

Mars 2023

BULLETIN 1



Les technologies de réacteurs modulaires en Grande-Bretagne

Page 9

Retour sur l'année nucléaire 2022

Page 2

Nouveau sondage auprès des cadres dirigeants sur les tendances dans le domaine de l'énergie

Page 20

Stratégie énergétique et protection des paysages?

Page 31

Table des matières

Éditorial

Petits réacteurs modulaires: la Berne fédérale passe à côté de notre avenir énergétique	1
-----------------------------------------------------------------------------------------	---

Entretien avec...

«L'«esprit Beznau» est unique!»	2
---------------------------------	---

Informations de fond

Les centrales nucléaires dans le monde en 2022	4
Technologies nucléaires avancées en Grande-Bretagne: panorama des réacteurs modulaires	9
Taxinomie de l'UE: la République tchèque et son dépôt en profondeur	16
Inquiétude des experts: les crises mondiales ralentissent la transition énergétique	20

Décryptage

Une question de stratégie	23
---------------------------	----

Brèves nucléaires

En Suisse	26
À l'étranger	27

La der nucléaire

Pas de tournant énergétique sans sacrifices douloureux	31
--------------------------------------------------------	----

Couac

Merci, Tihange 2	34
------------------	----

Notre suggestion de lecture

Suggestion de lecture: le tabou du nucléaire	35
----------------------------------------------	----

Pour mémoire

36

Petits réacteurs modulaires: la Berne fédérale passe à côté de notre avenir énergétique



Lukas Aebi

Secrétaire général du Forum nucléaire suisse

Chers amis de l'atome,

Le SMR (Small Modular Reactor; en français: petit réacteur modulaire) est sur toutes les lèvres. Ce type nouveau de réacteur suscitait l'attention depuis un certain temps déjà, mais les sommes colossales investies dans le développement d'un SMR à sels fondus par Bill Gates, le fondateur de Microsoft, l'ont littéralement placé sous les feux de la rampe. De fait, les progrès réalisés dans le développement de la technologie SMR sont impressionnants. La Russie a déjà mis en service un SMR qui fournit chaleur et électricité à un village sibérien de manière fiable et dans le respect du climat. Qui plus est, cette installation est flottante. La Chine a lancé il y a deux ans la construction d'un premier SMR à eau sous pression, dans la province de Hainan. Et la Commission européenne entend s'assurer, à l'aide d'une initiative baptisée «SMR Partnership» et destinée aux parties prenantes, que l'Europe ne rate pas le coche en la matière. Pour toutes ces raisons, le Forum nucléaire suisse a décidé de faire du SMR l'un des thèmes phares de l'année 2023. En tant que membre du Forum, vous bénéficierez donc de plus d'articles et de manifestations sur ce thème. Vous trouverez par exemple dans ce numéro un article détaillé sur différents modèles de SMR en phase de pré-homologation au Royaume-Uni.

Dans ce contexte, il est d'autant plus inquiétant que les autorités fédérales, dans le rapport qu'elles ont publié juste avant Noël au titre du monitoring de la Stratégie énergétique 2050, affirment que dans le domaine nucléaire, on n'attend pas, dans un avenir prévisible, de percée susceptible de remettre en question l'interdiction, inscrite dans la loi, d'octroyer des autorisations générales pour la construction de nouvelles centrales. Alors que les initiatives visant à promouvoir le SMR fleurissent un peu partout dans le monde, que l'on construit des installations d'essai et que les premiers mini-réacteurs sont déjà en service, notre Office fédéral de l'énergie ne voit apparemment aucune avancée significative dans cette technologie. Qu'il me soit permis de recommander la lecture de notre newsletter hebdomadaire aux fonctionnaires fédéraux: ils y trouveront des mises à jour régulières sur le développement des SMR.

Ce numéro contient par ailleurs une interview du nouveau directeur de la centrale nucléaire de Beznau, Nikolai Braun.

En vous souhaitant bonne lecture, je vous adresse, chers amis de l'atome, mes salutations nucléaires.

«L'esprit Beznau est unique!»



Nicolai Braun

Directeur de la centrale nucléaire de Beznau

Dans cette interview, Nicolai Braun décrit ses premières impressions en tant que nouveau directeur de la centrale nucléaire de Beznau (KKB) et répond à des questions sur la gestion du personnel et la culture de la sûreté. Il nous révèle les éléments auxquels il accorde une attention particulière en ce qui concerne tant le personnel que l'installation.

Monsieur Braun, vous avez étudié le génie mécanique. Qu'est-ce qui vous a amené à vous lancer dans le nucléaire?

La visite d'une centrale nucléaire pendant ma scolarité. La complexité de l'installation et de ses processus m'a tellement fasciné que lorsque, au terme de mes études, j'ai eu la possibilité de travailler dans une centrale nucléaire, je n'ai pas hésité longtemps. Et je ne l'ai pas regretté une seule seconde depuis lors!

Vous êtes le nouveau directeur de la KKB depuis quelques mois. Auparavant, vous exerciez la même fonction à la centrale nucléaire de Philippsburg 2, en Allemagne. Ressentez-vous des différences opérationnelles et culturelles?

La technologie et les processus sont très similaires, mais il y a effectivement des différences culturelles. Ce qui m'a particulièrement frappé ici à Beznau, c'est l'attachement des collaborateurs à leur installation et leur cohésion. Cette culture et cet esprit sont notre grande force et nous devons absolument les préserver.

Quelles sont vos exigences envers vous-même et envers les autres?

Pour ma part, je m'applique à formuler clairement les objectifs et les lignes directrices tout en faisant confian-

ce aux collaborateurs et en leur laissant la marge de manœuvre nécessaire. Il me semble en outre important que les cadres soient conscients de leur rôle de modèle et qu'ils donnent l'exemple en appliquant nos principes.

Lorsque vous avez rejoint l'équipe de direction de la KKB en septembre 2021, un changement de génération s'est également opéré. Comment cela se traduit-il pour le personnel et à quoi allez-vous accorder une attention particulière?

Dans le génie nucléaire, le savoir-faire et l'expérience jouent un rôle particulier. C'est pourquoi nous avons besoin d'une planification prudente du personnel et de longues périodes de chevauchement pour que les jeunes collègues puissent grandir dans leurs nouvelles fonctions et prendre progressivement des responsabilités. Nous devons en outre offrir des perspectives et un environnement de travail attrayants pour que les bonnes personnes ne se contentent pas de venir chez nous, mais y restent.

Vous produisez de l'électricité dans un contexte difficile. Comment motivez-vous vos collaborateurs? Arrivez-vous à recruter assez de jeunes pour assurer la relève?

Ces derniers mois, nous avons pu embaucher de nom-

breux collaborateurs qualifiés. Compte tenu de la situation actuelle sur le marché du travail, le changement de génération qui s'annonce est toutefois un grand défi pour nous. En tant qu'employeur, nous devons devenir encore plus attractifs pour les jeunes et répondre à leurs besoins. Nous y travaillons au travers de nombreuses mesures, dont la campagne de recrutement en cours.

Les tranches de la KKB comptent parmi les plus anciennes au monde. Constituent-elles un défi particulier en termes de sûreté pour vous en tant que directeur de la centrale?

Non, la KKB est en très bon état. En tant qu'exploitant, nous avons beaucoup investi dans la maintenance et la modernisation de l'installation depuis sa mise en service. L'IFSN nous le confirme, et nous obtenons régulièrement de très bonnes notes lors d'audits internationaux. Mais il va de soi que nous accordons une attention particulière à la surveillance du vieillissement.

Lors de contrôles décennaux, la France a découvert des dommages dus à la corrosion sur certains types de réacteurs. En Suisse, les centrales nucléaires sont contrôlées chaque année pour vérifier la fatigue des matériaux. Cela représente-t-il un effort important?

L'effort est important, mais il fait partie de notre engagement en faveur de la sûreté. Pour des installations de l'âge de Beznau, une bonne surveillance du vieillissement est d'une importance capitale et nous ne faisons pas de concessions à ce sujet.

Quels sont les grands projets en cours à Beznau?

Au cours de son histoire, Beznau a connu plusieurs grandes phases d'investissements, au cours desquelles des systèmes et des parties de l'installation ont été rééquipés, en augmentant ainsi considérablement la robustesse. La conception de l'installation a désormais atteint un degré de maturité tel qu'il s'agit avant tout de renouveler les composants et systèmes vieillissants afin de rester à la pointe de la technologie de rééquipement.

Qu'est-ce que vous appréciez particulièrement à Beznau?

Les collègues! Ce sont eux qui font de notre installation ce qu'elle est. C'est cet «esprit Beznau», que j'ai évoqué tout à l'heure, qui est à la base du maintien en service de l'installation pendant plus de 50 ans – et c'est également lui qui sera à la base du bon déroulement de la dernière décennie d'exploitation.

L'énergie nucléaire fait son «comeback» dans de nombreux pays comme les États-Unis, le Japon, les Pays-Bas, la Pologne, et la Suède. Pensez-vous que la Suisse puisse connaître un revirement en la matière?

Je ne pense pas que les objectifs climatiques mondiaux puissent être atteints sans un développement massif de l'énergie nucléaire. Les débats sociétaux et politiques montreront dans quelle mesure la Suisse entend y contribuer. (D.B.)

Nicolai Braun a étudié le génie mécanique, orientation technologies énergétiques et environnementales. Il est directeur de la centrale nucléaire de Beznau depuis le 1^{er} janvier 2023. Il a commencé sa carrière chez EnBW Kraftwerke AG en Allemagne, où il a occupé différentes fonctions de 2005 à 2022, la dernière – qu'il a exercée pendant un peu plus de quatre ans – étant celle de directeur de la tranche nucléaire Philippsburg 2.

Les centrales nucléaires dans le monde en 2022

En 2022, six tranches nucléaires ont été connectées au réseau pour la première fois, dont l'EPR finlandais Olkiluoto 3, premier projet européen à franchir cette étape depuis quelque quinze ans. Cinq tranches ont été arrêtées définitivement. Au 31 décembre, le parc nucléaire civil mondial comptait 438 réacteurs répartis dans 33 pays, et la puissance nette installée avait légèrement augmenté, s'inscrivant à près de 393'600 MW (contre 388'600 MW en 2021). Quant à la part du nucléaire dans la production totale d'électricité, elle s'est maintenue à quelque 10% à l'échelle mondiale, et à 25% environ dans l'Union européenne.



Connecté au réseau depuis la mi-mars 2022, l'EPR Olkiluoto 3 apporte une contribution essentielle à la sécurité d'approvisionnement de la Finlande tout en participant à la réalisation de ses objectifs en matière de neutralité carbone. Il s'agit de la première tranche nucléaire mise en service en Finlande depuis plus de 40 ans. Le site d'Olkiluoto, situé sur l'île éponyme, près de la côte ouest de la Finlande, compte également deux tranches à eau bouillante. (Photo: TVO)

L'an dernier, six nouvelles tranches ont été connectées au réseau pour la première fois. En Finlande, l'EPR Olkiluoto 3 a été raccordé au réseau national d'électricité le 12 mars. La Chine a procédé à deux mises en service: Fuqing 6 – la troisième tranche Hualong-One au monde – qui a injecté du courant sur le réseau pour la première fois le 1^{er} janvier, suivie le 2 mai par Hongyanhe 6, une tranche de type ACPR-1000. Le 5 mars, le Pakistan a mis en service Karachi 3, le deuxième réacteur Hualong-One construit hors de Chine.

Enfin, deux tranches du type sud-coréen APR-1400 ont été raccordées au réseau, l'une (Shin-Hanul 1, anciennement Shin-Ulchin 1) en Corée du Sud même, l'autre (Barakah 3) aux Émirats arabes unis. Dans ce dernier cas, il s'agit de la troisième tranche du pays.

À fin 2022, la Chine comptait 54 tranches nucléaires en service. Seuls la France et les États-Unis font mieux, avec respectivement 56 et 92 tranches. La Russie, avec 37 tranches, occupe la quatrième place de ce classement.

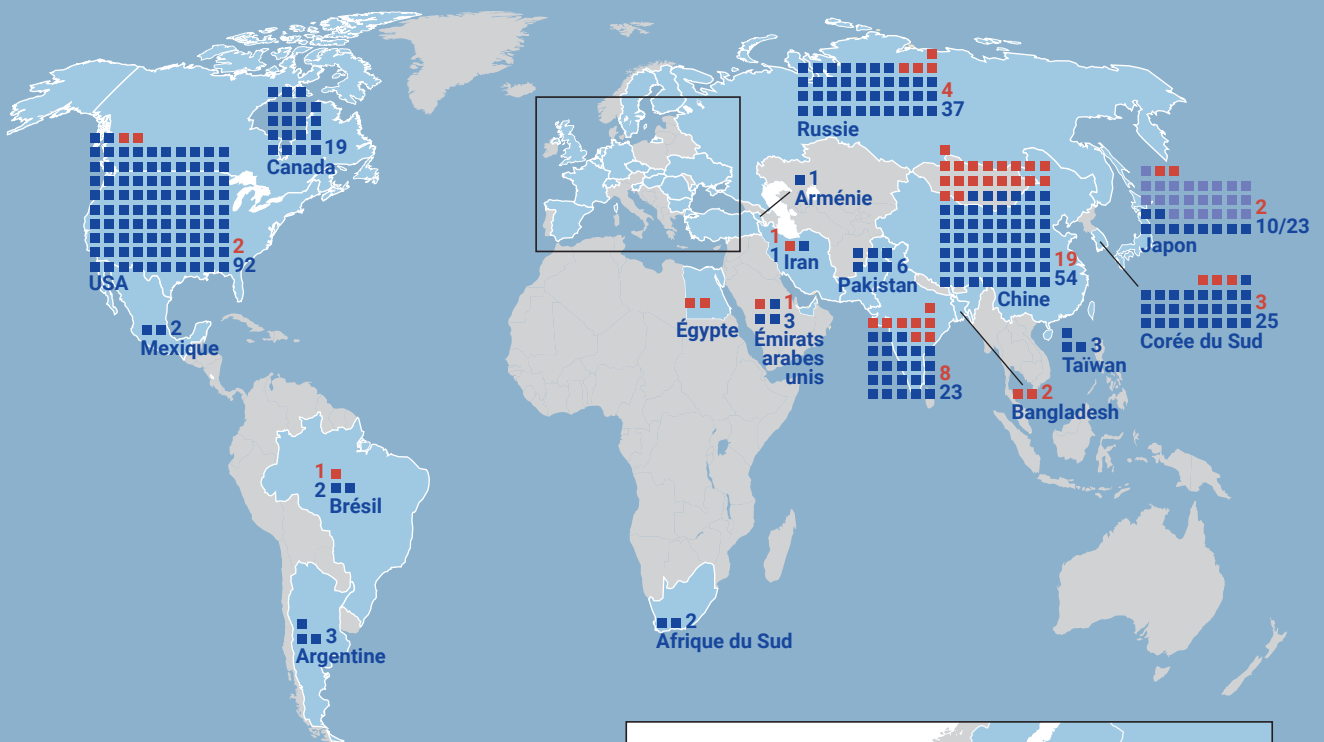
Ouverture du chantier de la première centrale nucléaire d'Égypte...

En Égypte, le premier béton d'El-Dabaa 1 a été coulé le 20 juillet 2022, et la construction d'El-Dabaa 2 a débuté officiellement le 19 novembre. Le site d'El-Dabaa se trouve à quelque 300 km au nord-ouest du Caire, sur la



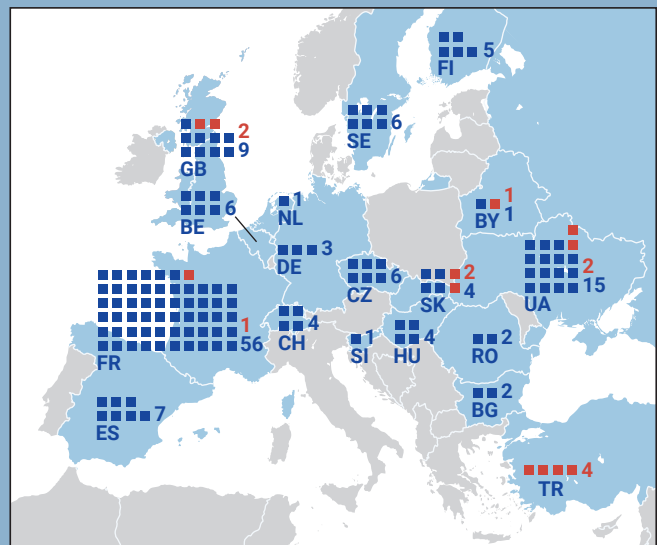
Lancement symbolique de la construction de la première centrale nucléaire d'Égypte sur le site d'El Dabaa, où il est prévu de construire en tout quatre tranches du type russe VVER-1200. (Photo: Rosatom)

Les centrales nucléaires dans le monde



État au 31 décembre 2022

■ Centrales nucléaires en service:	438
■ Dont actuellement à l'arrêt:	23
Puissance totale:	env. 393'600 MW
■ Centrales nucléaires en construction:	57
Puissance totale:	env. 59'000 MW



© 2023 Forum nucléaire suisse



côte méditerranéenne. C'est là que quatre réacteurs du type VVER-1200 seront bâtis par le groupe étatique russe Rosatom sur la base d'un accord de coopération conclu en 2015 entre l'Égypte et la Russie. Il s'agit de réacteurs à eau sous pression de génération III+ offrant une puissance de 1200 MW par tranche. La mise en service du premier réacteur est prévue pour 2026, celle des trois autres pour 2029. Selon les informations fournies par Rosatom, trois sites comportent déjà deux tranches du même type chacun: Leningrad et Novovoronezh en Russie, ainsi que Belarus en Biélorussie.

... et de six autres tranches nucléaires

La Turquie et la Russie ont, quant à elles, lancé officiellement la construction d'Akkuyu 4, également du type russe VVER-1200. Il s'agit de la quatrième tranche nucléaire en construction sur le sol turc. La tranche 1, en chantier depuis avril 2018, devrait être mise en service en 2023. Les tranches 2 et 3 sont en construction depuis avril 2020 et mars 2021 respectivement. Le projet d'Akkuyu est mené selon le modèle Build-Own-Operate sous la conduite de la Russie. Un accord intergouvernemental a été signé avec la Russie en 2010 pour les quatre tranches. La Sberbank russe accorde à Akkuyu Nuclear JSC, la société russe en charge de la construction de la centrale nucléaire, un prêt de 400 millions de dollars sur une période de sept ans. Il est prévu qu'à un stade ultérieur, des entreprises russes détiendront une part de 51% dans le projet, aux côtés d'investisseurs tiers.

La Chine a pour sa part lancé la construction de cinq réacteurs: deux tranches du type russe AES-2006 (Tianwan 8 et Xudabao 4), deux tranches du type indigène CAP1000 (Sanmen 3 et Haiyang 3) et un Hualong-One (Lufeng 5). Avec 19 tranches en chantier, c'est le pays qui a le plus de projets de construction en cours, et de loin. Par ailleurs, quatre tranches CAP1000, une conception chinoise dérivée de l'AP1000 américain, sont en projet sur le site de Lufeng, dans la province du Guangdong (Lufeng 1 à 4). Le Conseil d'État chinois n'en a toutefois pas encore autorisé la construction.

Les durées de construction au cours des dix dernières années

Au cours des dix dernières années, 65 tranches nucléaires ont été mises en service dans le monde. Leur

durée moyenne de construction s'est élevée à un peu moins de sept ans. Ce calcul ne tient pas compte des tranches Atucha 2 (Argentine), Mochovce 3 (Slovénie) et Shin-Hanul 1 (Corée du Sud), dont la construction a été interrompue pendant plusieurs années, ni des projets VVER Kudankulam 1 et 2 en Inde, qui n'ont été mis en service que 11 et 14 ans après le début des travaux en raison de retards massifs dans leur construction (cf. graphique p. 7).

Les projets concernant les types de réacteurs construits pour la première fois présentent des durées de construction légèrement supérieures à la moyenne. Ainsi, il a fallu sept ans et quatre mois aux Sud-Coréens pour construire Shin-Kori 3, leur première tranche APR-1400; et les Russes ont mis plus de huit ans pour construire leur premier VVER-1200 sur le site de Novovoronezh, environ dix ans et demi pour le réacteur à neutrons rapides Beloïarsk 4, de type BN-800, et une bonne douzaine d'années pour leur centrale nucléaire flottante et ses deux réacteurs du type indigène KLT-40S. En Chine, cinq tranches d'un type nouveau de réacteur ont été mises en service entre 2013 et 2022. La première tranche Hualong-One au monde, Fuqing 5, a été raccordée au réseau au bout de seulement cinq ans et demi. La construction de l'AP1000 Sanmen 1 a duré un peu plus de 9 ans, tandis que la tranche de démonstration Shidao-Bay 1 a nécessité neuf ans jour pour jour et que le premier EPR au monde, Taishan 1, a été construit en 8 ans et 7 mois. Le premier EPR d'Europe, Olkiluoto 3 en Finlande, a mis plus de 16 ans à être construit. Ce retard de construction massif est dû principalement à des ajustements de la conception et à des lacunes organisationnelles. Olkiluoto 3 est le premier réacteur construit en Europe occidentale depuis une quinzaine d'années, alors qu'entre 2013 et 2022, la Chine a mis en service pas moins de 38 tranches.

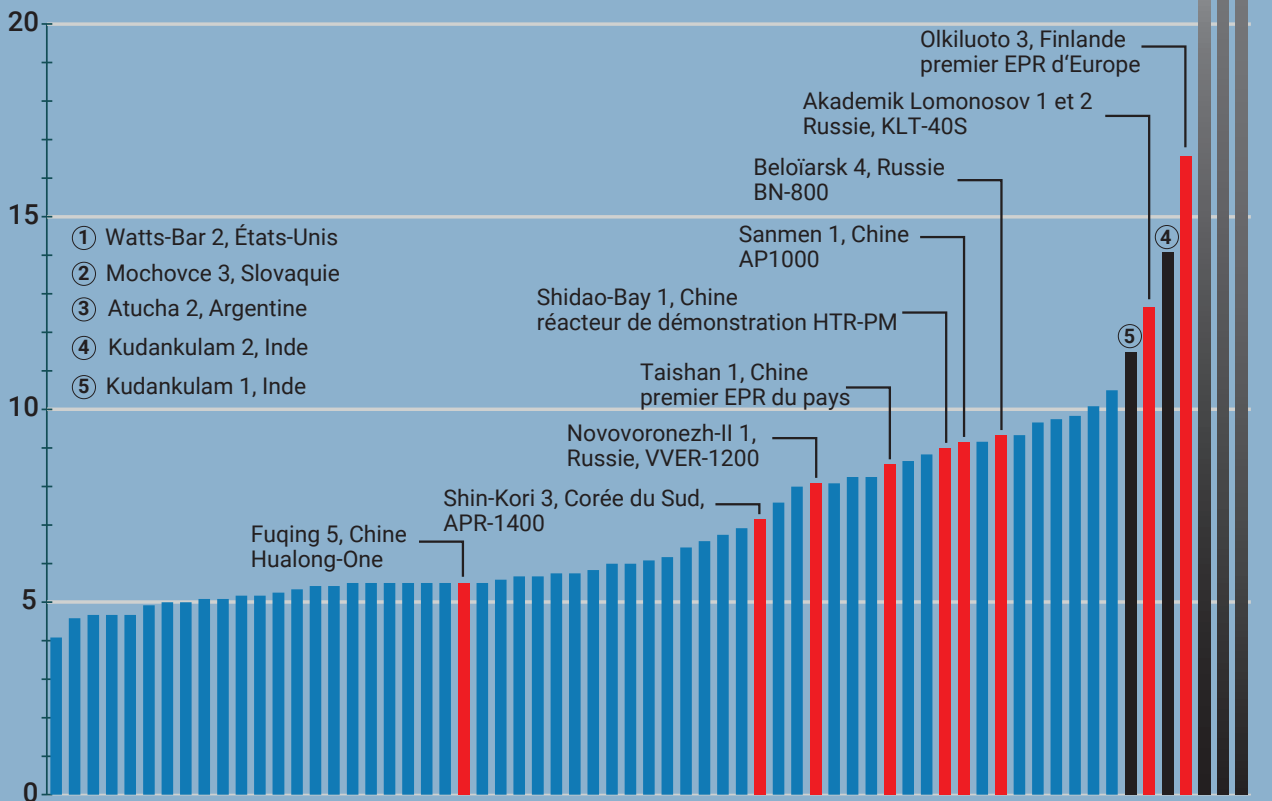
S'agissant des pays qui se lancent dans le nucléaire, Barakah 1, la première tranche des Émirats arabes unis, a été construite en huit ans, tout comme Barakah 2 et 3.

Le graphique à la page 7 présente, par ordre croissant, les durées de construction des tranches nucléaires mises en service au cours de la dernière décennie.

Durée de construction des 65 tranches nucléaires mises en service au cours des dix dernières années

(Mises en service effectuées entre le 17.2.2013 et le 31.1.2023)

Durée de construction en années



- Projets concernant des types de centrales nucléaires déjà en service
- Projets concernant des réacteurs de type nouveau ou de démonstration
- Projets ayant connu des retards massifs de construction ou des interruptions

Durée moyenne de construction:
 - sans les projets en noir: 6 ans et 11 mois
 - avec les projets en noir: 8 ans et 6 mois

Source: base de données PRIS de l'AIEA
 © 2023 Forum nucléaire suisse



Cinq mises à l'arrêt définitif

Sur les cinq tranches arrêtées définitivement au cours de l'année 2022, trois se trouvent en Grande-Bretagne, une en Belgique et une aux États-Unis. La fermeture, initialement prévue pour fin 2022, des trois tranches allemandes encore en service a été reportée à la mi-avril 2023 en raison de la situation tendue sur le marché de l'électricité.

Le 23 septembre 2022, l'exploitante Electrabel a définitivement déconnecté du réseau la tranche à eau sous pression Doel 3 au terme de 40 années d'exploitation. Il s'agit du premier des sept réacteurs belges à être mis à l'arrêt définitif dans le cadre de la sortie du nucléaire du pays. Initialement, ces sept réacteurs devaient être fermés en 2025 au plus tard. En décembre 2021, le gouvernement belge est toutefois parvenu à un compromis en vertu duquel le dernier réacteur serait mis à l'arrêt en 2035, à condition que cela n'entraîne pas de pénurie d'électricité. Et dans le contexte de la guerre en Ukraine et de l'augmentation des prix de l'électricité, le gouvernement a décidé de maintenir en service les tranches Tihange 3 et Doel 4 au moins jusqu'à fin 2035. Cependant, aucune décision définitive n'a encore été prise.

Située dans le North Ayrshire, en Écosse, la tranche AGR Hunterston-B 2 (495 MW) a été arrêtée définitivement au début janvier 2022. Dans le Somerset, en Angleterre, Hinkley-Point-B 2 (AGR, 480 MW) a subi le même sort au début juillet et Hinkley-Point-B 1 (AGR, 485 MW) a suivi début août, conformément au calendrier prévu. Les trois tranches les plus anciennes du Royaume-Uni sont donc désormais hors service.

Le 20 mai, la tranche nucléaire américaine de Palisades (PWR, 805 MW), dans le Michigan, a été déconnectée définitivement du réseau au terme de 50 ans d'exploitation. C'est en 2017 déjà que l'exploitante, Entergy Corporation, avait annoncé cette fermeture, qui coïncide avec l'arrivée à échéance d'un contrat de reprise de l'électricité, en vigueur depuis 15 ans, conclu avec Consumers Energy. Entergy avait convenu en 2018 de vendre la centrale à Holtec International après sa mise à l'arrêt. Holtec prévoit de mener à bien les opérations de démantèlement, de décontamination et d'assainissement d'ici à 2041. (M.A./D.B.)

www.nuclearplanet.ch

Technologies nucléaires avancées en Grande-Bretagne: panorama des réacteurs modulaires

Les technologies nucléaires avancées se développent en Grande-Bretagne. Fin 2022, six entreprises ont manifesté leur intérêt pour la procédure de Generic Design Assessment (GDA) britannique et déposé des demandes d'admission à cette pré-homologation pour leurs conceptions de SMR respectives. Ces demandes sont actuellement traitées par l'autorité compétente. La procédure de GDA pour le SMR de Rolls-Royce a, quant à elle, été lancée au printemps 2022 déjà.

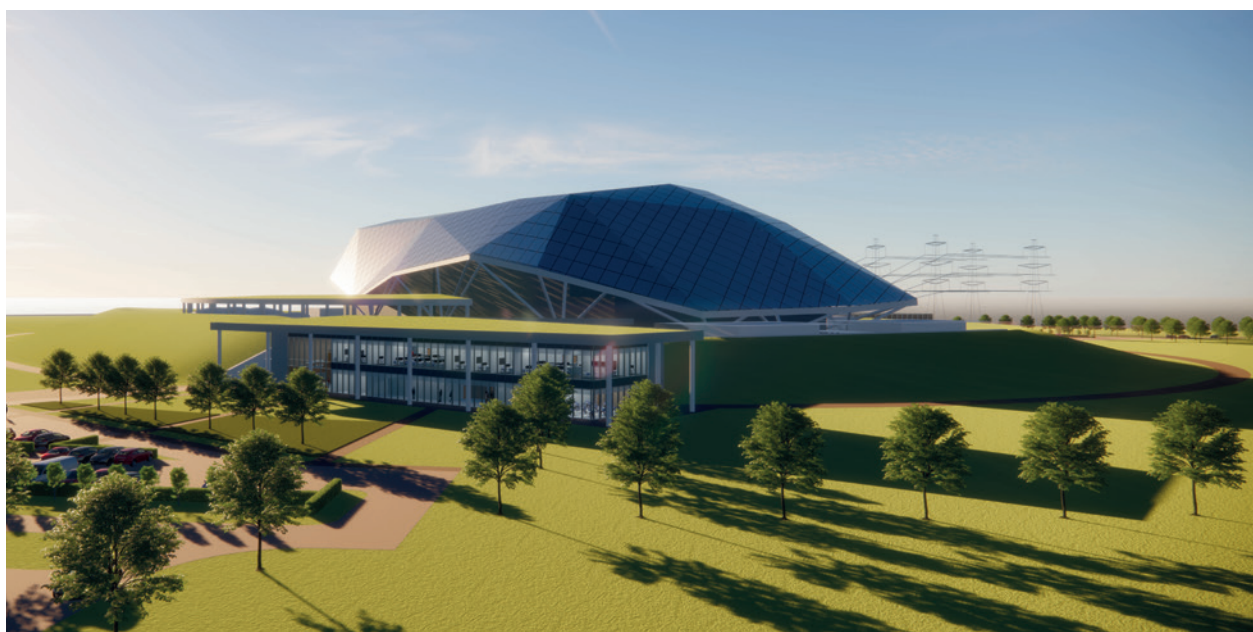
La Generic Design Assessment (GDA, voir encadré à la page 15) est une procédure de pré-homologation ouverte notamment aux technologies nucléaires avancées, lors de laquelle les autorités de sûreté examinent l'aptitude fondamentale d'une conception de réacteur à être autorisée en Grande-Bretagne.

Fin 2022, des demandes de GDA ont été déposées pour six technologies nucléaires avancées. Elles s'ajoutent à celle concernant le SMR de Rolls-Royce, en traitement depuis le printemps 2022. Jusqu'à présent, l'autorité en charge de la coordination des demandes et de l'admission à la procédure de GDA était le Department for

Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS). Le 7 février 2023, le BEIS a été scindé en quatre ministères par Rishi Sunak – Premier ministre depuis octobre 2022 –, si bien que c'est désormais le Department for Energy Security and Net Zero (DESNZ) qui est compétent pour les demandes de GDA.

Le SMR et l'AMR, deux des technologies nucléaires les plus avancées

Selon le DESNZ, un vaste éventail de technologies de réacteur avancées – et respectueuses du climat – est en cours de développement. Il s'agit de réacteurs plus petits que les gros réacteurs de puissance des centrales



Dans la course à la construction du premier SMR de Grande-Bretagne, Rolls-Royce SMR a pris la tête du peloton avec son modèle à eau sous pression, en procédure de GDA depuis le printemps 2022 déjà. (Photo: compte Flickr de Rolls-Royce SMR)

nucléaires actuelles, qui seront en grande partie construits en série dans des usines puis transportés jusqu'à leur site de déploiement, où il ne restera plus qu'à les installer.

Parmi ces technologies avancées, le DESNZ distingue entre petits réacteurs modulaires (SMR, small modular reactors) et réacteurs modulaires avancés (AMR, advanced modular reactors). Cet organisme définit les SMR comme des réacteurs de génération III refroidis à l'eau, qui sont semblables aux gros réacteurs de puissance mais construits à plus petite échelle. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) range quant à elle aussi bien les petits réacteurs que les réacteurs de taille moyenne, dès lors qu'ils présentent un caractère modulaire, dans la catégorie des SMR; il s'agit généralement de réacteurs d'une puissance électrique pouvant atteindre 300 MW (petits réacteurs ou petits réacteurs modulaires) ou comprise entre 300 et 700 MW (réacteurs de taille moyenne). Les AMR sont selon le DESNZ des réacteurs de génération IV faisant appel à des systèmes de refroidissement nouveaux ou à des combustibles innovants. Outre la production d'électricité sobre en carbone, leur domaine d'utilisation comprend la fourniture de chaleur industrielle et de chaleur à distance. Dans l'idéal, ils permettent des économies de coûts significatives. Les AMR sont eux aussi modulaires, et ils peuvent en outre fournir des solutions permettant de réduire ou d'éliminer les déchets radioactifs.

La stratégie ambitieuse de la Grande-Bretagne prévoit de porter les capacités nucléaires du pays à 24 GW d'ici 2050. Le gouvernement entend mettre en service un premier SMR d'ici le début des années 2030 et fournit un soutien financier afin de pouvoir disposer d'une centrale de démonstration AMR à ce même horizon temporel. À noter que les AMR comprennent notamment les réacteurs à haute température refroidis au gaz (HTGR), qui constituent la technologie privilégiée du programme britannique de recherche, développement et démonstration.

Le SMR de Rolls-Royce déjà en procédure de GDA

C'est en novembre 2021 déjà que l'entreprise britannique Rolls-Royce SMR a déposé une demande d'admis-

sion à la procédure de GDA pour son SMR. Cette demande ayant été approuvée par le BEIS, organisme alors compétent, la procédure a débuté en avril 2022. Le SMR de Rolls-Royce est pour l'heure le seul réacteur avancé de Grande-Bretagne à avoir été admis à cette procédure.

Il s'agit d'un petit réacteur à eau sous pression d'une puissance électrique de 470 MW, ce qui correspond à 150 éoliennes terrestres et permet d'approvisionner en électricité un million de ménages. Il est conçu pour fonctionner en mode charge de base pendant au moins 60 ans. L'entreprise entend le fabriquer à 90% en usine et a communiqué en novembre 2022 les noms des trois sites, situés dans le nord-est de l'Angleterre et le nord du Pays de Galles, qui se prêtent le mieux à l'implantation d'une fabrique de SMR. Le choix définitif du site de construction de certains des composants les plus grands et les plus complexes, comme la cuve du réacteur, sera communiqué en 2023.

La recherche de sites pour les SMR eux-mêmes se déroule en parallèle. En 2022, quatre sites à privilégier ont été identifiés en Angleterre et dans le nord du Pays de Galles. Rolls-Royce SMR pourrait y installer de petits réacteurs d'une capacité globale allant jusqu'à 1500 MW. La mise en service des premiers d'entre eux est prévue d'ici le début des années 2030.

Rolls-Royce SMR entend aussi commercialiser sa centrale nucléaire à l'étranger et est en discussion avec des parties intéressées, notamment aux Pays-Bas, en Pologne et en République tchèque. Dans ce contexte, la fabrication de modules en dehors de la Grande-Bretagne est apparemment aussi envisagée: «Comme il s'agit d'un produit fabriqué en usine [...], l'un des aspects importants de notre modèle de livraison international est de disposer des bons partenaires sur nos sites clés du monde entier», a indiqué Alan Woods, Business Development and Strategy Director de Rolls-Royce SMR, en septembre 2022.

Six conceptions de SMR/AMR candidates à la procédure de GDA

À fin 2022, le BEIS avait reçu des demandes de GDA pour six conceptions de SMR/AMR. Elles émanaient de GE Hitachi Nuclear Energy (GEH), Holtec, Cavendish



Au plan mondial, le BWRX-300 de GEH est l'un des SMR qui a le plus de chance de pouvoir être mis en service dans un proche avenir. Outre la Grande-Bretagne, des pays comme le Canada, l'Estonie, les États-Unis, la Pologne et la Suède s'intéressent à ce SMR américain à eau bouillante de 300 MW. (Photo: GE Hitachi Nuclear Energy)

Nuclear/X-energy, GMET Nuclear, Newcleo et UK Atomics. Le BEIS – ou plus précisément l'organisation qui lui a succédé, à savoir le DESNZ – examine actuellement la question de savoir s'il convient de les admettre dans cette procédure. Relevons que VOYGR, le SMR à eau sous pression du fabricant NuScale, qui devrait être mis en service aux États-Unis dès 2029 n'est, pour l'heure, pas en lice pour un déploiement en Grande-Bretagne.

GE Hitachi Nuclear Energy (SMR: BWRX-300)

Le BWRX-300 de GEH est un petit SMR à eau bouillante d'une puissance électrique de 300 MW. Il est basé sur une conception du combustible éprouvée, celle des grands réacteurs de puissance, ainsi que sur des composants tout aussi éprouvés, ce qui en fait un candidat prometteur à une mise sur le marché rapide. Selon GEH, les caractéristiques de sûreté passive de ce modèle de SMR garantissent qu'en cas d'urgence, l'évacuation de

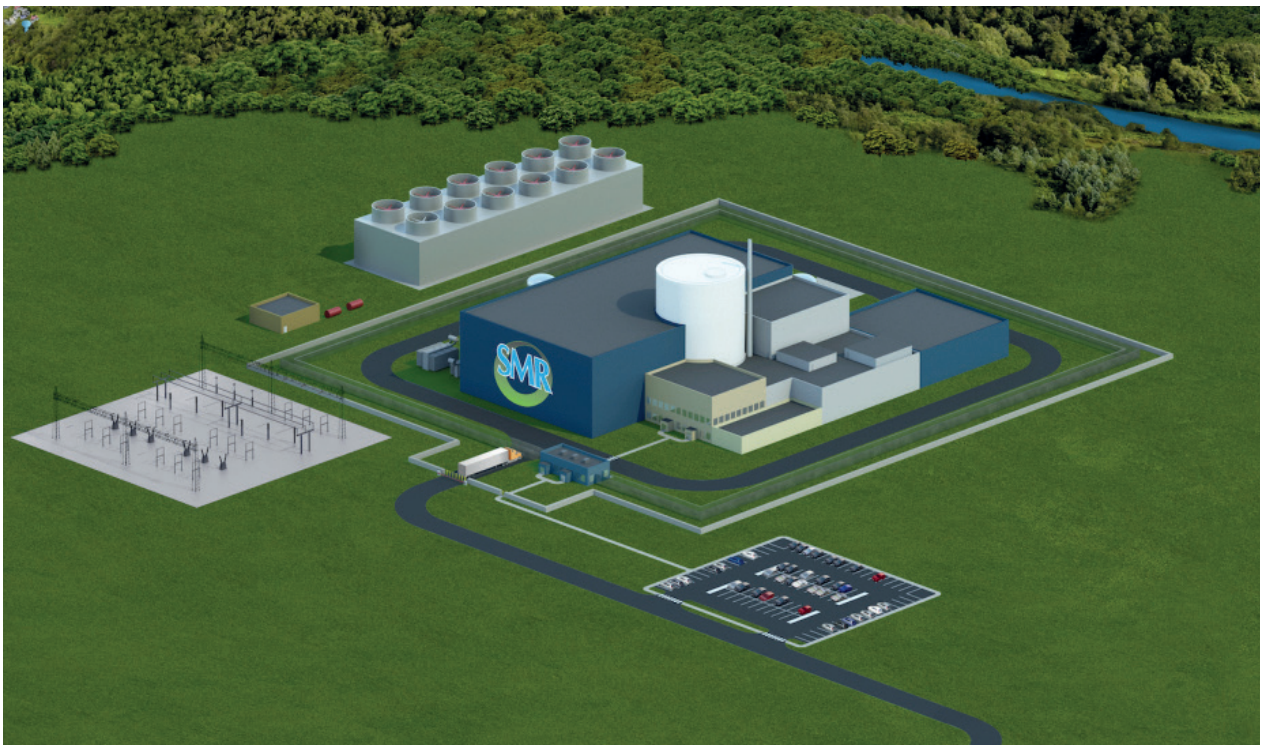
la puissance résiduelle se fera uniquement par les systèmes installés pendant au moins sept jours, sans qu'une alimentation électrique ou l'intervention d'un opérateur ne soient nécessaires.

Pour préparer sa demande de GDA, GEH s'est fait aider par la société Jacobs U.K. Ltd., dont l'expérience en matière de demandes de ce type en Grande-Bretagne remonte à 2007 et qui possède en outre une connaissance approfondie de la procédure de GDA. GEH espère que l'expérience acquise aux États-Unis et au Canada accélérera la procédure de GDA au Royaume-Uni pour son SMR. La société a annoncé à la presse spécialisée qu'elle souhaitait mettre en service son premier BWRX-300 de Grande-Bretagne en 2030. Elle souhaite en outre «exploiter pleinement les avantages qu'il y a à déployer plusieurs unités sur différents sites en utilisant une conception standard homologuée». →

La Grande-Bretagne n'est pas le seul pays à s'intéresser au SMR de GEH: c'est aussi le cas du Canada, de l'Estonie, des États-Unis et de la Pologne. Afin de promouvoir et de faciliter l'utilisation sûre du SMR et de l'AMR, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a lancé en 2022 la «Nuclear Harmonization and Standardization Initiative (NHSI)», qui vise notamment à harmoniser les activités de réglementation. Pour la certification du BWRX-300, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) collaborera avec ses homologues aux États-Unis (Nuclear Regulatory Commission, NRC), en Grande-Bretagne (Office for Nuclear Regulation, ONR) et en Pologne (Państwowa Agencja Atomistyki, PAA). Ces collaborations devraient permettre un contrôle plus efficace et plus rapide de la conception des réacteurs et une plus grande sûreté. Sans nommer de four-

nisseur particulier, le Japon a également fait part en janvier 2023 de son intérêt de principe pour l'AMR et le SMR, et souhaite renforcer sa coopération avec les États-Unis pour leur développement et leur construction.

En décembre 2021, le fournisseur d'énergie canadien Ontario Power Generation (OPG) avait déjà opté pour le BWRX-300 dans le cadre d'une procédure de sélection. En octobre 2022, OPG a déposé auprès de la CCSN une demande de permis de construire pour ce SMR, qui devrait être installé à côté de la centrale nucléaire (en service) de Darlington d'ici fin 2028 et mis en service en 2029. Aux États-Unis, la Tennessee Valley Authority (TVA) a sélectionné ce SMR pour un éventuel déploiement et devrait déposer une demande de permis de construire pour le site de Clinch River en 2023. En Esto-



Le SMR-160 de l'Américain Holtec est basé sur la technologie de l'eau sous pression. Désireux de déployer son SMR entre autres en Grande-Bretagne, Holtec a déposé fin 2022/début 2023, en même temps que cinq autres entreprises, une demande d'admission à la procédure britannique de pré-homologation (GDA) pour la conception de son réacteur. (Photo: Holtec)

nie, la société privée Fermi Energia a elle aussi sélectionné ce SMR, qu'elle souhaite mettre en service en 2031. En Pologne, l'entreprise publique PKN Orlen a annoncé le 1^{er} février 2023 qu'elle communiquerait en avril les noms des 25 sites sur lesquels il est prévu d'installer pas moins de 79 BWRX-300. Toutes les tranches polonaises devraient être opérationnelles d'ici 2038.

Holtec (SMR: SMR-160)

Holtec développe le SMR-160, un réacteur à eau pressurisée d'une puissance électrique de 160 MW, qui, comme le BWRX-300, utilise un combustible similaire à celui des grands réacteurs de puissance (environ 4% d'enrichissement en uranium 235). Avec le SMR-160, Holtec entend fournir de l'électricité et de la chaleur de manière fiable et à un prix abordable aux ménages, aux entreprises et aux clients industriels britanniques. À côté de la production d'électricité, ce SMR permettra donc également de délivrer de la chaleur pour des applications industrielles, le chauffage urbain et la production d'hydrogène. Il pourrait également alimenter en énergie une variante du «Green Boiler» de Holtec, à savoir un accumulateur de chaleur à sels fondus respectueux du climat avec générateur de vapeur intégré, qui fournirait de la vapeur industrielle et de l'électricité au moment où l'on en aurait besoin.

Le SMR-160 est conçu de manière intrinsèquement sûre. Il dispose de systèmes de sûreté robustes et entièrement passifs ainsi que d'un circuit primaire à circulation naturelle. Ainsi, aucune intervention de l'opérateur n'est nécessaire pour gérer les incidents de dimensionnement (accidents, sabotages ou erreurs humaines) et pour évacuer en toute sécurité la puissance résiduelle. Selon Holtec, un gros effort de simplification de la conception – par rapport aux installations conventionnelles – a été fourni afin de garantir la simplicité de fabrication, de construction et de maintenance.

Holtec prévoit de commencer dès 2028 la construction du premier SMR-160 de Grande-Bretagne et envisage de produire en série 32 de ces SMR d'ici 2050, pour une puissance totale de 5,1 GW. L'entreprise a identifié trois sites potentiels pour son premier SMR-160 britannique: Trawsfynydd dans le Pays de Galles, ainsi que Heysham et Oldbury en Angleterre. Dans les trois cas, il s'agit de

sites qui accueillent déjà des centrales nucléaires. Au Canada, la conception du SMR-160 a passé la première des trois phases de l'examen de pré-homologation de l'autorité de sûreté (CCSN). Aux États-Unis, des activités de pré-homologation sont également en cours auprès de l'autorité compétente (NRC). Holtec vise l'obtention d'un permis de construire dans ce pays pour 2025 et pressent comme site potentiel Oyster Creek, dans le New Jersey, où l'entreprise est en train de démanteler un réacteur à eau bouillante. La construction du SMR-160 devrait notamment se faire dans une méga-usine à construire ainsi que sur le site existant de Camden (également dans le New Jersey).

Holtec pense disposer de plusieurs atouts pour la procédure de GDA: les caractéristiques de sûreté entièrement passives de son SMR-160, sa longue expérience en tant que fournisseur de biens et de services pour le programme britannique de réacteurs à eau sous pression, et son alliance avec des partenaires de renom. Holtec travaille notamment avec le Sud-Coréen Hyundai Engineering & Construction (Hyundai E&C) pour accélérer l'achèvement de la conception du SMR-160. Comme les adaptations de la conception standard à réaliser pour la Grande-Bretagne sont minimales, Holtec espère pouvoir tirer parti des connaissances acquises aux États-Unis et au Canada pour accélérer l'homologation.

Cavendish Nuclear/X-energy (AMR: Xe-100)

Le Xe-100 est un réacteur haute température refroidi au gaz de Generation IV développé par le fabricant américain de réacteurs et de combustible X-energy. Cette entreprise entend construire son premier AMR sur sol américain en 2027 déjà. Afin d'introduire ce réacteur modulaire avancé au Royaume-Uni, elle a par ailleurs signé à l'été 2022 une déclaration d'intention portant sur un partenariat avec le Britannique Cavendish Nuclear.

Les centrales nucléaires basées sur le Xe-100 sont évolutives: chaque réacteur est conçu pour fonctionner comme une unité autonome et peut délivrer jusqu'à 80 MW de puissance électrique à partir d'une puissance thermique de 200 MW. Quatre unités peuvent être combinées pour former une centrale nucléaire d'une puissance électrique de 320 MW. En plus de l'électricité, l'installation peut fournir de la vapeur d'une température de

565 °C. Grâce à cette combinaison efficace de production de vapeur haute température et d'électricité, le Xe-100 peut contribuer à décarboner l'industrie lourde, y compris l'exploitation des sables bitumineux, les applications minières et d'autres processus industriels.

Le Xe-100 est basé sur la technologie des réacteurs à haute température refroidis au gaz, qui est testée depuis plus de 20 ans dans des installations expérimentales et qui a donné lieu fin 2021 à la mise en service d'une centrale de démonstration en Chine, le HTR-PM. Le Xe-100 fonctionnera avec le combustible Triso-X de X-energy, qui est résistant aux accidents.

Le Xe-100 a également été testé pour le nouveau projet nucléaire canadien d'OPG, à Darlington, dans l'Ontario, mais c'est le BWRX-300 de GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) qui a été retenu. Néanmoins, OPG et X-energy ont signé un accord-cadre en juillet 2022 en vue d'explorer les applications industrielles du Xe-100 possibles au Canada. Afin de poursuivre la commercialisation de ses technologies, X-energy a par ailleurs annoncé fin 2022 son intention d'entrer en bourse.

GMET Nuclear (AMR: NuCell)

On ne sait pour l'heure que peu de choses à propos du NuCell de GMET Nuclear. Contrairement aux autres SMR et AMR présentés dans cet article, ce réacteur avancé modulaire refroidi au plomb ne figure pas dans la base de données Advanced Reactors Information System (ARIS) de l'AIEA. Il est développé par le Britannique TSP Engineering qui entend le fabriquer dès 2027 – une fois la procédure de GDA terminée – dans ses propres installations de production, à Workington, dans le comté de Cumbrie. TSP Engineering appartient au groupe GMET Engineering.

Newcleo (AMR: LFR-AS-30 et LFR-AS-200)

La start-up britannique Newcleo et l'Agencia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Enea) italienne collaborent au développement d'un petit réacteur rapide refroidi au plomb de type piscine. Ce réacteur de génération IV a été initialement développé par le Luxembourgeois Hydromine Nuclear Energy Sàrl. Le combustible est du mox (Mélange d'Oxyde de plutonium et d'Oxyde d'uranium) issu du recyclage de combustibles usés; par la suite, d'autres composants de déchets radioactifs devraient également pouvoir être recyclés. En Grande-Bretagne, Newcleo veut d'abord mettre sur le marché un prototype de 30 MW_e (LFR-AS-30) d'ici 2030, suivi d'une première série de quatre à six réacteurs de 200 MW_e (LFR-AS-200) qui devraient être mis en service au début des années 2030.

UK Atomics (AMR: Waste Burner)

La maison mère d'UK Atomics, le constructeur danois de réacteurs Copenhagen Atomics, développe le Waste Burner, un réacteur à sels fondus de génération IV, en vue d'une production en série. Le Waste Burner utilisera du thorium et des parties d'assemblages combustibles usés comme combustible de démarrage. Un prototype non nucléaire est utilisé pour des tests. Un réacteur de démonstration de 1 MW devrait être opérationnel d'ici 2025. Le réacteur définitif aura une puissance thermique de 100 MW et devrait être mis en service en 2028 en dehors du Danemark. Copenhagen Atomics a récemment annoncé avoir levé 20 millions d'euros lors d'un nouveau cycle de collecte de fonds visant à poursuivre le développement du réacteur. *(B.G./D.B. d'après BEIS/DESNZ et ONR ainsi que de nombreux communiqués de presse de fabricants de réacteurs et de fournisseurs d'énergie)*

La procédure britannique de Generic Design Assessment (GDA)

La Generic Design Assessment (GDA) est une procédure de pré-homologation qui a été étendue aux technologies nucléaires avancées en mai 2021. Les entreprises intéressées doivent tout d'abord déposer une demande d'admission à cette procédure, à la suite de quoi l'autorité compétente (DESNZ) examine l'aptitude de la conception de réacteur considérée à y être soumise.

Si la conception est apte à être soumise à la GDA, les autorités de surveillance britanniques examinent, en quatre ans environ, l'homologabilité des éléments du réacteur qui sont indépendants du site. En d'autres termes, elles vérifient si la technologie proposée peut être construite, exploitée puis mise à l'arrêt au Royaume-Uni dans le respect des dispositions légales en vigueur. Quatre autorités de surveillance nucléaire – l'Office for Nuclear Regulation (ONR), l'Environment Agency (EA) et le Natural Resources Wales (NRW) analysent les aspects sécuritaires (sûreté et sécurité) et environnementaux de la conception en trois étapes: initialisation de la procédure (étape 1), évaluation de base (étape 2) et évaluation détaillée

(étape 3). Si ces trois étapes sont franchies avec succès, l'ONR délivre une Design Acceptance Confirmation (DAC) et l'EA un Statement of Design Acceptability (SoDA).

Selon le DESNZ, la GDA, qui peut être lancée bien avant le début des travaux de construction, est une procédure facultative. On part cependant du principe que de nombreux fabricants de réacteurs voudront l'utiliser afin de réduire les incertitudes et les risques liés au projet, ce qui, du point de vue technique, a des effets positifs sur les activités futures d'homologation, d'autorisation, de construction et de réglementation. On considère ainsi que la GDA permet de détecter à un stade précoce les éventuels problèmes touchant la nouvelle conception, problèmes que le requérant peut alors s'employer à les résoudre. Au Royaume-Uni, les deux documents (liés au site) dont l'obtention est obligatoire pour la construction d'une centrale nucléaire sont le Development Consent Order (DCO, une sorte de permis de construire) délivré par le ministère compétent et l'autorisation de site.

Taxinomie de l'UE: la République tchèque et son dépôt en profondeur

La Tchéquie entend accélérer le calendrier de construction de son futur dépôt en profondeur pour combustible usé et déchets de haute activité. Cette installation devrait être mise en service en 2050 plutôt qu'en 2065, afin de répondre à l'une des exigences fixées par l'UE dans sa taxinomie. Cette modification calendaire pourrait aider le pays à obtenir des fonds privés pour le financement de ses projets de centrales nucléaires. Mais où en sont les projets en question, ainsi que ceux de stockage en profondeur?

Le 6 juillet 2022, le Parlement de l'UE a inscrit le nucléaire en tant qu'«activité transitoire» dans la liste des activités économiques reconnues comme écologiquement durables (taxinomie de l'UE). Les investissements dans l'énergie nucléaire sont donc considérés comme durables depuis janvier 2023. Dans le document «Questions et réponses sur l'acte délégué complémentaire relatif aux objectifs climatiques de la taxinomie de l'UE concernant certaines activités des secteurs du gaz et du nucléaire» du 2 février 2022, la Commission européenne motive cette décision en indiquant que l'électricité nucléaire est respectueuse du climat et que «les émissions de CO₂ des centrales nucléaires tout au long de leur cycle de vie sont comparables à celles provenant de sources d'énergie renouvelables (aussi faibles, voire plus faibles)».

Toujours selon ce document, les autres incidences environnementales de l'énergie nucléaire et sa compatibilité avec le principe consistant à «ne pas causer de préjudice important» ont été examinées et évaluées par de nombreux experts. Et un rapport de l'UE conclut que «le respect des normes de sûreté et des exigences en matière de gestion des déchets imposées par le cadre réglementaire dans les États membres de l'UE garantit un niveau élevé de protection de l'environnement et de la population».

La taxinomie pourrait être bénéfique aux projets de nouvelles centrales nucléaires de la République tchèque

La République tchèque s'était à l'époque engagée avec la France en faveur de l'inclusion du nucléaire dans la taxinomie de l'UE. Elle prévoit en effet de construire de nouvelles centrales nucléaires (voir page 18) et cette in-

clusion pourrait lui permettre d'obtenir des fonds de la part d'investisseurs privés désireux d'investir dans les technologies durables. Pour que l'énergie nucléaire soit considérée comme durable, elle doit toutefois satisfaire à des exigences extrêmement strictes. Ainsi, la Tchéquie devrait disposer en 2050 déjà d'un dépôt en profondeur opérationnel pour les déchets de haute activité. En amont de la décision du Parlement européen, Nucleareurope (anciennement Foratom), l'association faïtière de la branche nucléaire européenne, avait déjà critiqué la fixation d'un délai aussi rigide, estimant qu'elle n'est pas adaptée aux besoins.



À l'issue de la séance du cabinet du 11 janvier 2023, Jozef Sikela, ministre tchèque de l'Industrie et du Commerce, a annoncé que son pays allait accélérer la construction de son dépôt en profondeur pour combustible usé et déchets de haute activité. L'installation devrait être opérationnelle dès 2050 (et non en 2065 comme prévu initialement). (Photo: Union européenne)

Lors de sa séance du 11 janvier 2023, le cabinet (gouvernement) tchèque a donc pris la décision d'accélérer la construction d'un dépôt définitif pour combustible usé et déchets de haute activité, et annoncé qu'il prévoyait de mettre l'installation en service non pas en 2065, mais en 2050 déjà. Au terme de cette séance, Jozef Síkela, ministre de l'Industrie et du Commerce, a déclaré: «Afin de renforcer sa sécurité d'approvisionnement et son autosuffisance énergétique en augmentant la part du nucléaire dans le cadre de la décarbonation, la République tchèque s'efforcera de remplir en permanence les critères de la taxinomie relatifs à la construction d'un dépôt en profondeur d'ici 2050.»

M. Síkela a également fait savoir que la République tchèque n'aspire à une accélération de son projet de dépôt en profondeur que tant que cette condition de la taxinomie européenne restait valable. «Nous demandons une révision du délai fixé [selon lequel le dépôt en profondeur doit être opérationnel dès 2050] afin que les critères soient plus proches des besoins des États membres, et en particulier de ceux de la République tchèque.» Il a en outre relevé que plusieurs autres États membres, tels que les Pays-Bas, la Pologne et la Slovaquie, souhaitaient également œuvrer pour un report de la date butoir actuelle.

Intégration de la population dans la recherche de site

Tout comme la Suisse, la Tchéquie veut placer ses assemblages combustibles usés et ses déchets de haute activité dans un dépôt en profondeur qui sera encapsulé dans des couches rocheuses à plusieurs centaines de mètres sous la surface du sol. En République tchèque, c'est l'organisation SÚRAO qui est chargée d'assurer la gestion sûre de l'ensemble des déchets radioactifs. La recherche de sites pour un dépôt en couches géologiques profondes est en cours, et quatre domaines d'implantation potentiels, situés dans le sud du pays, ont déjà été identifiés.

Pour qu'un site entre en ligne de compte pour la construction d'un dépôt en profondeur, il doit présenter non seulement une géologie adéquate, mais aussi d'autres caractéristiques telles que la disponibilité d'infrastructures énergétiques et de transport. Il faut en outre que la population locale accepte l'idée d'un tel pro-

jet. «C'est pourquoi la communication directe avec les citoyens sur place est d'une importance capitale pour la SÚRAO», explique l'organisation de gestion des déchets, qui associe également les communes et les districts à la procédure. Comme jusqu'à présent, cette implication n'était pas réglée par la loi, le cabinet tchèque a débattu, lors de sa séance du 11 janvier 2023, d'un projet de loi qui définit pour la première fois un cadre juridique pour la participation des communes et des districts.

Selon ce projet, les communes doivent veiller à ce que les intérêts des citoyens soient respectés, et bénéficient en contrepartie de «délais raisonnablement longs pour donner leur avis sur toutes les procédures liées à la préparation, à la construction et à l'exploitation du dépôt en profondeur». Selon la déclaration du ministère de l'Industrie et du Commerce, cette solution augmentera la transparence de l'ensemble du processus de sélection de site et va même au-delà des exigences de la directive Euratom de 2011.

De même, le cabinet a décidé que «les deux chambres [Sénat et Chambre des députés] du Parlement tchèque pourront décider conjointement avec le gouvernement du choix du site définitif pour le dépôt en profondeur». Afin que la SÚRAO puisse continuer d'accomplir ses tâches tout en assumant le surcroît de travail découlant des exigences de la taxinomie de l'UE, un renforcement de ses ressources en personnel a en outre été approuvé.

Où en est la recherche de site et existe-t-il déjà des dépôts définitifs en République tchèque?

Selon la SÚRAO, le calendrier initial prévoyait que le choix d'un site pour le dépôt en couches géologiques profondes aurait lieu d'ici 2025, que la construction débuterait en 2050 et que la mise en service se ferait en 2065. Mais la nouvelle loi relative à la construction du dépôt prévoit qu'il devra être construit et opérationnel dès 2050.

Sur son site Internet, la SÚRAO indique qu'entre 2019 et 2020 elle a évalué neuf sites potentiels pour la construction d'un dépôt en couches géologiques profondes dans de la roche cristalline. Cette évaluation a été effectuée en deux étapes par une équipe issue d'institutions spécialisées tchèques de premier plan, sur la base de 26 cri-



En service depuis 1964, le centre de stockage définitif de Richard est situé dans l'ancienne mine de calcaire de Richard II, sur les hauts plateaux de Bohême, dans le nord du pays. D'une capacité de 10'250 mètres cubes, ce dépôt accueille des déchets de faible et moyenne activité provenant de la médecine, de l'industrie, de l'agriculture et de la recherche. L'accès se fait par une galerie horizontale creusée dans la montagne. Les déchets sont recouverts par une couche de roche pouvant atteindre 70 mètres d'épaisseur. (Photo: SÚRAO)

tères d'exclusion et de 13 critères clés représentant les trois volets principaux de la thématique du stockage en profondeur: la sécurité à long terme et opérationnelle, la faisabilité technique et l'impact de ce stockage sur l'environnement.

Sur la base de ces évaluations, le gouvernement tchèque a approuvé le 21 décembre 2020 la constitution d'une liste restreinte de quatre localités, toutes situées dans le sud du pays: Březový potok, Horka, Hrádek et Janoch. Des travaux de recherche et d'exploration vont maintenant être menés sur ces quatre sites afin de sélectionner le site définitif du dépôt ainsi que des sites de réserve. Le site définitif fera ensuite l'objet de nouvelles études approfondies afin de démontrer son aptitude à l'accueil d'un dépôt en profondeur du point de vue de la sûreté à long terme.

La République tchèque compte déjà quatre sites de stockage définitif pour les déchets de faible et moyenne acti-

tivité. Trois sont en exploitation depuis des décennies: Richard (déchets issus de la médecine, de l'industrie, de l'agriculture et de la recherche), Bratrství Jáchymov (déchets d'exploitation des centrales nucléaires) et Dukovany (déchets d'exploitation des centrales nucléaires également). Ils sont situés soit à faible profondeur (Dukovany), soit à quelques dizaines de mètres sous la surface du sol. Un quatrième, celui de la carrière de calcaire désaffectée de Hostim I, est fermé depuis 1997. Il abrite des déchets de l'Institut de recherche, de production et d'utilisation des radioisotopes de Prague (ÚVVR) ainsi que du Centre de recherche de Řež.

Centrales nucléaires actuelles et futures en République tchèque

La Tchéquie possède deux sites de centrales nucléaires: Dukovany, dans le sud-est du pays, qui abrite quatre tranches du type VVER-440/V-213, et Temelín, dans le sud-ouest, qui compte deux tranches du type VVER-1000/V-320. Ensemble, ces six tranches produisent

quelque 30 TWh d'électricité par an, assurant ainsi quelque 37% de l'approvisionnement du pays.

La Tchéquie souhaite construire une nouvelle tranche nucléaire sur le site de Dukovany. En mars 2022, la société Elektrárna Dukovany II (EDU II), détenue à 100% par ČEZ, a lancé un appel d'offres en vue de sélectionner un fournisseur de technologie. Fin novembre 2022, elle avait reçu de premières offres du Français Électricité de France (EDF, réacteur proposé: EPR1200), du Sud-Coréen Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP, APR-1400) et des Américains Westinghouse Electric et Bechtel (AP1000). Les offres définitives sont attendues d'ici à septembre 2023. La construction de la cinquième tranche de Dukovany doit commencer en 2029 et se terminer en 2036.

La Tchéquie souhaite exploiter ses centrales nucléaires pendant 60 ans au moins et indique qu'elle investit de gros montants en vue de les moderniser. Ainsi, les

quatre tranches que compte actuellement Dukovany seront encore en service lorsque la cinquième sera achevée. Il existe en outre des projets pour une sixième tranche à Dukovany et pour deux tranches supplémentaires à Temelín.

La Tchéquie s'intéresse également aux petits réacteurs modulaires (SMR). ČEZ a signé à ce sujet des déclarations d'intention avec NuScale en septembre 2019 et avec GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) en février 2020. Il existe en outre des accords de coopération avec EDF, Holtec, KHNP, NuScale, Rolls-Royce SMR et Westinghouse. ČEZ a annoncé le 31 mars 2022 qu'une partie du site de la centrale nucléaire de Temelín était réservée à la construction d'un SMR. (B.G et M.A./D.B. d'après un communiqué de presse du ministère tchèque de l'Industrie et du Commerce du 11 janvier 2023, le site Internet de la SÚRAO consacré à la recherche de sites en couches géologiques profondes, et un communiqué de presse de la Commission européenne du 30 juin 2022)



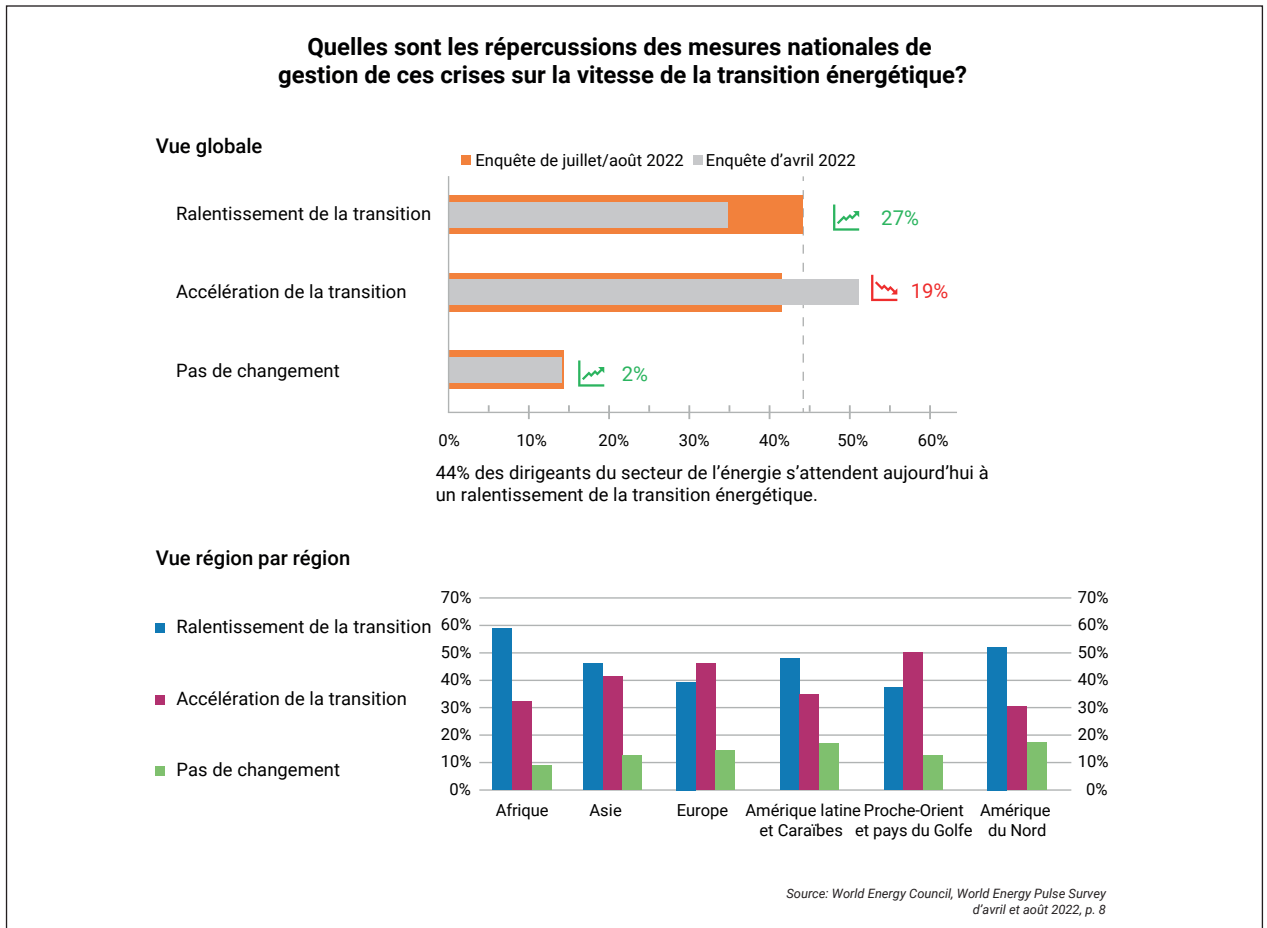
La centrale nucléaire de Dukovany se trouve dans le sud-est du pays, à une centaine de kilomètres de Vienne. Elle se compose de quatre réacteurs à eau sous pression du type russe VVER-440/V-213 d'une puissance électrique d'environ 470 MW chacun. L'énergéticien public tchèque ČEZ prévoit de construire une cinquième tranche sur ce site, projet pour lequel il a déjà reçu des offres de plusieurs fabricants de réacteurs. (Photo: centrale nucléaire de Dukovany)

Inquiétude des experts: les crises mondiales ralentissent la transition énergétique

Réchauffement climatique, pandémie de Covid-19 et guerre en Ukraine: autant de crises qui ont ébranlé le monde de l'énergie dans un passé récent. En 2022, le Conseil mondial de l'énergie (World Energy Council) a réalisé deux enquêtes sur leurs effets, la première en avril et la seconde en juillet/août, afin de prendre le pouls du secteur de l'énergie. C'est ainsi que près de 600 dirigeants issus de l'ensemble de la communauté énergétique mondiale ont participé au «World Energy Pulse 2022» afin d'évaluer les conséquences de ces crises mondiales sur le rythme de la transition énergétique.

Dans l'ensemble, les résultats de l'enquête montrent que deux crises sont au centre de l'attention dans le monde entier: la crise de l'approvisionnement énergétique qui frappe l'Europe et la crise climatique qui touche l'ensemble de la planète. Selon la grande majorité des per-

sonnes interrogées, la première de ces crises impacte directement ou indirectement l'approvisionnement énergétique de leur pays. Bon nombre d'entre elles craignent en outre que les perturbations touchant les marchés de l'énergie ne soient là pour longtemps. Pas moins de 58%



estiment qu'il faudra attendre entre un et cinq ans pour voir la fin des crises actuelles. Et 16% pensent que la stabilité mettra plus de cinq ans à se réinstaller.

Entre les enquêtes d'avril et de juillet/août 2022, l'optimisme quant à la rapidité de la transition énergétique a sensiblement diminué. Alors qu'en avril 2022, plus de 50% des personnes interrogées pensaient encore que les crises pourraient accélérer cette transition, elles n'étaient plus que 42% à exprimer cette opinion en juillet. Et 44% des sondés s'attendaient en juillet à un ralentissement du tournant énergétique (contre 35% en avril). Le scepticisme est particulièrement grand en Afrique et en Amérique du Nord, tandis qu'en Europe et au Moyen-Orient, une petite majorité croit à une accélération de la transition énergétique.

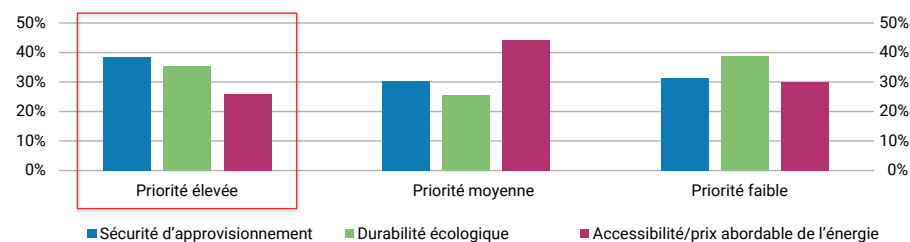
Tendance à un recul de la coopération internationale dans le secteur de l'énergie

S'agissant de la coopération internationale en matière de transition énergétique, les experts estiment que la tendance est à un recul du caractère international des approches. 43% des sondés (contre un peu moins de 36% en avril) s'attendent plutôt à une fragmentation croissante. Une majorité prévoit un retour aux mesures locales et régionales pour faire face aux crises. Par ailleurs, près de 40% des personnes interrogées considèrent que les décideurs politiques devraient améliorer leur compréhension des systèmes énergétiques lorsqu'ils prennent des décisions visant à juguler les crises.

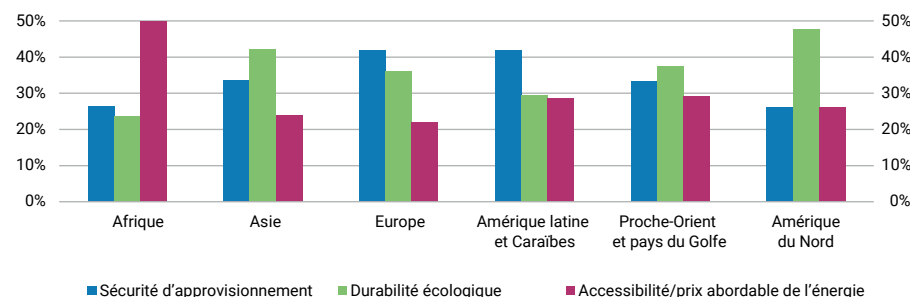
Dans l'ensemble, les résultats de l'enquête font état d'un retour à un trilemme énergétique plus équilibré. Le trilemme est un instrument indiquant où se situe chaque

Priorité accordée par les organisations interrogées à chacun des trois objectifs du trilemme énergétique pour les trois à six mois à venir

Vue globale



Vue région par région



Les priorités du trilemme énergétique varient d'une région du monde à l'autre.

Source: World Energy Council, World Energy Pulse Survey d'août 2022, p. 10

pays par rapport à trois objectifs antagonistes: la sécurité d'approvisionnement, l'accessibilité/le prix abordable de l'énergie, et la compatibilité environnementale (durabilité) de l'approvisionnement. L'importance donnée à chacune de ces dimensions varie toutefois selon les régions (voir graphique à la page 21).

Selon les résultats consolidés au plan mondial, c'est la sécurité de l'approvisionnement qui revêt la priorité la plus élevée, suivie de près par sa durabilité, puis, avec un peu plus d'écart, par l'accessibilité/le prix abordable de l'énergie. Au plan régional toutefois, les avis sont partagés: la dernière dimension du trilemme est celle qui revêt le degré de priorité le plus élevé en Afrique, loin devant la sécurité d'approvisionnement et la durabilité. En Europe et en Amérique du Sud, la sécurité de l'approvi-

sionnement est l'élément le plus important, devant la durabilité et les questions d'accessibilité/de prix. Et en Asie, en Amérique du Nord, au Moyen-Orient et dans les pays du Golf, la priorité est donnée à la durabilité.

«Le World Energy Pulse souligne la nécessité de placer la société au centre de la transition énergétique. La guerre en Ukraine – avec la crise de l'énergie et du coût de la vie qui en résulte – montre clairement à quel point il est difficile de trouver des solutions concernant l'offre sans tenir compte de la demande. Une transition énergétique réussie doit prendre en compte non seulement les trois piliers du trilemme énergétique, mais aussi les besoins des consommateurs», a indiqué Angela Wilkinson, secrétaire générale du Conseil mondial de l'énergie. (S.D./D.B. d'après *World Energy Pulse*, avril 2022 et août 2022)

Une question de stratégie



Rainer Meier

Conseiller senior en gestion
de réputation

Malgré la situation mondiale, la chose militaire ne m'intéresse que marginalement. Reste que les idées développées par les militaires me donnent souvent des impulsions utiles pour mes activités dans le domaine de la communication de crise. Ainsi, l'ouvrage d'Oren Harari intitulé «The Leadership Secrets of Colin Powell» constitue pour moi une précieuse source d'inspiration.

Décédé il y a deux ans, le général américain Colin Powell a été critiqué pour le discours sur les prétendues armes de destruction massive de Saddam Hussein qu'il a tenu devant l'ONU en 2003. C'est lui qui a dirigé l'opération Tempête du désert au début des années 1990. Ses stratégies reposaient sur trois principes simples:

1. Fixe-toi des objectifs clairs.
2. Déploie tes forces aussi massivement que possible.
3. Assure-toi de disposer en tout temps d'une porte de sortie.

Le caractère universel de ces trois principes me fascine. Ils s'appliquent à tous les types de crises, ainsi qu'à toutes les stratégies et à tous les projets stratégiques devant être mis en œuvre malgré de fortes résistances.

La Stratégie énergétique 2050 est l'un d'entre eux: elle doit affronter des peurs et des résistances, et pouvoir en tout temps s'adapter à l'imprévu. Que dirait Colin Powell à son sujet?

«Fixe-toi des objectifs clairs»

Les objectifs de la Stratégie énergétique étaient dès le départ très ambitieux. Mais qu'en est-il de leur clarté? C'est probablement tout au début qu'ils étaient les plus

clairs: arrêter le nucléaire, développer le renouvelable, miser sur les importations de courant (accord sur l'électricité avec l'UE) et s'appuyer sur des centrales au gaz comme «backup». Ce dernier point a été frappé d'obsolescence lorsque la composante «protection du climat» a soudain passé au premier plan. Et l'antagonisme entre les deux objectifs principaux que sont la sortie du nucléaire et la protection du climat est vite devenu manifeste aux yeux de tous en raison de la nécessité de décarboner à une échelle toujours plus vaste. Les centrales nucléaires produisent de grandes quantités d'électricité respectueuse du climat, grâce auxquelles on peut remplacer les capacités de production fossiles. D'où la question suivante: est-il bien raisonnable de poursuivre deux objectifs principaux qui se font concurrence?

«Déploie tes forces aussi massivement que possible»

Nous attendons toujours le déploiement massif des forces. Les récentes décisions du Parlement ont certes éveillé l'espoir que le développement de l'éolien et du solaire dans les Alpes irait désormais de l'avant. Mais le réalisme fait que l'on a tout de même des doutes, premièrement parce que le syndrome du «Pas de ça chez moi» (en anglais NYMBY, soit «Not in my backyard») est

assez répandu dans notre pays, et deuxièmement parce que la protection de la nature et du paysage y occupe à juste titre une place importante. Jusqu'à présent, le progrès n'a été perceptible que là où la résistance était faible, c'est-à-dire pour les panneaux solaires posés sur les toits des villas, avec consommation propre. Aussi réjouissante que soit cette évolution, elle ne résout pas le problème de la saison froide. Quelle quantité d'électricité les panneaux solaires installés en plaine fournissent-ils lorsque le ciel est couvert ou qu'il y a du brouillard, comme c'est souvent le cas en hiver?

Ainsi que l'a démontré Georg Schwarz, spécialiste bien connu des questions énergétiques, dans une excellente analyse parue en janvier dans la NZZ (voir article à la page 31), il serait certes possible d'atteindre tous les objectifs de la stratégie énergétique 2050 de manière respectueuse du climat, mais cela nécessiterait le déploiement de moyens massifs là où cela fait mal. Il faudrait construire 700 installations de la taille de «Gondosolar» dans les Alpes, plus 5000 éoliennes. Ces deux technologies ont l'avantage de produire nettement plus d'énergie que les panneaux solaires en toiture durant la saison froide, même si ces derniers sont mieux acceptés socialement. Est-il bien judicieux de miser exclusivement sur une solution qui jouit certes d'une grande popularité, mais ne suffit pas?

Il existe d'autres évolutions critiques. Le prix des installations solaires augmente; des problèmes de livraison touchent les panneaux chinois; le développement massif du solaire a lui aussi des impacts négatifs sur l'environnement, comme l'a expliqué récemment Walter Rüegg, ancien chercheur à l'EPFZ, dans la NZZ. En outre, les dispositions relatives aux débits résiduels précaризent la force hydraulique dans son rôle de pilier de l'approvisionnement énergétique suisse. Et voici que Swissgrid, l'exploitant du réseau, tire lui aussi la sonnette d'alarme: l'extension et la transformation de notre réseau d'électricité à très haute tension avancent beaucoup trop lentement. Là où des élévations de tension ont été effectuées à titre d'essai, la résistance s'est immédiatement manifestée.

En ce qui concerne le dernier élément majeur de la Stratégie énergétique 2050, nous ne sommes pas plus avan-

cés qu'il y a onze ans. Les incertitudes quant à la possibilité d'importer de l'électricité vont même augmenter significativement à partir de 2025. Pour mémoire, afin de pouvoir conclure un accord sur l'électricité avec l'UE, la Suisse devrait remplir deux conditions: un accord-cadre, ce que le Conseil fédéral a refusé, et l'ouverture complète du marché de l'électricité. Nous sommes aujourd'hui à des galaxies de ces deux conditions.

«Assure-toi de disposer en tout temps d'une porte de sortie»

De nombreux points d'interrogation se sont donc accumulés. D'où la nécessité de parler du troisième principe de Colin Powell: avons-nous une stratégie de sortie? Je n'en ai trouvé aucun signe.

La branche suisse de l'électricité a certes fait de bonnes propositions d'amélioration et émis des mises en garde lorsque certains lobbies politiques de Berne se sont égarés. Et elle tente de combler les lacunes en investissant dans de nouvelles technologies de stockage. En outre, les économistes de l'énergie et les spécialistes des risques œuvrant dans les grands groupes énergétiques sont en train d'étudier différents scénarios. Que se passera-t-il si le développement dans les Alpes s'arrête, si l'hydrogène arrive plus lentement que prévu et à un coût plus élevé, et si l'incertitude des importations augmente?

Les groupes énergétiques se concentrent sur la gestion d'entreprise. Car aujourd'hui, si une entreprise se positionne mal sur le marché de l'énergie, elle peut vite se retrouver menacée dans son existence même, comme le montre la crise actuelle des prix de l'électricité. C'est pourquoi toute entreprise bien gérée dispose d'un «plan B» en plus de sa stratégie de base.

Dans l'optique de la sécurité d'approvisionnement du pays et de sa prospérité économique, un plan B est également indispensable au niveau national. Non pas en tant que concurrent de la Stratégie énergétique 2050, mais en tant que solution de rechange, au cas où nos hypothèses encore très optimistes ne se réaliseraient pas. Car il sera alors trop tard pour retourner à la planche à dessin.

Les possibilités de plan B sont bien réelles. Les SMR, de petits réacteurs modulaires prêts à l'emploi et d'une

puissance pouvant atteindre celle d'une des tranches de Beznau, se développent plus vite que prévu. Aux États-Unis et au Canada, certains modèles devraient être mis en service d'ici la fin de la décennie. Et l'Estonie vient de choisir celui qu'elle entend construire sur son territoire. Quelqu'un s'intéresse-t-il à ces évolutions? Existe-t-il un mandat à ce sujet? Juste pour le cas où...? Examine-t-on, chiffres à l'appui, les possibilités qu'offrirait un soutien nucléaire aux énergies renouvelables? Ou continuons-nous à faire la moue et à laisser cela aux ingénieurs retraités et aux professeurs émérites?

Lorsque je parle d'un plan B avec les promoteurs de la transition énergétique, ils me répondent généralement, avec un certain agacement, quelque chose du genre: «C'est inutile. Nous n'avons pas le temps, il nous faut consacrer toute notre énergie à la réalisation du plan A». Colin Powell doit se retourner dans sa tombe. Comme le disait l'ancien général, même si l'on a des objectifs clairs et que l'on peut les mettre en œuvre avec les moyens les plus massifs, les impondérables restent importants. «Des choses auxquelles nous n'aurions jamais pensé peuvent se produire. Ce n'est pas une partie d'échecs avec des possibilités limitées. Nous devons aussi être

préparés à l'impensable». D'où l'importance d'avoir toujours une stratégie de sortie, un plan B prêt à l'emploi, et de pouvoir la mettre en œuvre.

J'espère donc que, malgré les obstacles et les résistances, la Stratégie énergétique 2050 pourra être mise en œuvre comme prévu. Et que, si ce n'est pas le cas, quelqu'un sortira le plan B de sa poche. (D.B.)

Rainer Meier (63 ans) a été responsable de la communication chez Axpo de 2006 à 2021. Il est aujourd'hui conseiller senior en gestion de réputation.

Les propos des auteurs invités ne reflètent pas nécessairement le point de vue du Forum nucléaire suisse.

En Suisse

Les **installations nucléaires en Suisse** ont été exploitées en 2022 conformément aux prescriptions légales en matière de sécurité. C'est la conclusion à laquelle parvient l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) dans une première rétrospective annuelle.



Selon l'IFSN, les installations nucléaires suisses, comme ici la centrale nucléaire de Beznau, ont été exploitées en 2022 conformément aux prescriptions légales en matière de sécurité. (Photo: Axpo)

Au cours de l'année 2022, la centrale nucléaire de **Leibstadt** a produit près de 10'000 gigawattheures de courant, et a ainsi établi un record depuis sa mise en service, en 1984. La production annuelle de la KKL correspond à environ un septième de la production totale d'électricité de la Suisse.

En 2022, la centrale nucléaire de **Gösgen** a produit 7960 GWh nets d'électricité. L'installation a fonctionné de manière sûre et fiable durant 332 jours.

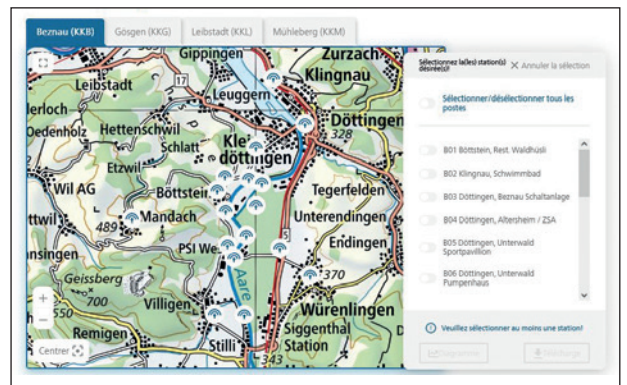
La société allemande GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH a conclu avec la centrale nucléaire argovienne de Leibstadt le premier contrat relatif à des conteneurs de la nouvelle série **Castor®** geo pour un réacteur à eau bouillante – complétant ainsi l'approvisionnement de l'ensemble des centrales nucléaires de Suisse.

Dans son discours au Congrès suisse de l'électricité 2023, le conseiller fédéral **Albert Rösti** a indiqué qu'il se basait sur une durée de fonctionnement de 60 ans pour les centrales nucléaires suisses et a plaidé en faveur d'une ouverture technologique en matière d'approvisionnement en électricité.



Le conseiller fédéral Albert Rösti a plaidé en faveur d'une ouverture technologique lors du Congrès suisse de l'électricité. (Photo: DETEC)

L'IFSN a remanié son **application Internet MADUK**. Le réseau de mesure MADUK sert à surveiller la radioactivité dans l'environnement des centrales nucléaires et de l'Institut Paul-Scherrer (PSI).



Les internautes qui se rendent sur le site de l'IFSN peuvent sélectionner sur Maduk une centrale nucléaire, ou une des 57 sondes de mesures, et ainsi visualiser les valeurs de radioactivité en temps réel. (Photo: IFSN)

À l'étranger

En France, le **Sénat** a adopté, en première lecture et à une large majorité, un projet de loi relatif à l'accélération de la construction de nouveaux réacteurs nucléaires. Pour ne pas perdre de temps, des obstacles bureaucratiques devront être levés.



L'objectif de plafonner la part du nucléaire dans le mix électrique français à 50% d'ici à 2035 a été supprimé dans le projet de loi – les anciens réacteurs peuvent ainsi continuer à fonctionner.
(Photo: le Sénat français)

L'autorité de sûreté nucléaire japonaise, la **NRA**, a adopté un projet de loi relatif à la prolongation de la durée de fonctionnement des centrales nucléaires japonaises au-delà de 60 ans.

Le site charbonnier de **Patnow**, au centre de la Pologne, remplit «l'ensemble des conditions géologiques et écologiques» permettant la construction de quatre réacteurs à eau sous pression du type sud-coréen **APR-1400**.

Fermi Energia, entreprise estonienne privée spécialisée dans l'énergie nucléaire, a opté pour le SMR de type **BWRX-300** de GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) pour la centrale nucléaire qu'elle prévoit de construire en **Estonie**.

L'autorité américaine de sûreté nucléaire (**NRC**) a autorisé la première homologation officielle d'un petit réacteur modulaire (SMR) pour les États-Unis: le SMR de 50 MW de NuScale. Douze modules de ce type peuvent être assemblés pour former une centrale **VOYGR**.

Le 20 janvier 2023, le groupe étatique russe **Rosatom** a lancé la construction d'une nouvelle **installation de production d'isotopes médicaux**. Elle possédera 21 lignes de production qui seront mises en service en 2025.



Cérémonie de lancement de la construction d'une nouvelle installation de production de radioisotopes médicaux en Russie.
(Photo: Rosatom)

Désireuse de s'appuyer sur les technologies occidentales, l'**Ukraine** valide la construction de neuf réacteurs nucléaires Westinghouse du type **AP1000** sur plusieurs sites du pays. Les deux premiers seront implantés dans la centrale de Khmel'nitski.



Représentation générée par ordinateur d'une des deux tranches nucléaires Westinghouse du type AP1000 qui seront construites sur le site de Khmel'nitski en Ukraine. (Photo: NNEG Energoatom)

Korea Electric Power Corporation (Kepeco) a remis une proposition de construction de quatre **APR-1400** sur un site encore inconnu au nord de la **Turquie**. →

La société FSUE Atomflot et le chantier naval Baltiskii Zavod (Baltic Shipyard) ont signé un contrat pour la construction de deux **brise-glaces** à propulsion nucléaire supplémentaires de la classe LK-60.



Le chantier naval russe Baltiskii Zavod va construire deux autres brise-glaces nucléaires dans le cadre du projet 22220, connus pour leurs réacteurs jumeaux RITM-200, en complément des trois déjà en service (photo: Arktika) et des deux en construction. (Photo: Atomflot)

La société française de gestion des déchets, l'**Andra**, a remis la Demande d'Autorisation de Création (DAC) du dépôt en couches géologiques profondes **Cigéo**. La construction de l'installation pourrait être lancée en 2027.



Le dépôt en couches géologiques profondes Cigéo se composera d'installations de surface et d'installations souterraines. Les déchets radioactifs seront stockés en profondeur. L'illustration montre une des installations de surface dans laquelle seront réceptionnés les déchets afin d'être préparés en vue de leur stockage final avant d'être transportés en profondeur. (Photo: Andra)

Le gouvernement belge et l'énergéticien français Engie sont parvenus à un accord de principe sur une prolongation de dix ans de la durée de vie des deux tranches nucléaires **Doel 4 et Tihange 3**.

L'énergéticien public français Électricité de France (EDF) a signé un accord de coopération avec Respect Energy, une entreprise polonaise active dans le domaine des énergies renouvelables. Les deux organisations souhaitent faire avancer le développement de projets nucléaires en **Pologne** basés sur la technologie du SMR **Nuward**.



Représentation d'une tranche Nuward, le type sélectionné par EDF et Respect Energy pour la Pologne. (Photo: EDF)

L'Institut des sciences physiques de Hefei de l'Académie des sciences chinoises (CAS) a annoncé la découverte et la démonstration d'un nouveau mode de fonctionnement du plasma plus performant dans le cadre de l'**Experiment Advanced Superconducting Tokamak (EAST)**.



Dans le cadre de l'Experiment Advanced Superconducting Tokamak (EAST), les chercheurs chinois ont découvert un nouveau mode de fonctionnement du plasma plus performant. (Photo: Institute of Plasma Physics)

L'exploitante slovaque Slovenské elektrárne a pour la première fois synchronisé avec le réseau électrique la tranche nucléaire **Mochovce 3** le 31 janvier 2023.

L'exploitante chinoise CGN a synchronisé la tranche **Fangchenggang 3** avec le réseau pour la première fois. La première tranche Hualong-One de l'ouest de la Chine sera mise en service commercial au cours du premier semestre 2023.



Le 10 janvier 2023, la tranche Fangchenggang 3, du type Hualong-One, a été synchronisée avec le réseau pour la première fois. (Photo: CGN)

Le 31 janvier 2023, l'exploitant Engie-Electrabel a définitivement déconnecté du réseau le réacteur à eau pressurisée de **Tihange 2**, au terme de 40 années d'exploitation. Tihange 2 est ainsi la deuxième des sept tranches nucléaires belges, après Doel 3, à être mise à l'arrêt.

Le gouvernement suédois souhaite ouvrir la voie à de nouvelles centrales nucléaires en modifiant la loi en vigueur. Le nouveau texte autorisera la construction de réacteurs sur de nouveaux sites dans toute la **Suède**. Elle entrera en vigueur en mars 2024.

Le Premier ministre japonais, **Fumio Kishida**, a présenté un projet de politique énergétique fondamentale pour la transformation verte du pays. Le Japon souhaite ainsi mettre en place un avenir neutre pour le climat, basé sur un approvisionnement énergétique stable et des prix de l'énergie abordables. L'énergie nucléaire sera utilisée autant que possible, des prolongations d'exploitation et de nouvelles constructions sont prévues.

Le gouvernement gallois souhaite garantir l'approvisionnement du **Pays de Galles et de la Grande-Bretagne** en radioisotopes médicaux et prévoit, pour cela, de construire une «installation pionnière de médecine nucléaire» nommée **Arthur**.



Vaughan Gething, ministre de l'Économie gallois: «Nous devons empêcher une crise sanitaire et économique. C'est pourquoi j'ai débloqué des moyens qui permettront de réaliser une étude de faisabilité technique et d'élaborer un programme commercial [pour le projet Arthur].» (Photo: Welsh Labour)

Le ministre fédéral allemand des Transports, **Volker Wissing** (FDP), propose qu'une commission d'experts indépendante décide de la prolongation et de l'exploitation des trois réacteurs encore en fonctionnement en Allemagne.



Le ministre allemand des Transports relance le débat sur la prolongation de la durée de fonctionnement des trois tranches nucléaires allemandes encore en exploitation. (Photo: Site Web de Volker Wissing)

Le Conseil des ministres allemand a adopté la Stratégie d'avenir pour la recherche et l'innovation. Le gouvernement fédéral fixe dans celle-ci les priorités de la politique de recherche et d'innovation en **Allemagne**. Le développement de la **fusion nucléaire** en fait partie. →

Le plus gros constructeur naval sud-coréen, Samsung Heavy Industries, a achevé la conception de la centrale nucléaire flottante **Compact Molten Salt Reactor Power Barge** de Seaborg, et a réussi la première étape de la procédure de qualification de l'American Bureau of Shipping, en vigueur pour les nouvelles technologies.



Représentation générée par ordinateur de la centrale nucléaire flottante CMSR Power Barge de Seaborg. (Photo: Seaborg)

La **bobine de champ poloïdal n°1** fabriquée en Russie est arrivée sur le chantier du réacteur thermonucléaire expérimental international (Iter), dans le sud de la France, à Cadarache. Il s'agit de la plus petite des six bobines annulaires qui entourent le tokamak Iter, et de la seule non fournie par l'Europe.



Parmi tous les composants et systèmes d'Iter fournis par la Russie, la bobine de champ poloïdal n°1 est la plus complexe. (Photo: Iter Organization)

L'entreprise britannique **Tokamak Energy** déclare avoir mis au point le premier système au monde d'aimants supraconducteurs à haute température (SHT), destinés à des tests dans des réacteurs de fusion.



Le personnel de Tokamak Energy se réjouit de la fabrication du premier système au monde d'aimants supraconducteurs à haute température pour les réacteurs de fusion. (Photo: Tokamak Energy)

L'autorité néerlandaise de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ANVS, délivre le permis de construire pour le réacteur de recherche **Pallas**, à Petten (Pays-Bas). Celui-ci remplacera le réacteur à haut flux (HFR) en fonctionnement depuis plus de 60 ans et produira, lui aussi, des isotopes médicaux.

Des chercheurs du Commissariat français à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) ont utilisé des particules cosmiques appelées «**muons**» pour générer à distance et de manière non invasive une image en 3D du réacteur G2 de Marcoule, en phase de démantèlement. (M.A./C.B.)

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

Pas de tournant énergétique sans sacrifices douloureux



Georg Schwarz

Conseiller indépendant

Dans sa Stratégie énergétique, la Confédération part du principe que la neutralité climatique peut être atteinte d'ici 2050 exclusivement à l'aide d'énergies renouvelables et à un coût modéré. L'analyse montre que l'objectif est certes en principe réalisable, mais au prix de concessions importantes en termes de protection du paysage.

Dans les rapports techniques des Perspectives énergétiques 2050+, la Confédération présente concrètement, à l'aide de différents scénarios, la manière dont elle entend mettre en œuvre la Stratégie énergétique. Selon le scénario de base, la consommation d'électricité n'augmentera que de 29% d'ici 2050, malgré une croissance de la population de 14% et une électrification presque complète du système énergétique. La Confédération part du principe que cette augmentation de la consommation, ainsi que les besoins supplémentaires découlant de la disparition de l'énergie nucléaire, pourront être couverts en grande partie par le photovoltaïque sur les bâtiments, ainsi que par un peu d'énergie éolienne et de géothermie. Avec un tel mix de production, il n'y aura pas assez d'électricité en hiver, et l'idée de la Confédération est de combler ce manque par de l'éolien européen, en misant en outre sur d'importantes importations de biogaz et d'hydrogène pour remédier à d'éventuelles difficultés d'approvisionnement.

Cette vision des choses est controversée. Elle fait notamment l'objet de critiques de la part des milieux scientifiques. Le principal reproche adressé aux autorités est que la transformation du système énergétique requise est présentée de manière trop optimiste et que ses coûts sont sous-estimés.

Et, de fait, les conclusions de la Stratégie énergétique ne sont pas reproductibles sur la base des rapports publiés à son sujet. Même le rapport technique de 461 pages sur les Perspectives énergétiques 2050+ contient une multitude d'hypothèses invérifiables à propos de l'évolution future des comportements d'utilisation, de la mise en œuvre des technologies, de l'efficacité énergétique, ainsi que des renvois à des modèles internes des auteurs du rapport, ce qui rend toute vérification quasiment impossible. →

Georg Schwarz a étudié la géophysique à l'EPFZ, où il a obtenu son doctorat avec une thèse consacrée à l'aéroradiométrie. Après avoir travaillé à l'EPFZ et comme spécialiste indépendant en logiciels, il est entré en 1984 à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) – aujourd'hui devenue l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) – où il a occupé différents postes. En 2009, il a pris la direction de la division Centrales nucléaires de l'IFSN et a en outre exercé la fonction de directeur suppléant de l'organisation jusqu'à fin 2021. Depuis lors, le Grison est consultant indépendant et alimente le débat climatique et énergétique par le biais de son blog, georgschwarz.ch.

Comme je voulais malgré tout en savoir plus, j'ai tenté dans mon blog (www.georgschwarz.ch/energiewende) de vérifier la plausibilité des scénarios des Perspectives énergétiques 2050+ à l'aide d'une approche simplifiée. Disons-le sans détour: l'objectif du zéro émission nette est réalisable sans énergie nucléaire. Mais pas de la manière décrite par la Confédération.

Le scénario de base des Perspectives énergétiques 2050+ est un scénario de beau temps qui repose sur des hypothèses excessivement optimistes. Le système énergétique proposé mise essentiellement sur le photovoltaïque sur bâtiment pour fournir de l'électricité. Malheureusement, d'un point de vue technique, le photovoltaïque sur bâtiment est de loin la pire des solutions. L'électricité est surtout produite lorsque nous n'en avons pas besoin. Durant le semestre d'hiver, lorsque les pompes à chaleur doivent fonctionner, les installations photovoltaïques sur bâtiment ne fournissent que 26% de leur production annuelle. Les 74% restants sont produits en été, lorsque la consommation d'électricité est moindre. De plus, avec un coût de production moyen de 120 CHF/MWh, le photovoltaïque sur bâtiment est la deuxième source d'électricité renouvelable la plus chère. Seule l'électricité produite par les petites centrales hydroélectriques a un coût encore un peu plus élevé: 125 CHF/MWh.

D'un autre côté, les installations photovoltaïques sur bâtiment ne portent pas atteinte au paysage, ce qui explique qu'elles soient largement incontestées par la population. Les oppositions sont rares. Contrairement à d'autres installations de production, les projets planifiés peuvent donc être mis en œuvre rapidement.

En donnant la priorité au photovoltaïque sur bâtiment, les Perspectives énergétiques 2050+ empruntent la voie de la moindre résistance. Une production principale réalisée au moyen du photovoltaïque sur bâtiment a toutefois pour effet de créer une pénurie d'approvisionnement en hiver. Par conséquent, la Suisse dépendra à l'avenir beaucoup plus des importations qu'aujourd'hui pour couvrir ses besoins durant la saison froide. Ainsi, le scénario ZÉRO base (CN 50 ans) des Perspectives énergétiques 2050+ prévoit des importations nettes de 15,6 TWh pour l'hiver 2034, ce qui correspond à un triplement par rapport à aujourd'hui.

De manière générale, la Stratégie énergétique n'accorde qu'une faible importance à la question de la sécurité d'approvisionnement. Or, comme le montre la crise actuelle, les importations nécessaires ne sont nullement garanties en cas de pénurie d'énergie en Europe.

Contrairement à ce que laissent entendre les Perspectives énergétiques 2050+, il existe bel et bien des solutions de rechange au photovoltaïque sur bâtiment qui permettent d'atteindre l'objectif du zéro émission nette sans énergie nucléaire: les installations solaires alpines et les éoliennes, qui fournissent respectivement 55% et 66% de leur production annuelle d'électricité pendant le semestre d'hiver, c'est-à-dire lorsqu'on en a besoin. Avec des coûts de 103 CHF/MWh et 88 CHF/MWh respectivement, elles sont en outre nettement moins chères. Malheureusement, les installations solaires alpines et les éoliennes présentent aussi des inconvénients, et non des moindres, car pour assurer l'approvisionnement en électricité de la Suisse, il faudrait disposer de 5000 éoliennes et de 70 km² d'installations solaires dans les Alpes. Cela représente une intervention massive dans le paysage suisse. Cette extension se heurtera donc à une forte résistance.

Mais sans ces installations de production controversées, le tournant énergétique n'est pas réalisable. Mes calculs montrent que la seule technologie de production incontestée, le photovoltaïque sur bâtiment, ne permet pas de garantir un approvisionnement sûr en électricité. En hiver, il faut impérativement pouvoir s'appuyer sur le photovoltaïque alpin et l'éolien.

La situation est encore compliquée par le fait que la construction de parcs solaires alpins et d'éoliennes se heurte à des obstacles juridiques importants. Les possibilités de recours existantes permettent de retarder fortement, voire de bloquer complètement les projets éoliens. Quant à la construction d'installations photovoltaïques sur des surfaces libres en dehors des zones à bâtir, elle est en principe interdite à l'heure actuelle.

Le Parlement a reconnu que les obstacles juridiques à la construction de grandes installations éoliennes et solaires devaient être levés afin que celles-ci puissent être réalisées à l'échelle requise. Le débat politique lié à cette

suppression permettra enfin de traiter des questions que la Stratégie énergétique de la Confédération s'est bien gardée d'aborder jusqu'ici: à quels compromis sommes-nous prêts pour atteindre les objectifs climatiques? Sommes-nous disposés à sacrifier des paysages de montagne jusqu'ici intacts, de grande importance entre autres pour le tourisme, afin d'assurer notre sécurité d'approvisionnement? Ou préférons-nous en fin de compte vivre malgré tout avec l'énergie nucléaire?

Car une chose devrait maintenant être bien claire: sans nucléaire, la transition énergétique passe obligatoirement par des sacrifices douloureux en termes de protection du paysage. (D.B.)

Les propos des auteurs invités ne reflètent pas nécessairement le point de vue du Forum nucléaire suisse.

Merci, Tihange 2

«Microfissures, poisse et pannes: Tihange 2 ferme»: c'est ainsi que la chaîne de télévision allemande «Westdeutscher Rundfunk» (WDR) a intitulé un article publié le 31 janvier 2023 sur son site Internet à propos de la mise à l'arrêt définitif de la tranche nucléaire belge Tihange 2. «Outre de multiples pannes, problèmes techniques et arrêts dus à l'effritement du béton ou à des problèmes de pression dans les réacteurs à vapeur, des milliers de microfissures, appelées inclusions d'hydrogène, ont été découvertes dans les parois de la cuve de pression. C'était il y a une bonne dizaine d'années. On craignait fortement que ces dernières n'éclatent et qu'un nuage radioactif ne contamine la région frontalière d'Aix-la-Chapelle», écrit la chaîne.

La WDR s'étend ensuite abondamment sur le mouvement allemand de lutte contre la centrale nucléaire belge. Il est question de plusieurs manifestations, de plaintes, «d'un demi-million de signatures demandant la fermeture définitive de l'installation, et d'une chaîne humaine de 90 kilomètres allant main dans la main – avec tambours, sifflets et chants de protestation – d'Aix-la-Chapelle à Tihange en passant par les Pays-Bas». L'un dans l'autre, l'article donne l'impression que la fermeture de Tihange n'était pas une décision de politique énergétique prise par un État souverain, mais le résultat des protestations venues d'Allemagne. Une impression qu'un tweet de Britta Haßelmann, présidente du groupe

des Verts au Bundestag allemand, semble confirmer: «C'est une bonne nouvelle pour les habitants de Belgique et de nos régions frontalières. Beaucoup ont vécu dans l'inquiétude pendant des années en raison des risques liés à Tihange 2 et à l'énergie nucléaire. Aujourd'hui, on ferme enfin Tihange 2, ce qui accroît grandement notre sécurité. Nous nous sommes longuement battus pour cela, au travers de nombreuses initiatives menées avec des associations et les habitants des régions frontalières.»

Mais qu'en disent les premiers concernés, à savoir les locaux? C'est justement sur le canal Twitter de la WDR que nous avons trouvé cette information: «On ne peut pas parler vraiment de soulagement. Ça sera plus calme ici au niveau du bruit, mais on a grandi avec le réacteur nucléaire, donc on n'est pas spécialement inquiet par cela», déclare un jeune homme dans une interview vidéo. Et une dame renchérit: «Non [ce n'est pas un soulagement], parce qu'ils vont remplacer le réacteur par des centrales au gaz. Ce n'est pas une économie car le gaz vient de Russie, et en plus, ça pollue.»

Nous ne serions pas mécontents si, en lieu et place du nuage radioactif qui hante tant les esprits, un peu de bon sens pouvait se disséminer vers l'est. Et nous disons merci à Tihange 2 pour les 270 TWh d'électricité propre injectés dans le réseau! (M.R./D.B.)

Suggestion de lecture: le tabou du nucléaire

Dans son nouveau livre intitulé «Atomkraft – Das Tabu» (Énergie atomique: le tabou), Martin Schlumpf dresse l'éventail complet des arguments factuels en faveur de l'énergie nucléaire.

Musicien de formation et professeur de musique retraité de la Haute École d'art de Zurich, Martin Schlumpf fut un farouche adversaire de l'atome dans les années 1980. Aujourd'hui, il publie un vibrant plaidoyer pour le nucléaire et contre une transition énergétique reposant exclusivement sur le renouvelable. Son ouvrage est fondé sur une étude approfondie des données, faits et opinions, ce qui lui confère poids et crédibilité.

Nos lecteurs connaissent déjà bon nombre des arguments développés par M. Schlumpf. Mais la profondeur dont il fait preuve lorsqu'il étaye son argumentation par des faits et des données rend son livre agréable à lire même pour les spécialistes. Il couvre tous les aspects (fiabilité, consommation de ressources, sûreté, radioactivité, coûts, gestion des déchets) qui, dans le discours public, sont souvent supposés parler en défaveur de l'atome, mais qui, dans son analyse et dans sa comparaison avec l'électricité solaire et éolienne, sont clairement favorables aux centrales nucléaires. M. Schlumpf conclut que le tournant énergétique suisse coûtera cher et ne mènera nulle part.

Des graphiques et des compléments rédigés par des experts

Les douze chapitres du livre sont tous illustrés par un ou plusieurs graphiques basés sur l'activité de chroniqueur de données graphiques exercée par l'auteur pour le magazine en ligne «Nebenspalter». L'ouvrage est complété par une préface de l'économiste et publiciste Hans Rentsch ainsi que par six compléments rédigés par des experts souvent connus de nos lecteurs (Walter Rüegg, Johannes Nöggerath, Alex Reichmuth, Simon Aegerter et Markus Saurer), ce qui permet d'approfondir certains points. (M.R./D.B.)

Martin Schlumpf (2023). «Atomkraft – Das Tabu». Éditions Königstuhl
ISBN 978-3-907339-36-7



Assemblée générale et annuelle 2023

Mardi 16 mai, à partir de 16 h au Casino de Berne



Photo: Casino de Berne

Cours d'approfondissement du Forum nucléaire suisse

«Identifier – exploiter – développer les synergies dans le domaine de la technique nucléaire»

Mercredi 8 novembre 2023 au Trafo de Baden

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)

www.facebook.com/NuklearforumSchweiz



Photo: Forum nucléaire suisse

Nouvel épisode du podcast «NucTalk»

Dans le 23^e épisode de notre podcast NucTalk, nous avons donné la parole à Florian Blümm, exploitant du blog «Tech for Future». Nous abordons avec lui l'écomodernisme, l'ouverture technologique et la culture du débat (en allemand uniquement).

www.nuklearforum.ch/de/podcasts

Le Forum nucléaire sur Twitter

Le Forum nucléaire a sa propre page Twitter. Vous y trouverez des actualités nucléaires 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

15^e séminaire de base de la SOSIN

La Société suisse des ingénieurs nucléaires (SOSIN) prévoit d'organiser du 2 au 5 octobre 2023 à Macolin son séminaire de base sur l'énergie nucléaire. Il comportera plusieurs modules (physique, politique et environnement, histoire, énergie, combustible, sûreté, radioactivité et accidents) ainsi qu'une visite de la centrale nucléaire de Gösgen.

www.kernfachleute.ch



Photo: SOSIN

Impressum

Rédaction:

Marie-France Aepli (M.A., rédactrice en chef); Lukas Aebi (L.A.);
Stefan Diëpenbrock (S.D.); Aileen von den Driesch (A.D.);
Benedikt Galliker (B.G.); Matthias Rey (M.Re.)

Traduction:

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

Éditeurs:

Hans-Ulrich Bigler, président
Lukas Aebi, secrétaire général

Forum nucléaire suisse
Frohburgstrasse 20, 4600 Olten

Tél. +41 31 560 36 50
info@nuklearforum.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 2023 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.

