

Bulletin 2

Juillet 2017

Le tournant énergétique en Australie-Méridionale: retour d'expérience

Page 23



Les projets de
construction en Pologne
Page 4

Rétrospective de
l'assemblée annuelle 2017
Page 7

Les échos de la votation
dans la presse
Page 15

Table des matières

Editorial	3	Reflets de l'E-Bulletin	19
Abandon de l'atome: les antinucléaires augmentent la pression	3	En Suisse	19
		A l'étranger	20
Forum	4	La der économique	23
La première centrale nucléaire polonaise: état des lieux	4	Les expériences de l'Australie-Méridionale dans le secteur énergétique: possibilités et limites	23
Informations de fond	7	Couac!	25
Assemblée annuelle 2017: «Le marché de l'électricité – un match de football politique»	7	«Dans 100 ans, l'humanité aura disparu», sauf si nous construisons des milliers de centrales nucléaires	25
Démantèlement d'installations nucléaires: la Suisse possède les compétences nécessaires	9		
Allemagne: des perspectives d'emploi grâce à l'exportation de connaissances	11	Nouvelles internes	25
L'ACP100 prêt pour la construction	12	Annonce: séminaire de base de la SOSIN	25
		13 ^e assemblée générale ordinaire du Forum nucléaire suisse	26
Revue de presse	15	Journée 2017 des doctorants du département Energie nucléaire et sûreté du PSI	27
Le tournant énergétique: antisocial, dépourvu de sens, mais inévitable?	15	Pour mémoire	28

Impressum

Rédaction:

Marie-France Aepli (M.A., rédactrice en chef); Beat Bechtold (B.B.); Max Brugger (M.B.); Matthias Rey (M.Re.); Michael Schorer (M.S.)

Traduction:

Claire Baechel (C.B.); Dominique Berthet (D.B.)

Editeurs:

Hans-Ulrich Bigler, président
Beat Bechtold, secrétaire général
Forum nucléaire suisse
Frohburgstrasse 20, 4600 Olten
Tél. +41 31 560 36 50, Fax +41 31 560 36 59
info@forumnucleaire.ch
www.forumnucleaire.ch ou www.ebulletin.ch

Le «Bulletin Forum nucléaire suisse» est l'organe officiel du Forum nucléaire suisse et de la Société suisse des ingénieurs nucléaires (SOSIN).
Il paraît 4 fois par an.

Copyright 2017 by Forum nucléaire suisse ISSN 1661-1470 –
Titre clé: Bulletin (Forum nucléaire suisse) – Titre abrégé
selon la norme ISO 4) – Bulletin (Forum nucléaire suisse).

La reproduction des articles est libre sous réserve
d'indication de la source.
Prière d'envoyer un justificatif.

© Photo de couverture: Taras Vyshnya/Shutterstock.com

Hans-Ulrich Bigler, conseiller national

Président du Forum nucléaire suisse et directeur de l'Union suisse des arts et métiers



Abandon de l'atome: les antinucléaires augmentent la pression

Lors de la votation populaire du 21 mai 2017, le premier paquet de mesures de la «Stratégie énergétique 2050» a été approuvé à 58,2% des voix. La construction de nouvelles centrales nucléaires est donc maintenant interdite par la loi sur l'énergie nucléaire, de même que le retraitement des déchets. D'un autre côté, les centrales existantes peuvent rester en service aussi longtemps que leurs exploitants sont prêts à investir dans leur sûreté.

Toutefois, comme on a pu le constater peu avant la votation, il serait faux de croire que cela a suffi à faire disparaître la pression exercée par les politiciens antinucléaires. Incapables de tirer les leçons du passé, d'irréductibles activistes entendent lancer une initiative populaire exigeant exactement ce que le souverain a refusé le 27 novembre 2016 à 54,4% des voix: la fixation arbitraire à fin 2029 au plus tard de la mise à l'arrêt définitif de la dernière centrale nucléaire. Au vu du caractère outrancier de ce projet, il n'y a guère de risque qu'il soit accepté. Mais une menace bien plus grave plane sur nos centrales: la tendance du monde politique et des autorités à vouloir évincer progressivement du «marché», par des mesures arbitraires, le pilier incontournable de notre approvisionnement en électricité qu'est le nucléaire.

Aujourd'hui, l'important est d'inciter le monde politique et les autorités à renoncer à imposer de nouvelles contraintes improductives aux centrales nucléaires. Prenons par exemple la révision de l'ordonnance sur la radioprotection: elle engendre de nouveaux coûts, sans améliorer la protection ni de l'homme ni de l'environnement. Il en va de même de l'élargissement du rayon de distribution des comprimés d'iode et du finan-

cement de la désaffectation, domaine où l'on veut pour ainsi dire prélever un supplément de sécurité sur le supplément de sécurité.

A ce durcissement des conditions-cadres, nous devons opposer avec opiniâtreté les arguments de la raison. En janvier 2017, mois particulièrement froid, nous avons par moments dû importer une quantité d'électricité correspondant à la production de cinq grandes centrales nucléaires. Pourquoi? Parce que la Suisse, depuis des années, ne produit plus assez d'électricité en hiver et qu'en outre, Leibstadt et Beznau 1 étaient indisponibles. Indifférentes à cette situation, certaines forces politiques veulent qu'en raison du bas niveau des prix de gros, un soutien financier soit accordé à l'hydraulique, en plus de celui dont bénéficient déjà le photovoltaïque et l'éolien. Si elles parviennent à leurs fins, les centrales nucléaires seront les seules installations à rester exposées à la pression sur les prix imposée par l'étranger.

Cette évolution est dangereuse, même si les centrales nucléaires produisent en moyenne le courant le plus avantageux de Suisse. En effet, si les préjudices induits par ces manipulations unilatérales du marché dépassent la limite du supportable, l'approvisionnement en électricité de la Suisse sera gravement compromis en hiver. La fiche d'information jointe à ce «Bulletin» vous en dira davantage sur le sujet!



Interview de Grzegorz Wrochna

Directeur de la collaboration internationale au
National Centre for Nuclear Research (NCBJ) polonais



Interview: Kamen Kraev, NucNet

La première centrale nucléaire polonaise: état des lieux

Les informations relatives aux projets de la Pologne de construire une nouvelle centrale nucléaire sont contradictoires. Grzegorz Wrochna, du National Centre for Nuclear Research, s'est entretenu avec l'agence de presse internationale du nucléaire NucNet sur l'avancement du programme nucléaire polonais.

D'après plusieurs médias polonais, le projet de nouvelle construction mené dans le pays serait reporté. Pourriez-vous nous en dire davantage sur la situation actuelle?

Les articles de la presse livrent une vision assez confuse de ce qui se passe. Or la situation est simple: le projet accuse du retard. D'après la société de financement PGE EJ1 Sp. z.o.o., responsable de la construction de la première centrale nucléaire sur le sol polonais, un appel d'offres aurait dû être lancé en décembre 2015, mais cela n'a pas été fait. Certains médias ont alors commencé à répandre la rumeur selon laquelle le programme aurait été mis en attente. Ce n'est pas réellement le cas. Seule la procédure d'appel d'offres a été suspendue, les autres activités en lien avec le projet, telles que l'étude du site, les travaux préparatoires de l'autorité de sûreté nucléaire du pays ou encore les modifications de la loi sur l'énergie nucléaire, se poursuivent.

Le programme mis en place par l'ancien gouvernement au pouvoir de novembre 2011 à octobre 2015, reste en vigueur. Le gouvernement actuel a approuvé ce programme, mais a demandé au ministère de l'Énergie de revoir le calendrier et d'établir un modèle commercial qui court jusqu'au printemps 2017. J'espère que celui-ci parviendra à remettre un nouveau calendrier prochainement.

Est-ce que les conditions requises pour la mise en œuvre du programme nucléaire ont changé?

La situation économique globale a changé. A l'époque où l'ancien gouvernement a mis sur pied ce programme, il était difficile de trouver des financements pour ce type d'investissement. L'appel d'offres devait comprendre tous les éléments, à la fois la conception du réacteur, sa construction, les premières années d'exploitation et le combustible, mais aussi le financement – la partie la plus importante.

Les conditions ont changé. Les coûts de l'emprunt ont baissé, et il est plus simple de trouver des crédits avec des taux bas. En conséquence, le nouveau gouvernement a décidé de dissocier et d'étudier séparément la partie financière et la partie technique de l'appel d'offres. Les détails n'ont pas encore été fixés, mais globalement la nouvelle procédure sera donc organisée selon deux axes.

Et qu'en est-il du calendrier?

La feuille de route initiale prévoyait une durée de dix ans entre la décision d'investissement et l'exploitation de la première tranche. Elle se basait sur des documents de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), eux-mêmes issus d'expériences d'autres pays utilisant le nucléaire.

De nombreux pays ont réussi à construire une centrale nucléaire en dix ans. Mais pour ce qui est de la Pologne, nous nous sommes rendu compte que les lois en vigueur ne le permettaient pas. En d'autres termes: la procédure réglementaire ne peut être menée en parallèle. Pour faire simple: les décisions ne peuvent être prises que les unes après les autres. Lorsque PGE EJ1 et NCBJ ont revu le calendrier, celui-ci a montré que la Pologne aurait besoin de 16 ans pour mener à bien son programme nucléaire, soit six ans de plus que prévu initialement. Les médias ont considéré cela comme un retard. Mais il s'agit en réalité davantage d'une «conséquence procédurière».

Nous misons donc plutôt sur une mise en service commerciale en 2028, mais attendons le calendrier officiel du ministère de l'Énergie.

Quelle est la vision du gouvernement concernant le mix électrique du pays? Quel rôle jouent le charbon et le nucléaire?

Il n'y a encore pas si longtemps, la Pologne était parfaitement indépendante s'agissant de son approvisionnement électrique étant donné qu'elle utilisait exclusivement du charbon indigène. Plus de 90% de l'électricité du pays était issue du charbon. La part croissante, bien que toujours limitée, des énergies renouvelables et du gaz a légèrement changé la donne. Le charbon continuera malgré tout à dominer le paysage énergétique dans les années à venir puisqu'il s'agit d'une ressource propre et indispensable à la sécurité de notre approvisionnement.

Mais cela ne suffit pas. Nous espérons en effet que l'augmentation de la demande en énergie s'accompagnera d'une croissance de l'économie polonaise. Or nous ne disposons que de l'énergie nucléaire et des importations d'énergie pour couvrir ce besoin en augmentation. Le nucléaire reste la seule option envisageable si nous voulons conserver notre indépendance énergétique. Cela ne signifie pas que le charbon sera mis en concurrence avec le nucléaire, nous ne devons pas choisir entre les deux. Nous devons continuer à construire de nouvelles centrales à charbon afin de remplacer les anciennes, moins efficaces. Mais la période d'investissement pour une centrale à charbon s'étend sur quelques années tandis que celle pour les centrales nucléaires sur une décennie. Et même si le gouvernement décidait du jour au lendemain de passer à 100% de nucléaire, le charbon a encore de beaux jours devant lui.

Est-ce que l'introduction du nucléaire suscite des débats au sein de la classe politique ou bien est-ce qu'elle fait l'unanimité parmi l'ensemble des partis et des décideurs?

Elle ne fait pas l'unanimité parmi les partis politiques. En revanche, tous s'accordent sur le fait que notre mix électrique est trop dépendant de ressources indigènes. Le potentiel de l'éolien et du solaire est limité en Pologne. Et nous utilisons l'hydraulique mais sommes allés au bout de son développement. Nous possédons également du gaz, mais il est loin de pouvoir couvrir nos besoins. Les seules ressources indigènes suffisantes sont le charbon, et donc le nucléaire. Nous n'avons pas d'autre choix.

Quel est l'avis de la population polonaise concernant le programme de nouvelle construction? A-t-elle des inquiétudes concernant la sécurité?

La population a plutôt une opinion positive à l'égard de l'énergie nucléaire. Les derniers sondages montrent que plus de 60% des habitants sont favorables au nucléaire – et nous en sommes nous-mêmes surpris – et 48% accepteraient même qu'un réacteur soit construit près de chez eux. La population voit en elle une chance au plan économique.

Je pense que nous – la communauté scientifique – avons bien informé la population au sujet du nucléaire. La manière dont nous avons présenté les événements survenus à Fukushima était très importante et les habitants savent que la Pologne n'est pas concernée par les tsunamis et les séismes de cette magnitude.

La Pologne s'est engagée à construire quatre à cinq tranches nucléaires d'une puissance combinée de 6000 MW d'ici 2035. Est-ce réalisable?

Le programme du gouvernement précédent projetait 6000 MW sur deux sites et le nombre de réacteurs sur chaque site dépendait de la technologie.

Le gouvernement actuel a récemment publié une stratégie de développement responsable qui prévoit une accélération du programme nucléaire. Aucun chiffre n'a cependant été donné concernant la capacité nucléaire, afin que l'industrie ne se sente pas engagée sur un chiffre défini. Il sera peut-être question au fil du temps d'une capacité de 4000 MW ou de 12'000 MW, mais cela dépendra des besoins du marché et des possibilités financières. Bien sûr, la toute première tranche sera la plus difficile à construire. Selon moi, il devrait être envisageable d'achever sa construction à l'horizon 2027/2029 et ainsi de pouvoir compter sur une capacité de 6000 MW au début des années 2030. →

La feuille de route de la Pologne concernant le domaine nucléaire prévoit également la construction d'un réacteur haute température refroidi au gaz (HTR). Pouvez-vous nous en dire plus?

Le programme nucléaire polonais est avant tout un projet d'investissement pour un réacteur à eau légère (LWR). L'industrie polonaise est certes une partie de la chaîne d'approvisionnement, mais elle ne retirera pas de gros avantages en termes de propriété intellectuelle et de savoir-faire technologique. Globalement, nous nous contenterons de commander, payer et construire des conceptions de réacteur existantes.

Or si nous sommes prêts à dépenser autant d'argent pour la construction d'une centrale nucléaire, il pourrait être judicieux d'investir encore un peu plus dans l'optique de retirer des gains plus importants pour l'économie. Nous pourrions ainsi investir dans la recherche et le développement, et cela nous procurerait des avantages à long terme.

La Pologne possède une grande industrie chimique qui consomme beaucoup d'énergie thermique produite à partir du charbon, ou de gaz importé. Si nous voulons être plus indépendants, nous avons besoin d'une source thermique alternative pour l'industrie. C'est là que la technologie HTR pourrait intervenir.

Les HTR produisent de la vapeur à haute température à environ 550°C. Nous pourrions de manière simple et sûre remplacer une vieille chaudière à gaz ou à charbon présente dans une installation chimique par un HTR. Nous estimons que la puissance thermique de 6000 MW pourrait être répartie sur dix sites ou plus. Bien qu'il s'agisse ici d'un programme parallèle, il existe des synergies évidentes entre les deux projets en matière de chaîne d'approvisionnement, de réglementation, et sur le plan économique. Pour nous, le programme HTR s'inscrit dans la continuité du programme LWR. Nous projetons de construire 10 à 20 HTR sur le sol polonais d'ici 2050. Nous possédons la capacité requise. La première installation devrait être mise en service aux alentours de 2031/2032. Nous estimons le besoin de ce type de réacteurs en Europe entre 100 et 200.

Le programme HTR sera abordé également dans la politique gouvernementale. L'an dernier, le ministère de l'Énergie a mis sur pied un comité consacré au HTR. Celui-ci élabore actuellement un rapport de mi-parcours. Nous souhaitons également créer une entreprise chargée de développer ce réacteur sur la base des expériences internationales. Les travaux préparatoires en vue de la première tranche de démonstration

seront accompagnés par l'initiative Gemini+, soutenue par Euratom. Dans le cadre du projet, estimé à un montant de 4 millions d'euros (CHF 4,2 mio.), les scientifiques du NCBJ coordonnent les travaux internationaux préalables à l'introduction du HTR. L'objectif de tout cela est de rendre possible au final la construction du tout premier HTR européen sur le sol polonais.

Pour conclure: Quels sont les défis et risques associés au programme de nouvelle construction?

Les principaux risques ne résident pas dans des interruptions du projet ou dans l'opinion publique, mais dans les retards. Les gros projets européens, qu'ils concernent des centrales électriques ou d'autres infrastructures, connaissent tous des dépassements des coûts et des retards. Autrefois, les documents de conception faisaient plusieurs milliers de pages et les accords d'investissement seulement quelques-unes. Aujourd'hui, c'est l'inverse. Les conceptions sont générales et souvent standardisées, tandis que les contrats d'investissement sont devenus longs et fastidieux. L'énergie nucléaire ne fait pas exception. C'est un problème que rencontrent tous les projets européens nécessitant des investissements élevés. J'espère que la préparation de notre programme nucléaire permettra d'éviter les retards. (Traduit de l'anglais par M.A. / Version française: C.B.)

Grzegorz Wrochna a étudié la physique à l'Université de Varsovie. Après son doctorat, il a travaillé durant sept ans à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire Cern, à Genève. Entre 1999 et 2006, il a été professeur assistant à l'Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies (IPJ) – devenu le National Centre for Nuclear Research (NCBJ) suite à une fusion avec l'Institute of Atomic Energy Polatom – dont il a repris la direction de 2006 à 2015. Il travaille actuellement en tant que professeur dans la High Energy Physics Division (BP3) du NCBJ, et dirige la collaboration internationale au NCBJ.

Assemblée annuelle 2017: «Le marché de l'électricité – un match de football politique»

L'assemblée annuelle 2017 du Forum nucléaire suisse était consacrée au thème «Le marché de l'électricité – défis et propositions de solutions». Son président, Hans-Ulrich Bigler, a qualifié la situation en Suisse de préoccupante et mis la politique face à ses responsabilités. Graham Weale, professeur en économie énergétique à l'Université de la Ruhr, à Bochum, était notre invité. Il a présenté la situation sur le marché de gros de l'électricité européen. Des parlementaires nationaux ont ensuite abordé dans le cadre d'une table ronde les problèmes actuels et les solutions possibles au plan politique.

Le conseiller national Hans-Ulrich Bigler, président du Forum nucléaire suisse, a qualifié le marché de l'électricité d'«inquiétant, et pas seulement en Suisse, mais aussi dans le reste de l'Europe». Les conditions politiques et la situation du marché ont profondément changé au cours des dernières années. «L'économie électrique suisse entre dans une période difficile», a mis en garde M. Bigler. «Cela m'inquiète. M'inquiète même beaucoup – et pas seulement en tant que directeur de l'Union suisse des arts et métiers, mais aussi en tant que citoyen et consommateur d'électricité.» Que cela soit au domicile, sur le lieu de travail, durant les loisirs, dans les commerces ou les hôpitaux, pour ne citer que ces exemples, notre vie dépend entièrement du bon fonctionnement de notre approvisionnement électrique.

Hans-Ulrich Bigler a qualifié d'«inacceptable» le rationnement de l'achat d'électricité tel que l'envisage le Conseil fédéral pour répondre à la menace de pénurie. La politique se doit de créer des conditions-cadres pour le marché de l'électricité qui permettent de garantir la sécurité d'approvisionnement à long terme. Le conseiller national a salué les efforts déployés par la politique pour soutenir la force hydraulique indigène. Il a cependant aussi regretté que ce soit précisément le contraire qui se fasse actuellement avec le nucléaire: «La politique et les autorités tentent de tirer vers le haut les coûts de production du nucléaire en créant de nouvelles prescriptions et conditions – par le biais de mesures qui ne profitent ni à la sécurité ni à l'environnement.»

«Le marché de gros de l'électricité a failli»

L'invité de l'assemblée annuelle 2017 du Forum nucléaire suisse était Graham Weale. M. Weale est professeur honoraire à la faculté des sciences écono-

miques de l'Université de la Ruhr, à Bochum, et membre de l'Energy Transitions Commission. Ce physicien et économiste a été chef économiste auprès de RWE AG de 2007 à 2016. Dans son exposé, il a présenté «les limites du marché de gros et la nécessité d'une nouvelle conception de marché». M. Weale a comparé les objectifs et les impacts de la libéralisation du marché de l'électricité en Europe et aux Etats-Unis. Les deux marchés ont connu une augmentation des risques financiers alors que la demande stagnait. Or les interventions politiques importantes, notamment s'agissant des énergies renouvelables, dans le sillage de la libéralisation, sont en complète contradiction avec la situation.

Au moment de l'introduction de la concurrence sur le marché européen de l'électricité, dans les années 1990, il avait été affirmé que le prix de gros couvrirait à long terme la totalité des coûts occasionnés par les centrales électriques. Mais cela n'a pas fonctionné en raison des exigences inhérentes à la sécurité d'approvisionnement, de la structure très hétérogène des coûts et de l'introduction des énergies renouvelables. Pour M. Weale, cet «échec du marché de gros» entrave aujourd'hui considérablement les investissements. L'importance du produit pour la société conduit en permanence à de nouvelles interventions, et a transformé le marché de l'électricité en «match de football politique». M. Weale a qualifié l'introduction des énergies renouvelables, sans signaux de la part du marché, de distorsion colossale. Le marché de gros permet uniquement «un dispatching optimal des centrales électriques».





Graham Weale, invité de la manifestation, a mis en évidence la nécessité d'une nouvelle conception de marché en Europe en y intégrant l'énergie nucléaire.

Photo: Forum nucléaire suisse

Une seconde source de financement est nécessaire

M. Weale propose comme solution une nouvelle conception du marché possédant deux sources de financement pour l'ensemble des centrales électriques: on placerait dans un premier pot un prix de l'électricité qui couvrirait les frais fixes et garantirait à long terme l'approvisionnement également dans les périodes où la demande est la plus élevée. Le second pot reflèterait les décisions à court terme et permettrait de couvrir l'ensemble des coûts variables grâce à un prix horaire du travail. Les risques seraient ainsi répartis de manière juste entre les investisseurs et les clients. La mise en place du premier pot avant tout constituerait un «message politique difficile». Mais d'après M. Weale, il ne s'agit pas d'un cadeau pour les exploitants, mais simplement de pouvoir couvrir la totalité des coûts.

M. Weale a ensuite abordé les défis futurs qui attendent les centrales nucléaires et indiqué que selon lui, un approvisionnement énergétique mondial avec des émissions de CO₂ les plus réduites possibles est «probablement irréalisable sans le nucléaire». Mais la construction de nouvelles installations reste problématique dans les pays de l'OCDE au vu du faible soutien politique dont bénéficie la renaissance du nucléaire dans ces pays. De ce fait, les centrales nucléaires exis-

tantes doivent rester connectées au réseau le plus longtemps possible, a insisté M. Weale. En Europe, elles devraient pouvoir participer aux marchés des capacités. Enfin, tout cela ne saurait se faire sans une politique énergétique logique et cohérente.

Un mix de mesures pour le marché de l'électricité

Le conseiller aux Etats Beat Vonlanthen (PDC Fribourg) et les conseillers nationaux Christian Imark (UDC Soleure) et Peter Schilliger (PLR Lucerne) ont ensuite abordé dans le cadre d'une table ronde avec le public la situation en Suisse sous l'angle politique.

M. Vonlanthen a averti que les primes de marché pour les installations hydrauliques proposées par la commission compétente du Conseil national évinceraient de manière anticipée les centrales nucléaires suisses du marché. De son point de vue, une conception de marché doit répondre à trois objectifs principaux: renforcer l'autarcie, protéger contre la pénurie hivernale, et soutenir l'hydraulique indigène, les cantons devant ici être impliqués.

M. Imark a lui aussi rejeté la proposition de la commission au motif que les frais à la charge des clients finaux ne sont pas connus. Il a fait référence au conflit des objectifs du trilemne énergétique: sécurité de l'approvisionnement, compatibilité environnementale et prix abordable. Etant donné qu'aucun modèle de marché de l'électricité ne permet d'intégrer tous les aspects, une association de mesures est nécessaire. De manière générale, il a demandé à l'ensemble des acteurs «dans un premier temps de mettre cartes sur table et ensuite d'étudier calmement les différents modèles».

Enfin, M. Schilliger a indiqué que selon lui, les discussions devront aussi porter sur les modèles tarifaires afin que les clients puissent être impliqués. Il estime que les nouvelles énergies renouvelables ne sont pas en mesure de fournir l'énergie de ruban et plaide en faveur d'une combinaison d'un marché des capacités et d'un marché des services.

Les parlementaires étaient unanimes sur le fait que le marché de l'électricité devra associer différentes mesures, par exemple une taxe sur le CO₂ combinée à un modèle de capacités. (M.Re./C.B.)

Démantèlement d'installations nucléaires: la Suisse possède les compétences nécessaires

En Suisse, deux installations nucléaires sont en cours de démantèlement: les réacteurs Saphir et Diorit de l'Institut Paul-Scherrer (PSI). A l'occasion de la deuxième Rencontre du Forum nucléaire de 2017, Robert Maag, directeur des deux installations et responsable de leur démantèlement, a présenté un exposé sur les défis posés par une telle entreprise et les enseignements que l'on peut en tirer. Sa conclusion: la Suisse est bien armée pour le démantèlement de réacteurs de puissance.

Les premières installations nucléaires de Suisse ont été construites dans les années 1950 sur le site de l'actuel PSI. Le réacteur de recherche Saphir a divergé pour la première fois en 1957. Il avait été amené en Suisse depuis les Etats-Unis en 1955 pour être exposé à la conférence «Atoms For Peace» de Genève. La Suisse en a ensuite «hérité», pour reprendre l'expression utilisée par Robert Maag dans l'exposé intitulé «Expériences pratiques dans le démantèlement de réacteurs de recherche suisses» qu'il a présenté le 19 avril 2017 à Zurich.

Les pionniers d'hier et d'aujourd'hui

M. Maag n'a pas dû aller bien loin dans son exposé pour que le public prenne la mesure de l'œuvre de pionnier qu'a été la construction de ces deux réacteurs de recherche, qui ont constitué le germe de l'«Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs» (EIR) et du PSI. Ce caractère fondateur a notamment été illustré par le fait que Saphir n'a obtenu d'autorisation officielle qu'après trois ans d'exploitation, tout simplement parce qu'il fallait d'abord créer la législation nécessaire. Ce «réacteur piscine» a ensuite été utilisé jusqu'en 1994 pour la production d'isotopes, comme source de neutrons et à des fins de formation. Quant au réacteur Diorit, plus grand, il a été développé par la Suisse en vue de construire des réacteurs utilisables à des fins industrielles. Lors de sa mise en service en 1960, il fonctionnait à l'uranium naturel. Après une transformation intervenue en 1972, il a pu être alimenté à l'uranium légèrement enrichi (SEU) jusqu'à sa mise hors service en 1977. Il faudra attendre 1994 pour que l'autorisation de désaffectation et de démantèlement de ce réacteur soit délivrée. De premiers travaux de démontage non soumis à la législation sur l'énergie nucléaire ont toutefois pu être effectués dans l'intervalle. Le PSI devra solliciter une nouvelle décision de désaffectation pour ce réacteur en 2018. Celle concernant Saphir a été dé-

livrée en 2000. Là, l'objectif est de ramener la radioactivité résiduelle de toute l'installation au-dessous des limites d'exemption radiologique d'ici fin 2017.

Défis et connaissances acquises

Le démantèlement des deux installations a lui aussi constitué un travail de pionnier. «A l'époque de la percée du nucléaire», on ne se préoccupait guère du démantèlement, ce qui n'a pas manqué de poser des défis techniques aux intervenants. Les piliers du toit du bâtiment Saphir ont par exemple été montés directement dans la structure de la piscine du réacteur. →



Lors de la deuxième Rencontre du Forum, qui a réuni un vaste public, Robert Maag (PSI) a livré un récit de première main des expériences pratiques – d'ordre aussi bien technique qu'organisationnel – issues du démantèlement des réacteurs de recherche Diorit et Saphir.

Photo: Forum nucléaire suisse



Le bâtiment réacteur de Saphir le 17 avril 2017: vidé de ses installations, il est désormais prêt pour l'élimination des peintures contenant des PCB.

Photo: PSI

Les pratiques de construction qui avaient cours dans les années 1950 et 1960 ont également entraîné un certain nombre d'imprévus. Ainsi, les travaux de démantèlement de Diorit ont dû être interrompus de 2005 à 2009 en raison de la découverte d'amiante. Leur reprise a nécessité l'adaptation des mesures de protection et, en particulier, la création d'une «zone noire» qui a été supprimée en 2014.

Les autorités jouent un rôle important lors du démantèlement d'installations nucléaires. Comme l'a expliqué Robert Maag, la procédure d'autorisation est sensiblement plus simple et donc moins chère en Suisse qu'en Allemagne. L'établissement de la documentation nécessaire demande toutefois beaucoup de travail. En matière de logistique, les tâches sont complexes, en particulier pour tout ce qui touche aux ressources humaines. Il faut s'assurer les compétences techniques et la connaissance du site nécessaires, et les conserver au fil du temps. Il importe en outre d'entretenir la motivation des collaborateurs et d'assurer le suivi ainsi que la conduite du personnel externe. Selon M. Maag, il vaut la peine de recruter et de former à un stade précoce du personnel de radioprotection.

La «Swissness», clé du succès

S'agissant de la radioprotection, Robert Maag a surpris son auditoire en relatant une anecdote concernant un appel d'offres. L'une des offres soumises comportait un supplément élevé, fixé de manière apparemment

arbitraire, pour la sûreté. Interrogée sur le pourquoi de ce supplément, l'entreprise concernée a expliqué que, ne sachant pas ce qui l'attendait dans une installation nucléaire, elle préférerait être prudente. Pour lutter contre de telles peurs, Robert Maag a depuis lors toujours précisé, lors de l'attribution des mandats, que la radioprotection était l'affaire du mandant et que les dispositions nécessaires à la protection du personnel avaient été prises. Il a par ailleurs relevé «qu'en attribuant des mandats à des entreprises locales, on réalise des économies de coûts, et la valeur ajoutée reste en Suisse».

A l'opposé, on compte, parmi les facteurs de coûts potentiels, les modifications des conditions-cadres relatives au démantèlement, par exemple la révision prochaine de l'ordonnance sur la radioprotection, qui introduira début 2018 de nouvelles limites d'exemption spécifiques pour les radionucléides. Robert Maag conclut toutefois son exposé sur une note positive: «La désaffectation et le démantèlement des réacteurs de puissance suisses sont réalisables en conformité avec l'état actuel de la science et de la technique. De plus, grâce à notre proverbiale «Swissness», c'est-à-dire l'habitude que nous avons de prendre nos responsabilités et de rendre des comptes, les défis à relever devraient rester gérables.» (M.Re./D.B., d'après Robert Maag, PSI, exposé prononcé lors de la Rencontre du Forum du 19 avril 2017)

Allemagne: des perspectives d'emploi grâce à l'exportation de connaissances

Le peuple suisse a décidé d'abandonner progressivement le nucléaire, tout en maintenant la recherche. Le Forum atomique allemand (DAtF) a débattu, lors d'une table ronde récemment tenue à Berlin, des problèmes qu'une politique de sortie du nucléaire pose à la recherche et à la relève. Constat réjouissant: l'exportation de savoir-faire offre pour l'heure des perspectives.

«Nous ne pouvons pas nous limiter à maintenir tel quel notre capital de connaissances. Il nous faut progresser. Ne pas le faire reviendrait à abandonner la partie». Telle est la mise en garde lancée par le prof. Winfried Petry lors de la table ronde intitulée «Comment éviter les pertes de compétences?» qui s'est tenue le 26 avril 2017 à Berlin à l'initiative du DAtF. Le prof. Petry est directeur scientifique de la source neutronique de recherche Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) exploitée par l'Université technique de Munich.

Dans le contexte de la sortie du nucléaire décidée par l'Allemagne, le prof. Petry a mis en évidence la nécessité de pratiquer et d'encourager une recherche porteuse d'avenir, en travaillant par exemple sur des thèmes comme la génération IV et les petits réacteurs modulaires (SMR). Renoncer à ce type de recherche, comme l'Allemagne est en train de le faire, revient, pour un pays à haut développement technologique, à s'engager dans une impasse, car «la recherche est la clé de l'innovation». Le prof. Petry met le doigt sur le point sensible: «A l'avenir, les exploitants de centrales nucléaires ne pourront plus participer au financement des projets de recherche. Or, l'OCDE exige un financement national d'au moins 50%.» Rien ne pourra donc se faire sans un financement de l'Etat.

Sans recherche de pointe, pas d'écoute à l'étranger

Uwe Stoll, directeur technico-scientifique de la Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) abonde dans ce sens: «Il y a un incroyable foisonnement d'activités dans des domaines tels que les SMR ou les combustibles tolérants aux accidents (Accident Tolerant Fuels, ATF). Cela signifie que si nous voulons nous faire entendre à l'étranger, il nous faut poursuivre nos recherches.» S'il assure que sa société n'a pour l'heure pas de mal à trouver du personnel qualifié, avant tout à l'étranger, mais aussi en Allemagne, d'autres acteurs se montrent plus préoccupés. Ainsi, Andrea Martin, de la division Sécurité des réacteurs et radioprotection du ministère compétent du land du

Schleswig-Holstein, constate qu'il devient de plus en plus difficile, pour l'autorité qu'elle représente, de trouver des interlocuteurs qualifiés, tant au sein de l'administration du land qu'à l'extérieur.

Ralf Güldner, président du DAtF, avait déjà relevé dans son introduction qu'il fallait chercher les moyens de s'assurer la relève dont la branche a impérativement besoin, «car sans recherche de pointe dans le domaine du nucléaire, l'Allemagne ne pourra pas conserver son influence dans les instances internationales».

Erwin Fischer, membre de la direction de la société Preussen Elektra (anciennement E.ON Kernkraft GmbH) et ancien directeur de la KKW Isar, donne un aperçu de ce qu'il est possible de faire. De son point de vue, l'attrait d'un emploi dépend de l'intérêt de la tâche, de l'appréciation de l'entreprise et de la société ainsi que des perspectives professionnelles.

Chez PreussenElektra, qui exploite encore trois centrales nucléaires, les perspectives sont réjouissantes. Avant le revirement politique qui a suivi Fukushima, l'entreprise avait engagé de nombreux ingénieurs en prévision de la prolongation de la durée d'exploitation de ses installations.

«Nos standards élevés en matière de sûreté et la bonne disponibilité de nos installations nous valent de nombreuses demandes», explique M. Fischer. «Cette demande de savoir-faire pour des rééquipements, voire de nouvelles constructions, est très attrayante pour nos collaborateurs». Il ajoute qu'il en engagerait volontiers de nouveaux, mais que les affaires de son entreprise ont la priorité. «Néanmoins, grâce à la commercialisation de notre savoir-faire, nous serons en mesure d'offrir du travail même après la désaffectation de nos centrales et pas seulement dans le domaine du démantèlement.» Erwin Fischer se montre confiant en ce qui concerne l'exportation future du savoir-faire et du génie nucléaires, estimant que le monde politique ne l'empêchera pas. (M.S./D.B.)

L'ACP100 prêt pour la construction

Plusieurs pays sont en train de développer de petits réacteurs modulaires (SMR). Ce type de réacteur est conçu pour assurer la production d'électricité et d'énergie dans les cas où le recours à de grandes installations n'aurait pas de sens. En optant pour la modularité, les développeurs visent à réduire à la fois les coûts de la production en série et la durée des travaux de construction. Trois installations pilotes sont déjà en chantier, et la Chine devrait lancer la construction d'un nouvel SMR, l'ACP100, à fin 2017.

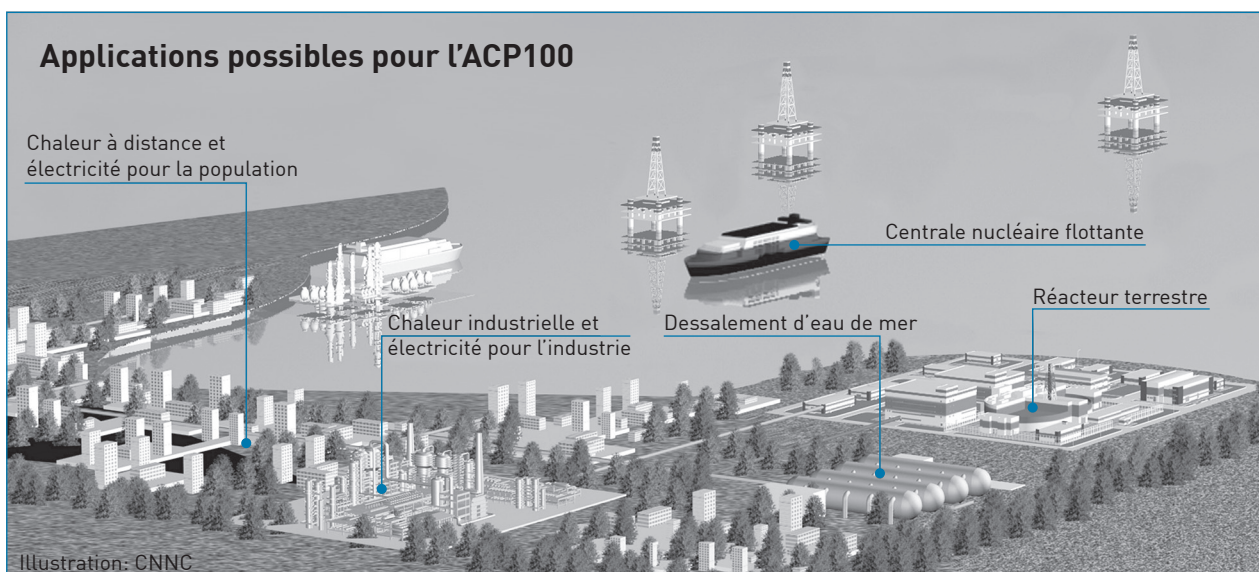
Selon la brochure «Advances in Small Modular Reactor Technology Developments» publiée en août 2016 par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), une cinquantaine de concepts de SMR sont en cours de développement, pour différents domaines d'application, dans douze pays membres. Trois installations sont d'ores et déjà en construction: le Carem-25 (une cuve sous pression intégrée) en Argentine, le HTR-PM (un réacteur haute température à lit de boulet) en Chine, et le KLT-40S (une centrale nucléaire flottante) en Russie. Ces trois SMR devraient être mis en service à l'horizon 2020. Plusieurs douzaines d'autres SMR devraient suivre peu après.

Ainsi, comme l'a annoncé début mai le quotidien «China Daily», la China National Nuclear Corporation (CNNC) a obtenu l'autorisation de construire un ACP100 sur l'île de Hainan, dans le sud de la mer de Chine. Le chantier devrait démarrer fin 2017. L'installation pilote sera bâtie à côté de la centrale nucléaire de Changjiang.

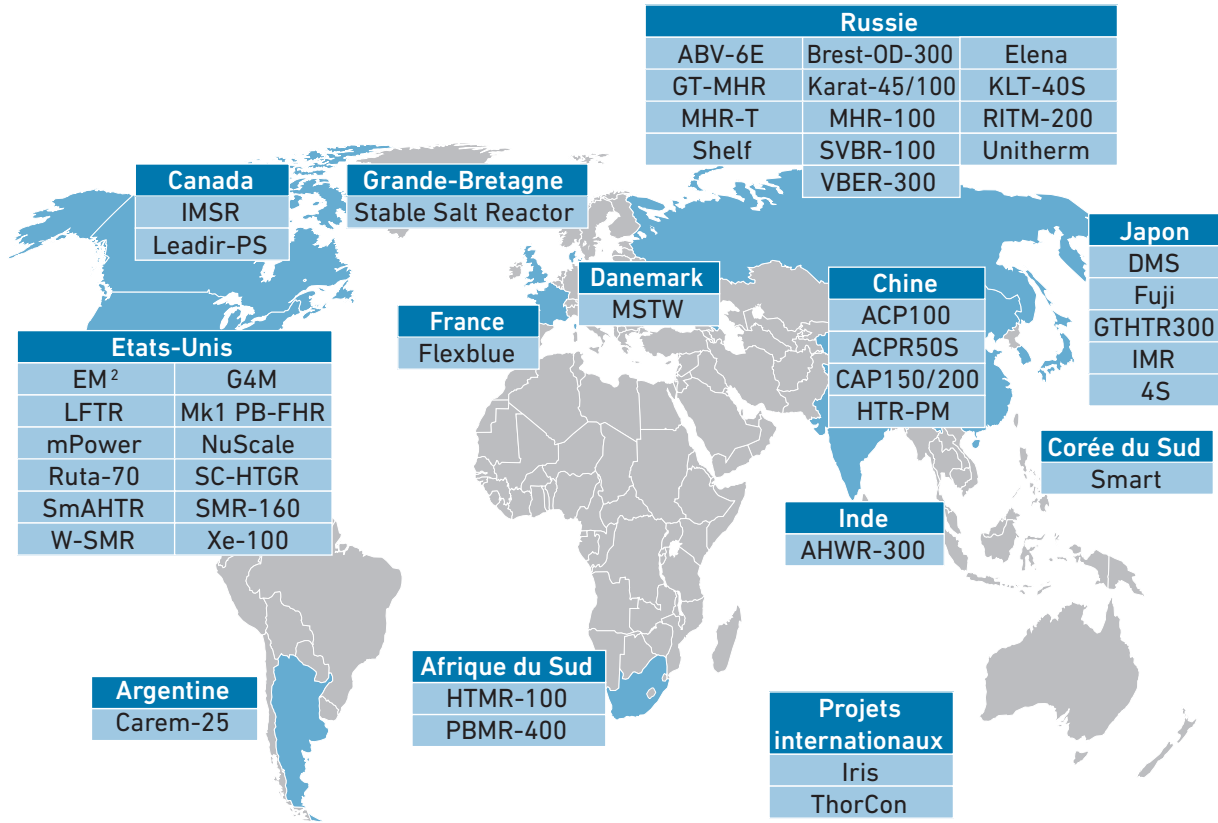
Pas plus grand qu'un autocar

Egalement appelé Linglong One par la CNNC, ce type de réacteur offre une puissance de 385 MWt / 125 MWe par module. Il est doté d'une cuve de 10 m de haut et d'un peu plus de 3 m de diamètre, ce qui correspond à peu près aux dimensions d'un autocar. L'ensemble du système nucléaire de production de vapeur, qui comprend le cœur du réacteur, les seize générateurs de vapeur OTSG (Once Through Steam Generator) et le pressuriseur, est intégré dans la cuve.

Le cœur du réacteur comprend 57 assemblages combustibles d'une longueur active de 2,15 m et composés chacun de 17 x 17 crayons en configuration quadratique. Le combustible présente un taux d'enrichissement d'environ 4%. Le réacteur est conçu pour un cycle de 24 mois. Sa puissance est régulée par des barres de commandes, des poisons neutroniques solides consommables et du bore solubilisé. Les 25 barres de commande sont abaissées et relevées au moyen d'un



Le développement des SMR dans le monde



Source: AIEA, «Advances in Small Modular Reactors Technology Developments», août 2016

© 2017 Forum nucléaire suisse

mécanisme magnétique. Le cœur du réacteur est refroidi par circulation forcée, tant en exploitation normale qu'à l'arrêt. La circulation du caloporteur est assurée par quatre pompes à rotor noyé disposées en étoile à l'extérieur de la cuve du réacteur.

L'ACP100 est équipé de systèmes de sûreté intrinsèque et de sûreté passive tels qu'un dispositif d'évacuation de la chaleur résiduelle (Passive Decay Heat Removal System), un système d'inondation du cœur (Passive Safety Injection System) et un système de dépressurisation du réacteur (Reactor Depressurization System). Grâce au dispositif d'évacuation de la chaleur résiduelle, le réacteur peut en cas d'urgence être refroidi durant trois jours sans intervention du personnel d'exploitation. Cette durée peut être portée à 14 jours en recourant à un autre réservoir de réfrigérant situé à une hauteur plus élevée. Les équipements internes de la cuve sont conçus de telle manière que le caloporteur peut circuler librement entre le cœur du réacteur et les générateurs de vapeur.

Le réacteur et l'enceinte de sécurité sont logés dans le bâtiment réacteur, lequel est en majeure partie souterrain, contrairement à ce qui se fait pour les installations plus puissantes. Les exploitants peuvent doter leur installation d'un maximum de huit modules. Chaque module est conçu pour une durée d'exploitation de 60 ans.

Un concept de sûreté évalué par l'AIEA

La conception de l'ACP100 a été examinée en détail par l'AIEA de juin 2015 à avril 2016 dans le cadre d'un examen générique de sûreté (Generic Reactor Safety Review, GRSR), au terme duquel il est apparu qu'elle était conforme aux exigences. Il s'agissait de la première évaluation de sûreté réalisée par l'AIEA sur un SMR. Les GRSR permettent à l'AIEA d'évaluer selon ses propres normes la sûreté de nouvelles conceptions de réacteurs non encore validées définitivement. Cette évaluation ne constitue pas une procédure d'autorisation. Les spécialistes de l'AIEA vérifient plutôt la qualité des documents relatifs à la sûreté, en relevant les points forts, les points faibles et les lacunes. →

Selon la CNNC, plusieurs pays s'intéressent à l'ACP100. L'entreprise a indiqué s'être déjà entretenue au sujet des applications possibles de ce SMR avec l'Arabie saoudite, le Brésil, le Canada, l'Égypte, la Grande-Bretagne, l'Indonésie, l'Iran, la Mongolie et le Pakistan.

Plusieurs variantes dans le pipeline

Dans le cadre du treizième plan quinquennal relatif aux technologies énergétiques novatrices, la Commission nationale de développement et de réforme (National Development and Reform Commission, NDRC) de Chine a autorisé début 2016 la conception du réacteur ACP100S, une version flottante de l'ACP100. Le Nuclear Power Institute of China (NPIC), une filiale de la CNNC, avait alors achevé à la fois le développement d'une conception provisoire de centrale nucléaire flottante dotée d'un réacteur de type ACP100S et les travaux de recherche y relatifs.

En plus de l'ACP100S, la CNNC développe des variantes de moindre puissance telles que l'ACP10S et l'ACP25S. Ces dernières peuvent être exploitées isolément ou par deux, selon la puissance nécessaire pour l'application souhaitée.

Pourquoi un SMR?

Le développement des petits réacteurs modulaires s'explique par différents facteurs: demande de méthodes de production d'électricité flexibles, remplacement de centrales fossiles vieillissantes, augmentation des exigences en matière de sûreté et financement attractif.

L'AIEA subdivise les concepts de SMR en cinq catégories: les SMR terrestres refroidis à l'eau (dans sa brochure «Small Modular Reactor Technology Developments», l'organisation classe 18 concepts dans cette catégorie), les SMR flottants refroidis à l'eau (7 concepts), les SMR haute température refroidis au gaz (9 concepts), les SMR à spectre de neutrons rapides (6 concepts) et les SMR à sels fondus (8 concepts).

Selon l'AIEA, des progrès significatifs ont été réalisés dans le développement des nouvelles technologies SMR au cours des dernières années. Certaines questions techniques ont toutefois attiré l'attention de l'industrie et des autorités. Il faut par exemple clarifier le comportement à adopter par les opérateurs, qui devront surveiller et exploiter plusieurs modules SMR depuis une seule salle de commande. Par ailleurs, certains avantages potentiels des SMR, tels que l'élimination du besoin d'évacuer la population en cas d'accident, sont contestés par les autorités. Les aspects économiques suscitent eux aussi des interrogations: les SMR sont certes moins chers à construire que les grandes centrales nucléaires, mais l'AIEA estime que leurs coûts de production par kilowattheure seront vraisemblablement plus élevés. Compte tenu de tous ces paramètres, l'AIEA considère que les premiers SMR commerciaux seront synchronisés avec le réseau entre 2025 et 2030 et que l'on ne peut s'attendre à une diffusion à plus large échelle qu'après cette période. (M.B./D.B., d'après diverses sources)

Le tournant énergétique: antisocial, dépourvu de sens, mais inévitable?

Avant le vote sur le premier paquet de mesures de la «Stratégie énergétique 2050», les journaux suisses jugeaient ce dernier «imparfait, mais nécessaire». Une fois accepté, ce paquet a souvent été qualifié de pas dans la bonne direction.

Les opinions ont semblé se former plus rapidement dans la presse suisse que dans les sondages d'opinion publics. Nous analysons ici quelques commentaires, éditoriaux et autres articles d'opinion parus dans les grands journaux alémaniques avant et après le scrutin du 21 mai 2017.

Une critique surprenante

Un bon mois avant le vote, la «Wochenzeitung» (WOZ), d'habitude plutôt critique envers l'atome, nous a surpris en publiant un article intitulé «Un tournant tout sauf social», dans lequel elle posait des questions comme «Mais qui paie quoi? Qui y gagne? Le projet de loi va-t-il vraiment amener une transition énergétique?». Conclusion de l'hebdomadaire zurichois: ce sont avant tout les ménages privés, et en particulier les locataires, qui passeront à la caisse, au profit des propriétaires de villas et des gros consommateurs. Comme il fallait s'y attendre, la WOZ juge toutefois positif «que le projet interdise la construction de nouvelles centrales nucléaires», même si «la construction de telles centrales n'est pas rentable dans le cadre du marché libéralisé de l'électricité que connaît actuellement l'Europe», où «les centrales électriques ne rapportent que si elles produisent du courant sale bon marché ou touchent des subventions». En fin de compte, «le projet est conçu de manière à accorder quelque chose à chacun des groupes d'intérêts représentés au Parlement. C'est une sorte de programme d'investissement écologique que l'on peut tout à fait soutenir», mais aussi un «programme massif de redistribution» auquel il serait légitime de s'opposer.

Une stratégie dépourvue d'objectif

Fin avril, la «NZZ am Sonntag» a elle aussi émis des critiques à propos de la Stratégie énergétique 2050, la qualifiant de «compromis bâclé» et dépourvu d'objectif clair: «On a vendu au citoyen une stratégie qui n'en est pas une. Et au final, c'est lui qui en paiera le prix». Le grand défi consiste à «remplacer l'énergie nucléaire sans dégrader encore davantage le climat. Le nucléaire n'émet pas de CO₂, ce qui en fait une énergie respectueuse du climat. Les sources d'énergie qui le rempla-

ceront devront l'être tout autant». La «NZZ am Sonntag» juge toutefois peu réalistes aussi bien les mesures proposées pour réduire radicalement la consommation que les objectifs de développement des énergies renouvelables. D'où une conclusion peu optimiste: «Si la Stratégie énergétique 2050 passe le verdict des urnes, on commencera à développer les capacités de production et à redistribuer de l'argent. Personne ne sait ce qui se passera ensuite. Cela n'est pas une stratégie, mais un compromis politique bâclé. Toute stratégie a besoin d'un objectif clair. Il n'y en a malheureusement pas dans la Stratégie énergétique 2050.»

Des tours de refroidissement dangereuses

L'éditorial du rédacteur en chef de la «Sonntagszeitung» (SZ) du 7 mai a été consacré aux arguments des partisans et des adversaires de la révision législative: «Lorsqu'il est question d'énergie, on ment des deux côtés». Pour la SZ, la conseillère fédérale Doris Leuthard «pourrait bien remporter facilement sa plus grande victoire à ce jour en votation populaire», mais «à tort, car même si l'on est pour la sortie du nucléaire, le projet sur lequel nous allons voter dans deux semaines pose de sérieux problèmes». Et de critiquer la campagne des partisans de ce dernier: «Lorsque des lobbys reçoivent des millions de francs de l'Etat pour nous convaincre que les éoliennes sont de belles machines silencieuses, c'est que quelque chose ne joue pas.» L'auteur compare ce procédé aux méthodes des «fameux conseillers RP de l'agence Farner, qui voulaient nous faire croire qu'il fallait utiliser tel mot plutôt que tel autre pour désigner les centrales nucléaires, et qui ont eux aussi encaissé des millions provenant en fin de compte d'institutions étatiques». Il poursuit: «Les tours de refroidissements, comme d'ailleurs les barrages, n'ont rien de joli. En plus, ces ouvrages sont dangereux». La SZ déplore en outre que l'opinion publique se soucie bien plus des élections françaises ou de la prochaine frasque de Donald Trump que de politique énergétique. De tels sujets sont certes importants, «mais le tournant énergétique et l'avenir de l'industrie de l'électricité le sont aussi. Par conséquent, il serait bon que le débat soit un peu plus animé». →

«De l'intox partout»

Dans l'éditorial intitulé «Un pragmatisme dépourvu d'enthousiasme» qui paraît le lundi suivant, la «St. Galler Tagblatt» affiche un tout autre point de vue: elle qualifie la Stratégie énergétique 2050 d'«exemple saisissant» de campagne référendaire marquée par «les excès et l'exagération». Il est facile «de propager des vérités douteuses» lorsque «les conséquences d'un projet de loi ne sont vérifiables que tendanciellement, et non en termes d'espèces sonnantes et trébuchantes». Et le quotidien le plus lu de Suisse orientale de poursuivre: «La vérité, c'est que ni les adversaires ni les partisans du projet n'ont raison. Chacun fait ses calculs comme ça l'arrange du point de vue politique. On ne sait tout simplement pas quel sera le coût de l'exercice. Une telle incertitude n'est pas de nature à susciter de grands élans d'enthousiasme.» Le quotidien estime également que les deux parties argumentent de façon déloyale en ce qui concerne l'abandon de l'atome: «c'est le cas des adversaires du projet lorsqu'ils affirment qu'un «non» permettrait de maintenir le mix d'électricité qui a fait ses preuves en Suisse. Quant aux partisans du projet, ils nous racontent des histoires lorsqu'ils prétendent que ce projet garantit l'abandon de la technologie nucléaire». En fin de compte, si la Stratégie énergétique 2050 est acceptée, «ce ne sera pas avec enthousiasme, mais pour des raisons pragmatiques».

Gros plan sur la sortie du nucléaire

«Un «oui» ne résoudra pas tous les problèmes, mais reste préférable à l'immobilisme», écrit la «Berliner Zeitung» (BZ) une semaine avant le scrutin. L'auteur de l'article justifie son point de vue en invoquant les arguments que nous connaissons bien: «Les centrales nucléaires existent depuis plus de 60 ans. Mais aucun pays au monde ne dispose encore d'un dépôt final pour les déchets de haute activité. Les avaries des réacteurs de Lucens, Three Mile Island et Tchernobyl ont montré que l'homme ne maîtrise toujours pas la technologie nucléaire et que le risque résiduel d'accident radiologique reste tout sauf négligeable. A Fukushima, les forces de la nature ont anéanti la croyance selon laquelle la nouvelle technologie nucléaire est sûre.» Et de conclure, fidèle à la ligne du Conseil fédéral, de la majorité du Parlement et de l'administration: «Le 21 mai, le peuple fixera les principes directeurs qui détermineront l'évolution de notre infrastructure et de notre consommation d'énergie au cours des prochaines décennies. Ce choix sera décisif pour les énergies renouvelables ainsi que pour la sécurité des investissements de l'économie et des consommateurs. Aujourd'hui, personne ne veut construire de nouvelles centrales nucléaires. Des centrales au gaz risquent fort d'être

nécessaires pendant une période transitoire pour assurer la sécurité de notre approvisionnement. La stratégie énergétique ne les interdit pas. Un «oui» ne résoudra de loin pas tous les problèmes, à commencer par ceux de la rénovation du réseau électrique et de l'accord sur l'électricité à conclure avec l'UE. Mais un «non» risque d'entraîner un retour à l'immobilisme et de nouvelles guerres de tranchées autour du remplacement des centrales nucléaires. Nous aurions alors le choix entre la construction de nouvelles centrales atomiques et l'importation de courant (sale) de l'étranger.

Remettre de l'ordre dans ce micmac

Après l'acceptation du projet, la BZ a publié un commentaire certes approuvateur, mais assorti tout de même d'une pointe de critique: «Oui, le projet était un compromis bâclé. Il renforce encore un système de subventionnement déjà replet et fixe des objectifs presque impossibles à atteindre. De plus, il va coûter cher sans qu'on sache exactement combien. Et il ne répond pas à la question, essentielle, de savoir comment remplacer de manière durable et propre le courant issu de l'atome. Le peuple suisse l'a malgré tout approuvé. Avec raison. Car un «non» ne nous aurait avancés à rien. Le maintien du statu quo n'était tout simplement pas envisageable.» Il s'agit maintenant «de remettre de l'ordre dans tout ce micmac. Les vainqueurs doivent tenir leur promesse en veillant à ce que le dangereux développement du système de subventionnement du courant vert reste limité dans le temps et ne se transforme pas en «provisoire qui dure». L'approvisionnement énergétique de demain doit rester aussi proche du marché que possible, idéalement par l'adoption d'une taxe d'incitation fiscalement neutre qui frapperait les énergies «sales», combustibles inclus. Ce projet très imparfait ne doit pas être éternel.»

Un risque moindre?

Intitulé «Pas d'alternative», l'article phare du «Tagesanzeiger» fonde lui aussi son argumentation sur la sortie du nucléaire: «La Stratégie énergétique 2050 est certes imparfaite, mais elle offre à la Suisse un bon moyen d'abandonner l'atome.» En guise d'introduction, le quotidien écrit: «Le mix d'électricité de la Suisse a fait son temps. Le nucléaire, qui pendant longtemps a couvert quelque 40% de notre consommation, va disparaître à moyen terme. Depuis la catastrophe nucléaire de Fukushima survenue en 2011, il y a dans notre pays un consensus politique qui veut que l'on ne construise plus de nouvelles centrales nucléaires, non seulement pour des raisons de sécurité mais aussi pour des raisons financières.» Attendre «une nouvelle génération potentiellement plus sûre de centrales», comme le suggèrent les adversaires du projet, revien-

drait à «perdre un temps précieux, sans exploiter le potentiel des énergies renouvelables indigènes par un encouragement ciblé. A la place, il faudrait importer davantage de courant de l'étranger, voire construire une centrale au gaz à cycle combiné nocive pour le climat. La Stratégie énergétique 2050 n'exclut certes pas ce risque, mais elle le réduit considérablement grâce aux investissements dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique».

Au lendemain du scrutin, le «Tagesanzeiger» a en outre publié un commentaire intitulé «Un pas important en dépit des questions encore en suspens» dans lequel il écrit: «Le peuple a pris une décision historique: la Suisse abandonne l'atome». Et de poursuivre: «Le temps écoulé depuis l'accident de Fukushima fait de ce verdict une décision réfléchie.» Trois points restent toutefois à régler: «Que se passera-t-il lorsque le subventionnement des nouvelles énergies renouvelables se terminera? Comment réduire durablement la consommation d'énergie? Et comment garantir la sécurité d'approvisionnement lorsque les centrales nucléaires auront été déconnectées du réseau?» La conclusion est toutefois positive: «Le «oui» d'hier est important, justement à cause des questions qui restent à régler. Il montre la voie vers un avenir énergétique plus sûr et plus respectueux du climat. Et, six ans après Fukushima, il crée des certitudes pour un marché de l'électricité en profonde mutation. C'est une base sur laquelle on peut construire».

Une économie planifiée comme en Union soviétique?

Depuis le début du débat, la «Basler Zeitung» (BaZ) compte parmi les rares voix clairement critiques envers la stratégie énergétique. Les principaux points faibles que son rédacteur en chef relève dans un article intitulé «Parmi les faux prophètes» sont l'ampleur et la complexité du projet, de même que l'horizon temporel très étendu des mesures. Il n'y a «pratiquement jamais eu de projet aussi vaste, aussi opaque et aussi incompréhensible que la stratégie énergétique de Doris Leuthard». Cette stratégie «constitue une attaque d'une ampleur pratiquement inégalée envers notre système économique». Plus bas, la critique est encore plus sévère: «Alors que les Soviétiques, avant de sombrer, se contentaient de plans quinquennaux, Doris Leuthard ose nous recommander un plan de 33 ans». Aux yeux de la BaZ, c'est faire preuve «de manque de sérieux et de témérité», car «qui ferait aujourd'hui une loi pour que des places de stationnement spéciales soient mises à la disposition de voitures Google en 2050? Bienvenue dans le monde de l'économie planifiée». L'article s'achève en invoquant l'argument des

coûts: «On s'attend à ce que le tournant énergétique nous coûte au total plus de 200 milliards de francs – sans que nous ne réussissions à atteindre les objectifs promis par le Conseil fédéral. C'est un prix trop élevé pour une économie de plan qui ne servira à rien. Le «non» s'impose.

Dans la même logique, la BaZ écrit après l'approbation du projet que «la mise en œuvre sera chère et difficile» en rappelant que de nombreuses questions sont encore sans réponse. Le quotidien bâlois relève notamment que la sécurité d'approvisionnement n'est pas assurée en hiver et que l'avenir de la force hydraulique est tout aussi incertain que la question du stockage de l'énergie et des coûts. Toutefois «quiconque se risquait à poser de telles questions pendant la campagne se faisait bien vite traiter d'antinucléaire rétrograde par les partisans du projet. Cela leur a suffi pour remporter la victoire des urnes. Mais cela ne leur suffira pas pour mener à bien la stratégie énergétique. En cas de hausse des importations d'électricité et des émissions de CO₂, les gagnants seront bien forcés de se justifier. Tout comme en Allemagne.»

Lobbyistes et chasseurs de subventions

La «Neue Zürcher Zeitung» (NZZ) s'est elle aussi montrée critique envers la stratégie énergétique avant le scrutin (un peu moins toutefois que la BaZ) et «en faveur d'un vrai tournant énergétique sans subventionnisme». Car «la nouvelle loi sur l'énergie ne résout aucun problème tout en créant de nouveaux profiteurs. C'est en la rejetant que l'on aura le plus de chances d'atteindre les objectifs raisonnables du tournant énergétique. Aux yeux du quotidien zurichois, le projet n'a pas atteint un degré de maturité suffisant; il n'assure ni la protection du climat ni la sécurité de notre approvisionnement, et il engendre des coûts supplémentaires considérables, qui devront au bout du compte être pris en charge par le consommateur individuel. «La loi sur l'énergie n'est pas un compromis typiquement helvétique, mais une forme d'ingérence politique», poursuit la NZZ. «Tous les groupes d'intérêts se sont vu accorder des avantages et des privilèges pour garantir leur bienveillance vis-à-vis du projet.» Le quotidien ne mâche pas ses mots: «Dans le réseau électrique, le courant suit toujours la voie de la moindre résistance. C'est une loi physique. Il en va malheureusement de même dans la politique énergétique suisse. Avec la nouvelle loi sur l'énergie, on commence par distribuer des cadeaux. C'est le consommateur d'électricité qui payera la facture. Pour faire passer la pilule, on lui fait croire que le projet sonne non seulement le glas des centrales nucléaires si honnies, mais garantit aussi la mise en place d'un système énergétique durable qui

protège l'environnement et soutient l'économie nationale. Quiconque croit sérieusement à de telles sottises est naïf et obnubilé par ses vœux pieux». Un rejet du projet «contribuerait à ce que la Suisse fasse une pause de réflexion. Un système énergétique climatiquement neutre, dans lequel le courant serait produit presque sans coûts marginaux, requiert des instruments et des structures de marché complètement différents, comme des mises aux enchères et des mécanismes de capacité, autant de thèmes auxquels les milieux politiques et économiques ne sont pas préparés. Il est sans aucun doute plus difficile de l'être que d'accorder à des alliés des privilèges financés par ceux qui n'ont pas de lobby à Berne».

Comme chez les paysans

Après le scrutin, la NZZ a repris cette thématique dans un commentaire intitulé «Les arguments mensongers des lobbyistes de l'énergie». Le quotidien zurichois déplore que «la vaste phalange des profiteurs» ait réussi à convaincre les citoyens: «Les partisans du projet se bercent de l'illusion d'avoir ouvert la voie à un système énergétique plus respectueux de l'environnement tout en tirant un trait sur l'indésirable capital qu'est l'atome. Le projet aurait pu constituer la légitimation démocratique de la stratégie énergétique de la Suisse – mais ce

n'est pas le cas.» Vendre la nouvelle loi sur l'énergie comme étant le premier volet de la «Stratégie énergétique 2050», c'est «de la poudre aux yeux, car cette loi ne définit que ce qui est facile. Les différents fonds d'encouragement vont maintenant être développés et l'armée des profiteurs étendue. Dans une démarche inverse à l'adage «D'abord le travail, ensuite le plaisir», on commence par distribuer des cadeaux à droite et à gauche, et on ne pense qu'ensuite à en payer le prix.» En guise de conclusion, le commentaire compare la nouvelle politique énergétique de la Suisse à sa politique agricole: «De même que nous avons transformé les paysans en experts des subventions au lieu de renforcer leur compétitivité, de même notre nouvelle politique énergétique va transformer les derniers acteurs privés du secteur de l'énergie en chasseurs de subventions émérites. Cela serait encore tolérable si les objectifs généraux de la stratégie étaient atteints. Mais, ce dimanche, l'avenir de l'approvisionnement énergétique de la Suisse est devenu non seulement plus cher, mais aussi plus incertain, sans même que l'environnement s'en trouve mieux protégé. Le résultat obtenu est donc diamétralement opposé au but visé, même par les partisans du projet.» (M.Re./D.B. d'après divers articles de presse, avril/mai 2017)



COURS D'APPROFONDISSEMENT DU FORUM NUCLÉAIRE SUISSE

LA GESTION DE L'AVENIR: DES ÉBAUCHES DE SOLUTIONS ESSENTIELLES POUR LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

29 et 30 novembre 2017, hôtel des congrès Arte, Olten

- **Optimisation de l'exploitation du système et de la maintenance**
- **Atelier: l'optimisation de l'ingénierie des systèmes et de la maintenance dans la pratique**
- **Adaptation et transfert de compétences**
- **Atelier: la communication interne dans la pratique**

Le cours d'approfondissement s'adresse aux collaborateurs des centrales nucléaires et de leurs fournisseurs, aux représentants des autorités, ainsi qu'aux étudiants et aux assistants des universités techniques et des hautes écoles spécialisées. Il sera donné en allemand.



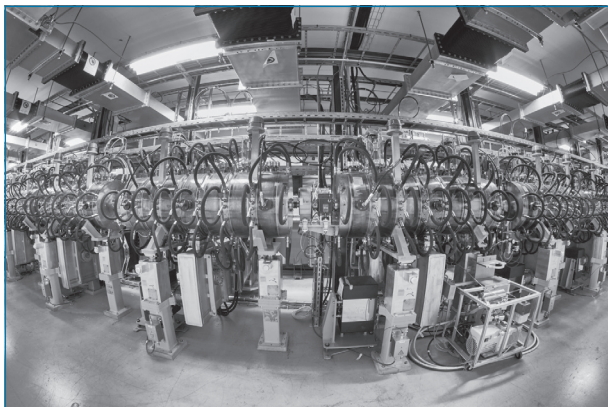
INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR WWW.NUKLEARFORUM.CH

En Suisse

En 2016, les centrales hydroélectriques ont assuré 59% de la **production indigène d'électricité**, les **centrales nucléaires** 32,8%, les centrales thermiques conventionnelles et les installations renouvelables 8,2%.

Conformément à une décision de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), les centrales nucléaires suisses participeront en 2017 à la «Topical-Peer-Review», une évaluation européenne de la **gestion du vieillissement**.

Le **Cern** (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) a inauguré le 9 mai 2017 un nouvel accélérateur linéaire, le **Linac 4**, dont la construction a duré près de dix ans. Après une phase de tests intensifs, la nouvelle machine sera reliée à l'accélérateur circulaire qu'est le Grand collisionneur de hadrons (LHC) lors du prochain arrêt de longue durée de cette installation, en 2019-2020. Le Linac 4 sera ensuite mis en service en 2021 au plus tard.



Le Linac 4 émettra un faisceau de 160 MeV, soit d'une énergie trois fois supérieure à celle atteinte par son prédécesseur, le Linac 2.

Photo: Maximilien Brice/Cern

Le 26 avril 2017, le Conseil fédéral a approuvé la **révision partielle** de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire (OENu). Ainsi, les exigences relatives au justificatif de sécurité des centrales nucléaires sont désormais réglementées à l'échelon de l'ordonnance plutôt que dans une directive, comme c'était le cas jusqu'à présent. L'ordonnance révisée entrera en vigueur le 1^{er} juillet 2017.

L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) a publié son rapport d'évaluation des domaines d'implantation proposés par la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (**Nagra**) dans le cadre de l'étape 2 du **plan sectoriel** «Dépôts en couches géologiques profondes».

Dans le cadre de la recherche de sites d'implantation pour les dépôts en profondeur, la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (**Nagra**) a déposé sa **première demande** pour des **forages quaternaires** auprès de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).



Riniken (AG): les forages quaternaires prévus à partir de 2018 seront effectués à l'aide de tours de forage mobiles.

Photo: Nagra

L'équipementier américain **Holtec International Inc.** a été chargé de développer un conteneur de transport et de stockage destiné aux assemblages combustibles usés de la centrale nucléaire de **Leibstadt**. L'IFSN examine actuellement, en vue d'une autorisation en Suisse, la conception d'un conteneur du même type qu'Holtec avait développé auparavant pour la centrale nucléaire de **Beznau**.

A l'étranger

Le gouvernement français a publié le 8 avril 2017 au Journal officiel le **décret** relatif à la **mise à l'arrêt définitif** de la centrale nucléaire de **Fessenheim**, en Alsace. Le nouveau gouvernement d'Emmanuel Macron pourrait toutefois revenir sur cette décision par le biais d'une modification législative.

Le **gouvernement indien** a autorisé la construction de **dix** réacteurs à eau sous pression (**PHWR**) du type indigène le plus récent.

L'actuel **directeur général** de l'Agence internationale de l'énergie atomique (**AIEA**), Yukiya Amano, restera quatre ans de plus à son poste.



L'ambassadeur **Tebogo Seokolo** (au milieu), président du Conseil des gouverneurs de l'AIEA, annonce que l'actuel directeur général **Yukiya Amano** a été nommé pour un troisième mandat.

Photo: Dean Calma/AIEA

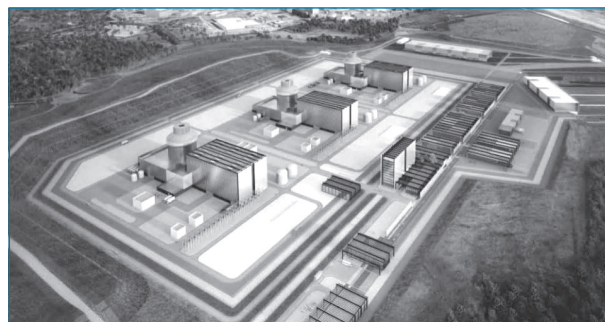
La Chine va financer et construire deux nouvelles tranches nucléaires en **Argentine**. La construction d'un réacteur Candu 6 de 700 MW débutera en 2018, celle d'un **Hualong One** de 1000 MW suivra en 2020.

La **Commission européenne** est parvenue à la conclusion que le projet belge de compensation des risques financiers liés à l'exploitation à long terme des tranches **Tihange 1, Doel 1** et **Doel 2** est conforme aux **règles de l'UE en matière d'aides d'Etat**.

La **Commission européenne** a en outre autorisé l'**aide financière** de la Hongrie en faveur de la construction de deux nouveaux réacteurs sur le site de **Paks II**. Cet Etat s'est toutefois engagé à mettre en œuvre différentes mesures pour limiter les distorsions de concurrence.

La start-up danoise **Seaborg Technologies** a obtenu des **fonds** de la part de l'Innovation Fund Denmark (IFD) pour développer un **réacteur à sels fondus**. Le concept de réacteur actuellement développé par cette société porte le nom de **Cube** (Compact Used fuel BurnEr).

En Grande-Bretagne, la conception de l'**AP1000** a passé avec succès le Generic Design Assessment (**GDA**). Ce réacteur à eau sous pression développé par Westinghouse Electric Company LLC est ainsi autorisé pour le marché britannique.



L'**AP1000** a obtenu une autorisation pour le marché britannique. Trois tranches de ce type sont prévues sur le site de **Moorside**, dans le nord-ouest de l'Angleterre (représentation artistique).

Photo: NuGen

L'autorité de sûreté nucléaire américaine (**NRC**) a autorisé la remise de la douzième autorisation combinée de construction et d'exploitation (**COL**) le 31 mai 2017 pour la tranche **ESBWR** en projet sur le site de **North Anna** de Dominion Virginia.

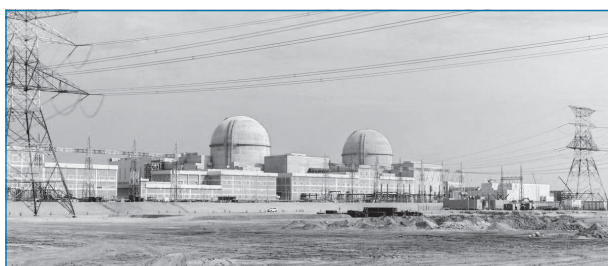
La société **Horizon Nuclear Power Ltd.** a déposé une demande d'**autorisation de site** pour la centrale nucléaire qu'elle prévoit de construire à **Wylfa Newydd**, sur l'île d'Anglesey, dans le nord du Pays de Galles.

La Hungarian Atomic Energy Authority (**HAEA**) a délivré l'**autorisation de site** pour l'extension, en projet, de la centrale nucléaire de **Paks**.

Le chargement des **billes de modérateur** dans le réacteur haute température à lit de boulets chinois (**HTR-PM**) a été effectué en avril 2017. En construction sur le site de Shidao-Bay, dans la province de Shandong, au bord de la mer Jaune, cette tranche de démonstration devrait entrer en service avant la fin de l'année.

Le 24 avril 2017, le **gouverneur** de la préfecture japonaise de Saga a autorisé la remise en service des tranches nucléaires **Genkai 3 et 4**. Auparavant, le maire de Genkai avait lui aussi donné son feu vert au redémarrage.

Aux Emirats arabes unis (EAU), les sociétés Emirates Nuclear Energy Corporation (**Enec**) et Korea Electric Power Corporation (**Kepeco**) ont achevé les travaux de construction de la tranche **Barakah 1**. La mise en service est prévue pour 2018.



La tranche **APR-1400 Barakah 1** est terminée à 95% (état début mai 2017). Trois autres tranches sont en construction sur le même site.

Photo: Enec

Au Japon, les tranches nucléaires **Takahama 3 et 4**, dans la préfecture de Fukui, au centre de l'île de Honshu, ont été **remises en service**. A la fin mars, la haute cour d'Osaka avait levé une décision conservatoire empêchant le redémarrage de ces deux tranches. Ainsi, cinq tranches nucléaires produisent à nouveau de l'électricité dans l'Archipel.

Au Pakistan, la **tranche 4** de la centrale nucléaire de **Chashma** a divergé pour la première fois le 15 mars 2017.

Le 15 mars 2017, China General Nuclear Power Group (CGN) a mis en service commercial sa 20^e tranche nucléaire, **Yangjiang 4**. L'Inde en a fait de même avec **Kudankulam 2**, sa 22^e tranche.



Avec **Yangjiang 4**, la Chine compte désormais 36 tranches nucléaires en service commercial.

Photo: CGN

En Belgique, la taille des **flocons d'hydrogène** observés dans les parois de la cuve du réacteur de **Tihange 2** n'a pas augmenté. C'est ce qu'ont démontré les inspections par ultrasons réalisées lors de la révision planifiée de 2017.

L'autorité de sûreté nucléaire japonaise (**NRA**) a approuvé les **projets de désaffectation** de cinq tranches nucléaires mises en service il y a plus de quarante ans: Genkai 1, Mihama 1 et 2, Shimane 1 et Tsuruga 1. Les exploitants pourront donc lancer les travaux de désaffectation.

Les sociétés GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) et Advanced Reactors Concepts LLC (**ARC Nuclear**) souhaitent commercialiser ensemble un petit réacteur modulaire avancé (**aSMR**). Elles ont signé une déclaration d'intention à cet effet.

L'autorité américaine de sûreté nucléaire (**NRC**) a approuvé le transfert de l'autorisation d'exploiter la centrale nucléaire de **Fitzpatrick** de la société Entergy Nuclear Operations Inc. à Exelon Generation Co.

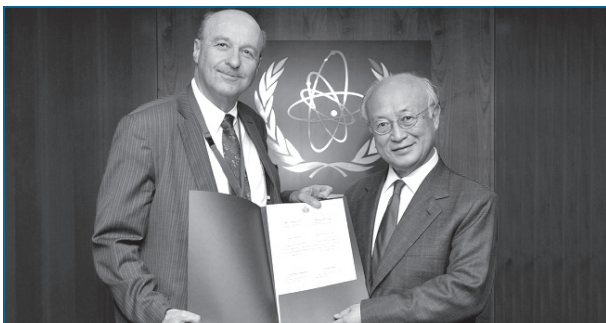
Westinghouse Electric Company LLC et certaines de ses filiales ont **déposé leur bilan** le 29 mars 2017 et visent une réorganisation stratégique.

Areva Nuclear Materials LLC et **NorthStar Group Services Inc.** ont créé une nouvelle **coentreprise** chargée de la reprise et de la désaffectation de centrales nucléaires américaines.

L'autorité de sûreté nucléaire lituanienne (**Vatesi**) a délivré à l'entreprise publique SE Ignalina Nuclear Power Plant (SE INPP) l'autorisation de mise en service commerciale du nouveau dépôt intermédiaire destiné aux assemblages combustibles usés (Interim Spent Fuel Storage Facility **ISFSF**) sur le site d'Ignalina.

L'autorité chinoise de sûreté nucléaire (**CAEA**) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (**AIEA**) ont signé un accord pour le transport d'uranium faiblement enrichi (UFE) à travers la Chine en vue d'approvisionner la **banque de combustible** de l'AIEA.

Le 6 juin 2017, le **Canada** a remis à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) le **document de ratification** de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (**CRC**), en vigueur depuis le 15 avril 2015.



L'ambassadeur Mark Bailey, représentant permanent du Canada auprès de l'AIEA, remet le document de ratification de la CRC à Yukiya Amano, directeur général de l'AIEA.

Photo: AIEA

Deux **transformateurs** électriques en provenance de Chine et un **réservoir d'hélium** en provenance d'Europe sont arrivés ensemble sur le chantier du Réacteur expérimental thermonucléaire international **Iter**.



Le convoi exceptionnel le plus lourd à ce jour est arrivé le 13 avril 2017 sur le chantier d'Iter.

Photo: Organisation Iter

L'Europe a achevé le tout premier **bobinage destiné au système de champ toroïdal** du réacteur expérimental thermonucléaire international (**Iter**). Il en faudra 18 en tout. L'Europe doit en fournir neuf (dont un de rechange), et le Japon les neuf autres. Ce pays avait livré le premier bobinage en février 2017 déjà.

Situé au nord d'Amman, l'accélérateur de particules **Sesame** (Synchrotron light for Experimental Science and Application in Middle-East) a été **inauguré** à la mi-mai en présence du roi Abdallah II de Jordanie. L'installation est destinée à la recherche, mais vise aussi à favoriser le processus de paix au Moyen-Orient. (M.A./D.B.)

► Pour une version plus détaillée des articles de cette rubrique et pour des informations sur les autres questions qui font l'actualité de la branche et de la politique nucléaires aux plans national et international, rendez-vous sur www.ebulletin.ch.

Ben Heard

Fondateur et dirigeant de Bright New World



Les expériences de l'Australie-Méridionale dans le secteur énergétique: possibilités et limites

Avec 1,6 million d'habitants, l'Australie-Méridionale fait partie des petits Etats australiens. Cela ne l'a pas empêchée de faire parler d'elle dans le monde entier en raison de la restructuration de son approvisionnement électrique qui mise sur un développement massif des éoliennes offshore et des installations solaires, bien loin des centrales à gaz et à charbon. L'Etat est ainsi devenu un modèle qui illustre tout le potentiel des énergies renouvelables, mais aussi les limites dissuasives de cette approche.

Depuis 2003, la part de l'éolien dans la production électrique de l'Australie-Méridionale est passée de 0 à 40%. Pour cela, le gouvernement a usé de toutes les mesures d'encouragement possibles des énergies renouvelables. Au cours de cette période, les émissions de gaz à effet de serre issues de la production d'électricité ont baissé de manière drastique dans l'Etat, où le solaire et le vent sont désormais à l'origine de la quasi-totalité du courant produit.

Et si la méthode a de quoi réjouir en matière de protection du climat, cette performance remarquable cache en réalité une grande complexité. L'Australie-Méridionale est en effet reliée au reste du marché national d'électricité (National Electricity Market, NEM) par deux grandes lignes électriques qui approvisionnent plus de neuf millions de clients et permettent ainsi de couvrir une grande partie du besoin en électricité du pays. L'Etat est importateur net d'électricité vis-à-vis des Etats de l'est du pays, où l'électricité est avant tout produite grâce à la combustion du charbon, ce qui fait du courant transporté par le NEM australien l'un des plus sales au monde. Sans ces deux lignes, l'approvisionnement de l'Australie-Méridionale serait immédiatement interrompu. Tenir compte uniquement des statistiques de l'Etat est donc une approche réductrice qui ne permet pas de mesurer l'efficacité réelle des énergies renouvelables.

La pénétration croissante due au système d'approvisionnement fortement corrélé sur de grandes distances a accentué les défis en lien avec les fluctuations du courant éolien. Ainsi, l'après-midi du 3 mai 2017, la capacité éolienne installée de l'Australie-Méridionale, de 1400 MW, n'a permis de produire absolument aucune électricité. L'Etat voisin, celui de Victoria, qui possède la part de courant éolien la plus élevée du pays, a injecté sur le réseau 1 MW de courant éolien, et sur l'ensemble du NEM, l'énergie éolienne a fourni environ 2% de la capacité installée. Les pics de consommation durant les premières soirées d'été, dus aux vagues de chaleur, sont caractéristiques de la situation du besoin en électricité de l'Australie-Méridionale. Et étant donné que le vent est souvent faible à ces moments, l'éolien ne fournit alors que très peu d'électricité bien que la demande soit forte.

Tout le système de l'approvisionnement électrique est mis à mal par la volatilité des énergies renouvelables. Et cela a été renforcé par le fait que les centrales électriques plus sûres présentes dans l'Etat (dont des centrales combinées au gaz modernes et propres) ont été en partie mises à l'arrêt pour des raisons économiques en raison du fort subventionnement de l'énergie éolienne. L'Australie-Méridionale a ainsi connu plusieurs situations de pénurie d'approvisionnement ou de quasi-pénuries en été 2016/17.

Suite à cela, le gouvernement de l'Etat a pris des mesures correctives qui s'articulent notamment autour d'un projet de centrale à gaz d'un coût estimé à un demi-million de dollars ayant pour seul objectif de stabiliser l'approvisionnement. Il pourrait également être question de lancer une construction à grande échelle de batteries qui interviendraient en cas de pics de la demande et serviraient dans le meilleur des cas à régler la fréquence. Le réglage de la fréquence a en effet

été diminué lorsque la production d'électricité thermique synchrone a été supplantée par la production asynchrone des installations éoliennes et photovoltaïques. Des discussions concernant la construction d'une nouvelle ligne de transport sont également en cours.

Cela montre que si elles interviennent davantage, les énergies renouvelables – soit disant «bon marché» – peuvent rapidement occasionner des coûts considérables, et ne plus être bon marché du tout.

Les expériences actuelles me permettent aujourd'hui d'affirmer que: premièrement, en Australie-Méridionale, le développement de l'éolien est passé bien avant la planification et la préparation dans les domaines des réseaux et des marchés. Deuxièmement, qu'il serait souhaitable que la poursuite du développement de l'éolien en Australie se fasse loin de l'Australie-Méridionale afin de niveler la production de courant éolien dans tout le pays et d'empêcher d'autres interdépendances. Troisièmement, que les défis, les limites de la production d'électricité variable et asynchrone des énergies renouvelables, et la nécessité d'un partenariat avec des sources stables et fiables dans le cadre de la décarbonisation de la production d'électricité doivent susciter une prise de conscience plus forte au sein de la politique.

C'est là que le nucléaire entre en jeu. Contrairement à la Suisse, l'Australie-Méridionale présente des possibilités limitées concernant la production d'électricité d'origine hydraulique en raison de son paysage plat et essentiellement aride. Associée à nos énergies solaire et éolienne, la fission nucléaire est la meilleure chance pour l'Australie d'atteindre une décarbonisation complète. Et les évolutions des technologies nucléaires facilitent grandement les choses. L'Australie-Méridionale pourrait recourir à des petits réacteurs tels que celui commercialisé par l'entreprise NuScale. Les installations de cette taille (300 MW, répartis en six tranches de 45 MW chacune) sont particulièrement adaptées à notre réseau de transport étendu et ténu. D'un point de vue économique, les petits réacteurs facilitent considérablement la transition vers des marchés où la demande augmente lentement, voire stagne, étant donné que les investissements peuvent être répartis et que leur livraison au départ de l'usine réduit les risques financiers. Par ailleurs, ces nouveaux types de réacteur sont mieux adaptés à la production de suivi et disposent d'un potentiel plus élevé pour remplacer la production d'électricité renouvelable, variable.

Au cours des douze derniers mois, l'Australie-Méridionale a étudié la possibilité de prendre en charge des assemblages combustibles usés provenant d'autres pays dans le cadre d'un stockage sûr et d'une éventuelle gestion ultérieure de ces assemblages. Lors de différents forums, j'ai montré que ce type de prestation de service devait être proposé dans le cadre d'un partenariat large et en association avec le développement, l'expérimentation et l'utilisation d'une technologie nucléaire avancée, qui inclut notamment le retraitement des assemblages combustibles usés dans l'optique d'une réutilisation à des fins de production d'électricité. L'Australie-Méridionale pourrait ainsi se positionner davantage comme un prestataire de services étendus plutôt que simplement comme un site de dépôt profond. Ces concepts doivent faire face à des obstacles politiques – certes prévisibles – mais qui restent décevants, et de nombreux acteurs attendent avec impatience les élections à venir pour pouvoir jauger le potentiel de ces débats.

A l'heure actuelle, le climat politique sur la scène nationale est défavorable. Le gouvernement australien interdit en effet la fission nucléaire. Mais il faudra que les choses changent pour que l'Australie puisse exploiter les avantages du nucléaire et se défaire plus vite de sa très forte dépendance au charbon. En raison de l'expérience mitigée de l'Australie-Méridionale dans le domaine des technologies renouvelables volatiles, le débat sur la levée de l'interdiction de l'énergie nucléaire en Australie reste actif et engagé. La mise en place d'un approvisionnement propre, fiable et abordable à grande échelle ne sera pas facile à atteindre. (Traduit de l'anglais par M.Re. / Version française: C.B.)

Portrait de l'auteur

Ben Heard est originaire d'Adélaïde (Australie-Méridionale). Il est le fondateur et directeur de l'organisation non gouvernementale de protection de l'environnement Bright New World (www.brightnewworld.org). Il est chercheur en énergie à l'Université d'Adélaïde. M. Heard a publié «Beyond wind: furthering development of clean energy in South Australia», «Closing the Cycle: How South Australia and Asia Can Benefit from Re-inventing Used Nuclear Fuel Management» et l'essai paru tout récemment «Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems».

«Dans 100 ans, l'humanité aura disparu», sauf si nous construisons des milliers de centrales nucléaires

Le 7 mai 2017, le quotidien alémanique «20 Minuten» a publié sur son site Internet les dernières prévisions de l'astrophysicien Stephen Hawking: «Dans 100 ans, l'homme ne pourra déjà plus vivre sur Terre, a déclaré à la BBC ce scientifique mondialement connu, estimant que les changements climatiques, les chutes d'astéroïdes, les épidémies et la croissance démographique risquent fort de rendre notre planète inhabitable, et que l'humanité devra donc bientôt coloniser d'autres corps célestes. En novembre 2016, l'astrophysicien britannique jugeait encore que la Terre serait habitable durant 1000 ans.»

La solution envisagée par Stephen Hawking se situe au-delà de notre système solaire. «Il soutient des projets visant à envoyer de mini-vaisseaux spatiaux inhabités à des années-lumière de la Terre en les propulsant au moyen de rayons laser. L'un de ces projets,

l'initiative Breakthrough Starshot du milliardaire russe Yuri Milner, a pour ambition d'atteindre Alpha du Centaure, le système stellaire le plus proche de notre système solaire». Etant donné toutefois qu'Alpha du Centaure se trouve à 4,3 années-lumière de la planète bleue, il faudrait quelque 30'000 ans à un vaisseau spatial «conventionnel» pour s'y rendre. «Mais si l'on utilise la propulsion laser, le voyage ne durera que 20 ans». Le hic, toujours selon «20 Minuten», c'est la consommation d'énergie. La propulsion laser de vaisseaux habités nécessiterait en effet «des milliers de centrales nucléaires».

Que «20 Minuten» soit ici remercié pour cette publicité gratuite! (M.Re./D.B. d'après www.20min.ch, consulté le 12 mai 2017)

Nouvelles internes

Annonce: séminaire de base de la SOSIN du 3 au 5 octobre 2017

Cet automne, la Société suisse des ingénieurs nucléaires (SOSIN) organisera à nouveau un séminaire de base sur le thème de «l'énergie nucléaire et son environnement». Pendant deux jours et demi, des spécialistes donneront une introduction aux thèmes suivants: combustible, énergie, histoire, physique, politique et environnement, sûreté, rayonnement, accidents. La manifestation se terminera par une visite de la centrale nucléaire de Mühleberg l'après-midi de la dernière journée. Ce sixième séminaire de base de la SOSIN aura lieu comme les années précédentes au centre de formation de l'Office fédéral du sport (OFSP), à Macolin.

Le séminaire de base ne permet pas seulement d'acquérir des connaissances de base. Il sert également de plate-forme de discussion et d'échange entre les participants et avec les orateurs. De plus, le programme offre la possibilité de pratiquer différentes activités sportives les deux premiers soirs. En outre, les parti-

cipants se verront remettre, en guise d'ouvrage de référence, un classeur de quelque 400 pages comprenant les transparents des présentations ainsi que des textes complémentaires.

Le séminaire de base s'adresse à des personnes (nouveaux collaborateurs et autres intéressés) qui travaillent dans des installations nucléaires ou des entreprises d'électricité, dans l'administration ou l'enseignement et la recherche ou encore dans des organisations et des associations, et qui sont amenées dans le cadre de leur quotidien professionnel à se pencher sur des questions liées à l'utilisation de l'énergie nucléaire. Des connaissances préalables sur le nucléaire ne sont pas nécessaires.

Le programme du séminaire sera disponible sur le site de la SOSIN à l'adresse www.kernfachleute.ch. (M.B./D.B.)

13^e assemblée générale ordinaire du Forum nucléaire suisse

La 13^e assemblée générale du Forum nucléaire suisse a eu lieu le 17 mai 2017 au restaurant Au Premier, à Zurich.

Dans son discours d'ouverture, le président Hans-Ulrich Bigler a rappelé aux personnes présentes que depuis la votation remportée en novembre 2016, les conditions-cadres pour les centrales nucléaires en exploitation en Suisse sont au premier plan. Le mois de janvier 2016, particulièrement rude, a montré plus que jamais à quel point la Suisse était dépendante de ses centrales nucléaires. Nous avons dû en effet importer de l'électricité afin de compenser l'indisponibilité de Leibstadt et de Beznau 1. Par ailleurs, en 2016, la Suisse a cédé sa 1^{re} place dans l'indice du trilemne énergétique du Conseil mondial de l'énergie au Danemark. Cela est imputable à la perte de vitesse de notre sécurité d'approvisionnement. Et malgré tout, de nombreux pays nous envient notre mix énergétique et électrique tel qu'il est aujourd'hui. M. Bigler estime que cela ne devrait heureusement pas changer dans les années à venir, quelle que soit l'issue du vote sur la Stratégie énergétique 2050.

Dans la partie statutaire de l'assemblée générale, les membres ont approuvé à l'unanimité le procès-verbal de l'assemblée générale, le rapport annuel ainsi que les comptes annuels 2016, et ont donné décharge aux organes de l'association. La réélection des membres actuels et du président a été approuvée, de même que la nomination de la société BDO AG de Berthoud en tant qu'organe de révision. Roland Keller, d'Axpo Power AG, et René Scholl, de BKW Energie SA, ont été nommés à l'unanimité membre du comité. Philipp Hänggi, de BKW Energie SA, et Beat Moser, de swisselectric, ont quant à eux démissionné. Ils étaient membres respectivement depuis 2012 et 2013. Sönke Hacker, d'Axpo Power AG, membre du comité de 2010 à 2012 puis de nouveau à partir de 2014, ne s'est pas représenté lui non plus. Le comité a également remercié chaleureusement Pe-



Peter Hirt (gauche) est remercié pour son engagement de longue date en faveur du nucléaire en Suisse et au sein du Forum nucléaire.

Photo: Forum nucléaire suisse

ter Hirt tout en prenant congé de lui. Il était membre depuis 2006 et vice-président du Forum nucléaire depuis 2002. M. Hirt faisait déjà partie du comité de l'Association suisse pour l'énergie atomique (ASPEA) avant 2006. De 1996 à 2007, il était également membre du comité de la Société suisse des ingénieurs nucléaires (SOSIN), qu'il a présidée de 1999 à 2004. Depuis 2015, Peter Hirt était réviseur pour la SOSIN, et de 2003 à 2009, il a été président et enfin vice-président de Swissnuclear.

La prochaine assemblée générale aura lieu le mercredi **23 mai 2018**. (M.Re./C.B.)

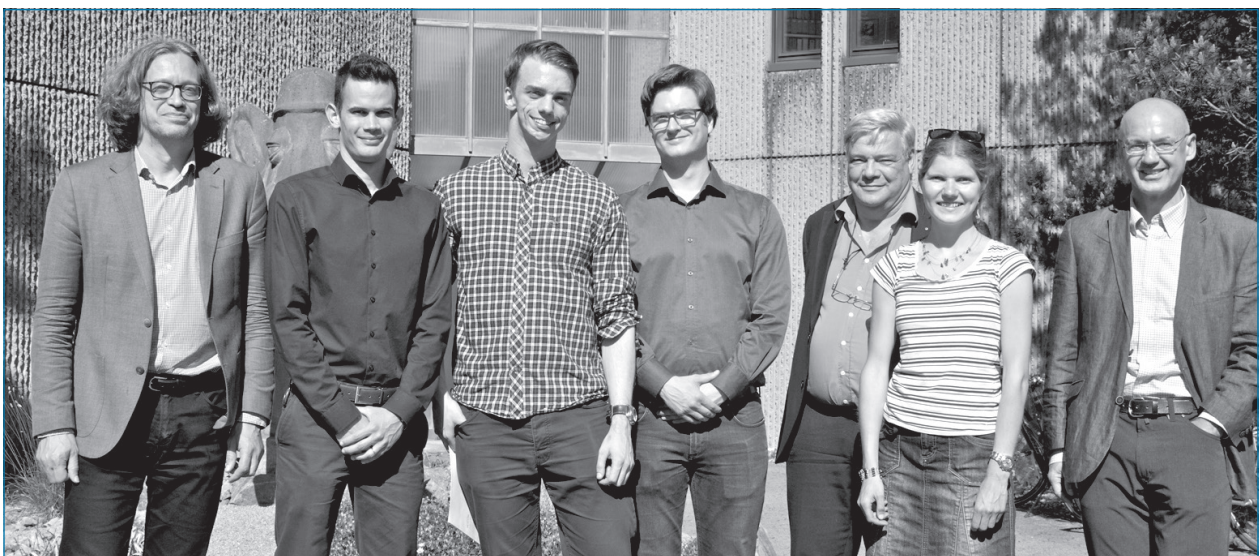
Journée 2017 des doctorants du département Energie nucléaire et sûreté du PSI

Le département Energie nucléaire et sûreté (NES) de l'Institut Paul-Scherrer (PSI) a une nouvelle fois organisé sa Journée des doctorants. Le 22 mai 2017, 31 doctorants et doctorantes ont présenté leurs travaux de recherche devant un jury qui, en fin de journée, a récompensé les meilleures présentations par des prix sponsorisés par le NES et le Forum nucléaire suisse.

Un prix de 500 francs a été décerné à **Erik Karlsson** (doctorant de première année) pour ses travaux sur la caractérisation radiochimique du système de refroidissement de «Myrrha» (Multi-purpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications), un réacteur de recherche piloté par accélérateur de particules en projet à Mol, en Belgique. La mise en service de cette installation est prévue pour 2025 environ.

Parmi les doctorants de deuxième année, c'est **Heiko Kromer** qui a remporté la palme. Ses travaux sur l'optimisation d'une source compacte de neutrons rapides pour l'imagerie dans le domaine du contrôle non destructif de matériaux (éléments combustibles, p. ex.) ont été récompensés par un prix de 1000 francs. L'objectif est de mettre au point un appareil mobile pouvant être utilisé sur site.

Chez les doctorants de troisième et quatrième années, deux prix de 1500 francs (dont un financé par le NES) ont été décernés. Le premier est venu récompenser les travaux de **Chionis Dionysios** sur la simulation numérique du bruit neutronique dans les réacteurs à eau sous pression, bruit qui entraîne de faibles variations de puissance de nature stochastique. A titre de paramètres de causalité, **Chionis Dionysios** a étudié les vibrations mécaniques des éléments combustibles sur leur durée d'utilisation et les faibles variations de température à l'arrivée de l'eau de refroidissement. Quant au second prix, il a été attribué à **Katharina Domnanich** pour ses travaux sur la production et la séparation du scandium à des fins médicales, travaux qui ont notamment été réalisés à l'aide du nouveau cyclotron de l'Hôpital de l'Île à Berne. (M.S./D.B.)



Des récompenses bien méritées. De gauche à droite: prof. Andreas Pautz (directeur du NES), Chionis Dionysios (lauréat 3^e et 4^e années), Erik Karlsson (lauréat 1^{re} année), Heiko Kromer (lauréat 2^e année), Michael Schorer (Forum nucléaire), Katharina Domnanich (lauréate 3^e et 4^e années), Didier Gavillet (directeur suppléant du NES).

Photo: PSI

Pour mémoire

Quatrième Rencontre du Forum

La quatrième Rencontre du Forum de l'année 2017 se tiendra le 6 septembre à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Elle portera sur le thème de la fusion.

Date à retenir: cours d'approfondissement 2017

«La gestion de l'avenir: des ébauches de solutions essentielles pour les installations nucléaires»
29 et 30 novembre 2017, Olten

Nuclearplanet

L'application nuclearplanet fournit de manière simple et rapide des informations sur les centrales nucléaires et les dépôts de déchets radioactifs du monde entier.

www.nuclearplanet.ch



Photo: Forum nucléaire suisse

Prochain apéritif de la SOSIN

Le prochain apéritif de la SOSIN, qui sera le 70^e du genre, se tiendra au pavillon des visiteurs Axporama, à Böttstein, le 5 septembre 2017. Le professeur Christian Theiler, du Swiss Plasma Center (SPC) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), présentera (en allemand) un exposé intitulé «La fusion nucléaire – vers une source d'énergie alternative».

www.kernfachleute.ch

Séminaire de base de la SOSIN 2017

La Société suisse des ingénieurs nucléaires (SOSIN) organise pour la neuvième fois son séminaire de base sur l'énergie nucléaire. La manifestation aura lieu du 3 au 5 octobre à Macolin. Elle comportera plusieurs modules (physique, politique et environnement, histoire, énergie, combustible, sûreté, radioactivité et accidents) ainsi qu'une visite de la centrale nucléaire de Mühleberg.

www.kernfachleute.ch



Photo: SOSIN

Newsletter E-Bulletin

Pour une information détaillée semaine après semaine: abonnez-vous à notre newsletter E-Bulletin. Vous la recevrez chaque mercredi dans votre boîte aux lettres électronique.

www.nuklearforum.ch/fr/newsletter



Photo: Michele Perbellini

Le Forum nucléaire sur Twitter

Le Forum nucléaire a sa propre page Twitter. Vous y trouverez les actualités de l'E-Bulletin ainsi que d'autres tweets récents. Quant aux listes, elles vous permettront d'accéder directement aux twitteurs de la branche nucléaire du monde entier. Ainsi, la liste «Nuclear News» publie les tweets des principaux portails d'informations anglophones de la branche nucléaire. Si vous êtes titulaire d'un compte Twitter, il vous suffira d'un clic pour vous y abonner.

www.twitter.com/forum_nucleaire