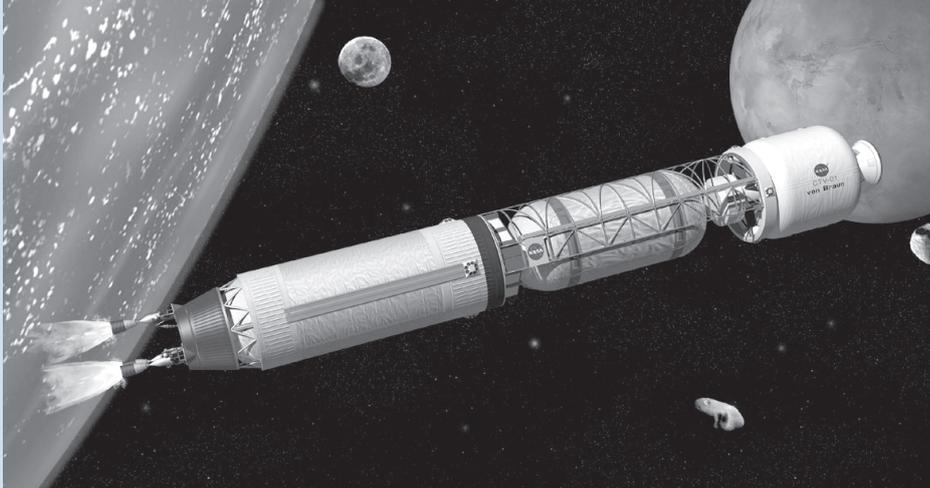


Bulletin 3

Septembre 2017

Les moteurs-fusées nucléaires, une révolution pour les missions spatiales

Page 13



Stratégie énergétique
2050: et maintenant?

Page 7

La politique énergétique
suisse: vers une économie
planifiée

Page 23

Album photos du voyage
d'étude 2017

Page 26

Table des matières

Editorial	3	La der économique	23
Sous le joug des sceptiques	3	Le «scénario du pire» en matière de politique énergétique	23
Forum	4	Couac!	25
Les réacteurs rapides: potentiel et limites	4	Dans les ruines de Fukushima	25
Informations de fond	7	Nouvelles internes	26
Stratégie énergétique 2050: la suite à jamais	7	Voyage d'étude en Chine: reflets	26
Après de longues investigations enfin de la clareté	10	Pour mémoire	28
Conquête spatiale: la propulsion nucléaire à nouveau d'actualité	13		
Revue de presse	15		
Forages exploratoires et protestations	16		
Reflets de l'E-Bulletin	19		
En Suisse	19		
A l'étranger	20		

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: NASA

Michael Schorer

Secrétaire général adjoint du Forum nucléaire suisse



Sous le joug des sceptiques

Dans le domaine de l'énergie nucléaire, les pays riches vont à contre-courant: après Taiwan, c'est au tour de la Corée du Sud de vouloir renoncer au nucléaire – du moins c'est ce que souhaite son nouveau président. Et cela bien que l'industrie sud-coréenne construise actuellement quatre tranches aux Emirats arabes unis, qu'elle devrait mettre en service peu ou prou dans les temps. Le succès technique n'est pas reconnu par la politique. Et cela vaut aussi pour l'Allemagne et la Suisse.

La chasse aux sorcières menée ces dernières décennies contre la technologie nucléaire est aujourd'hui récompensée: la Finlande et la France ont en effet de quoi rougir des retards importants pris par leurs chantiers EPR. Ainsi, les deux EPR chinois, dont les constructions ont commencé après celles en Europe, seront les premiers connectés au réseau. Les nouvelles en provenance des Etats-Unis sont également mauvaises, puisque le calendrier et le budget fixés dans le cadre de la construction des deux AP1000 en Géorgie ne seront pas respectés. La construction de deux autres AP1000 en Caroline du Sud a été annulée pour la même raison.

Rien d'étonnant donc que les Etats-Unis envisagent de renoncer à la construction de quatre autres AP1000 déjà autorisés. Aux prix bas de l'électricité viennent en effet s'ajouter semblerait-il des lacunes en matière de gestion de projet. Les tout premiers AP1000 au monde seront donc mis en service prochainement en Chine – certes après plusieurs années de retard, mais n'ou-

blions pas qu'il s'agit de premières mondiales. De son côté, l'industrie nucléaire russe entend elle aussi mener à bien ses projets, dans les délais fixés.

Bien sûr, de nombreuses raisons peuvent expliquer ces différences: la longue interruption des nouvelles constructions dans les pays occidentaux, l'hostilité générale face à la technologie, mais aussi la tendance à l'excès de réglementation. Ou sinon comment expliquer que l'autorité de sûreté nucléaire américaine ait besoin de plus de trois ans pour étudier le petit réacteur modulaire de NuScale, qui repose sur une technologie à eau sous pression déjà éprouvée?

Il semble bien que la Chine et la Russie fassent figure ici de leaders technologiques. Contrairement à notre optique, le nucléaire y est perçu comme le moyen d'une vie meilleure. Nous, en revanche, qui sommes sous le joug d'un scepticisme politique et médiatique éloquent, vivons sur les performances du passé. Nous devons en effet notre infrastructure énergétique à l'optimisme de l'après-guerre. Mais que dirons nos petits-enfants sur l'époque actuelle?

Interview de Vladimir Kriventsev

Responsable du développement de la technologie des réacteurs rapides à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)



Interview menée par NucNet

Les réacteurs rapides: potentiel et limites

A l'occasion de l'«International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles» qui s'est déroulée à Iekaterinbourg, en Russie, fin juin 2017, l'agence internationale de presse du nucléaire NucNet s'est entretenue avec Vladimir Kriventsev, responsable du développement de la technologie des réacteurs rapides à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), sur les opportunités et les défis associés aux concepts des réacteurs rapides.

Les réacteurs rapides ont vu le jour il y a maintenant plusieurs décennies. Pouvez-vous fournir un aperçu global de la situation actuelle concernant cette technologie?

Les réacteurs rapides ont été présents dès les débuts du nucléaire. Ainsi, le premier réacteur au monde destiné à la production d'électricité – l'Experimental Breeder Reactor I (EBR-I), sur le site de l'Idaho National Laboratory (INL) – était un réacteur rapide refroidi au sodium (Sodium-cooled Fast Reactor – SFR). Il a délivré pour la première fois du courant nucléaire en 1951. Sa puissance initiale, de 1 kW seulement, permettait alors tout juste d'éclairer le bâtiment réacteur.

Le domaine des réacteurs rapides est aujourd'hui en plein essor, et il propose des évolutions fascinantes. Certaines interviendront à court terme, d'autres à plus long terme. Le SFR est le type le plus mature de la catégorie. Cela fait plus de 40 ans déjà que des pays tels que l'Allemagne, la Chine, les Etats-Unis, la France, la Grande-Bretagne, l'Inde et le Japon travaillent sur la conception, la construction et l'exploitation de réacteurs expérimentaux, de prototypes, de réacteurs de démonstration et de réacteurs commerciaux de ce type. Parmi les prototypes de SFR actuels figurent le BN-600 russe, l'Indien Fast Breeder Test Reactor (40 MW) et le Chinese Experimental Test Reactor (CEFR), mis en service en 2011. On trouve également des SFR évolutionnaires de la génération III+ tels que le BN-800 mis en service en Russie l'année dernière, et le Prototype Fast Breeder Reactor (PFBR), d'une puissance de

500 MW, qui devrait être connecté au réseau indien avant la fin de l'année. Le BN-800 est le seul réacteur rapide pouvant être utilisé à des fins commerciales.

Des réacteurs innovants de la génération IV sont développés en France – avec le soutien du Japon. Un réacteur d'une puissance de 600 MW est également à l'étude en Corée du Sud, de même que le BN-1200 en Russie. Les Etats-Unis, la Russie et le Canada, en collaboration avec la Suède, travaillent, quant à eux, sur des réacteurs de démonstration refroidis au plomb ou eutectique plomb-bismuth (LBE). Des travaux intensifs sont également menés dans les réacteurs rapides refroidis au gaz. Bien qu'ils ne soient encore qu'en phase de conception, ces derniers présentent en effet de nombreux avantages.

Quels sont les principaux atouts des réacteurs rapides?

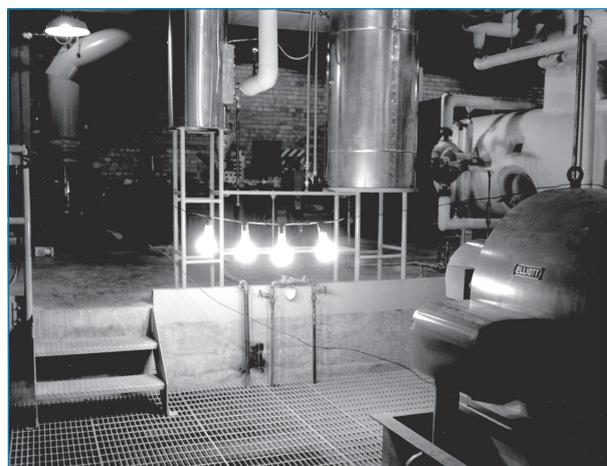
Les réacteurs rapides, qui présentent un cycle du combustible entièrement fermé, pourraient améliorer sensiblement la durabilité de l'énergie nucléaire. En effet, ces systèmes peuvent retirer 60 à 70 fois plus d'énergie de l'uranium naturel que les réacteurs thermiques actuels. Ils peuvent également contribuer à réduire les réserves de plutonium ainsi que la charge thermique, le volume et le temps de confinement des déchets hautement radioactifs. Ces systèmes possèdent par ailleurs une efficacité plus élevée et sont très flexibles: ils peuvent être conçus en tant que «surgénérateurs», que «brûleurs» ou que systèmes «polyvalents». Les

«surgénérateurs» produisent davantage de combustible que ce qu'ils consomment. Les «brûleurs» ou «sous-générateurs» [on les qualifie en France de réacteurs «plutonivore»] sont conçus spécifiquement pour diminuer la quantité des déchets produits, ce qui réduit drastiquement les exigences pour les dépôts en couches géologiques profondes. Pour pouvoir être efficace, un cycle du combustible fermé, retraitement du combustible compris, est nécessaire dans les deux cas. Concernant les réacteurs rapides polyvalents, ils permettent des taux de combustion plus importants, un cycle du combustible plus long et des températures de refroidissement plus élevées. La plupart des réacteurs avancés sont à neutrons rapides.

La Russie est actuellement le seul pays à posséder des réacteurs rapides en exploitation commerciale: le BN-600 et le BN-800. Est-ce que l'exploitation commerciale de ces réacteurs se justifie économiquement? Qu'en est-il des coûts de construction, d'exploitation et de maintenance comparés aux réacteurs conventionnels?

Le BN-600 et le BN-800 sont des prototypes – tout comme leurs prédécesseurs le BOR-60 et le BN-350 en Russie, Phénix et SuperPhénix en France, et Monju au Japon. Bien qu'ils soient capables de produire de l'électricité, leur objectif est avant tout de démontrer et de développer la technologie, et de tester des solutions techniques. Du point de vue de l'économie, les coûts des capitaux constituent un défi majeur étant donné qu'ils se situent actuellement au-dessus des coûts estimés des réacteurs évolutionnaires. Lorsqu'ils seront éprouvés technologiquement, les réacteurs rapides seront plus compétitifs, mais leur avantage concurrentiel dépendra aussi du prix de l'uranium. Si la quantité d'uranium disponible venait à diminuer, et que de fait celui-ci renchérisse, les réacteurs rapides deviendraient plus intéressants que les autres types de réacteurs.

Pourriez-vous nous en dire plus sur les projets de futurs réacteurs rapides tels que le BN-1200 en Russie ou encore Astrid (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) en France? Est-ce qu'ils représentent des avancées technologiques? On pourrait citer également le JSFR de 1500 MW, développé par le Japon, et le programme de recherche et de développement mené par la Corée du Sud, destiné à soutenir le projet de SFR de 600 MW. Le BN-1200 et le prototype de SFR Astrid mis au point par la France appartiennent tous les deux aux réacteurs de la quatrième génération, encouragée par le Generation IV International Forum (GIF). Parmi les principales innovations figurent les systèmes de sécurité passifs et d'autres caractéristiques de conception qui rendent ces



Le 20 décembre 1951, le réacteur d'essai Experimental Breeder Reactor I (EBR-I), construit sur le site de l'Idaho National Laboratory (INL), a été le premier réacteur nucléaire au monde à produire de l'électricité. Le premier jour, sa puissance était suffisante pour couvrir le besoin en électricité de quatre ampoules. Par la suite, il permettait de couvrir ses besoins propres et d'effectuer diverses missions de recherche. Il a été mis à l'arrêt en 1963. En 1953, l'EBR-I a démontré pour la première fois le processus de surgénération, jusque-là théorique.

Photo: Département américain de l'énergie

réacteurs plus sûrs et plus rentables. Tous ces prototypes industriels sont encore dans la phase conceptuelle et leur construction devrait être lancée au cours de la prochaine décennie.

Le caloporteur des réacteurs rapides reste un défi majeur de la conception et de la construction en termes de coûts et de faisabilité. Des discussions sont menées actuellement afin de déterminer quel caloporteur du sodium, du plomb, des sels fondus ou du gaz sera utilisé. Est-ce que des progrès ont été réalisés à ce sujet?

Tous les caloporteurs que vous citez – auxquels on peut rajouter d'ailleurs l'eutectique plomb-bismuth (LBE) – sont en effet à l'étude pour les réacteurs avancés. Bien que le SFR reste la technologie de réacteur rapide la plus mature, le problème du sodium, qui réagit avec l'air et avec l'eau, subsiste. Le plomb et le plomb-bismuth ne réagissent pas avec ces deux éléments, ce qui simplifierait considérablement la construction de ce type de réacteurs sans occasionner de circuit de refroidissement supplémentaire. Ils permettraient donc de réduire sensiblement les coûts des capitaux. Le principal inconvénient reste cependant celui de la corrosion des matériaux structurels qui sont en contact avec le caloporteur. La Russie, qui bénéficie déjà d'une certaine expérience avec les réacteurs refroidis au LBE sur les sous-marins, développe actuellement le Brest-300, un prototype de réacteur rapide refroidi au



La tranche 4 de la centrale nucléaire russe de Beloïarsk est en service commercial depuis le 1^{er} novembre 2016. Beloïarsk 4 est le premier réacteur du type BN-800 en exploitation dans le monde.

Photo: Rosatom

plomb de 300 MW, qui servira ensuite de base au réacteur commercial Brest-1200. Le pays mène également des travaux sur le SVBR-100, un réacteur de 100 MW. De leur côté, la Belgique développe le réacteur Myrrha (Multipurpose Hybrid Research Reactor for High-technology Applications), et l'UE le réacteur de démonstration LFR de 100 MW Alfred. La Suède et le Canada travaillent, quant à eux, sur le Sealer (Swedish Advanced Lead Reactor), destiné à l'Arctique canadien.

Peut-on raisonnablement s'attendre à ce que les réacteurs rapides deviennent une technologie courante dans le parc nucléaire mondial?

Si l'énergie nucléaire se développe comme nous le pensons et reste un pilier important du mix énergétique mondial, les ressources naturelles d'uranium deviendront tôt ou tard insuffisantes. Les réacteurs rapides pourraient alors permettre de garantir la durabilité de l'énergie nucléaire.

De quelle manière l'AIEA soutient-elle le développement des réacteurs rapides dans le monde? Est-ce que cette contribution scientifique suscite suffisamment l'attention, et le financement, des Etats membres?

L'AIEA mène des activités de conseil et d'information, et propose un soutien technologique et des formations à ses Etats membres. Concernant la technologie des réacteurs rapides, elle intervient dans le cadre de la coordination de projets de recherche en lien avec la modélisation et la simulation, du relevé d'informations et de la publication de rapports, de manuels et d'autres documents, ainsi que de l'échange et de l'intégration d'informations relatives à la sécurité. Elle a, par exemple, préparé récemment un document qui portait sur les systèmes passifs d'arrêt du réacteur, pour les réacteurs rapides. Nous entretenons également des bases de données actives, dont un portail de connaissances sur les réacteurs rapides, l'Advanced Reactor Information System (Aris), et la base de données sur les systèmes neutroniques à métal fondu. Nous sommes aussi très engagés dans la formation et le perfectionnement. Nous possédons ainsi plusieurs simulateurs qui permettent aux utilisateurs d'observer les principes physiques fondamentaux de la technologie. Un simulateur de SFR destiné à la formation du personnel est également en cours de développement. (Traduction de l'anglais: M.A./C.B.)

Peter Quadri

Directeur suppléant de swisselectric

Stratégie énergétique 2050: la suite à jamais

Dans le domaine de la politique énergétique, bon nombre de dossiers importants sont en cours de traitement au Parlement ou le seront prochainement. Depuis la votation populaire du 21 mai 2017 sur le premier paquet de mesures, les délibérations ne portent cependant plus sur la suite à donner à la Stratégie énergétique 2050, mais sur des questions qui se posent depuis un certain temps déjà indépendamment de cette dernière: stratégie Réseaux électriques, révision de la loi sur le CO₂, révision de la loi sur l'approvisionnement en électricité (organisation du marché incluse), modification de la réglementation relative à la redevance hydraulique, ouverture du marché de l'électricité, accord bilatéral sur l'électricité à conclure avec l'UE. Le lien de ces dossiers avec la Stratégie énergétique 2050 n'est que de nature rhétorique, et encore.

Réseaux électriques et marché

Le Parlement travaille sur la stratégie Réseaux électriques depuis la session d'hiver 2016. Baptisé «loi fédérale sur la transformation et l'extension des réseaux électriques», le projet d'acte législatif qui s'y rapporte devrait, selon le Conseil fédéral, fournir les bases d'un développement des réseaux électriques «répondant aux besoins en temps opportun» afin de «continuer à garantir une sécurité d'approvisionnement élevée en électricité»¹.

Pendant longtemps, le projet était en grande partie accepté par le Parlement. Lors de la session d'hiver 2016, le Conseil des Etats l'a toutefois «enrichi» en décidant d'abroger une disposition de la LApEI, ce qui a conduit à de vives discussions sur la rentabilité de la force hydraulique et lancé plus tôt que prévu le débat sur la future organisation du marché (market design). L'un des éléments déclencheurs de cette abrogation a été l'arrêt rendu le 20 juillet 2016 par le Tribunal fédéral (TF)². Il s'agissait de répondre à la question de savoir si les gestionnaires de réseau de distribution doivent répartir la totalité des coûts de leur propre production d'énergie au prorata entre les consommateurs sous le régime de

l'approvisionnement de base et les consommateurs libres, ou si ces coûts peuvent être entièrement répercutés sur les «clients captifs». Se fondant sur l'art. 6, al. 5, de la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI), le TF a tranché dans le même sens que le régulateur (ElCom): il s'est prononcé en faveur de la méthode dite du prix moyen. Sur quoi le Conseil des Etats a abrogé l'alinéa 5 sans autre forme de procès, au motif que l'arrêt du TF avait des répercussions négatives sur la force hydraulique et était donc en contradiction avec la Stratégie énergétique 2050, laquelle vise notamment à accorder un soutien ciblé à l'énergie hydraulique³. La conseillère fédérale Doris Leuthard s'est opposée à cette modification législative en faisant notamment valoir que la stratégie Réseaux électriques ne porte pas sur les questions liées au marché et que la future organisation du marché serait abordée dans le cadre du projet de révision de la LApEI⁴.

La Commission de l'énergie du Conseil national a été encore un peu plus loin en proposant de fournir exclusivement de l'électricité d'origine renouvelable produite en Suisse aux consommateurs finaux captifs. A ses yeux, il est «nécessaire de légiférer rapidement afin de trouver une solution transitoire qui permette de renforcer la production d'électricité indigène issue des énergies renouvelables, et, plus précisément, de l'énergie hydraulique»⁵. Cependant, on doute de plus en plus de la nécessité d'agir rapidement. Le Conseil national a fini

¹ «Message du 13 avril 2016 relatif à la loi fédérale sur la transformation et l'extension des réseaux électriques (Modification de la loi sur les installations électriques et de la loi sur l'approvisionnement en électricité)», FF 2016 3679.

² ATF 142 II 451

³ Vote d'entrée en matière, CE B. Vonlanthen, BO 2016 E 1054

⁴ Vote, CF D. Leuthard, BO 2016 E 1064

⁵ Communiqué de presse de la CEATE-N du 25 avril 2017

par appuyer sur la pédale de frein lors de la session d'été 2017, en proposant de scinder en deux le projet de loi relatif à la stratégie Réseaux électriques, et de traiter séparément et en profondeur la question de savoir s'il faut accorder à court terme à la force hydraulique un soutien qui s'ajouterait à la prime de marché du premier paquet de mesures et à la réduction proposée de la redevance hydraulique. La Commission de l'énergie du Conseil national reste toutefois convaincue «que l'énergie hydraulique se trouve face à d'importants défis eu égard à la situation actuelle du marché»⁶ et souhaite lui donner plus de poids dans le débat politique sur la nouvelle organisation du marché. Elle a souligné cette conviction en approuvant une initiative parlementaire intitulée «Garantir l'auto-alimentation en électricité d'origine hydraulique pour faire face à l'actuelle baisse des prix de l'électricité». Il faut toutefois encore clarifier un certain nombre de points pour «établir la transparence et une base de discussion élargie par rapport à l'urgence et à la forme des mesures de soutien».

Nouvelle organisation du marché à partir de 2023

Le Parlement devrait avoir achevé ses délibérations sur la stratégie Réseaux électriques d'ici fin 2017. Il n'y a pas lieu de s'attendre à un référendum. L'avenir de la force hydraulique sera débattu dans le cadre de deux à trois autres révisions législatives qui seront soumises au Parlement avant les élections au Conseil national de l'automne 2019: nouvelle réglementation de la redevance hydraulique, révision de la loi sur l'approvisionnement en électricité et éventuellement «mesures d'urgence» pour la force hydraulique, qui seraient alors détachées de la stratégie Réseaux électriques.

Les débats autour de la redevance hydraulique sont particulièrement animés. Alors que les bénéficiaires de cette redevance – principalement des cantons de montagne – craignent de perdre des recettes assurées de plusieurs millions de francs, les exploitants d'usines hydroélectriques veulent réduire cette catégorie de coûts, car le marché ne leur permet plus de les répercuter sur leurs clients. La consultation se terminera début octobre 2017. Le message devrait être transmis au Parlement début 2018. Le temps presse, car les nouvelles règles sur la redevance hydraulique devraient entrer en vigueur en 2020.

La question de l'organisation du marché devrait cependant avoir un impact encore plus important sur la politique énergétique à venir. Fin 2016, l'Office fédéral de l'énergie a établi un état des lieux du marché de l'électricité⁷, qui, dans la perspective de la sécurité de l'ap-

provisionnement à moyen et long terme, traite de différents modèles visant à renforcer le parc de centrales électriques indigènes. La branche de l'électricité a elle aussi proposé différents modèles visant à créer des incitations à l'investissement dans la production nationale. Les principales questions sont les suivantes: quelle sécurité d'approvisionnement la Suisse veut-elle? La sécurité d'approvisionnement cesse-t-elle d'être assurée à partir d'un certain moment? Quel modèle de marché donnerait les bons signaux de prix pour que des investissements visant à garantir la sécurité d'approvisionnement soient réalisés? Quel rôle l'ouverture complète du marché joue-t-elle en la matière? Quand l'accord bilatéral sur l'électricité sera-t-il conclu avec l'UE? Et, étant donné que les prix du marché risquent de rester bas dans un avenir prévisible et que l'ouverture du marché est incomplète, faut-il adopter des mesures transitoires en faveur de la force hydraulique?

Les débats de ces derniers mois ont mis en évidence des divergences d'opinions quant à l'urgence qu'il y a à répondre à ces questions. En dehors de la branche de l'électricité, on semble vouloir éviter toute précipitation. Le Conseil fédéral ne veut pas non plus aller trop vite. Il souhaite en outre intégrer dans sa réflexion la réglementation définitive sur la redevance hydraulique. Les grands producteurs d'électricité aimeraient cependant supprimer aussi vite que possible l'inégalité de traitement entre producteurs avec et sans consommateurs captifs. L'ouverture complète du marché serait la manière la plus simple d'arriver à un tel résultat, mais elle n'est pour l'heure pas en mesure de réunir une majorité politique, même si le Conseil fédéral, en vertu de la LApEI, aurait dû présenter un projet d'arrêté en ce sens il y a des années. Il procédera à un nouvel état des lieux à la fin 2017. L'organisation du marché devrait être traitée dans le cadre d'une révision de la LApEI déjà annoncée à plusieurs reprises ces dernières années. La mise en consultation du projet législatif est prévue pour l'automne 2018. Il ne faut pas s'attendre à ce que le Parlement puisse amener le Conseil fédéral à aller plus vite, même si certaines interventions font pression en ce sens.

Indépendamment de ces discussions, le Parlement entamera vraisemblablement la révision de la loi sur le CO₂ lors de la session d'hiver 2017. Cette révision fait partie d'un paquet comprenant l'approbation de l'accord de Paris sur le climat et l'accord avec l'Union européenne

⁶ Cette citation et la suivante sont tirées de communiqué de presse de la CEATE-N du 29 août 2017.

⁷ Etat des lieux du marché de l'électricité après 2020. Rapport succinct relatif aux mesures supplémentaires concernant les centrales existantes et les énergies renouvelables. Office fédéral de l'énergie, 23 décembre 2016.

sur le couplage des systèmes d'échange de quotas d'émission. L'objectif est de ramener les émissions du pays à la moitié de leur niveau de 1990 d'ici 2030. La loi pourrait entrer en vigueur début 2021.

L'énergie nucléaire tenue à l'écart

L'énumération ci-dessus des questions liées à la nouvelle organisation du marché est, reconnaissons-le, incomplète.

D'une part, parce que le premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 crée un instrument de subventionnement qui, du point de vue des partisans de l'éolien et du photovoltaïque, comporte une imperfection: les subventions sont limitées dans le temps et il ne pourra y avoir de nouvelles décisions d'octroi que jusqu'à fin 2022. D'où la question suivante: comment encourager les nouvelles énergies renouvelables après cette échéance?

D'autre part, parce que le premier paquet de mesures interdit certes la construction de nouvelles centrales nucléaires, mais que ce n'est pas suffisant pour les adversaires de l'atome. D'où une deuxième question: comment éviter que la nouvelle organisation du marché soit bénéfique aux centrales nucléaires? Résultat des courses, le nucléaire n'est pas mentionné dans les nombreux documents relatifs à la future organisation du marché, ou alors il ne l'est qu'indirectement, sous l'appellation générique de «production indigène». On a trop peur de «contaminer», et par là de «discréditer», le débat sur la sécurité de l'approvisionnement et l'organisation du marché en parlant de l'atome. Reste que, même si l'on n'ose guère le dire, il est clair, pour pratiquement tout le monde, qu'il s'écoulera encore beaucoup de temps avant qu'on puisse se passer des centrales nucléaires, surtout pendant le semestre d'hiver.

Alors à quoi sert la Stratégie énergétique 2050?

On aurait tort de jouer la surprise. Pour euphorique qu'ait été l'accueil réservé à la Stratégie énergétique 2050 par une bonne partie du monde politique et par les médias, c'est une affaire classée depuis la votation populaire du 21 mai 2017. Les Chambres fédérales – droite et gauche confondue – ont signé son arrêt de mort en refusant d'entrer en matière sur le système incitatif en matière climatique et énergétique (SICE). Sans ce passage de l'encouragement à l'incitation, la Stratégie énergétique 2050 est en effet vouée à l'échec, de même que tous les espoirs placés en elle. Il n'est plus question de «restructuration par étapes du système énergétique suisse». La politique énergétique a

été rattrapée par la réalité, et le camp de la gauche et des Verts le sait pertinemment. Avec l'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires et le subventionnement du photovoltaïque et de l'éolien, l'alliance en faveur de l'abandon de l'atome a atteint – bien trop facilement – ses objectifs minimaux lors du scrutin du 21 mai 2017. La Stratégie énergétique a donc rempli son office. Personne ne veut se brûler les doigts à essayer d'introduire une taxe d'incitation s'étendant potentiellement aux carburants. Visiblement, une chose n'implique pas forcément l'autre.

Le débat à mener en matière de politique énergétique n'a plus grand-chose à voir, même plus rien du tout, avec la Stratégie énergétique 2050. Il n'est pas question d'adopter un deuxième paquet de mesures «alternatif» suite à l'échec (passé en grande partie inaperçu bien que cuisant) du SICE, et par là de la Stratégie énergétique 2050, au Parlement. Il s'agit d'aborder les «vrais» problèmes⁸: sécurité d'approvisionnement, coûts, dépendance envers l'étranger, climat, rentabilité de la production indigène, marché, sécurité d'investissement. Il devient maintenant évident que le premier paquet de mesures, loin de fournir des solutions à ces problèmes, a bloqué durant des années le débat en matière de politique énergétique. A bien y regarder, la contribution du premier paquet de mesures à la résolution des problèmes urgents en matière de politique énergétique est très modeste et peut même à certains égards être considérée comme négative. Mais ce paquet a servi habilement le courant d'idées dominant: nous abandonnons progressivement l'impopulaire énergie nucléaire, que nous remplaçons par du solaire et de l'éolien, et ce pour une quarantaine de francs par habitant et par an. Tel était le côté «cool» et indolore du message véhiculé par le projet, et, si l'on en croit l'enquête VOTO relative au scrutin du 21 mai 2017⁹, il a fait mouche. (D.B.)

⁸ « Le premier volet de la stratégie énergétique ayant été adopté, les vrais problèmes reviennent sur le devant de la scène: comment garantir l'approvisionnement en hiver? Quid de l'hydraulique suisse? «Comment restaurer de vrais signaux de prix et un marché qui fonctionne?» Article du blog de Kurt Lanz, *economiesuisse*. <https://www.economiesuisse.ch/fr/articles/politique-energetique-les-prochaines-etapes> (consulté le 22 août 2017)

⁹ Enquête VOTO relative à la votation populaire fédérale du 21 mai 2017. A. Tresch et al. Lausanne, Aarau, Lucerne, juillet 2017. http://www.voto.swiss/wp-content/uploads/2017/07/VOTO_Bericht_21.05.2017_FR.pdf (consulté le 27 août 2017)
COMARE's 17th report: review of childhood cancer incidence near Sellafield and Downreay from 1963 to 2006 [<http://bit.ly/2gs12qE>] Downreay from 1963 to 2006 [<http://bit.ly/2gs12qE>]

Jürg Schädelin, Felix Niggli et Hansruedi Völkle

Après de longues investigations enfin de la clareté

Il y a 30 ans, le COMARE publiait son premier rapport sur l'accumulation constatée des cas de leucémie infantile autour de l'installation nucléaire de Sellafield. Le 17^e rapport du comité, qui résume et actualise l'ensemble du traitement de cet épisode, a été publié à la fin de l'année dernière. La conclusion initiale d'absence de lien entre la centrale et l'incidence des leucémies a encore été étayée par le déroulement ultérieur et les études basées sur de nouvelles méthodes: les émissions radioactives ne peuvent être tenues responsables des cas de leucémie.

Le COMARE (Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment) a été créé en tant que commission consultative du ministère anglais de la Santé suite à la constatation d'une incidence des leucémies huit fois plus élevée dans la petite ville de Seascale, dans le nord-ouest de l'Angleterre, à proximité du complexe nucléaire de Sellafield. Il a effectué depuis un travail remarquable en matière d'information et de conseil sur les risques liés aux rayonnements auprès de la population.

Retour sur une rumeur

Le 1^{er} novembre 1983, une chaîne de télévision locale a diffusé le reportage Windscale: The nuclear laundry. On y expliquait que la petite ville de Seascale comptait dix fois plus de cas de leucémies infantiles que le reste du pays. Les émissions radioactives émises par l'installation de retraitement de Sellafield, située à proximité, étaient pointées du doigt. L'indignation fut totale, et on se rappela qu'une trentaine d'années plus tôt, un incendie sur un réacteur avait occasionné une contamination à grande échelle. Les conséquences avaient cependant été limitées grâce à des mesures de protection adaptées. Et comme on pratiquait à l'époque une politique du silence, pour faire oublier l'évènement, l'installation nucléaire accidentée de Windscale avait tout bonnement été rebaptisée Sellafield.

Mais entre-temps les pratiques avaient évolué, et le gouvernement britannique décida de mettre sur pied une commission spécialisée chargée d'étudier les faits. Celle-ci a certes revu à la baisse l'ampleur du risque en procédant à quelques corrections de l'analyse, mais a confirmé cependant l'augmentation inattendue des cas de la maladie. Elle a aussi montré que les doses de

rayonnement ambiant mesurées aux alentours étaient trop faibles pour avoir l'effet estimé à l'époque sur la base des connaissances en radiobiologie disponibles. La commission a donc recommandé de continuer à suivre l'évolution de la situation en incluant aussi d'autres installations nucléaires. De là est né le COMARE, comité spécialisé chargé de cette mission.

Des études ont donc été effectuées sur de nombreuses autres centrales nucléaires dans le monde entier, et ont fait l'objet de plus d'une centaine de publications. Il est difficile de synthétiser les résultats obtenus tant la collecte de données statistiques et les pronostics de la maladie ont évolué au fil du temps, et les critères et méthodes appliqués n'étaient pas toujours compatibles. Pour autant, une augmentation faible, mais comparable au plan statistique, de l'incidence des leucémies infantiles a été formellement attestée uniquement pour les installations nucléaires militaires de Dounreay, dans le nord de l'Ecosse, et pour la centrale nucléaire de Krümmel, en Allemagne.

Le 17^e rapport du COMARE, paru fin 2016, traite de l'ensemble des cas survenus à proximité de Sellafield. Il a permis de désamorcer la polémique.

Normalisation de la situation épidémiologique

L'apparition de cas de leucémie infantile a fait l'objet d'une surveillance continue et a été réévaluée de manière spécifique à partir des hypothèses formulées. Ainsi, l'augmentation de l'incidence s'est concentrée sur la période 1979–1984, et aucun nouveau cas de leucémie infantile typique n'a plus été diagnostiqué à proximité de Seascale depuis 1991. Depuis 25 ans maintenant, la fréquence des tumeurs malignes dans

les environs de Sellafield se situe en dessous de la moyenne nationale anglaise, comme cela est aussi le cas dans le reste du comté de Cumbrie. Il en est de même dans les environs de l'installation de retraitement de Dounreay, où une augmentation similaire, mais marginale, des cas avait aussi été constatée peu de temps après Sellafield.

Toutes les causes supposées, souvent des suspicions basées sur une étude de cas témoins explorative, ont été invalidées au plan épidémiologique: ni l'emploi du père dans l'installation nucléaire, ni l'exposition prénatale de la mère aux rayonnements, ni la consommation de poissons potentiellement contaminés n'ont augmenté le risque. Une importante comparaison de cohortes entre tous les enfants nés à Seascale et ceux scolarisés à Seascale a montré que les enfants malades faisaient davantage partie de la seconde catégorie. Ainsi, il semblerait que les enfants ayant éménagé dans la localité après leur naissance aient été davantage touchés par la maladie que ceux ayant quitté la localité avant leur scolarisation.

Un inventaire transparent de la radioactivité

La commission a également fait la somme des émissions de radioactivité consignées et évaluées selon des modèles mathématiques récents, afin d'obtenir une dose de rayonnement globale pour le groupe d'âge de 0 à 24 ans. La tâche n'a pas été simple en raison des changements d'affectation de l'installation nucléaire (fabrication de plutonium de 1950 à 1957, retraitement du combustible nucléaire de 1952 à 1973, exploitation de réacteurs expérimentaux depuis 1975). Il ressort que sur toute la période, la radioactivité naturelle (rayonnement cosmique et isotopes terrestres) était la principale source de rayonnement. Au cours des premières années et jusqu'en 1970, les rejets dans la mer contribuaient sensiblement à l'exposition aux rayonnements. Depuis peu, les applications médicales occupent la seconde place. Les retombées consécutives aux essais nucléaires et à la contamination suite à Tchernobyl ont également été temporairement en cause. A chaque fois que des isotopes radioactifs étaient identifiés par le spectre gamma dans des mesures environnementales, la source était recherchée. On trouva ainsi par exemple des traces de polonium 210 dans une usine d'engrais, résultant du retraitement du minerai de phosphate.

Les conséquences de l'incendie survenu sur le réacteur de Windscale en 1957 ont été elles aussi de nouveau étudiées. Ainsi, de l'iode 131 a été libéré dans une quantité importante, cependant environ 1000 fois moins qu'à Tchernobyl. L'irradiation de la thyroïde n'a

atteint des valeurs préoccupantes ni dans les environs ni dans la zone de propagation du nord-est de l'Angleterre, grâce principalement à l'interdiction immédiate de consommer du lait frais. Les petits incidents épisodiques ont eux aussi été analysés par la commission: une radioactivité mesurée par hasard, certes plus élevée que la normale mais sans danger, a ainsi été enregistrée sur un terrain de Seascale. Elle provenait en réalité du pigeonnier d'un éleveur dont les oiseaux se regroupaient dans un bâtiment désaffecté du site, utilisé comme dépôt de déchets. Le grillage posé par la suite s'est avéré être une mesure efficace et peu coûteuse pour limiter la contamination.

En conclusion, ce rapport montre à nouveau, et cette fois peut-être de manière encore plus convaincante, que les installations nucléaires telles qu'elles sont utilisées de nos jours ne représentent pas pour la population un risque plus élevé de développer une leucémie ou un cancer. Une dose de radiation supplémentaire a été enregistrée au cours des décennies passées sans pour autant que les données générales sur la mortalité de l'époque ne mettent en évidence une augmentation des cas de leucémie. L'affirmation selon laquelle les enfants en bas âge sont cent fois plus sensibles aux effets génétiques des rayons ionisants, et qui aurait pu expliquer l'épidémie de Sellafield, n'est prouvée par aucune donnée expérimentale. L'explication la plus probable de l'accumulation temporaire des cas de leucémie, attestée à deux endroits, reste l'immigration massive de familles avec enfants, en provenance de régions peu habitées des environs, dans le cadre de la construction et de l'exploitation du site. Les enfants ont en effet été exposés à l'école, donc de manière tardive dans leur développement, à des agents infectieux inhabituels, ce qui a empêché chez certains le bon fonctionnement de la réponse immunitaire. Des augmentations des cas de leucémie infantile ont déjà été constatées dans des constellations démographiques similaires, lors de mouvements de population pour des motifs différents et sans risque apparent dû aux rayonnements ionisants. Etant donné qu'il est impossible ici de réaliser des expérimentations sur la population, seule la découverte et l'étude d'un mécanisme biologique plausible pourraient étayer cette hypothèse.

Une gestion exemplaire des situations à risque

Au fil de ces nombreuses années, le COMARE est devenu un centre de compétence reconnu pour l'évaluation des risques radiologiques pour la population. Grâce à son mandat étendu et à son statut d'institution permanente, il a pu se pencher sur toutes les nouvelles questions qui apparaissaient, et a aussi rendu public et quantifié de nouveaux risques radiologiques. C'est le

cas par exemple de l'augmentation massive des examens médicaux par tomodensitométrie ou encore de l'utilisation libre des solariums. Mais son travail le plus notable reste l'établissement de rapports pas seulement destinés à informer les donneurs d'ouvrage issus de l'administration ou de la politique mais aussi le grand public, grâce à une diffusion large et à des contenus certes spécialisés mais compréhensibles par tous. Les Anglais auraient beaucoup à nous apprendre sur l'étude et le suivi de ce type de situation à risque. L'objectif des groupes d'experts chargés d'analyser et de suivre une situation sur le long terme est de formuler de manière compréhensible des idées et des recommandations à destination des décideurs mais aussi des citoyens intéressés. Comme pour tous les sujets politiquement controversés, des individus s'improvisent «experts», et il est alors difficile pour les non-initiés et les politiques d'évaluer les compétences de ces per-

sonnes. Il est plus simple alors de leur demander de publier des rapports, que les collègues spécialistes ne manqueront pas de commenter et le cas échéant de remettre en question. Mettre en place une responsabilité sur le long terme est le meilleur moyen pour recueillir des avis d'experts équilibrés étant donné que ces derniers se retrouveront nécessairement confrontés à leurs opinions passées. Cela permet d'éviter les décisions prises à la hâte et de clarifier les doutes persistants – comme c'était le cas concernant les découvertes faites à la centrale de Krümmel, en Allemagne. (C.B.)

[Paru dans le Bulletin des médecins suisses 2017; 98(35):1102–1104; reproduction avec l'aimable autorisation de l'éditeur]



Suspicion d'une accumulation des cas de leucémie infantile en raison de la centrale nucléaire de Sellafield dans les années 80.

Photo: Simon Ledingham,

CC BYSA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7938296>

Conquête spatiale: la propulsion nucléaire à nouveau d'actualité

De 1955 à 1972, les Etats-Unis ont développé et testé différents moteurs-fusées nucléaires thermiques. Lorsqu'ils ont mis en sommeil leurs projets de vols habités à destination de la planète Mars, ces activités ont été réduites à des études conceptuelles et de faisabilité. Grâce au regain d'intérêt pour l'exploration de la planète rouge, les travaux menés par la NASA dans ce domaine reprennent toutefois de l'ampleur depuis quelques années.

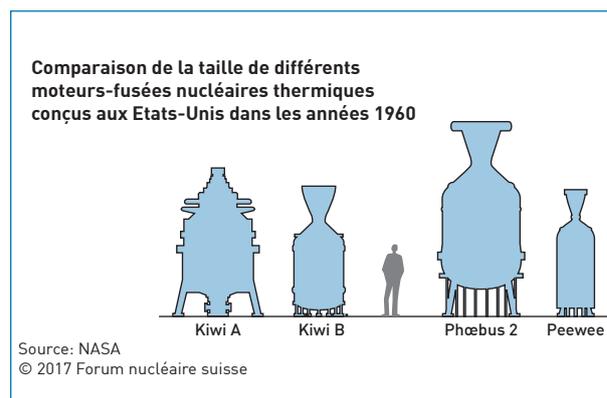
Selon le Centre de vol spatial Marshall de la NASA (NASA Marshall Space Flight Center), qui conçoit et réalise des systèmes de propulsion et de transport spatial, les moteurs-fusées nucléaires thermiques sont une technologie prometteuse. Ils sont plus légers que les moteurs chimiques actuellement utilisés et tirent mieux parti de leur combustible. L'agence spatiale américaine NASA (National Aeronautics and Space Administration) a récemment conclu avec BWXT Nuclear Energy Inc., une filiale de BWX Technologies Inc. (BWXT), un contrat visant à poursuivre et à affiner le développement de ce mode de propulsion inventé au siècle dernier. BWXT Nuclear Energy, qui fournit déjà à la Navy des services dans le domaine du combustible nucléaire, apportera son concours à la NASA pour la conception et la mise au point d'un moteur-fusée alimenté à l'uranium faiblement enrichi et pour la poursuite du développement de la technologie des assemblages combustibles CERMET (CERamique-METal). Ce contrat de trois ans prévoit la fabrication de prototypes d'assemblages combustibles et l'accompagnement de la NASA pour leur homologation.

La poursuite du développement des systèmes de propulsion nucléaire thermique fait partie intégrante du programme Game Changing Development (GCD) de la NASA, dans le cadre duquel l'agence américaine cherche des idées ayant le potentiel de résoudre d'importants problèmes techniques et de révolutionner les missions spatiales.

Des débuts amorcés avec les programmes Rover et Nerva

Aux Etats-Unis, le développement des systèmes de propulsion nucléaire thermique a débuté dès le milieu du siècle dernier avec le projet Rover. L'objectif était de mettre au point un moteur nucléaire pour les missions spatiales. Le projet de la NASA a débuté en 1955 et s'est terminé en 1972. Son volet nucléaire était placé sous la responsabilité de l'Atomic Energy Commission (AEC) de l'époque. Il fut subdivisé en trois phases: Kiwi (de

1955 à 1964), Phœbus (de 1964 à 1969) et Peewee (de 1969 jusqu'à l'arrêt du projet en 1972). Chaque type de moteur fut construit en deux exemplaires, l'un pour des expériences de criticité à puissance nulle et l'autre pour des essais de puissance. C'est le Nevada National Security Site (appelé à l'époque Nevada Test Site) qui a été utilisé pour les tests.



En 1961, la NASA et l'AEC lancent un deuxième programme de fusées nucléaires baptisé Nerva (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application). Scientifiques et ingénieurs se sont fixé pour objectif de construire, en s'appuyant sur l'expérience acquise jusqu'alors, un moteur-fusée capable de résister aux secousses et aux vibrations d'un lancement. Entre 1964 et 1969, Westinghouse Electric Corporation et Aerojet General Corporation testent avec succès une série de moteurs-fusées. En 1969, Wernher von Braun, alors directeur du Centre de vol spatial Marshall de la NASA, propose d'envoyer sur Mars un équipage de douze personnes au moyen de deux fusées équipées chacune de trois moteurs Nerva. Le lancement est prévu pour novembre 1981, mais la mission n'aura jamais lieu. Les moteurs nucléaires testés sont toutefois conformes à la plupart des spécifications de la NASA, telles que le rapport poids/poussée, le comportement à l'allumage et à l'arrêt ainsi que la durée de vie. Au total, les scienti-

fiques auront testé pas moins de 22 moteurs-fusées nucléaires thermiques dans le cadre des projets Rover et Nerva.

Au travers de leurs expériences, ils ont démontré que cette technologie de propulsion est une option importante et utilisable pour les missions vers Mars et au-delà, en particulier parce qu'elle permet d'accélérer le carburant jusqu'à une vitesse de sortie élevée, ce qui augmente l'efficacité de la propulsion. Comme le jet de sortie des moteurs nucléaires thermiques contient des substances radioactives, ces derniers ne sont allumés qu'en dehors de l'atmosphère terrestre.

Chauffer des gaz à très haute température

La propulsion nucléaire thermique consiste à chauffer de l'hydrogène à plusieurs milliers de degrés en la faisant circuler à travers le cœur d'un réacteur, puis à la faire sortir sous pression par une tuyère. Dans le cadre des expériences Rover et Nerva, les Américains ont atteint des températures de sortie de quelque 3000 K. L'unité de propulsion la plus puissante (Phœbus 2A) a généré une puissance thermique de quelque 4000 MW. Toujours dans le cadre de ces expériences, la NASA a pu obtenir des impulsions spécifiques de 850 secondes, ce qui est deux fois plus qu'avec les meilleurs moteurs chimiques. L'impulsion spécifique est une mesure de l'efficacité du moteur: plus elle est longue, mieux c'est.

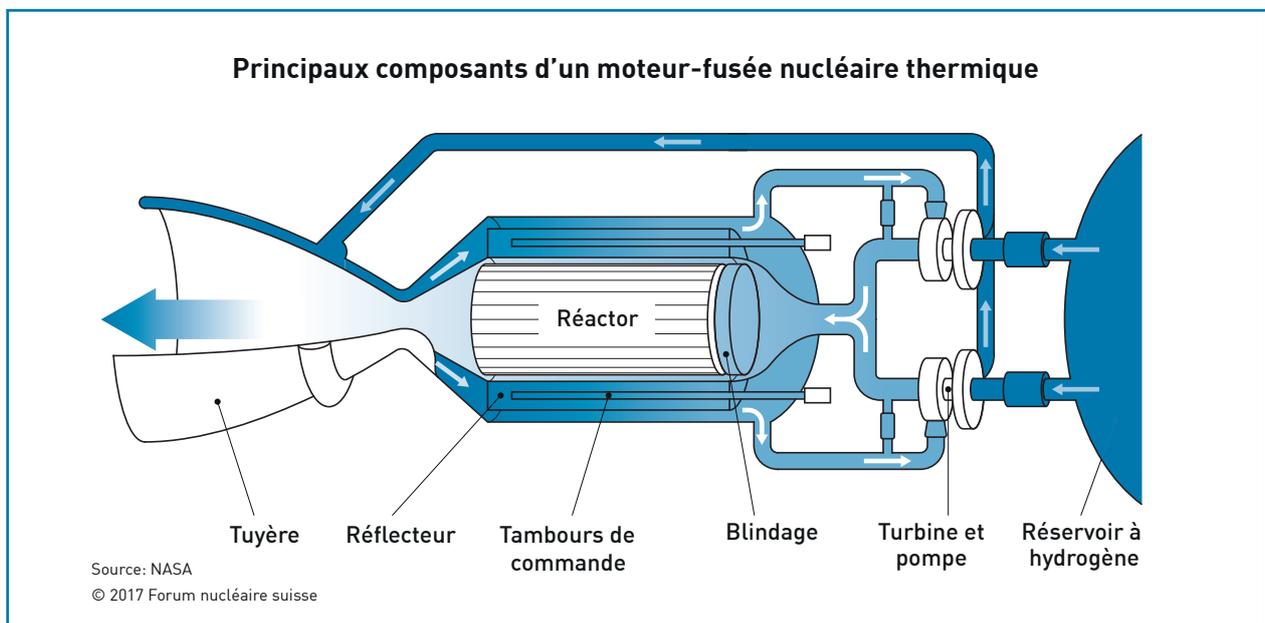
Le cœur du réacteur est entouré d'un réflecteur de neutrons dans lequel se trouvent des tambours de commande (control drums) cylindriques. L'un des côtés de

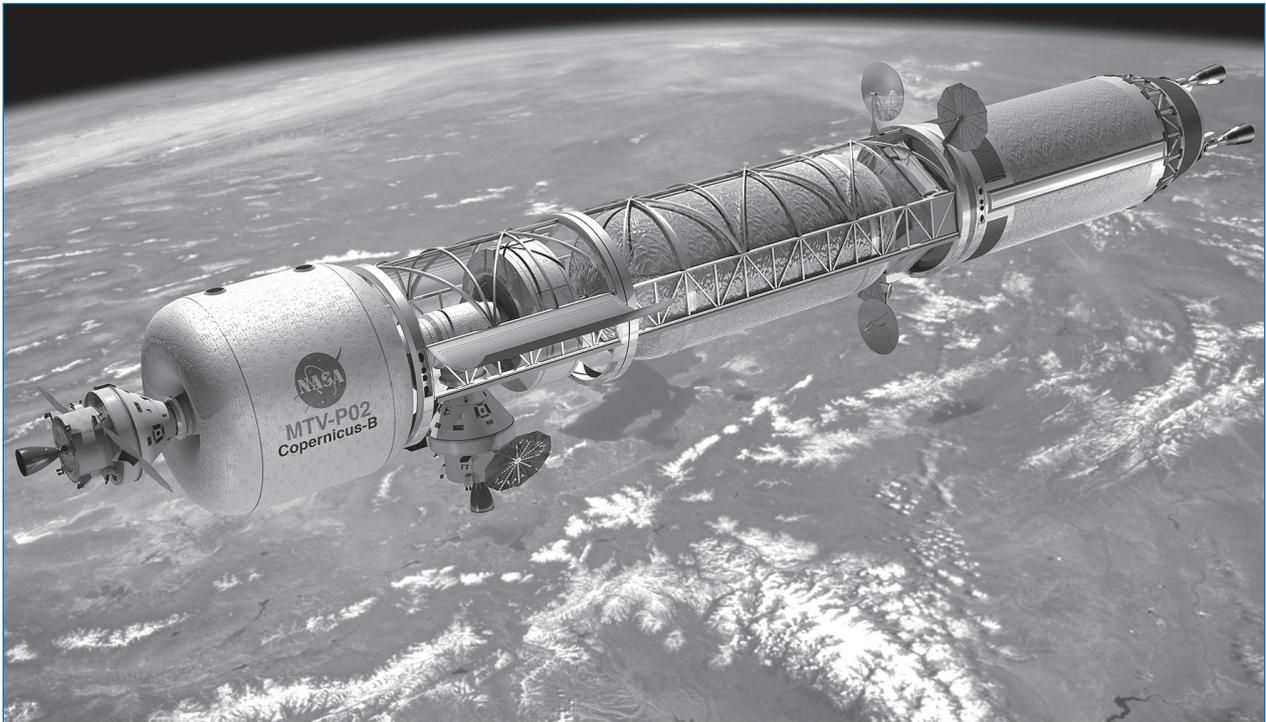
ces tambours est muni d'un matériau absorbeur de neutrons. Le réacteur est piloté en positionnant ce côté ou le côté opposé face au cœur. Avant que l'hydrogène stocké à l'état liquide (à 20 K, soit -253°C) ne passe entre les assemblages combustibles du cœur du réacteur, il est acheminé le long de la tuyère et du réflecteur, si bien qu'il refroidit les pièces mécaniques tout en étant préchauffé.

De l'UHE à l'UFE

Tous les moteurs-fusées nucléaires testés jusqu'à présent par la NASA fonctionnaient à l'uranium hautement enrichi (UHE). Selon l'agence spatiale américaine, les progrès réalisés dans le domaine de la technologie des matériaux pourraient toutefois ouvrir de nouvelles perspectives. Un passage à l'uranium faiblement enrichi (UFE; degré d'enrichissement inférieur à 20%), offrirait non seulement de bonnes capacités de propulsion, mais aussi d'autres avantages: les mesures de sûreté pourraient être simplifiées, le budget du projet allégé et le calendrier raccourci. Les prescriptions relatives à la manipulation de ce type de sources radioactives sont comparables à celles en vigueur dans les réacteurs de recherche des universités, ce qui ouvrirait la porte à des coopérations avec les hautes écoles et l'industrie.

Les réacteurs Rover et Nerva étaient dotés d'un cœur solide. Des réacteurs à cœur liquide et gazeux ont également été conçus et certains de leurs composants testés, mais ils n'ont jamais été entièrement construits. S'agissant des réacteurs à cœur solide, l'un des problèmes que les ingénieurs ont eu à résoudre était de





Représentation artistique d'un véhicule spatial susceptible d'être utilisé pour une mission sur Mars. L'engin est équipé de trois moteurs nucléaires thermiques, situés ici à son extrémité droite.

Photo: NASA

trouver des matériaux capables de résister aux températures présentes dans le cœur sans avoir d'effets trop négatifs sur le bilan neutronique.

Ainsi, le tungstène est le métal ayant le point de fusion le plus élevé: 3695 K (3422°C), mais c'est aussi un puissant absorbeur de neutrons, et en particulier de neutrons lents ayant une énergie nettement inférieure à un électronvolt. Dans le cadre du projet Rover, on a notamment fait fonctionner des réacteurs dotés d'une matrice de combustible à base de tungstène. A l'époque toutefois, la production de tungstène coûtait très cher – trop cher. Par conséquent, on s'est focalisé sur le graphite pour les réacteurs (alimentés à l'UHE) de ce projet.

Pour pouvoir faire fonctionner un moteur-fusée alimenté à l'UFE, il est cependant indispensable de pouvoir produire du tungstène isotopiquement pur aux fins du développement de combustible métal/céramique (CERMET). C'est la clé de la mise au point d'une propulsion nucléaire thermique faiblement enrichie basée sur du CERMET. Cette technologie étant susceptible de changer la donne (game changing technology), l'objectif est d'en évaluer la faisabilité technique et économique. Dans un premier temps, la NASA entend démontrer

qu'il est possible de produire du tungstène à 90% pur et de se faire une idée des coûts de production liés à l'obtention d'un tel degré de pureté.

La propulsion nucléaire diminue la dose de radiation reçue par l'équipage

Du fait de leur efficacité, les moteurs-fusées nucléaires thermiques sont idéaux pour le transport de charges utiles importantes, par exemple jusqu'à Mars. Leur utilisation permettrait en outre de faire passer de six à quatre mois la durée du voyage vers Mars de sondes spatiales habitées, ce qui réduirait considérablement la dose de radiation reçue par les équipages. Par ailleurs, plus le voyage est rapide, moins l'équipage passe de temps en apesanteur et plus le risque, inhérent à ce type de missions très complexes, de rencontrer des problèmes techniques est faible. (M.B./D.B., d'après BWTX, NASA et Los Alamos National Laboratory, diverses sources)

Forages exploratoires et protestations

En Suisse, la recherche de sites pour le stockage de déchets radioactifs en couches géologiques profondes est un thème inépuisable. Dans le cadre de la préparation de l'étape 3 de la procédure de plan sectoriel, la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Nagra) a déposé des demandes d'autorisation pour effectuer plusieurs forages exploratoires. De nombreux journaux se sont penchés sur les réactions qu'elles ont engendrées.

En raison du creux médiatique qui caractérise la saison estivale, cette revue de presse remonte un peu plus loin dans le passé qu'à l'accoutumée. Elle porte sur la fin avril et le mois de mai 2017, période durant laquelle les demandes déposées par la Nagra en vue de procéder à des forages exploratoires dans les régions d'implantation potentielles ont suscité le débat. Ce sont avant tout les journaux régionaux et les éditions régionales des grands journaux qui se sont penchés sur le sujet. Ainsi, l'hebdomadaire «Schweiz am Wochenende» s'est fait l'écho des propos tenus fin avril par le géologue Walter Wildi, un critique notoire de la Nagra, à l'occasion de l'assemblée générale de l'association «Kein Atommüll im Bözberg» (Kaib) [Pas de déchets radioactifs dans le Bözberg]: «On essaie depuis 1969 de construire un dépôt en profondeur. Aujourd'hui, on recommence à demander des autorisations de forage. Mais ces forages ne serviront à rien.» Pourquoi? «Parce que la solution a déjà été choisie et qu'on cherche juste à l'étayer; parce qu'on se préoccupe plus des questions administratives que des questions scientifiques et parce qu'on écarte les questions critiques au lieu de les étudier». L'article de la «Schweiz am Wochenende» mentionne aussi Max Chopard, président de la Kaib, mais de façon plutôt négative: «Lors de la séance de questions – au cours de laquelle le président de la Kaib s'est malheureusement cru obligé de couper court à une remarque critique – Walter Wildi a répondu comme suit à une dame qui voulait savoir ce que lui-même proposerait: «Je ne peux pas non plus vous donner de réponse là-dessus».». En guise de conclusion, Max Chopard a annoncé qu'il s'opposerait «au besoin par un référendum national» à la construction d'un dépôt dans le Bözberg.

99% d'oppositions prérédigées

Fin avril, le quotidien «Der Landbote» s'est lui aussi penché sur la question des «forages de la Nagra» et des recours contre ces derniers, indiquant qu'une centaine d'oppositions avaient été déposées dans la zone

qu'il couvre, laquelle comprend l'une des régions d'implantation potentielle, à savoir le «Weinland» zurichois. «Ce nombre a priori important doit être relativisé à deux titres», relève «Der Landbote». «D'une part, les huit demandes de forages concernant le Bözberg, seconde région d'implantation proposée par la Nagra en janvier 2015, ont donné lieu à quelque 500 oppositions. D'autre part, il y a eu dans les deux régions de nombreuses oppositions standardisées, qui reprenaient simplement des modèles préétablis. Selon l'Office fédéral de l'énergie, 99% des oppositions concernant le Bözberg reposaient sur de tels modèles. Dans le Weinland aussi, des modèles de lettres d'opposition ont été mis à disposition par l'association antinucléaire «Klar! Schweiz», laquelle a elle-même fait opposition aux huit demandes de forage concernant cette région.»

Le 4 mai, la «Zofinger Tagblatt» a fait état d'une séance d'information lors de laquelle l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) ont notamment expliqué pourquoi le domaine d'implantation Nord des Lägern devait rester «en lice» bien que la Nagra ait proposé de l'écarter de la sélection. «L'IFSN est parvenue à cette conclusion suite à un examen de sécurité technique et après avoir posé 81 questions à la Nagra, a déclaré Bastian Graupner, chef de projet à l'IFSN. [...] Des données fiables montrent en effet que cette région présente des caractéristiques nettement plus favorables que ne le suppose la Nagra». Le maintien de la région Nord des Lägern dans la procédure a notamment des effets sur le paysage des oppositions, comme l'indique «Die Botschaft» le 6 mai: «Après une pause d'un an, la direction et les membres de «LoTi – nördlich Lägern ohne Tiefenlager» [LoTi – pas de dépôt en profondeur dans le Nord des Lägern] ont décidé de réactiver cette association afin de faire à nouveau entendre une voix critique dans la procédure.»

Les conférences régionales en pleine croissance

Les conférences régionales restent elles aussi actives, se préparant à la troisième étape de la procédure de plan sectoriel, même si toutes ne le font pas avec le même engagement. C'est ce qui ressort notamment de l'article «Conférence régionales: le malaise général s'aggrave» publié le 9 mai par l'«Andelfinger Zeitung»: «L'ordre du jour ne laissait pas présager de grandes nouveautés, ce qui explique peut-être pourquoi les rangs de la conférence régionale sur la recherche de sites de dépôts en couches géologiques profondes, qui comprend 112 membres, semblaient assez clairsemés ce samedi.» Les participants à la 21^e assemblée plénière se sont montrés moins préoccupés par les questions géologiques ou techniques que par celle de savoir «quelle forme prendra la consultation régionale lors de l'étape 3 – qui s'étendra sur 11 ans, vraisemblablement à partir de 2020 –, et qui en décidera». Selon le bi-hebdomadaire zurichois, le malaise évoqué dans le titre de l'article est avant tout lié à la composition future de la conférence régionale et à la façon dont les sièges y seront répartis, puisque les autorités communales devraient se voir octroyer davantage de sièges et que plusieurs communes (suisses) ont demandé leur admission. «En outre, plusieurs communes allemandes sollicitent la création ou l'ajout de sièges pour leurs autorités. C'est le cas de Hohentengen, Klettgau, Dettighofen, Blumberg, Gottmadingen et Rielasingen-Worblingen. La future conférence régionale devrait donc grandir si l'on ne veut n'exclure personne». Le mot du représentant de l'OFEN donne à penser que les choses évolueront en ce sens: «Chacun pourra rester aussi longtemps qu'il tiendra sur ses jambes.»

En fin de compte, moins de forages que de demandes d'autorisation

Le 10 mai, la «St. Galler Tagblatt» et la «Thurgauer Zeitung» ont repris, dans un article identique, le thème des oppositions déposées contre les demandes de forage de la Nagra. Si les quelque 500 oppositions en grande partie préformulées concernant les forages du Bözberg donnaient plutôt une impression d'entêtement, celle déposée par la commune thurgovienne de Schlatt est motivée par des raisons concrètes, à savoir des réserves concernant le plan de gestion du trafic lié aux forages prévus dans la commune voisine de Trüllikon (lesquels pourraient être effectués en biais et donc passer sous le territoire de la commune de Schlatt). Selon sa présidente, la commune de Schlatt obtient en outre deux avantages: «Nous serons informés de la suite de la procédure et pourrons, si nécessaire, y participer.» Dans le même article, on apprend aussi que les choses ne seront pas aussi terribles qu'on le craint,

que ce soit dans le «Weinland», où huit demandes ont été déposées pour des forages dans cinq communes, ou ailleurs. «On saura dans le courant de l'année s'il faut vraiment forer sur deux sites à Trüllikon. Comme l'a indiqué la porte-parole de la Nagra Jutta Lang, on part pour l'heure du principe que seuls trois à cinq forages seront effectués dans le Weinland. De plus, il n'est pas certain que des forages en biais seront réalisés à Trüllikon.»

Champions League ou stockage en profondeur?

«Hello, il y a quelqu'un?» titre l'«Andelfinger Zeitung» le 12 mai à propos d'une séance d'information manifestement peu suivie. «Personne ne semble s'intéresser à son propre avenir. Pourquoi?» demande dans son introduction la journaliste qui s'était déjà exprimée trois jours plus tôt sur la participation à la conférence régionale (voir plus haut). Elle explique ce désintérêt par le sport et la météo: «OK, pour une fois, il faisait beau ce soir-là. OK, c'était la demi-finale de la Champions League. Mais tout de même. Chacun des ménages de la région, qui compte près de 30'000 habitants, devait avoir reçu l'invitation de l'OFEN. Or, il y avait tout au plus 80 personnes, experts inclus, au centre de formation de l'AZA. C'était au moins aussi décevant que le ratage d'un penalty par votre équipe favorite.» L'auteure ne se penche que brièvement sur la teneur de la manifestation, sur le motif du maintien en lice du Nord des Lägern et sur le thème des eaux souterraines. Elle assortit sa conclusion d'un appel: «C'était intéressant. Même pour les nombreuses personnes qui savaient déjà tout pour avoir assisté à la conférence régionale ou parce qu'elles font partie des autorités. Il n'est pas encore trop tard pour participer à l'étape 3. Mais un jour ou l'autre, ça le sera.»

Le même jour, «Der Landbote» émet un autre son de cloche: sous le titre «Les Allemands tiennent à être consultés davantage», le quotidien de Winterthur nous explique en détail pourquoi la commune allemande de Jestetten n'est pas contente du rôle qui lui a été attribué dans la procédure. Elle n'a en effet que le statut d'«autre commune concernée» et non celui de «commune d'infrastructure», comme le souhaiterait sa présidente. Car «le territoire de nombreuses communes d'infrastructure suisses est de fait plus éloigné de l'entrée du dépôt que certaines parties du territoire de Jestetten» et «une commune ne cesse pas d'être concernée simplement parce qu'elle se trouve de l'autre côté de la frontière». Le 12 mai, on a en outre pu lire dans les colonnes des «Schaffhauser Nachrichten» ce qui avait été dit lors de la séance d'information si peu suivie d'après l'«Andelfinger Zeitung». Un repré-

sentant de l'IFSN aurait notamment déclaré, à propos des divergences entre les autorités et la Nagra quant à l'adéquation du site: «La Nagra a très bien travaillé et tout fait correctement. Mais les données sont encore insuffisantes à certains égards.»

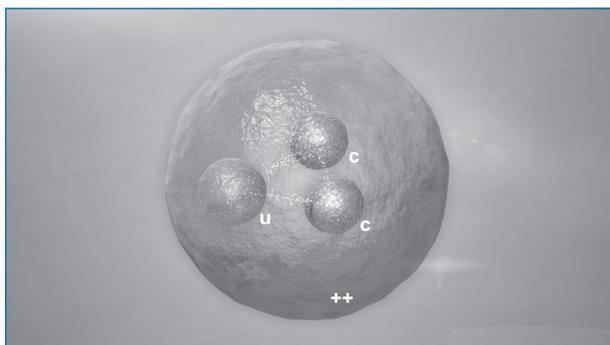
«Il n'existe pas de dose anodine de ce rayonnement »

Une semaine plus tard, le «Landbote» et l'«Andelfinger Zeitung» ont publié des articles presque identiques sur l'assemblée générale de «Klar! Schweiz». Au lieu de titrer «Une association antinucléaire invite un médecin à une conférence sur la radioactivité», le «Landbote» aurait tout aussi bien pu écrire «Une association antinucléaire invite un représentant d'une autre association antinucléaire». Il ne fait guère de doute que les propos tenus par Claudio Knüsli, de l'association «Médecins pour la prévention de la guerre nucléaire», ont suscité l'approbation de l'auditoire: «Il n'existe pas de dose anodine de rayonnement ionisant. Aux environs des centrales nucléaires, on trouve des observations significatives, reproductibles et scientifiques de problèmes de santé liés à des dommages génétiques. Claudio Knüsli mentionne les cas de cancer touchant les jeunes enfants et la diminution des naissances de filles par rapport aux naissances de garçons.» Néan-

moins, «le Dr Knüsli ne fait pas porter le chapeau à la seule industrie nucléaire. Critique par rapport à sa profession, il affirme que le diagnostic médical est la source principale des doses de rayonnement ionisant reçues». «Il n'a toutefois pas voulu répondre directement à la question de savoir si la construction d'un dépôt en profondeur dans le Weinland serait susceptible d'avoir des conséquences sanitaires». Le thème des forages exploratoires a également été abordé. Dans ce contexte, l'association, par la voix de sa co-présidente Käthi Furrer, critique la procédure suivie par la Nagra: «Il faut d'abord définir les critères qui doivent être remplis pour que le stockage final soit sûr. Jusqu'à présent, il semble que le plan consiste à forer et à voir ensuite ce que ça donne. Cela engendre l'impression qu'il y a un certain arbitraire ou du moins que la transparence n'est pas complète». Et d'ajouter: «Les critères d'un stockage sûr doivent être exposés à la population de manière suffisamment claire pour que les géologues ne soient pas les seuls à s'y retrouver.» Aucun des articles ne dit si Mme Furrer avait assisté à la séance d'information si peu suivie selon l'«Andelfinger Zeitung»... (M.Re./D.B., d'après différents articles de presse, 2017)

En Suisse

Lors de la conférence EPS sur la physique des hautes énergies, qui s'est tenue à Venise, l'expérience LHCb de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire **Cern**, à Genève, a annoncé l'**observation** de la particule Ξ_{cc}^{++} (Ξ_{cc}^{++}).



Représentation de la nouvelle particule, composée de deux quarks charmés (c) et d'un quark up (u).

Photo: Daniel Dominguez/Cern

Par rapport à 2015, la **consommation finale d'énergie** en Suisse a augmenté de 1,9% en 2016 pour s'établir à **854'300 térajoules (TJ)**. Cette hausse est due avant tout à des conditions météorologiques à nouveau moins favorables.

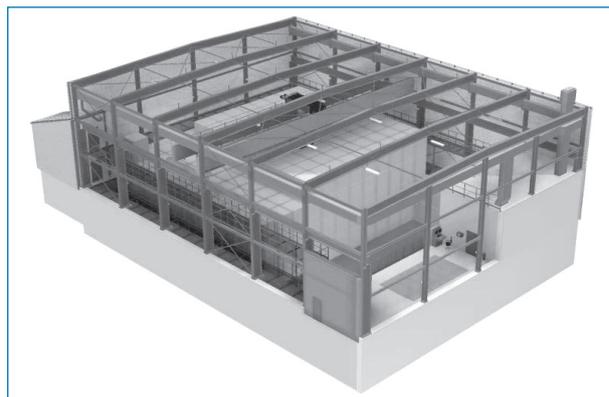
Entre mars et début juin 2017, trois **conteneurs de transport et de stockage** du type TN24BH comprenant 69 assemblages combustibles chacun en provenance de la centrale nucléaire de Leibstadt ont été acheminés jusqu'au centre de stockage intermédiaire de Würenlingen, **Zwilag**.

Le centre de stockage intermédiaire de Würenlingen, **Zwilag**, prévoit la construction d'une **nouvelle halle de stockage** pour les composants conventionnels. Les travaux devraient être lancés à l'automne 2017 et être achevés à la fin de l'été 2018.

Entre le 18 avril et le 7 juillet 2017, plus de **600 fûts** de déchets faiblement radioactifs issus de l'exploitation des cinq tranches nucléaires suisses ont été traités par Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG (**Zwilag**). A l'issue de la 23^e campagne, le nombre total de conteneurs restants était de 132. En attendant d'être stockés dans un dépôt en couches géologiques profondes, ils seront entreposés au centre Zwilag.

Un agrandissement du **laboratoire souterrain international du Mont Terri**, dans le canton du Jura, est prévu, notamment pour faire plus de place pour les projets de recherche en lien avec le stockage en couches géologiques profondes de déchets radioactifs. Environ **600 mètres de nouvelles galeries et niches** seront creusés dans la partie sud du laboratoire.

L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN estime dans son rapport d'évaluation que, du point de vue de la sûreté technique, le nouvel entrepôt de la Confédération, dénommé «**Stapelplatz OST**» (OSPA), situé à l'Institut Paul-Scherrer.



Plus de place pour les déchets de faible et de moyenne activité sur le terrain du PSI: modélisation du bâtiment OSPA en projet.

Photo: Ensi

La Centrale nationale d'alarme (**CENAL**) a effectué ses vols de **mesure de la radioactivité** au sol entre le 22 et le 30 juin 2017. A la demande de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), cette année, les mesures ont porté sur les centrales nucléaires de Gösgen et de Mühleberg.

La Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (**Nagra**) a déposé le 24 août 2017 auprès de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) six **demandes de forage** dans le domaine d'implantation **Nord des Lägern**.

A l'étranger

Le **cabinet des ministres de l'Ukraine** a adopté la **nouvelle stratégie énergétique** du pays le 18 août 2017. Celle-ci prévoit qu'à l'horizon 2035, la **part du nucléaire** dans la production d'électricité continuera de s'établir **autour de 50%**, celle des énergies renouvelables à 25%, l'hydraulique à 13% et le reste sera pris en charge par les centrales fossiles.

Le nouveau gouvernement d'**Australie occidentale** interdit désormais **l'extraction d'uranium**. Les quatre projets qui avaient été autorisés par l'ancien gouvernement ne sont pas concernés. Il s'agit des projets Wiluna de Toro Energy Ltd., Kintyre et Yeelirrie de Cameco Australia Pty Ltd., et Mulga Rock de Vimy Resources Ltd.

Le 29 août 2017, la **banque de combustible** multilatérale d'uranium faiblement enrichi (UFE) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a été inaugurée sur le terrain de l'Ulba Metallurgical Plant JSC (UMP), à Oust-Kamenogorsk (Öskemen), dans l'est du **Kazakhstan**.



Lors de la **cérémonie d'inauguration de la banque de combustible multilatérale d'uranium faiblement enrichi (UFE)**, le **directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano**, a **expliqué toute l'importance d'un approvisionnement sûr en combustible nucléaire**.

Photo: M. Ferrari/IAEO

Environ 1 kilo d'Uranium hautement enrichi (**UHE**) d'origine chinoise a été **retiré** du réacteur de recherche ghanéen GHARR-1. Avec le renvoi de ce combustible en Chine, le **Ghana** devient le 32^e pays à être entièrement débarrassé de son UHE.

Le State Enterprise Radioactive Waste SE (Seraw) a commencé le 29 août 2017 la **construction** du dépôt national de déchets faiblement et moyennement radioactifs (**Radiana**), à proximité de la centrale nucléaire de Koslodui en Bulgarie.

La **taxe** sur le nucléaire prélevée en **Allemagne** entre 2011 et 2016 sur les assemblages combustibles est **anticonstitutionnelle**. Telles sont les conclusions de la Cour constitutionnelle fédérale allemande dans son verdict du 7 juin 2017.

Les deux navires Pacific Heron et Pacific Egret ont quitté le port de Cherbourg le 5 juillet 2017 pour transporter des **assemblages combustible mox** d'Areva SA vers le Japon. Ceux-ci sont destinés à la tranche nucléaire **Takahama 4** de Kansai Electric.



Chargement d'un conteneur de combustible mox à bord du «Pacific Egret»

Photo: Cédric Helsly/Areva

Mi-août 2017, les **générateurs de vapeur** et la **cuve de pression** de la tranche 4 de la centrale nucléaire de **Barakah**, aux Emirats arabes unis (EAU), ont été mis en place avec succès. D'après Emirates Nuclear Corporation (Enec), la tranche est actuellement préparée en vue de sa mise en service, attendue courant 2018.

Mi-août 2017, les ouvriers ont abaissé le premier **générateur de vapeur** dans le bâtiment du réacteur AP1000 **Vogtle 3**. Il s'agit de la première mise en place d'un gros composant sur ce chantier de l'Etat de Georgie depuis la reprise de la gestion de projet par Southern Nuclear Operating Company, fin juillet 2017.



Le premier générateur de vapeur du réacteur AP1000 Vogtle 3 a été installé mi-août 2017 dans le bâtiment réacteur.

Photo: Georgia Power

Le **dôme** du réacteur de la tranche du type indigène ACPR-1000 **Hongyanhe 6**, dans la province de Liaoning, a été posé le 8 septembre 2017.

D'après State Nuclear Power Technology Corporation (SNPTC), la tranche AP1000 **Sanmen 2**, dans la province chinoise de Zhejiang, a réussi les **tests à froid** hydrostatiques.

China National Nuclear Corporation (CNNC) a achevé les **tests à chaud** sur le circuit du réacteur et autres systèmes de la tranche nucléaire **Sanmen 1**, dans la province chinoise de Zhejiang.

Le réacteur nucléaire **Fuqing 4**, dans la province chinoise du Fujian, a pour la première fois délivré de **l'électricité** sur le réseau national. Une première réaction en chaîne autoentretenu avait été générée plus tôt. Le premier chargement en combustible de Fuqing 4 s'était déroulé entre le 13 et le 19 juin 2017.

Le premier béton de la tranche **Kudankulam 3**, dans l'Etat indien de Tamil Nadu, à la pointe sud de l'Inde, a été coulé le 29 juin 2017, marquant le lancement officiel des travaux de **construction**. Le permis de construire avait été délivré dix jours plus tôt par l'Atomic Energy Regulatory Board (AERB).

D'après Korea Hydro and Nuclear Power Company Ltd. (KHNP), l'achèvement de la **quatrième tranche** de la centrale de **Shin Kori** accusera un retard de dix mois. Le réacteur APR-1400 devrait ainsi être connecté au réseau à l'automne 2018.

Chashma 4 (PWR, 315 MW) a été la cinquième tranche nucléaire pakistanaise à être **connectée au réseau**. La centrale de Chashma – également appelée Chasnupp (abréviation de Chashma Nuclear Power Plant) – se trouve dans la province de Punjab, à proximité du barrage de Chashma, à environ 210 km au sud-ouest d'Islamabad.

Georgia Power Company recommande de **poursuivre** la construction des tranches AP1000 **Vogtle 3 et 4**, dans l'Etat américain de Géorgie. Il s'agit en effet de l'option la plus avantageuse pour les clients au plan économique.

Duke Energy Corporation a, quant à elle, l'intention de **renoncer** à la construction de deux **AP1000** à la fois en Caroline du Sud et en Floride, suite à la mise en faillite du fournisseur de réacteurs Westinghouse Electric Company LLC.

Le gouvernement espagnol a décidé le 1^{er} août 2017 de ne pas renouveler l'autorisation d'exploitation pour la tranche nucléaire actuellement à l'arrêt **Santa María de Garoña**. Le Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) avait pourtant plaidé en faveur d'une remise en service.

Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) a décidé de **suspendre** les travaux préparatoires en vue de la construction des **tranches 5 et 6** de la centrale nucléaire de **Shin Kori**, dans le sud-est de la Corée du Sud. Deux semaines plus tôt, le président sud-coréen Moon Jae-in avait arrêté la construction par décision administrative.



Représentation des tranches APR-1400 Shin Kori 5 et 6, dont la construction a été suspendue.

Photo: KHNP

La tranche nucléaire **Kori 1** (PWR, 576 MW), exploitée par Korea Hydro & Nuclear Power Company Ltd. (KHNP), a été **définitivement arrêtée** le 18 juin 2017 à minuit après 40 ans d'exploitation.

Exelon Corporation a décidé **d'arrêter** de manière anticipée la tranche nucléaire **Three Mile Island** (PWR, 819 MW) fin septembre 2019, à moins que les autorités ne lancent une série de mesures «indispensables».

Le Russe ASE Group of Companies et Nuclear Power Corporation of India Ltd. (NPCIL) ont signé un accord-cadre relatif à la **troisième phase de construction** de la centrale nucléaire de **Kudankulam**, dans l'Etat indien de Tamil Nadu.

L'Indira Gandhi Center for Atomic Research (IGCAR) et Hindustan Construction Company Ltd. (HCC) ont signé un contrat de plusieurs millions portant sur la construction d'une **installation de retraitement** sur le site de **Kalpakkam**, en Inde.

La **Slovénie** est devenue le 4 juillet 2017 un **Etat membre associé** en phase préalable à l'adhésion à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire **Cern**, à Genève..



Vojislav Šuc, ambassadeur de Slovénie auprès des Nations unies, remet à la directrice générale du Cern, Fabiola Gianotti, l'accord de son gouvernement permettant au pays de devenir **Etat membre associé**.

Photo: Maximilien Brice/Cern

Le 1^{er} septembre 2017, l'**European XFEL** a été **inauguré** en grandes pompes à Schenefeld, près de Hambourg. Le plus grand laser à rayons X au monde génère 27'000 flashes de rayons X par seconde et permet de réaliser des expériences entièrement nouvelles. (M.A./C.B.)



Le ministre de la Recherche et d'autres représentants des pays partenaires coupent le ruban pour l'inauguration officielle de l'**European XFEL**.

Photo: European XFEL

► 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.

Peter Morf

Correspondant au Palais fédéral de «Finanz und Wirtschaft»



Le «scénario du pire» en matière de politique énergétique

Après l'acceptation du premier volet de la Stratégie énergétique 2050, la Suisse se dirige vers une économie planifiée pour la production et la distribution d'électricité.

Le 10 mars 2011, tout va encore pour le mieux dans le monde de l'électricité suisse. La force hydraulique et l'énergie nucléaire, qui assurent respectivement 60 et 35% de la production du pays, sont les deux principaux piliers d'un mix de production pratiquement exempt d'émissions de CO₂, qui est unique au monde et semble intangible. On prévoit même de construire de nouvelles centrales nucléaires pour remplacer celles qui prennent de l'âge. N'étant encore que modestement subventionnées, les énergies renouvelables dites nouvelles que sont le solaire et l'éolien ne constituent qu'un phénomène marginal.

Deux jours plus tard, la donne change du tout au tout. Le 11 mars, un violent séisme se produit dans l'océan Pacifique, déclenchant un tsunami qui dévaste les côtes japonaises, infligeant des dommages considérables à la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi, dommages qui aboutiront à plusieurs fusions de cœur. La Suisse est pétrifiée de terreur, persuadée que le risque résiduel vient de se matérialiser. Une conclusion qui se révélera totalement fautive: la catastrophe aurait pu être évitée si des mesures de sûreté suffisantes avaient été prises. Mais de nombreux partisans de l'atome, à commencer par la ministre de l'Énergie Doris Leuthard, passent du jour au lendemain dans le camp adverse.

Abandon de l'énergie nucléaire

Quelque mois plus tard, Doris Leuthard présente la première mouture de la Stratégie énergétique 2050. Il s'agit d'un projet élaboré à la va-vite, sans base scientifique solide, et qui vise l'abandon de l'atome.

La teneur de ce projet est la suivante: les centrales nucléaires existantes ne seront pas remplacées, les pertes de production devant être compensées par du solaire et de l'éolien. Des programmes d'économie d'électricité doivent

être prescrits. On parle également de centrales au gaz, idée que l'on abandonnera par la suite pour des raisons d'opportunité. En d'autres termes, le mix suisse d'électricité, jusqu'alors exemplaire, est soudain mis au rebut.

Le 21 mai 2017, le peuple approuve le premier volet de la stratégie énergétique à la nette majorité de 58% des voix. Ce paquet de mesures ouvre la voie à une économie planifiée. Le subventionnement du solaire et de l'éolien est massivement augmenté, et une multitude de lois, d'obligations et d'interdictions est instaurée. Mais ce premier volet ne réalise au mieux que la moitié des objectifs poursuivis. Le deuxième paquet de mesures prévu initialement, une taxe d'incitation sur l'énergie, a échoué pitoyablement devant le Parlement.

Ce rejet a pour effet de bloquer la stratégie énergétique. Par ailleurs, il met en évidence l'un des gros défauts de l'exercice: personne ne sait comment se présentera le marché de l'électricité de demain. Lors de l'élaboration du deuxième volet, on s'est apparemment cru dispensé de la tâche de réfléchir à la future organisation du marché, une grossière faute politique. C'est au début de la conception d'une stratégie qu'il faut réfléchir à l'organisation du marché, pas à la fin.

Davantage de subventions

Quatre mois après le scrutin, une seule chose est claire: le système de subventionnement continuera d'être développé. La rétribution à prix coûtant (RPC) va augmenter. Les usines hydroélectriques seront elles aussi soutenues. Cette situation n'est pas dépourvue d'ironie: ce sont précisément les subventions octroyées au solaire et à l'éolien à hauteur de plusieurs milliards en Allemagne et de plusieurs millions en Suisse, qui, conjuguées au bas niveau des prix du charbon, ont provoqué l'effondrement des prix

de l'électricité. De ce fait, un certain nombre d'usines hydroélectriques, principalement de grandes installations, ont cessé d'être rentables. La branche a demandé des subventions.... et les a reçues.

Le Parlement discute maintenant de nouvelles mesures visant à soutenir la force hydraulique. En parallèle, de gros producteurs, comme tout récemment Alpiq, demandent plus ou moins explicitement des aides étatiques directes. D'un autre côté, les cantons de montagne s'opposent aux réductions de la redevance hydraulique en faveur des centrales hydroélectriques. La nationalisation complète de certains producteurs d'électricité pourrait même constituer une solution à cette situation apparemment inextricable. Rappelons toutefois que la conseillère fédérale Leuthard avait promis haut et fort, lors de la première présentation de la stratégie énergétique, qu'il n'y aurait pas d'abandon de l'économie de marché. Une promesse qui a fait long feu.

L'énergie nucléaire est pénalisée à deux titres. D'une part, la loi approuvée par le peuple interdit la construction de nouvelles centrales nucléaires. Les installations existantes peuvent en principe rester raccordées au réseau jusqu'à la fin de leur durée de vie. La gauche et les Verts s'emploient toutefois à compliquer la vie des exploitants en leur imposant toutes sortes de contraintes qui ont pour effet de renchérir la production. L'objectif est ici d'imposer l'abandon prématuré de l'atome par des voies détournées. BKW en a tiré ses conclusions et décidé d'arrêter Mühleberg en 2019 déjà. D'autre part, l'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires revient de facto à une interdiction technologique. En Suisse, l'attrait de la formation et de la recherche dans le domaine du nucléaire est en chute libre. Les étudiants du pays ne peuvent en effet plus s'attendre à trouver un emploi en Suisse. Cette situation pourrait avoir des effets pervers. Si l'acceptation du nucléaire par les nouvelles générations augmente un jour à nouveau et que la construction d'installations nucléaires redevient d'actualité, la Suisse devrait – après avoir modifié la loi – acheter la technologie à l'étranger.

Selon les partisans de la stratégie énergétique, les choses n'iront jamais aussi loin: le solaire et l'éolien remplaceront facilement les centrales nucléaires. Belle illusion: ces deux technologies fournissent du courant de façon irrégulière et imprévisible, si bien qu'ils ne peuvent pas remplacer l'énergie de bande, parfaitement stable, produite par les centrales nucléaires.

Menace sur la sécurité de l'approvisionnement

Les capacités de production du solaire et de l'éolien doivent en outre être accompagnées de réserves immédiatement utilisables. Les centrales au gaz maintenues en stand-by se prêtent très bien à cette fonction, mais cette solution est

très onéreuse et très nocive pour l'environnement. L'autre solution, ce sont les importations. Ces dernières sont aujourd'hui possibles sans problèmes: nous pouvons disposer de courant produit par les centrales nucléaires françaises ou par les centrales au charbon ou au gaz allemandes. Cela ne tardera toutefois pas à changer. Les contrats de fourniture d'électricité conclus avec les centrales nucléaires françaises arriveront à expiration dans un avenir proche: pourra-t-on (et voudra-t-on) les renouveler? Quant à l'Allemagne, elle a prévu d'arrêter sa dernière centrale nucléaire en 2022. Elle aura alors bien besoin du courant issu de son gaz et de son charbon. Or, à chaque panneau solaire et à chaque éolienne que la Suisse installe, ses besoins d'importation augmentent. Loin de garantir la sécurité d'approvisionnement, la stratégie énergétique la met en danger.

Nous voilà confrontés à double titre au «scénario du pire» mentionné plus haut. Premièrement, la Suisse a lancé sa politique énergétique sur la voie de l'économie planifiée. L'influence de l'Etat croît – et pas seulement dans le secteur de l'électricité. Deuxièmement, la Suisse abandonne un mix de production presque parfait au profit d'importations, voire de centrales au gaz. Sa production d'électricité entre ainsi dans l'ère fossile, avec un train de retard et sans nécessité aucune.

La Stratégie énergétique 2050 coûtera cher à la Suisse. A la fois financièrement et en raison du manque d'incitations d'ordre réglementaire. Eu égard au premier paquet de mesures, la probabilité que la Suisse revienne sur le droit chemin, c'est-à-dire sur celui du marché, est marginale. Les politiciens bourgeois qui, après le vote du 21 mai, ont encore le courage de miser sur le marché risquent fort de se casser les dents sur les nouvelles lois et sur la détermination de la phalange allant du camp gauche/Verts jusqu'au centre droit (PDC), qui défendra bec et ongles la stratégie énergétique. Il n'y a là rien de réjouissant. (D.B.)

L'auteur

Peter Morf (1956) a étudié l'économie à l'Université de Berne. Après avoir obtenu sa licence, en 1983, il est engagé par une association faîtière de l'économie, où il travaille pendant un peu plus de sept ans. En automne 1990, il entre comme rédacteur au journal «Finanz und Wirtschaft», lequel le nomme correspondant au Palais fédéral en juin 1993. La politique énergétique est l'un de ses thèmes de prédilection et il suit d'un œil critique l'évolution de la Stratégie énergétique 2050.

Dans les ruines de Fukushima

«Une bombe de la Seconde Guerre mondiale découverte dans les ruines de la centrale nucléaire de Fukushima» pouvait-on lire le 10 août 2017 à la une des portails en ligne de l'«Aargauer Zeitung», du «Blick» et de «Watson». Le «St. Galler Tagblatt» y est même allé d'un «Fukushima sous la menace d'une bombe». Reconnaissons-le, nous avons eu la trouille.

A l'étranger, la situation était présentée de façon tout aussi menaçante: «Une bombe découverte dans la centrale de Fukushima» titrait «Le Figaro», tandis que le «Spiegel Online» écrivait: «Ruine atomique de Fukushima: des travailleurs découvrent une bombe datant de la Seconde Guerre mondiale» et que «T-Online», le portail d'actualités de Deutsche Telekom, présentait l'origine supposée de l'engin comme un fait avéré: «Fukushima: une bombe américaine découverte dans les ruines de la centrale».

Ces titres inquiétants étaient suivis d'articles comportant de nombreux points communs. Dès la première phase,

l'histoire était relativisée: on apprenait que la bombe avait été découverte «dans l'enceinte» de la centrale accidentée. Tous les médias indiquaient ensuite que l'engin se trouvait à une distance d'un kilomètre des réacteurs nucléaires. En d'autres termes, il n'était ni dans des bâtiments ni «dans les ruines de la centrale nucléaire». En titrant «Bombe de la Seconde Guerre mondiale découverte à Fukushima Daiichi», la «Neue Zürcher Zeitung» s'est pour sa part habilement tirée d'affaire, puisque cette formulation est correcte sur le fond tout en faisant suffisamment peur. Son article est d'ailleurs à notre connaissance le seul dont l'auteur soit indiqué nommément. Tous les autres articles de la presse alémanique sont des reprises, plus ou moins modifiées, d'une dépêche de l'Agence télégraphique suisse, laquelle est d'ailleurs l'auteur du titre parlant de bombe dans les ruines de la centrale nucléaire. Et dire que nous étions sur le point d'accuser les rédactions en ligne d'user de sensationnalisme pour faire peur aux gens... (M.Re./D.B.)



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**

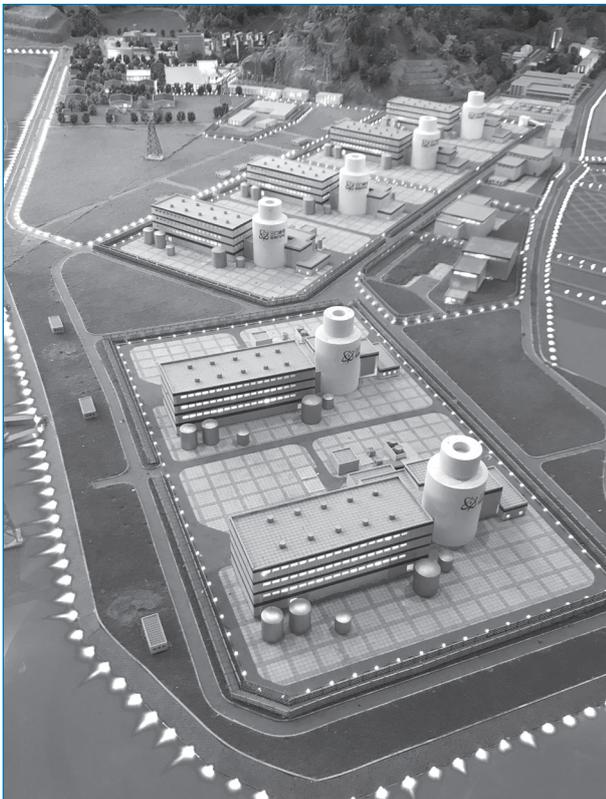
Le cours d'approfondissement s'adresse aux collaborateurs des centrales nucléaires et de leurs fournisseurs, aux représentants des autorités, ainsi qu'aux étudiants et aux assistants des universités techniques et des hautes écoles spécialisées. Il sera donné en allemand.



INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR WWW.NUKLEARFORUM.CH

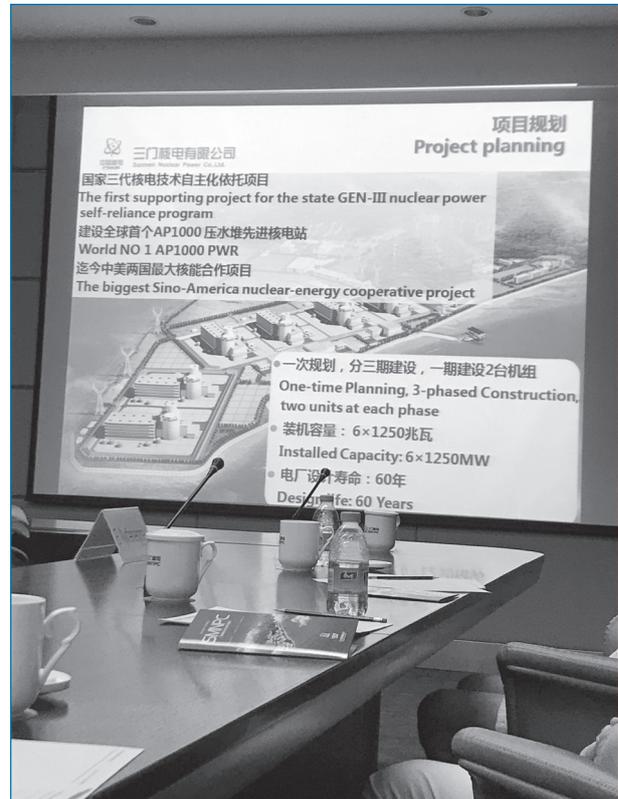
Voyage d'étude en Chine: reflets

En Chine, 37 tranches nucléaires sont actuellement en service et 19 en construction. Sur le site de Sanmen – qui se trouve dans la province de Zhejiang, à quelque 350 km au sud de Shanghai –, pas moins de six tranches sont soit en projet, soit en chantier. Le 7 août 2017, un groupe de membres du Forum nucléaire suisse et de l'Union suisse des arts et métiers a pu visiter le chantier ouvert sur ce site par la Sanmen Nuclear Power Co. Ltd. (SNPC), une filiale de la China National Nuclear Corporation (CNNC).



Les pavillons des visiteurs comptent parmi les projets clés en matière de communication avec la population. Celui de Sanmen contient une maquette du futur parc nucléaire du site. La tranche Sanmen 1, un AP1000 (au fond à droite), doit être synchronisée au réseau en novembre 2017. Sa mise en service était initialement prévue pour 2013. Selon la SNPC, les quatre ans de retard enregistrés ont majoré les coûts de 20%. La tranche 2 devrait être synchronisée au réseau en août 2018. La centrale est conçue pour être exploitée pendant 60 ans.

Photo: Forum nucléaire suisse



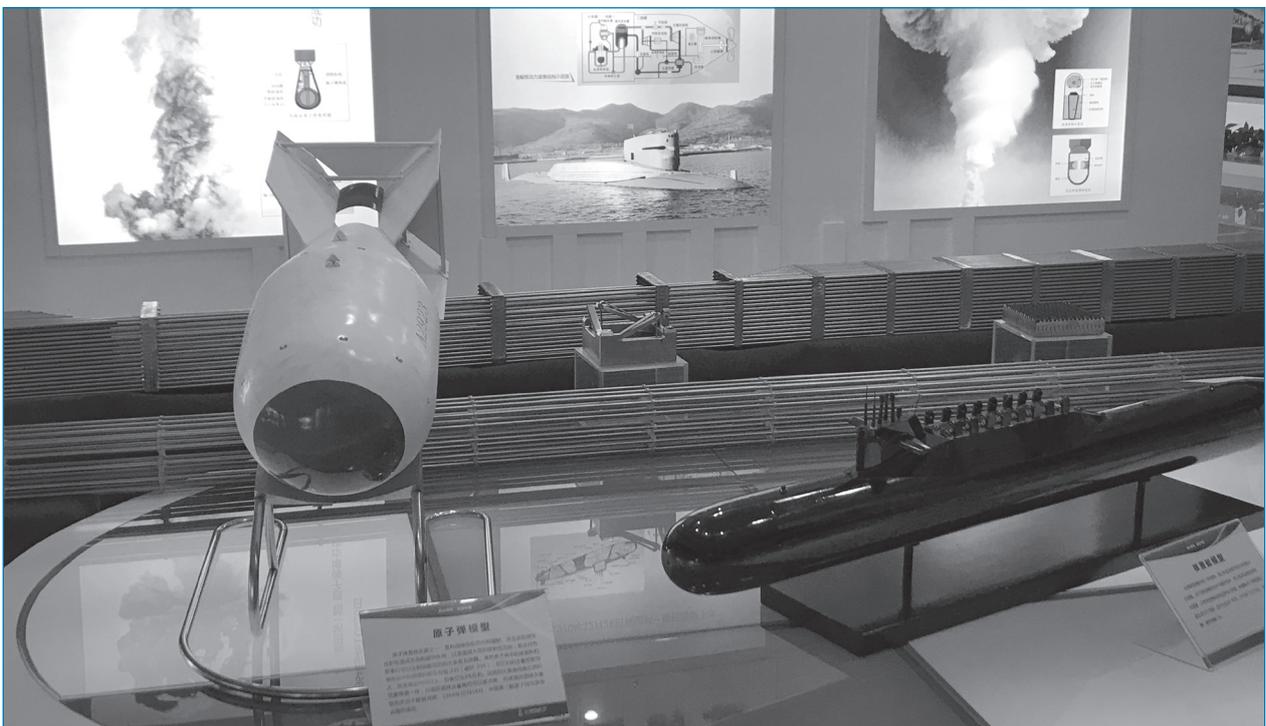
Sanmen a été présélectionné comme site potentiel pour la construction de centrales nucléaires en 1983 déjà. La planification des six tranches AP1000 (6 x 1250 MW) a été faite de façon simultanée. La construction a, quant à elle, été subdivisée en trois phases de deux tranches. La modularité de l'AP1000 est considérée comme l'une des spécificités de ce type avancé de réacteur.

Photo: Forum nucléaire suisse



Au fond à gauche, on aperçoit les tranches Sanmen 1 et 2, pratiquement terminées. Les chantiers de Sanmen 3 et 4 se trouvent à leur droite. La Chine est fière de ses statistiques en matière d'événements nucléaires: à ce jour, elle ne déplore ni accident ni blessé graves.

Photo: Forum nucléaire suisse



Dans le pavillon des visiteurs, on trouve une (petite) maquette de bombe atomique à côté d'un assemblage combustible et on voit des photos d'explosions d'armes nucléaires (champignons atomiques). Cette comparaison a été choisie pour illustrer, en prenant l'exemple de l'enrichissement de l'uranium, le peu de risques que présente l'usage civil du nucléaire par rapport à ses applications militaires. Dans les explications, il est dit que la bombe A peut être symboliquement comparée à de la liqueur et l'élément combustible à de la bière: du fait de sa forte teneur en alcool, la liqueur est facilement inflammable, contrairement à la bière, dont la teneur en alcool – c'est-à-dire le taux d'enrichissement – est faible. (B.B./D.B.)

Photo: Forum nucléaire suisse

Prochaine Rencontre du Forum

La cinquième et dernière Rencontre du Forum de l'année 2017 aura lieu le 21 novembre au restaurant Au Premier, dans la gare centrale de Zurich. L'exposé sera donné par M. Benoît Revaz, directeur de l'Office fédéral de l'énergie.

Cours d'approfondissement 2017

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

www.nuklearforum.ch/fr/vertiefungskurs-2017

Nouvelle feuille d'information

Le Forum nucléaire suisse a publié la nouvelle feuille d'information «Des réacteurs innovants qui utilisent des sphères de combustible». Elle est jointe à ce Bulletin et est également disponible en ligne.

www.nuklearforum.ch/fr/feuilles_info



Photo: CNI23

Apéritif de la SOSIN

Le prochain apéritif de la SOSIN aura lieu le 2 novembre 2017 au Centre de Formation du PSI. M. Matthias Lamm d'Areva GmbH présentera un exposé (en allemand) intitulé «Small modular reactors – une option réelle?».

www.kernfachleute.ch

Le Forum nucléaire et sa «Fanpage»

Retrouvez des informations sur le nucléaire, des faits et chiffres mais aussi des contenus insolites sur notre nouvelle page Facebook. Que vous soyez simplement fan ou abonné, nous vous attendons pour dialoguer! (Uniquement en allemand)

<https://www.facebook.com/NuklearforumSchweiz/>



Photo: Forum nucléaire suisse

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

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