléments nocifs dans l'atmosphère, déformation possible des alvéoles, problème du transport). La période pilotage initial permettra à l'ANDRA

de vérifier que ces différents sujets ont été pris en compte de façon satisfaisante. Il y a à l'évidence un balancement possible : l'approfondissement peut enlever des doutes mais comme on l'a fait observer la confiance peut être décroissante avec une place grandissante pour la perception du risque ! Et on entre ainsi dans le domaine des risques avérés et du principe de précaution qu'il serait sage d'associer à un principe d'innovation.

La place de l'éthique est aussi très marquée : la conséquence dans la durée est considérée comme majeure. Peut-on ainsi engager le destin des générations futures même si comme on l'a fait remarquer les générations présentes sont elles aussi directement concernées. Et le souci de la préservation de la mémoire pour faire face au risque est également très présent. Le débat porte aussi sur la réversibilité, c'est-à-dire le droit reconnu aux générations futures de remettre en cause le choix. Beaucoup ont bien montré que cette exigence manquait de logique puisqu'elle remet en cause un processus avéré dans l'espérance d'autres techniques face aux déchets. Mais il s'agissait là d'une demande des « pour » et des « contre » et politiquement la réponse est adroite. Si on osait, on pourrait dire que dans l'inconscient collectif on veut ouvrir le tombeau. 'Cum grano salis' on pourrait alors faire observer que comme le défunt dans les pyramides pharaoniques, le déchet vivra et dans 100 000 ans sera devenu inoffensif ! Mais la solution retenue, encore une fois, s'imposerait politiquement et psychologiquement.

Autre souci manifesté, outre l'aspect proprement financier, est à l'évidence celui des "princes qui nous gouvernent" et beaucoup de questions sur la gouvernance. Exigence pour les décideurs de sérieux, d'objectivité, de compétence et...de proximité : d'où pour certains, la nécessité de recourir, au-delà de l'IRSN et de l'ASN à, l'expression figure, "une capacité critique extérieure reconnue". On retrouve ici l'écho de la tristesse de certains responsables du CEA qui, il y a trente ans, se voyaient comme les seuls techniciens en lesquels on n'a pas confiance ! A moins qu'il ne s'agisse de la méfiance de l'homme plus ou moins moyen qui ferait que déjà pour le philosophe grec on devait plaindre Thalès qui les yeux fixés sur le ciel n'avait pas vu dans sa marche le puits dans lequel il allait tomber !

Mais au bout du compte la conclusion de la lecture des textes disponibles rend plutôt optimiste. L'adhésion au projet n'est pas venue des seules élites scientifiques : comme l'ANDRA l'a souligné, les citoyens interrogés ont eu une réaction positive quant au projet pour une partie significative d'entre eux. Et ils ont exprimé certaines préoccupations compréhensibles que l'ANDRA avec méthode semble-t-il a su écouter. Ce qui est bon pour l'avenir de CIGEO.

Les lecteurs désireux de découvrir le PROJET CIGEO peuvent le faire aisément en consultant les vidéos mises à disposition sur le site de l'Andra. Accessible sur internet, la visite virtuelle permet de découvrir le Laboratoire en images réelles et les recherches qui y sont menées dans le cadre du projet Cigéo.

Lien vers la visite virtuelle :

http://www.andra.fr/visite_virtuelle_laboratoire

Lien vers le site de Meuse Haute Marne

<https://www.andra.fr/andra-meusehautemarne/pages/fr/menu18/un-outil-scientifique-unique-1511.html>

Lien vers la vidéo promotionnelle :

<http://dai.ly/x1estmh>

Quelques rappels

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

- 1- **D'énergie et d'électricité** : l'électricité représentait en 2011 dans notre pays de l'ordre de 22% de l'énergie finale utilisée (contre 46% environ 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 CO₂, 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 85% et les quantités d'uranium nécessaires sont faibles (grâce à un contenu énergétique 10000 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- **D'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 8760 heures annuelles. En d'autres termes, en France, dans l'année, un réacteur nucléaire produit 4 jours sur 5, une éolienne produit 1 jour sur 5, une cellule photovoltaïque fonctionne de 1 à 1,5 heure sur 10 (selon la région), et les centrales thermiques classiques fonctionnent 1 jour sur 5 par choix pour des raisons économiques et de pollution CO₂.

Par exemple, il faut une puissance éolienne de 4600 MW (soit 2 300 éoliennes de 2 MW unitaire) pour produire la même quantité d'énergie électrique d'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 quantité d'énergie** s'exprime habituellement pour l'électricité en kWh (kiloWatheure soit un kiloWatt pendant une heure), MWh (megaWatheure), etc

** **La puissance** s'exprime en Watt ou en kiloWatt ou encore MW (mégaWatt)