

Décembre 2023

BULLETIN 4



Sondage: la valeur ajoutée de l'énergie nucléaire pour la Suisse est reconnue

Page 5

Entretien avec une influenceuse pro-nucléaire engagée pour le climat

Page 2

L'initiative chinoise «La nouvelle route de la soie»

Page 14

Le tournant énergétique de la Suisse ne peut se faire sans le nucléaire

Page 29

Table des matières

Éditorial

Qui dit protection du climat et stabilité de notre approvisionnement dit aussi énergie nucléaire	1
--	---

Entretien avec...

Façonner les perceptions de l'énergie nucléaire	2
---	---

Informations de fond

L'énergie nucléaire bien notée par la population suisse	5
Le courant passe entre la recherche suisse et l'économie	8
Génie nucléaire: des stages pour assurer la relève	12
«Nuclear Silk Road»: comment la Chine exporte sa technologie nucléaire	14
AIE: «La transition vers les énergies propres est inéluctable»	19

Décryptage

Le bûcher des illusions	22
-------------------------	----

Brèves nucléaires

En Suisse	25
À l'étranger	26

La der nucléaire

Pour en finir avec les questions de croyance	29
--	----

Couac!

Combien de fois faudra-t-il encore le répéter?	31
--	----

Pour mémoire

	32
--	----

Page de couverture:

Un sondage de DemoSCOPE effectué sur mandat du Forum nucléaire suisse indique qu'une grande partie de la population suisse fait confiance à l'énergie nucléaire. (Photo: Shutterstock)

Qui dit protection du climat et stabilité de notre approvisionnement dit aussi énergie nucléaire



Benedikt Galliker

Rédacteur technico-scientifique
au Forum nucléaire suisse

Benedikt Galliker

Les exemples de la France et de la Suède montrent que l'atome a le vent en poupe en Europe. Chez nous en Suisse, on parle de cette technologie dans les médias classiques et sur les plateformes de médias sociaux, où l'on aborde également la question de l'exploitation à long terme. Outre-Atlantique, une influenceuse en matière d'énergie nucléaire, le mannequin brésilien Isabelle Boemeke, remporte un franc succès avec son personnage Isodope. Dans l'interview qui lui est consacrée, elle donne un aperçu de son action, motivée par l'importance de l'atome pour la protection du climat.

Il va sans dire qu'en matière d'énergie nucléaire, les intérêts économiques jouent aussi un rôle. La Chine est le pays qui en comparaison mondiale construit le plus d'installations. Elle entend aujourd'hui tirer profit de la nouvelle route de la soie pour proposer sa technologie nucléaire à l'étranger. Nous faisons le point sur ce projet.

Questions financières et protection du climat se rejoignent dans le «World Energy Outlook» de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Selon la dernière édition de cette étude, il faudrait plus que doubler la puissance installée pour atteindre les objectifs climatiques de l'Accord de Paris. De nouvelles perspectives s'ouvrent ainsi pour l'atome, et l'extension des capacités a déjà commencé – avec une plus grande sécurité d'approvisionnement et de nouveaux emplois à la clé. Il s'agit maintenant de maintenir les coûts en capital des nouvelles centrales nucléaires à un niveau aussi bas que possible, écrit l'AIE.

L'entreprise suisse Ampegon offre des emplois dans le secteur des nouvelles technologies nucléaires. Elle approvisionne les plus grands projets de fusion au monde, et pourrait en outre révolutionner la géothermie grâce à un transfert de technologie. Ampegon elle-même bénéficie d'un transfert de connaissances en provenance des moteurs de l'innovation que sont les instituts suisses de recherche. Néanmoins, pour que l'économie helvétique puisse continuer à récolter les fruits d'une recherche nucléaire forte, il faut que cette dernière dispose de moyens financiers suffisants. La recherche est également utile pour l'exploitation à long terme des centrales nucléaires, qui non seulement fournissent de l'électricité de manière fiable, mais favorisent aussi l'intégration des énergies renouvelables dans le réseau. Une étude réalisée par l'EPFZ sur mandat d'economiesuisse montre d'ailleurs que le recours à l'atome abaisse le coût de notre approvisionnement en électricité tout en le rendant plus fiable, et que la Suisse a besoin d'un large éventail de sources d'énergie climatiquement neutres.

Qu'en pense la population? Comme le montre le dernier sondage représentatif de l'Institut DemoSCOPE, les Suissesses et les Suisses ont confiance en une voie commune pour l'énergie nucléaire et les énergies renouvelables. Vous en apprendrez davantage au fil des pages de ce nouveau numéro.

Bonne lecture!

Façonner les perceptions de l'énergie nucléaire



Isabelle Boemeke

Influenceuse pro-énergie nucléaire et mannequin

Les préoccupations liées au changement climatique et à la sécurité énergétique ainsi qu'à la justice énergétique et au développement durable ont fait évoluer les perceptions du public concernant l'énergie nucléaire. Dans le même temps, les défenseurs de l'énergie d'origine nucléaire trouvent des moyens innovants et attrayants de mettre en avant les avantages de cette source d'énergie propre. Parmi ces défenseurs figure Isabelle Boemeke, influenceuse pro-énergie nucléaire et mannequin.

La jeune femme a notamment prononcé le discours d'ouverture du forum scientifique «Les innovations nucléaires au service de la neutralité carbone» organisé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) les 26 et 27 septembre 2023. La manifestation portait sur les nouveautés dans le domaine nucléaire et sur la contribution de l'atome à une transition énergétique sûre.

Connue sous le nom d'Isotope sur les médias sociaux, Mme Boemeke se dit convaincue que l'énergie d'origine nucléaire est vitale pour bâtir un avenir dans lequel l'humanité ne se contentera pas de survivre, mais pourra prospérer. Dans l'entretien reproduit ci-après, Mme Boemeke explique comment elle utilise son personnage en ligne pour informer les jeunes générations sur l'énergie d'origine nucléaire.

Comment en êtes-vous venue à vous intéresser à l'énergie nucléaire?

En 2015, un scientifique que je suis sur les médias sociaux a publié un tweet sur les réacteurs au thorium à sels fondus. J'ai fait quelques recherches, mais je n'ai pas trouvé d'informations que quelqu'un comme moi, qui n'a pas de formation technique, puisse comprendre. Cela a éveillé ma curiosité concernant l'énergie d'origine nu-

cléaire et j'ai demandé aux gens ce qu'ils en pensaient. En gros, les réponses peuvent se résumer ainsi: En fait, c'est une bonne technologie. Nous en avons absolument besoin pour résoudre le problème du changement climatique, mais les gens ne veulent pas en entendre parler.

Avec les incendies de 2019 en Australie, en Amazonie et en Californie, j'ai réalisé que nous n'allions pas assez vite dans la lutte contre le changement climatique et j'ai commencé à chercher des solutions, et c'est là que je suis retombée sur l'énergie d'origine nucléaire. J'ai été frappée par le fait que tout ce que les gens pensaient savoir sur l'énergie d'origine nucléaire était faux, et la raison expliquant cela était qu'ils tiraient leurs informations principalement de références culturelles, de films et de dessins animés, comme Les Simpson. Je me suis demandé comment on pourrait faire savoir aux gens que l'énergie d'origine nucléaire est la deuxième source d'énergie propre au monde et que les pays qui ont décarboné leur électricité l'ont fait principalement grâce à l'énergie hydroélectrique ou à l'énergie d'origine nucléaire.

C'est ainsi qu'est née Isotope?

Nous vivons dans un monde façonné par les médias sociaux et truffé d'influenceurs. J'ai compris que le meil-

leur moyen de faire passer le message sur le nucléaire était de créer du contenu qui interpelle et parle aux gens sur les médias sociaux. Je savais que mon contenu devait être très différent, car je ne voulais pas créer une vidéo parmi tant d'autres. J'ai imaginé un personnage qui s'habille de manière futuriste, utilise un langage accessible et des visuels colorés. Je l'appelle «Isodope», un jeu de mots sur le terme «isotope» utilisé en chimie.

Quel est votre public principal?

Je m'adresse surtout aux millennials (les personnes nées dans les années 1980 et 1990) et aux plus jeunes. Les moyens de subsistance des jeunes sont en jeu. C'est nous, et nos enfants, qui subissons les pires effets du changement climatique.

Comment faites-vous pour toucher un public plus large, au-delà de la communauté pro-nucléaire?

Les médias sociaux sont très utiles à cet égard. Non seulement vous pouvez créer du contenu, et c'est ce que je fais, mais vous pouvez aussi dialoguer avec les gens par l'intermédiaire de ce contenu. Vous pouvez répondre à ceux qui ont des questions et qui sont curieux.

Toutes les occasions sont bonnes pour aborder le sujet de l'énergie d'origine nucléaire. Lorsque je vais chez le médecin, par exemple, et que quelqu'un m'interroge sur mon travail, je dis que je travaille dans le domaine de l'énergie nucléaire, et cela débouche toujours sur une conversation intéressante. Il est également très important de dialoguer avec les populations locales vivant autour des centrales nucléaires. Parce que leurs communautés bénéficient grandement de cette installation, ces personnes sont les meilleurs défenseurs du nucléaire.

Un autre sujet qui devrait être expliqué en détail est celui des déchets radioactifs, car c'est l'un des principaux problèmes soulevés par les gens. Quiconque a vu des déchets nucléaires peut vous dire qu'il s'agit de la chose la plus inintéressante du monde: ce sont juste des fûts en béton, simplement posés là. Il serait vraiment utile de continuer à montrer aux gens à quoi ressemblent les déchets nucléaires et de faire passer le message qu'ils sont gérés de façon sûre et, honnêtement, qu'il s'agit d'une chose bien plus banale qu'on ne le pense.

Quelle a été votre plus grande réussite dans votre carrière d'influenceuse dans le domaine de l'énergie nucléaire?

Le sauvetage de la centrale nucléaire de Diablo Canyon en Californie de la fermeture en 2022 est ma grande fierté, et ce pour de nombreuses raisons. Lorsque j'ai commencé à travailler comme influenceuse dans le domaine de l'énergie nucléaire, j'ai fait des recherches sur les centrales qu'il était prévu de fermer de façon prématurée aux États-Unis d'Amérique. Il y en avait cinq à l'époque, et Diablo Canyon se distinguait, non seulement parce que c'était une belle installation et qu'elle pouvait continuer à fonctionner pendant encore 20 ans, mais aussi parce qu'elle était le symbole du mouvement anti-nucléaire aux États-Unis d'Amérique. Lors de la construction de Diablo Canyon à la fin des années 1960 et dans les années 1970, de nombreuses manifestations ont été organisées, dont un rassemblement auquel ont participé quelque 30'000 personnes.

Sauver cette centrale c'était envoyer un message au public et aux responsables politiques: le vent a tourné, les gens sont désormais favorables à l'énergie d'origine nucléaire. J'ai pensé que c'était une bonne cause et j'ai collaboré avec un grand nombre d'organisations diverses aux États-Unis. Nous avons organisé le plus grand rassemblement pro-nucléaire qu'ait connu le pays. J'ai également créé une organisation à but non lucratif appelée Save Clean Energy, et j'ai écrit au Gouverneur de Californie une lettre signée par 80 experts et entrepreneurs de premier plan dans le domaine de l'énergie et du climat, pour l'exhorter à maintenir ouverte la centrale de Diablo

La mannequin **Isabelle Boemeke** a créé le personnage d'Isodope sur les médias sociaux pour sensibiliser le public aux atouts de l'énergie nucléaire et à l'apport possible de l'atome dans la lutte contre le changement climatique et l'injustice énergétique. Elle est la fondatrice et la directrice générale de Save Clean Energy. Isabelle Boemeke a grandi dans l'État brésilien de Rio Grande do Sul et vit aujourd'hui à Los Angeles.



L'influenceuse Isabelle Boemeke s'est exprimée à la séance d'ouverture du forum scientifique, organisé sur le thème «Les innovations nucléaires au service de la neutralité carbone», lors de la 67^e session de la Conférence générale de l'AIEA le 26 septembre 2023.
(Photo: Dean Calma / AIEA)

Canyon. Grâce à ces actions, la centrale restera ouverte pendant au moins cinq ans après 2025, l'année initialement prévue pour sa fermeture.

Quels sont vos projets et plans récents pour Isodope?

J'écris actuellement un livre, intitulé «Rad Future», sur l'énergie d'origine nucléaire; il est rédigé dans un style proche de celui d'Isodope, facile à comprendre. En ce qui concerne les activités bénévoles, je me concentre sur la transition charbon-nucléaire, car je pense que c'est probablement notre meilleure chance d'accélérer le déploiement de l'énergie d'origine nucléaire, du moins aux États-Unis d'Amérique.

Enfin, je pense que l'industrie de la mode peut nous permettre de toucher un public totalement différent. J'ai rédigé des éditoriaux et réalisé des interviews sur l'éner-

gie d'origine nucléaire dans le secteur de la mode, et je continuerai à le faire. Beaucoup de collaborations intéressantes peuvent se nouer dans ce secteur à l'avenir.

L'entretien de Mme Boemeke avec l'AIEA est paru dans le Bulletin de l'AIEA sur les innovations nucléaires au service du «zéro émission nette». Septembre 2023, Vol. 64-3

Le pouvoir des médias sociaux

Pour conclure la séance d'ouverture du forum scientifique, organisé sur le thème «Les innovations nucléaires au service de la neutralité carbone», lors de la 67^e session de la Conférence générale de l'AIEA, Isabelle Boemeke a évoqué le pouvoir des médias sociaux pour ce qui est de l'information des jeunes publics. «Les médias sociaux peuvent sembler superficiels, mais en réalité, c'est par eux que les jeunes apprennent à connaître le monde», a déclaré Mme Boemeke. «Ils font confiance aux influenceurs et écoutent leurs opinions sur des produits, leurs conseils en matière de santé et leurs idées. Et si nous avons vu que les médias sociaux pouvaient être utilisés à mauvais escient, je pense que nous pouvons tirer parti de ces outils et les utiliser à bon escient.»

Mme Boemeke a appelé l'attention sur le fait qu'il était important que les dirigeants soient à l'écoute des jeunes générations et nouent un dialogue avec elles. «Les jeunes sont très réceptifs à l'égard de cette technologie et ils attendent que des personnes comme vous leur disent qu'il est acceptable de la soutenir. En informant la population de tous les avantages, on donne à nos dirigeants la possibilité de choisir des solutions de décarbonation réalistes, des plans audacieux articulés autour de l'énergie nucléaire», a déclaré Mme Boemeke. Encourageant les décideurs à faire preuve de courage, elle a conclu en posant la question suivante: «Êtes-vous des meneurs ou des suiveurs?»

L'énergie nucléaire bien notée par la population suisse

Un vaste sondage mené par l'institut DemoSCOPE sur mandat du Forum nucléaire suisse montre que l'image du nucléaire est globalement positive en Suisse et que cette technologie garde la confiance de la population. La majorité des personnes interrogées considère que les centrales nucléaires sont indispensables à l'approvisionnement en électricité du pays et se déclare en faveur de la poursuite de la recherche nucléaire ainsi que du maintien de durées d'exploitation sans échéance fixe pour les installations.

Plus de 2200 personnes de toute la Suisse ont participé à ce sondage représentatif, qui a eu lieu au cours de la première quinzaine de septembre. Il en ressort que la population suisse reste dans l'ensemble favorable à l'énergie nucléaire, mais qu'il existe dans certains cas des divergences d'opinions considérables entre les hommes et les femmes (voir encadré, page 7).

«Les résultats du sondage montrent clairement que la population reconnaît la valeur ajoutée de l'énergie nucléaire pour la Suisse. Par conséquent, le débat public sur l'énergie nucléaire va probablement se poursuivre», a commenté Hans-Ulrich Bigler, président du Forum nucléaire suisse, à propos de l'étude.

Plus de la moitié des personnes interrogées (54%) estiment que la Suisse doit continuer à exploiter l'énergie nucléaire, à côté des énergies renouvelables, pour produire de l'électricité; 38% sont d'un avis contraire. Une question subséquente montre que 37% des sondés se font une idée dans l'ensemble plutôt positive, voire très positive, des centrales nucléaires, tandis que 42% en ont une opinion plutôt négative, voire très négative. Les avis positifs sont nettement plus répandus chez les hommes ainsi que chez les jeunes des deux sexes que dans le reste de la population.

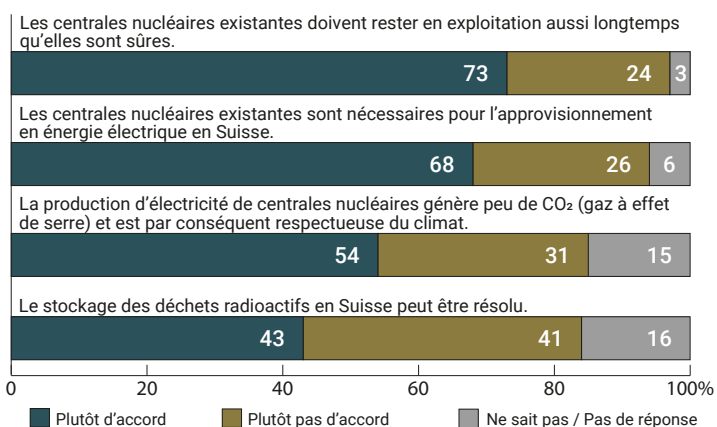
La majorité de la population voit d'un bon œil les centrales nucléaires suisses ou les considère comme indispensables. Plus de 80% des personnes interrogées pensent que le nucléaire a été bénéfique à la population et à l'économie du pays au cours des dernières années, surtout en raison de la sécurité d'approvisionnement élevée qu'il assure et du bas prix de l'électricité qu'il produit. Près des trois quarts des sondés (73%) sont d'accord avec l'idée que les centrales existantes doivent être ex-

ploitées aussi longtemps qu'elles sont jugées sûres. La même proportion de personnes (74%) est d'avis que les centrales nucléaires suisses sont plutôt sûres, voire très sûres. Et 68% des sondés soutiennent l'affirmation selon laquelle les centrales nucléaires existantes sont indispensables à l'approvisionnement en électricité de la Suisse. S'agissant du stockage des déchets radioactifs, les avis sont équilibrés: 43% des personnes interrogées pensent que cette problématique peut être résolue, 41% que ce n'est pas le cas.

L'interdiction de construire controversée

S'agissant de la question de savoir si la construction de centrales nucléaires doit rester par principe interdite en Suisse ou si elle devrait redevenir possible, les avis sont partagés: 35% des sondés sont favorables au maintien de l'interdiction, 23% à sa levée. →

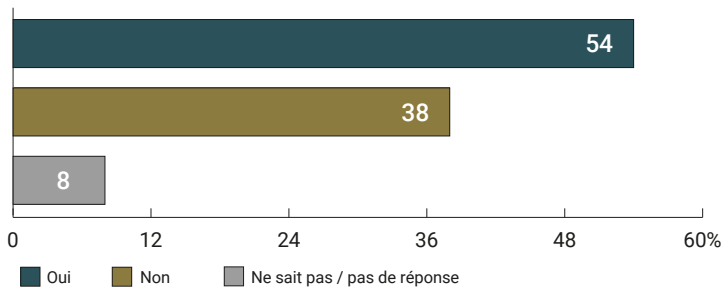
Êtes-vous plutôt d'accord ou plutôt pas d'accord avec les déclarations suivantes?



Source: DemoSCOPE – L'énergie nucléaire en Suisse, 2023

© Forum nucléaire suisse

Selon vous, la Suisse devrait-elle continuer à utiliser l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité en plus des énergies renouvelables?



Source: DemoSCOPE – L'énergie nucléaire en Suisse, 2023

© Forum nucléaire suisse

du climat et de l'environnement: 54% des personnes interrogées sont plutôt d'avis que la production électrique des centrales nucléaires provoque peu d'émissions de CO₂ et est donc respectueuse du climat; 31% pensent plutôt que ce n'est pas le cas. D'un autre côté, 52% des sondés estiment que le courant issu des centrales nucléaires est plutôt nocif pour l'environnement, et 38% qu'il est plutôt respectueux de ce dernier.

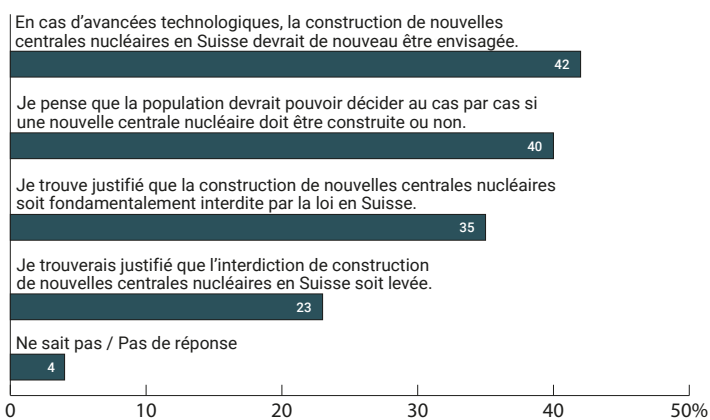
La population se montre sceptique quant à la possibilité de remplacer l'énergie nucléaire par des énergies renouvelables et des mesures d'économie: seuls 37% des sondés y croient; pas moins de 56% n'y croient pas. Le tournant énergétique (sans énergie nucléaire) suscite lui aussi de nombreux doutes: 44% des sondés estiment qu'il peut réussir, c'est-à-dire que la Suisse disposera à terme de suffisamment d'électricité respectueuse du climat même en l'absence de centrales nucléaires sur son territoire; 42% sont de l'avis contraire.

À la question de savoir où la Suisse devrait s'approvisionner en électricité, une majorité de 56% est en faveur d'un approvisionnement exclusivement suisse; 25% des sondés acceptent que la Suisse se fournisse au moins en partie à l'étranger.

S'agissant de la recherche, l'opinion de la population est parfaitement claire: 79% des personnes interrogées pensent que la recherche et la formation en matière d'énergie nucléaire doivent rester possibles en Suisse, et seuls 10% des sondés sont opposés à cette idée.

(S.D./D.B.)

Parmi les déclarations suivantes, laquelle/lesquelles approuvez-vous? (Plusieurs réponses possibles)



Source: DemoSCOPE – L'énergie nucléaire en Suisse, 2023

© Forum nucléaire suisse

Néanmoins, 42% des sondés estiment que la construction de centrales nucléaires devrait être à nouveau envisagée si des avancées technologiques étaient réalisées. Cette possibilité recueille l'adhésion de 53% des hommes, mais de seulement 31% des femmes ayant participé à l'enquête. Par ailleurs, 40% des personnes interrogées considèrent que la population devrait pouvoir décider au cas par cas si une nouvelle centrale nucléaire doit ou non être construite.

Les avis sont également partagés en ce qui concerne la question de savoir si l'énergie nucléaire est respectueuse



[Vue d'ensemble des résultats du sondage «L'énergie nucléaire en Suisse, étude 2023»](#)



[Podcast «NucTalk» avec Michael Buess, directeur de DemoSCOPE, présentant une analyse des résultats de l'enquête \(en allemand\)](#)

Des divergences d'opinions entre les deux sexes

«Qui veut à nouveau construire des centrales nucléaires en Suisse a en particulier un groupe critique à convaincre: les femmes», écrivait la *Neue Zürcher Zeitung* le 10 octobre 2023 à l'occasion de la publication de l'enquête «L'énergie nucléaire en Suisse, étude 2023», au vu des différences d'opinions, parfois considérables, entre les deux sexes. L'enquête a montré que les hommes sont de manière générale mieux disposés envers l'atome. Ainsi, près de la moitié d'entre eux (49%) ont une opinion globalement positive de l'énergie nucléaire, contre seulement 25% des femmes, la moitié d'entre elles en ayant même une opinion négative. De même, seule une femme sur trois, contre 54% des hommes, pense qu'il est possible de résoudre le problème du stockage des déchets radioactifs en Suisse. Et une levée de l'interdiction actuelle de construire des centrales nucléaires serait approuvée par 30% des hommes, mais seulement par 17% des femmes.

Outre les différences d'attitude personnelle vis-à-vis de l'énergie nucléaire, les hommes et les femmes semblent également avoir un niveau de connaissances inégal sur le sujet. Ainsi, seules 43% des femmes sont d'accord avec l'affirmation selon laquelle la production nucléaire d'électricité génère peu de gaz à effet de serre. Chez les hommes, cette proportion est de deux tiers. S'agissant du financement de la gestion des déchets radioactifs, les femmes sont 46% à croire à tort que cette responsabilité incombe à la Confédération (seuls 30% des hommes partagent cette opinion erronée), et 40% à penser à juste titre qu'elle échoit aux exploitants (pas moins de 60% des hommes sont également de cet avis). Mais ce sont surtout les jeunes qui se trompent sur cette question: rien de moins que 53% des 15–24 ans et 46% des 25–34 ans pensent que c'est l'État fédéral qui est chargé de ce financement!

Le courant passe entre la recherche suisse et l'économie

La Suisse s'investit dans le développement d'énergies propres comme la fusion nucléaire. Les établissements de recherche helvétiques sont un moteur à l'innovation des plus bénéfiques pour nos PME. Ainsi, l'Argovien Ampegon Power Electronics AG (Ampegon) a pu optimiser ses produits grâce à une collaboration avec des partenaires du monde de la recherche, devenant le fournisseur de grands projets de fusion tout en travaillant à une percée dans le domaine de la géothermie.

Les Écoles polytechniques fédérales de Zurich (EPFZ) et de Lausanne (EPFL) ainsi que l'Institut Paul-Scherrer (PSI) pratiquent un transfert intensif de connaissances et de technologie avec l'économie privée dans différents domaines, dont l'énergie nucléaire. La société Ampegon, sise à Baden, est l'une des entreprises privées qui en bénéficient, ce qui lui a permis d'ajouter le réacteur expérimental thermonucléaire international Iter à son portefeuille de clients.

Pour rester compétitive au plan international et garder des options ouvertes pour l'avenir, la recherche sur l'énergie nucléaire a besoin que la Confédération lui alloue des moyens financiers suffisants. Le Forum nucléaire suisse s'investit en ce sens dans le cadre du message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation (message FRI) du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) (voir encadré page 11). N'oublions pas que la recherche nucléaire vise aussi à assurer la sûreté de l'exploitation à long terme des centrales nucléaires, et donc la sécurité de notre approvisionnement en électricité, dans l'intérêt de la société, de l'industrie et de la recherche.

Le Forum nucléaire s'est entretenu avec Simon Keens et Josef Troxler à propos des innovations d'Ampegon dans les secteurs de la fusion nucléaire et de la géothermie. Le premier est Head of Sales and Marketing chez Ampegon; le second porte une double casquette: il est Business Development Manager à la fois chez Energy Technology srl, la maison mère d'Ampegon, et chez OCEM Power Electronics, la société sœur italienne d'Ampegon.

Que fabrique exactement Ampegon?

«Nous sommes leaders sur les marchés des amplificateurs haute fréquence ainsi que des systèmes haute tension et haute intensité pour les installations expérimentales de fusion nucléaire et les accélérateurs de particules, de même que – pour des raisons historiques – des systèmes de radiodiffusion», explique Josef Troxler. Les produits d'Ampegon sont souvent des alimentations haute tension qui fournissent de l'énergie à une partie d'une installation. Ces alimentations fonctionnent à des tensions de plusieurs dizaines de milliers de volts. À titre de comparaison, le réseau électrique normal offre tout juste 230 volts à la prise.



Josef Troxler, Business Development Manager chez Energy Technology srl, la maison mère d'Ampegon, connaît l'histoire d'Ampegon sur le bout des doigts, puisqu'il y travaille depuis plus de 35 ans et en a même été le directeur pendant un certain temps. (Photo: Ampegon Power Electronics)



Une des alimentations principales en courant continu haute tension (main high voltage DC power supplies) qu'Ampegon a fabriquées pour le réacteur expérimental thermonucléaire international Iter, dans le sud de la France. (Photo: Ampegon Power Electronics)

Ampegon a par exemple fabriqué des alimentations pour le synchrotron de la Swiss Light Source (SLS) du PSI. Celles-ci permettent d'alimenter les parties de l'installation qui accélèrent le faisceau d'électrons. «Le synchrotron est un microscope géant qui utilise ce faisceau

pour produire une lumière intense qui permet d'étudier une multitude de matériaux», explique M. Troxler. Les alimentations d'Ampegon sont également utilisées dans la recherche en matière de fusion nucléaire. Elles alimentent les générateurs de micro-ondes à haute puissance (gyrotrons) qui chauffent le plasma de combustible à l'intérieur du réacteur (pour ainsi dire dans le four à micro-ondes). «Nos alimentations équipent des fours à micro-ondes d'une puissance de plus de cinq mégawatts, ce qui correspond à environ sept mille fois celle d'un micro-ondes de cuisine», explique Simon Keens. Wendelstein 7-X et Iter utilisent de tels systèmes de chauffage. «Comme le gyrotron est un tube électronique de faible efficacité, notre alimentation doit être d'autant plus efficace», poursuit M. Keens, précisant au passage que les anciennes radios étaient également dotées de tubes électroniques. Il existe des techniques autres que le gyrotron pour chauffer le plasma de combustible. «Pour ces techniques aussi, nous proposons des solutions d'alimentations spécifiques au client», ajoute M. Troxler. →

Histoire de l'entreprise Ampegon Power Electronics AG

La fondation d'Ampegon remonte à 1937. L'entreprise fait alors partie intégrante du groupe suisse Brown, Boveri & Cie (BBC) et construit des émetteurs radio comme celui de Beromünster. Après son externalisation, intervenue en 1988, elle change plusieurs fois de nom et de propriétaire. Dans les années 1980, Ampegon fournit un premier amplificateur haute fréquence pour les recherches sur la fusion menées par l'Institut Max-Planck, en Allemagne. L'un des temps forts de son histoire est l'obtention du Swiss Technology Award en 2016, distinction qui lui est décernée pour le modulateur à impulsions courtes innovant qu'elle a développé en coopération avec le HPE (Institute for High Power Electronics) de l'EPFZ. Il s'agit d'un amplificateur de rayonnement électromagnétique à haute fréquence utilisé dans des installations de recherche telles que le laser à rayons X à électrons libres (SwissFEL) du PSI, qui assure une brillance

et une qualité élevées à la lumière laser. En 2019, Ampegon change de propriétaire, entrant dans le groupe italien Aretè & Cocchi Technology, auquel appartient sa maison mère, Energy Technology srl. Elle opère depuis lors sous le nom d'Ampegon Power Electronics AG.

Ampegon compte parmi ses clients des centres de recherche nucléaire tels que le Swiss Plasma Center de l'EPFL, l'Institut Max-Planck de physique des plasmas (installation expérimentale de fusion Wendelstein 7-X), l'Institut de Technologie de Karlsruhe, le réacteur expérimental Iter à Cadarache ainsi que des entreprises privées spécialisées dans la fusion (TAE Technologies). Ampegon a également entamé des collaborations avec de futurs projets de fusion tels que le Spherical Tokamak for Energy Production (STEP) en Grande-Bretagne et le Divertor Tokamak Test Project (DTT) en Italie.

Collaboration avec les centres de recherche suisses

«Nous menons de longue date des projets en collaboration avec un grand nombre de hautes écoles suisses. Leurs connaissances ont été fort utiles au développement et à l'optimisation de nos produits», explique M. Troxler. «Notre modulateur à impulsions courtes, qui a été primé, a bénéficié d'idées fondamentales émises par l'EPF de Zurich, laquelle a également réalisé un certain nombre de développements essentiels.» Ce modulateur est utilisé dans le laser à rayons X du PSI, institut avec lequel Ampegon travaille depuis longtemps. C'est notamment avec le PSI qu'il a été développé et industrialisé, dans le cadre d'un projet Innosuisse, un prototype d'amplificateur haute fréquence de 500 mégahertz basé non plus sur la technologie des tubes électroniques, mais sur des semi-conducteurs (transistors LDMOS). Ce prototype est utilisé par le synchrotron de la Diamond Light Source en Grande-Bretagne et par le Brookhaven National Laboratory aux États-Unis. «Des échanges existent également avec l'EPFL, qui a d'ailleurs acquis nos toutes premières alimentations haute tension pour gyrotron il y a quelques années», précise M. Troxler.

«Les alimentations pour gyrotron technologiquement matures comme celles d'Iter ne nécessitent plus de

recherche fondamentale», explique M. Keens. Actuellement, Ampegon fait appel à des universités pour des adaptations spécifiques au client dans le cadre de mandats de recherche. «Pour les projets de fusion de la prochaine génération comme le DTT et le STEP, il y a encore des recherches à faire, si bien que des coopérations approfondies seraient utiles pour augmenter encore l'efficacité et atteindre ainsi plus tôt l'objectif du seuil de rentabilité dans la recherche sur la fusion», précise-t-il.

Le Industry Liaison Officer (ILO) du SEFRI, Michael Hübner, a également contribué à ce que Ampegon puisse avoir accès aux installations internationales de recherche en matière de fusion. «Il travaille au Swiss Plasma Center (SPC) de l'EPFL et nous a aidé à nouer des contacts avec l'organisation Fusion for Energy (F4E), ce qui nous a permis d'obtenir nos premières grosses commandes d'Iter», poursuit M. Troxler. F4E gère la contribution européenne à Iter dans le cadre du programme Euratom de l'UE.

Des défis à profusion pour l'avenir

«Les systèmes d'Ampegon offrent une qualité et une fiabilité maximales, mais cela a un prix», relève M. Keens. Pour réduire les coûts, nous travaillons à une production en série standardisée. «À l'avenir, nous aimerions pouvoir proposer nos produits sous la forme de systèmes



Alimentation mobile et haute tension pour gyrotron fabriquée par Ampegon pour des forages géothermiques, en partance pour les États-Unis où elle sera livrée au client Quaise Energy. (Photo: Ampegon Power Electronics)

intégrés d'un seul tenant, comprenant gyrotrons et alimentations», ajoute M. Troxler. Le nombre d'alimentations nécessaires pour les gyrotrons constitue également un défi: alors qu'il était de 12 pour Iter, le STEP en a déjà besoin de 400.

Mais le plus grand défi pour Ampegon est l'exclusion de la Suisse du programme-cadre de recherche Horizon Europe ainsi que du programme de recherche et de formation Euratom de l'UE après l'échec de l'accord-cadre en 2021. La Suisse n'est plus qu'un pays tiers associé. La participation directe à F4E et donc au projet Iter a été suspendue pour les chercheurs suisses, et les entreprises industrielles suisses ont été exclues des appels d'offres. «Les nouveaux contrats doivent maintenant être conclus par notre maison mère italienne. Mais même dans ce cas, la participation suisse à Iter est limitée à 40% maximum et la charge administrative est énorme», explique M. Troxler.

Des micro-ondes pour faire fondre la croûte terrestre

Fait réjouissant, Ampegon a néanmoins réussi à élargir à la fois sa clientèle et le champ d'application de ses alimentations. MM. Troxler et Keens nous révèlent que les derniers projets de l'entreprise devraient même permettre une percée dans le domaine de la géothermie. «Ampegon collabore avec l'entreprise américaine Quaise Energy, qui souhaite construire un grand nombre de centrales géothermiques pour produire de la chaleur et de l'électricité», explique M. Troxler. Pour ce faire, Quaise Energy entend utiliser une méthode de forage révolutionnaire afin d'atteindre une profondeur allant jusqu'à 20 kilomètres, là où règnent des températures de plusieurs centaines de degrés Celsius. «Il s'agira de creuser les puits en faisant fondre la roche au moyen de micro-ondes émises par des gyrotrons, ce qui nécessitera les alimentations que nous avons initialement développées pour la fusion». Ampegon a déjà fourni à Quaise Energy deux alimentations installées dans des conteneurs de fret afin de lui permettre de forer de manière mobile sur différents sites aux États-Unis.

«Comme j'ai pu m'en rendre compte par moi-même, les tests réalisés aux États-Unis sur des échantillons de granite sont concluants», souligne M. Keens. Ce qui est génial

dans cette idée, précise-t-il, c'est que les parois du puits de forage sont immédiatement vitrifiées par la roche en fusion. On obtient ainsi des conduites utilisables en profondeur. «Pour ses centrales géothermiques, Quaise Energy veut en outre réutiliser les infrastructures de centrales au pétrole ou au charbon désaffectées, ce qui rendra sa production d'énergie non seulement écologique, mais aussi durable. La réussite de ce transfert technologique de la fusion à la géothermie est un important motif de satisfaction pour Ampegon», conclut M. Troxler. Quaise Energy, qui possède déjà des filiales aux États-Unis et au Japon, cherche maintenant des partenaires en Europe (B.G./D.B.)

Message FRI 2025–2028

Le Conseil fédéral soumet tous les quatre ans aux Chambres fédérales – en coordination avec le programme de la législature – un message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation (message FRI). Les travaux préparatoires du message FRI 2025–2028 ont commencé au début de 2021, et, à l'été 2023, ce message a pour la première fois été soumis à une consultation facultative, à laquelle le Forum nucléaire a participé. Il a demandé davantage de moyens financiers pour le domaine des EPF ainsi qu'un programme de recherche sur l'exploitation à long terme des centrales nucléaires et sur les petits réacteurs modulaires. En outre, il a fait remarquer que la prise en compte de la recherche sur la fusion nucléaire devrait être plus explicite et que les progrès réalisés à l'échelle mondiale en matière de génie nucléaire devraient être monitorés.

Le Conseil fédéral devrait adopter le message FRI 2025–2028 à l'intention du Parlement en février 2024. Il est prévu que le Parlement se prononce sur les arrêtés financiers et législatifs liés à ce message au plus tard lors de la session d'hiver 2024.

Génie nucléaire: des stages pour assurer la relève

En été 2023, Axpo a pour la première fois proposé douze places de stage aux étudiants et étudiantes en génie nucléaire des EPF de Lausanne et Zurich. Ces stages pouvaient avoir lieu soit au siège d’Axpo à Baden, soit dans différents départements des centrales nucléaires de Beznau et Leibstadt. Au travers de ce projet pilote, Axpo entend non seulement donner à ces jeunes un aperçu de leur future vie professionnelle, mais aussi trouver de nouveaux talents pour sa division Énergie nucléaire.

Le master en génie nucléaire, un programme conjoint des deux EPF (voir encadré, page 13), suscite un intérêt croissant, si bien que le nombre d’étudiants et étudiantes à la recherche d’une place de stage est en augmentation.

Le groupe Axpo s’attend à ce que bon nombre des collaboratrices et collaborateurs de sa division Énergie nucléaire prennent leur retraite dans les cinq à dix ans à venir. Pour éviter une pénurie de spécialistes à cet horizon, l’entreprise recherche de manière proactive de nouveaux talents, qu’elle espère pouvoir ensuite recruter.

Les objectifs de ce projet pilote sont clairs. Il s’agit premièrement de repérer les jeunes talents en attirant en grand nombre les étudiants et étudiantes des EPF; deuxièmement d’offrir à tous ces jeunes un soutien leur permettant de décrocher leur master, puis d’effectuer des stages en génie nucléaire durant l’été; et troisièmement d’augmenter l’attractivité d’Axpo en tant qu’employeur potentiel.

Les étudiants et étudiantes ont réalisé des projets d’une diversité impressionnante: analyse de sûreté, gestion de données, et même des projets de robotique. Ils ont ainsi



Le Forum nucléaire a rendu visite à deux des douze stagiaires d’Axpo.
(Photo: Forum nucléaire suisse)

Découvrir la technique nucléaire grâce à un stage passionnant

Le Forum nucléaire a eu l’occasion d’accompagner deux stagiaires, Sofia Portolan et Victor Fournier, pendant leur stage d’été chez Axpo et de s’entretenir plus en détail avec Dionysios Chionis, l’un des initiateurs du projet pilote, ainsi qu’avec l’un des maîtres de stage, Lukas Robers. Ces entretiens et d’autres informations de fond sont disponibles dans notre nouveau dossier multimédia, qui paraîtra bientôt en français.



acquis de l'expérience dans des conditions proches de la pratique sur le site d'Axpo à Baden ainsi que dans les centrales nucléaires de Beznau et Leibstadt.

Avis aux étudiantes et étudiants: opportunité de démarrer votre carrière dans le nucléaire

Vous faites des études d'ingénierie, de technologie ou de sciences naturelles et êtes à la recherche d'une place de stage? Faites donc un tour sur notre plateforme de stages! Axpo et d'autres entreprises de la branche nucléaire vous y proposent régulièrement des stages passionnants. (A.D./D.B.)



La plateforme de stages du Forum nucléaire et de la branche nucléaire suisse

Se spécialiser dans la technologie nucléaire, un choix porteur d'avenir

Dispensé en coopération avec l'Institut Paul Scherrer, le master en génie nucléaire des EPF de Lausanne et Zurich offre la possibilité fascinante d'explorer en profondeur l'univers des sciences et technologies nucléaires. Ce cursus offre une formation complète dans différents aspects du génie nucléaire, de la physique des réacteurs aux matières nucléaires en passant par la dynamique nucléaire. Le programme d'études est axé d'une part sur les bases théoriques et de l'autre sur les applications pratiques afin de garantir que les futurs diplômés disposent à la fois d'un solide socle de connaissances scientifiques et de compétences pratiques. Il contribue ainsi à former des professionnels – hommes ou femmes – à même de contribuer à façonner l'avenir de l'énergie nucléaire.



Deux étudiants du master en génie nucléaire, Victor Fournier (au centre) et Sofia Portolan (à droite), tirent un bilan de leur stage chez Axpo avec leur maître de stage, Lukas Robers. (Photo: Forum nucléaire suisse)

«Nuclear Silk Road»: comment la Chine exporte sa technologie nucléaire

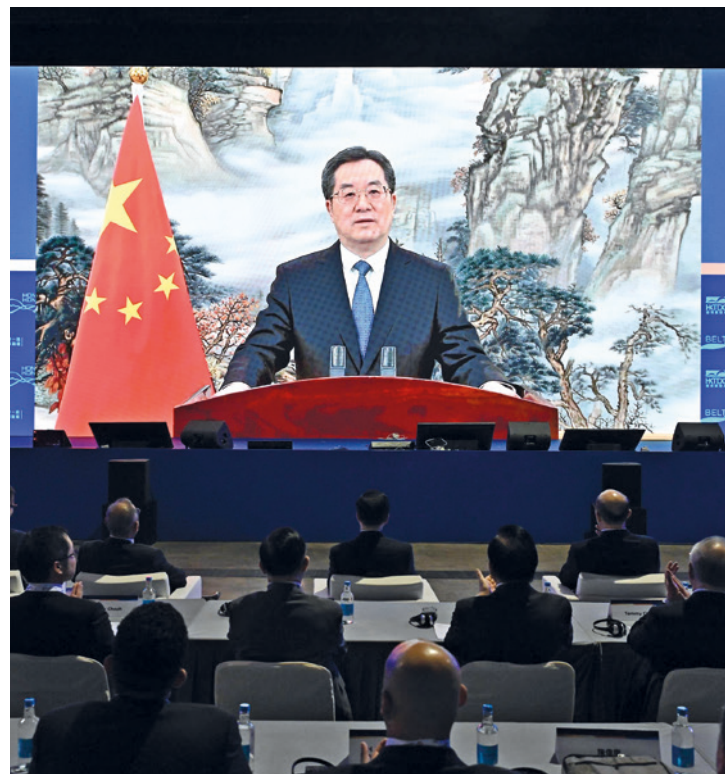
En octobre 2023, le chef de l'État et du parti communiste chinois Xi Jinping a célébré le 10^e anniversaire de l'initiative «la Ceinture et la Route». À l'origine, ce programme de développement visait à relier l'Asie à l'Afrique et à l'Europe par des liaisons terrestres et maritimes afin notamment d'accroître les échanges commerciaux et de stimuler la croissance économique. Il est aujourd'hui bien plus que cela. Notamment en ce qui concerne l'énergie nucléaire.

Avec l'initiative «la Ceinture et la Route» (en anglais: «Belt and Road», BRI) annoncée le 7 septembre 2013 par Xi Jinping dans un discours tenu à Astana (capitale du Kazakhstan), la Chine affirme sa volonté de renforcer significativement ses investissements dans des projets d'infrastructures pour soutenir le développement économique des pays situés le long de la route de la soie. Sur le plan conceptuel, Xi Jinping établit un parallèle entre ce projet et l'ancienne route de la soie, qui reliait à l'époque l'Europe à la Chine par tout un réseau de pistes caravanières, comme l'a décrit l'explorateur Marco Polo dans ses livres. Le but de la nouvelle route de la soie est d'ouvrir de nouveaux débouchés pour les produits chinois et d'assurer des commandes aux entreprises chinoises. Le Pakistan et le Kazakhstan en sont considérés comme des pays clés¹.

Cette initiative présente de multiples facettes: outre des projets d'infrastructure classiques tels que les voies ferrées ou les ports, elle comporte depuis 2015 un volet numérique, la «Digital Silk Road», dans le cadre duquel des projets de coopération en matière d'intelligence artificielle ou de commerce électronique sont financés². Et actuellement, près des deux tiers des fonds alloués à la nouvelle route de la soie sont consacrés à des projets énergétiques³: à côté de pipelines, d'installations d'extraction et de transport de gaz ainsi que d'installations dans le domaine des énergies renouvelables, la Chine met de plus en plus l'accent sur l'énergie nucléaire.

Une route de la soie plus verte est automatiquement synonyme d'énergie nucléaire

Dans un discours prononcé en 2017 à l'occasion du forum «la Ceinture et la Route» organisé chaque année par le président chinois, le secrétaire général des Nations unies António Guterres a demandé que la nouvelle route de la soie devienne de toute urgence plus verte et plus durable. Pour répondre à cette exigence,



Lors du sommet «la Ceinture et la Route» 2023, qui a été ouvert par un discours en vidéo du vice-premier ministre du Conseil d'État chinois Ding Xuexiang, les plus de 6000 participants ont passé en revue l'évolution de l'initiative depuis 2013 avant de se pencher sur les opportunités d'investissement, d'affaires et de commerce qui s'ouvrent pour la prochaine période. (Photo: Gouvernement de Hong-kong)

¹ Patrick Bessler (2015). Chinas «neue Seidenstrasse»: Zentralasien im Visier. Konrad Adenauer Stiftung

² Voir à ce sujet: Joshua Kurlantzick (2020). Assessing China's Digital Silk Road

³ Voir à ce sujet: The Council of Foreign Relations (2021). China's Belt and Road: Implications for the United States. Independent Task Force Report No. 79, p. 67ss



Le secrétaire général António Guterres s'exprime sur la coopération internationale lors du forum sur l'initiative «la Ceinture et la Route».
(Photo: UN Photo / Zhao Yun)

les activités de la Chine le long de la route de la soie se sont alors progressivement orientées vers la production d'électricité respectueuse du climat et donc vers l'énergie nucléaire. Afin de mieux faire connaître les possibilités de coopération en la matière, un sommet international a été organisé à Pékin en avril 2019 en marge du «China's Nuclear Energy Sustainability Forum». Le président de China National Nuclear Corporation (CNNC), Yu Jianfeng, y a prononcé un discours d'ouverture soulignant l'importance des coopérations en matière d'énergie nucléaire dans le cadre de la nouvelle route de la soie⁴. À cette occasion, Chashma 3 et 4, deux tranches de conception chinoise mises en service au Pakistan en 2016 et 2017, ont été présentées comme des réalisations exemplaires.

Beaucoup d'éléments restent flous

Il convient de mentionner ici que les autorités chinoises n'ont jamais fait savoir explicitement dans quelle mesure elles considèrent l'énergie nucléaire comme faisant partie intégrante de la nouvelle route de la soie. Mais si l'on analyse les nombreux discours prononcés par des hommes politiques chinois et les documents stratégiques publiés, il est évident que le nucléaire est considéré comme un pilier de l'initiative «la Ceinture et la Route». Ainsi, le service de presse du Conseil d'État chinois a publié en octobre 2023 un livre blanc, peu remarqué en Occident, sur le développement futur de la nouvelle route de la soie. L'énergie nucléaire y est mentionnée en bonne place au titre des coopérations industrielles envisagées⁵. Ce qui est intéressant, c'est que

⁴ Voir à ce sujet: Nuclear energy is a key part of China's Belt and Road policy. World Nuclear News, 3 avril 2019

⁵ Voir à ce sujet: The State Council Information Office of the People's Republic of China (2023). The Belt and Road Initiative: A Key Pillar of the Global Community of Shared Future

le développement de l'énergie nucléaire dans les pays partenaires est abordé selon une approche globale. La Chine a ainsi mis en place un programme de bourses spécifique (Atomic Energy Scholarship of China) pour former les futurs ingénieurs nucléaires des pays dans lesquels il est prévu de construire des installations nucléaires de conception chinoise. Chaque année, plus de 200 étudiants en master et en doctorat bénéficient de subventions octroyées au titre de ce programme⁶.

Pour illustrer le rôle de l'énergie nucléaire dans le cadre de la nouvelle route de la soie, les quelques paragraphes ci-dessous présentent un certain nombre d'installations en projet, en construction ou en exploitation caractérisées par la forte implication de la Chine.

La centrale nucléaire de Chashma au Pakistan

Le 21 novembre 2017, la Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC) et CNNC ont signé un accord de coopération pour la construction de Chasma 5, un réacteur HPR1000 de conception chinoise (plus connu sous le nom de Hualong One) sur le site de Chashma. Les travaux préparatoires de la construction ont débuté en juillet 2023. Les autres tranches déjà construites sur le site sont elles aussi basées sur la technologie chinoise. Selon CNNC, ce projet marque la réussite de l'exportation du Hualong One, qui n'était jusqu'alors en service que dans quelques provinces chinoises. CNNC indique également avoir tiré parti du fait qu'ayant construit de nombreux Hualong One en Chine, elle est à même de dimensionner ce nouveau réacteur pour l'étranger très rapidement et très efficacement. Elle possède ainsi un avantage important sur ses concurrents européens ou américains, qu'elle a d'ailleurs battus lors des appels d'offres lancés par les pays en question⁷.

Le projet Igneada en Turquie

En 2018, lors d'une conférence sur l'énergie organisée par les pays partenaires de l'initiative «la Ceinture et la Route», le ministre turc des Affaires étrangères Mevlut Cavusoglu a fait part de sa volonté de coordonner les efforts de la Turquie en matière d'énergie avec la nouvelle route de la soie. La coopération sino-turque dans le domaine nucléaire a été soulignée à cette occasion⁸. En octobre 2015 déjà, le ministre turc de l'Énergie et des Ressources naturelles de l'époque avait annoncé son intention de construire une troisième centrale nucléaire sur le site d'Igneada, dans la province de Kirklareli. Parmi les fournisseurs en lice, le favori actuel est la State Nuclear Power Technology Corporation chinoise, qui propose quatre tranches du type indigène CAP1400 pour un prix de 20 milliards d'euros⁹. Le choix définitif de la technologie n'a pas encore eu lieu.

Ouzbékistan: les ambitions chinoises se heurtent aux intérêts russes

Pour finir, il convient d'évoquer un exemple où la Chine n'a pas pu réaliser ses ambitions. En juillet 2019, le ministre ouzbek de l'Énergie Alischer Sultanov a annoncé l'intention de son pays de construire deux réacteurs supplémentaires au bord du lac Touzkan, sur un site pouvant accueillir un total de quatre tranches¹⁰. Le ministre chinois des Affaires étrangères s'est donc rendu en juin 2022 à Tachkent, la capitale de l'Ouzbékistan, pour signer un protocole d'accord sur la coopération nucléaire dans le domaine civil. La Chine espérait pouvoir construire de nouveaux réacteurs en Asie centrale, au cœur même de la nouvelle route de la soie, et étendre ainsi considérablement le volet nucléaire de cette dernière. Mais à peine un mois plus tard, l'Ouzbékistan a conclu un vaste protocole d'accord avec l'entreprise russe Rosenergoatom, déjà

⁶ The State Council Information Office of the People's Republic of China (2023). *The Belt and Road Initiative: A Key Pillar of the Global Community of Shared Future*, p. 16

⁷ Voir à ce sujet: Boqiang Lin et al. *China's Belt & Road Initiative nuclear export: Implications for energy cooperation*. In: *Energy Policy*, Volume 142, July 2020, p. 6 et 7

⁸ Voir à ce sujet: Gou Yawen (2019). *China's nuclear power technology assists Turkey in developing clean energy*

⁹ *The EurAsian Times*, 16 septembre 2023

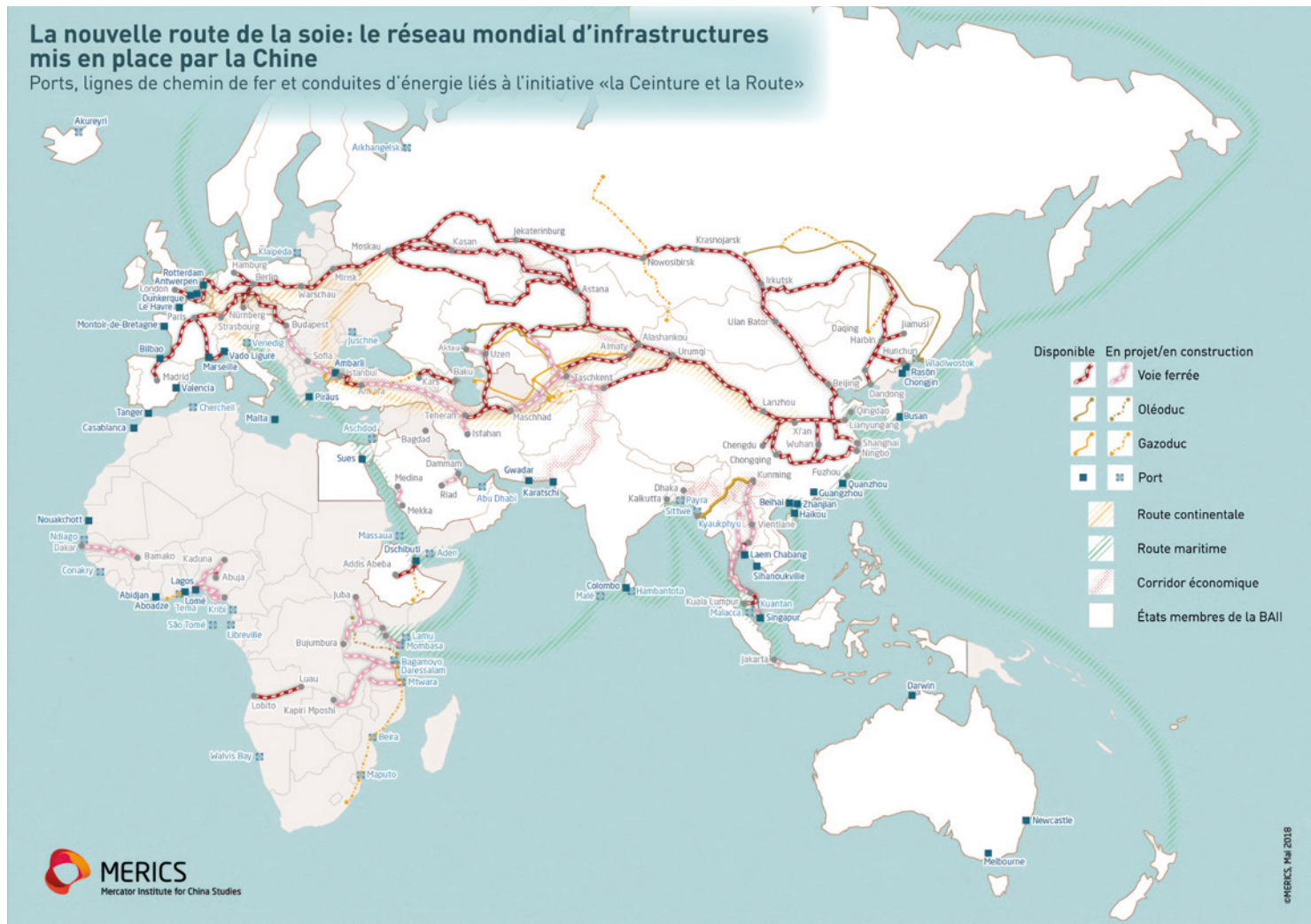
¹⁰ Voir à ce sujet: Novastan, 18 juillet 2019

retenue pour la construction des deux autres tranches en projet au bord du lac Tuzkan. Les Ouzbeks n'ont jamais explicitement dévoilé les facteurs ayant fait pencher la balance en faveur des réacteurs russes. Mais à l'évidence, la Chine a du mal à faire valoir ses intérêts dans les pays de l'ex-Union soviétique, fussent-ils situés sur la nouvelle route de la soie. (L.A./D.B.)

L'auteur remercie Henrique Schneider de l'Union suisse des arts et métiers pour sa précieuse contribution à la rédaction de cet article.



Portail la Ceinture et la Route (<https://eng.yidaiyilu.gov.cn>)



Commentaire: les implications géopolitiques de la «Nuclear Silk Road» et ses opportunités pour la Suisse

Les pays qui optent pour des réacteurs de conception chinoise nouent pour longtemps des liens assez étroits avec l'Empire du Milieu. L'exportation de tels réacteurs contribue en outre à ce que la Chine soit aujourd'hui, et de loin, le pays qui construit le plus de centrales nucléaires au monde¹¹. Il faut donc s'attendre à ce que les réacteurs chinois deviennent de plus en plus un standard dans la réglementation de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Les exportations nucléaires le long de la nouvelle route de la soie accéléreront sans nul doute cette évolution.

Malgré l'interdiction qui pèse sur la construction de nouvelles installations, le volet nucléaire de la route de la soie offre un certain nombre d'opportunités pour la Suisse. Dans le contexte du chan-

gement climatique, il correspond aux priorités helvétiques en matière de protection du climat, car les solutions de rechange disponibles dans les pays concernés seraient très certainement plus fortement émettrices de carbone. Par ailleurs, le programme chinois de bourses dans le domaine nucléaire offre à la Suisse des possibilités de coopération. Comme notre pays dispose d'excellents centres de formation et de recherche en ingénierie, une coopération approfondie pourrait s'avérer très profitable pour les deux parties. La Suisse pourrait contribuer assez facilement à la sûreté du volet nucléaire de la route de la soie si de jeunes ingénieurs des pays concernés étaient formés au génie nucléaire dans ses universités.

Lukas Aebi
Secrétaire général du Forum nucléaire suisse

¹¹ Voir à ce sujet: Boqiang Lin et al. China's Belt & Road Initiative nuclear export: Implications for energy cooperation. In: Energy Policy, Volume 142, July 2020, p. 4

AIE: «La transition vers les énergies propres est inéluctable»

L'évolution du paysage politique ouvre de nouvelles perspectives pour le nucléaire. La puissance installée pourrait être multipliée par deux d'ici à 2050, passant de 417 GW à plus de 900 GW. Telle est la conclusion du «World Energy Outlook 2023» de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), qui prévoit également une baisse des coûts de construction des nouvelles centrales nucléaires.

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les grands changements qui ont lieu aujourd'hui modifieront profondément le système énergétique mondial d'ici à la fin de la décennie. «Si les pays respectent pleinement, et dans les délais impartis, leurs engagements énergétiques et climatiques nationaux, les progrès en matière d'énergies propres seront encore plus rapides», peut-on lire dans le dernier «World Energy Outlook» de l'AIE.

Le rapport relève toutefois que la consommation de combustibles fossiles est encore bien trop élevée pour permettre d'atteindre l'objectif de l'accord de Paris, à savoir limiter à 1,5 °C la hausse moyenne des températures mondiales. «Ramener la courbe des émissions sur une trajectoire compatible avec le 1,5 °C reste possible, mais cela sera très difficile», écrit l'AIE. L'organisation ne cache pas son inquiétude: «Le coût de l'inaction pourrait être énorme: malgré la croissance impressionnante des énergies propres sur la base du cadre politico-légal actuel, les émissions mondiales demeurent suffisamment élevées pour entraîner une hausse des températures mondiales de 2,4 °C au cours de ce siècle, ce qui est nettement plus que le seuil fixé par l'Accord de Paris».

Dans son rapport, l'AIE déclare proposer «une stratégie globale basée sur cinq piliers pour remettre le monde sur la bonne voie d'ici à 2030». Ces cinq piliers, «qui pourraient également constituer la base d'une COP28 réussie», sont les suivants:

- triplement des capacités renouvelables à l'échelle mondiale
- doublement des taux de croissance de l'efficacité énergétique
- réduction de 75% des émissions de méthane issues de l'utilisation des combustibles fossiles
- mise en place à grande échelle de mécanismes de financement innovants pour tripler les investissements

en faveur des énergies propres dans les pays émergents et les pays en développement

- mesures garantissant la réduction ordonnée de l'utilisation de combustibles fossiles, et en particulier la cessation de l'octroi d'autorisations aux centrales au charbon non dotées d'une technologie de captage et stockage du carbone.

Selon l'AIE, la crise énergétique mondiale pourrait «marquer le début de la fin de l'ère des combustibles fossiles». Elle estime que la dynamique de la transition vers les énergies propres est désormais suffisante pour que la consommation mondiale de charbon, de pétrole et de gaz naturel atteigne son point de bascule avant 2030. C'est le cas dans le scénario «Politiques déjà en place» (voir encadré page 20), dans lequel la part du charbon, du pétrole et du gaz naturel dans l'approvisionnement énergétique mondial tomberait à 73% à l'horizon 2030, après s'être élevée à environ 80% pendant des décennies.

Selon le scénario «Politiques déjà en place», les émissions de CO₂ liées au secteur de l'énergie atteindront leur point de bascule au milieu des années 2020, mais leur niveau restera suffisamment élevé pour que la moyenne des températures mondiales augmente tout de même de 2,4 °C d'ici à 2100. L'AIE relève que ce résultat s'est certes amélioré au fil des éditions du «World Energy Outlook», mais que ses effets en termes d'impacts du changement climatique restent très graves et très étendus.

Augmentation des capacités nucléaires mondiales

Le nucléaire est aujourd'hui la deuxième source d'électricité bas carbone au monde, derrière la force hydraulique, mais loin devant le solaire et l'éolien, écrit l'AIE. Dans les économies avancées, c'est la première. Ces dernières

années, cette technologie a été confrontée à d'importants défis, notamment après l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi. Mais aujourd'hui, un changement se dessine grâce à l'évolution du paysage politique. Des pays comme la Corée du Sud, les États-Unis et le Japon sont favorables à l'allongement de la durée d'exploitation des réacteurs existants, tandis que d'autres privilégient la construction de nouvelles installations, au premier rang desquels le Canada, la Chine, la Grande-Bretagne et plusieurs États membres de l'Union européenne.

Toujours selon l'AIE, les perspectives du nucléaire se sont ainsi améliorées sur plusieurs marchés porteurs. La puissance installée pourrait plus que doubler au cours des trente années à venir, passant de 417 GW en 2022 à 916 GW en 2050.

Les trois scénarios du World Energy Outlook 2023

Le «World Energy Outlook» envisage trois scénarios qui se distinguent principalement par leurs hypothèses concernant les mesures de politique énergétique prises par les gouvernements. Le scénario «Politiques déjà en place» (Stated Policies, STEPS) dessine une trajectoire d'évolution des émissions basée sur le cadre d'action politique actuel. Le scénario «Nouveaux engagements annoncés» (Announced Pledges Scenario, APS) se base sur l'hypothèse que tous les objectifs ambitieux des gouvernements – y compris leurs objectifs à long terme en matière de neutralité climatique et de sécurité d'approvisionnement énergétique – seront entièrement atteints dans les délais impartis. Quant au scénario «Zéro émission nette à l'horizon 2050» (Net Zero Emissions by 2050, NZE), il esquisse une voie permettant de limiter la hausse moyenne des températures mondiales à 1,5 °C et de rendre les sources d'énergie modernes universellement accessibles d'ici à 2030.

La croissance prévisible varie toutefois selon le scénario considéré. D'ici à 2050, la puissance nucléaire installée pourrait atteindre 660 GW dans le scénario «Politiques déjà en place», 770 GW dans le scénario «Nouveaux engagements annoncés», et dépasser 900 GW dans le scénario «Zéro émission nette à l'horizon 2050» (Net Zero Emissions by 2050, NZE). Si les gros réacteurs resteront la forme dominante d'installations, l'intérêt porté aux petits réacteurs modulaires (SMR), conjugué aux projets de développement en cours, offre un potentiel supplémentaire à long terme.

Aux yeux de l'AIE, l'extension des capacités nucléaires a déjà commencé. En 2022, pas moins de 8 GW ont été raccordés au réseau, notamment en Chine, en Corée du Sud, en Finlande et au Pakistan. Cela représente une augmentation de 40% par rapport à l'année précédente.

Coûts en capital

Les coûts sont un facteur important dans la décision de construire ou non de nouvelles installations. Le rapport de l'AIE met en évidence d'importants écarts dans les coûts en capital selon le pays. D'ici à 2050, ces derniers devraient néanmoins diminuer, passant de 5000 à 4500 dollars/kW aux États-Unis, de 2800 à 2500 dollars/kW en Chine, et de 6600 à 4500 dollars/kW dans l'UE (la valeur initiale correspond aux coûts en 2022).

Selon l'AIE, le retour du nucléaire n'est plus une chimère. Le paysage politique évolue, et de plus en plus de pays prennent conscience du potentiel de cette technologie pour la mise en place d'un avenir énergétique durable. Avec l'allongement des durées d'exploitation et la construction de nouveaux réacteurs, la puissance installée dans le monde pourrait largement dépasser les 900 GW à l'horizon 2050.

Le rôle décisif de la coopération internationale

«La transition vers les énergies propres est inéluctable partout dans le monde. La question n'est donc pas «si», mais «quand» elle se réalisera – et le plus tôt sera le mieux pour chacun d'entre nous», a souligné Fatih Birol, directeur de l'AIE. Il a invité les gouvernements, les entreprises et les investisseurs à s'engager en faveur de cette transition au lieu de l'entraver. Les avantages sont incommensurables: de nouvelles opportunités in-

dustrielles et de nouveaux emplois, une plus grande sécurité d'approvisionnement énergétique, un air plus pur, un accès universel à l'énergie et un climat plus sûr pour tous, a-t-il ajouté. Au vu des tensions et de la volatilité qui affectent de manière persistante les marchés énergétiques traditionnels, il semble plus infondé que jamais d'affirmer que le pétrole et le gaz constituent une option sûre pour l'avenir énergétique et climatique du monde, a-t-il conclu.

«Chaque pays doit trouver sa propre voie, mais la coopération internationale est essentielle pour accélérer la transition vers les énergies propres. La vitesse à laquelle les émissions diminueront dépendra en grande partie de notre capacité à financer des solutions durables pour répondre à la hausse des besoins énergétiques des économies à croissance rapide dans le monde», a déclaré M. Birol. Tout cela montre à quel point il est important d'intensifier la coopération et de ne pas s'en écarter. (S.D. et M.A./D.B. d'après NucNet et les WNN du

24 octobre 2023, et d'après un communiqué de presse et le *World Energy Outlook 2023* de l'AIE publiés le 24 octobre 2023)

Le «World Energy Outlook» de l'AIE

Publié pour la première fois en 1977, le «World Energy Outlook» paraît chaque année depuis 1998. En se fondant sur des données objectives et des analyses factuelles, l'AIE y présente des scénarios qui fournissent des informations essentielles à propos, d'une part, de l'offre et de la demande sur les marchés mondiaux de l'énergie et, d'autre part, des impacts sur la sécurité de l'approvisionnement énergétique, les objectifs climatiques et le développement économique.



Le directeur de l'AIE, Fatih Birol (deuxième depuis la droite), présente le dernier «World Energy Outlook» en compagnie de ses auteurs principaux (depuis la gauche): Tim Gould et Laura Cozzi, ainsi que de Jethro Mullens, directeur de la Communication à l'AIE.
(Photo: capture d'écran tirée de la présentation YouTube)

Le bûcher des illusions



Rainer Meier

Conseiller senior en gestion
de réputation et
communication de crise

Les élections sont à la politique ce que le carnaval est au commun des mortels. Tout commence par une période haute en couleur lors de laquelle les candidats se déguisent en héros populaires et les partis se livrent à des simulacres de batailles sur toutes sortes de thèmes plus ou moins décalés. Puis vient l'apothéose, à savoir dans un cas le Mardi gras et dans l'autre le dimanche des élections (le 22 octobre cette année).

Lors du Carnaval, nous nous amusons, nous faisons la fête, et nous nous pavanons masqués et costumés. Mais nous savons pertinemment que tout cela n'a rien à voir avec le quotidien, et que celui-ci reprendra ses droits après le mercredi des Cendres. Il en va de même avec la politique. Entre histoires à dormir debout, scénarios catastrophe et contes sur le meilleur des mondes, que n'a-t-on affirmé et promis pendant une campagne électorale?

Et quelques semaines après le dimanche des élections, le citoyen lambda se retrouve à se gratter la tête en se demandant: est-ce que quelque chose a changé?

Réponse: Non, tout est comme d'habitude. Il y a quelques élus de plus à droite, quelques Verts en moins, mais la politique suisse suit imperturbablement son cours, équilibrée, un peu lourde, mais à l'abri de toutes sortes de soubresauts.

J'ai souvent entendu dire «Si l'UDC gagne, notre politique énergétique va changer!» avant les élections parlementaires, ou «Si Rösti reprend le DETEC, nous allons recommencer à construire des centrales nucléaires» avant les dernières élections au Conseil fédéral. L'idée selon laquelle la politique suisse change en fonction de l'appartenance partisane d'un conseiller fédéral ou

de quelques parlementaires, pour tenace et répandue qu'elle soit, n'en demeure pas moins erronée, comme le prouve l'histoire de notre politique énergétique.

C'est un conseiller fédéral socialiste, Willy Spühler, qui a poussé la branche de l'énergie à construire nos premières centrales atomiques dans les années 60, ouvrant ainsi la voie à l'ère nucléaire. Et c'est un autre conseiller fédéral socialiste, Moritz Leuenberger, qui en 2009 a voulu lancer une deuxième ère nucléaire en initiant la construction de deux nouvelles centrales. Mais le projet a été enterré à la suite de Fukushima par la conseillère fédérale PDC Doris Leuthard, auparavant surnommée «Atom-Doris» pour avoir été membre du Conseil d'administration de la société Électricité de Laufenbourg (EGL), connue pour ses participations dans des centrales nucléaires.

Il faut donc oublier l'idée que quelques sièges UDC de plus au Parlement vont bouleverser le cours de la politique énergétique suisse, tout comme on oublie le carnaval après s'être dégrimé. Ce n'était qu'une illusion, le quotidien est tout autre.

En effet, pris individuellement, ni les conseillers fédéraux ni les partis n'ont le pouvoir de suivre leur propre ligne. Leur action s'inscrit dans un système pluraliste. D'où la

recherche constante de la concordance, de compromis viables, de solutions que personne ne trouve vraiment bonnes mais qui restent supportables. Cela nous a préservés de bien des bêtises et c'est l'une des grandes forces de la politique suisse.

Mais cette force peut aussi se transformer en faiblesse. C'est le cas lorsque nous acquérons la conviction – sous la pression d'influences externes et d'un stimulus exceptionnel – qu'il faut vraiment amener un changement fondamental, puis que nous préparons le terrain et «lançons» notre grand projet ... sans se douter de ses possibles effets boomerang.

Car en pareil cas nous développons une véritable obsession politique, voire une aversion pour tout changement de cap, même dans le cas où les faits démontrent clairement que nous faisons fausse route. À la lourdeur et à la tranquillité inhérentes à notre système politique s'ajoute alors une composante propre à la nature humaine: pour les politiques, y a-t-il une phrase plus difficile à prononcer que «je me suis peut-être trompé»?

Existe-t-il des exemples d'un tel phénomène? Ah oui, la Stratégie énergétique 2050. Un grand et merveilleux changement! Elle est née à la suite d'un stimulus fort, d'où l'accent initialement mis sur la «sortie du nucléaire», et reposait en 2011 sur un discours largement accepté politiquement et socialement: assurer l'approvisionnement de la Suisse exclusivement au moyen d'énergies renouvelables. Lorsqu'on relit aujourd'hui les plans initiaux du DETEC, on perçoit cet esprit d'entreprise et cette atmosphère de renouveau, voire d'euphorie: «Nous y arriverons!»

Mais ce beau projet a peu à peu été rattrapé par la réalité. Tout d'abord, la protection du climat est devenue l'objectif énergétique no 1. Les centrales atomiques étant respectueuses du climat, la sortie du nucléaire n'avait plus de sens d'un point de vue climatique, bien au contraire. Ce conflit d'objectif n'a toujours pas été résolu. Ensuite, les énergies renouvelables nous ont laissés en plan. La géothermie n'a pas gagné un mètre depuis 2006, la force hydraulique ne peut plus guère se développer, la biomasse reste limitée, et les grands parcs solaires et éoliens sont un échec quasi total. Puis la crise des prix

de l'électricité a jeté un coup de projecteur brutal sur les énormes surcoûts que nous nous sommes imposés au travers de la Stratégie énergétique 2050. Par-dessus le marché, l'UE a balayé une autre des illusions sur lesquelles la conseillère fédérale Leuthard avait misé. L'un de ses spécialistes m'avait dit un jour: «En fait, la Suisse n'a rien à entreprendre. Au nord et à l'ouest, nous avons les plus grandes économies d'Europe. Il y aura toujours des miettes qui tomberont pour nous». Par miettes, il entendait les importations d'électricité censées être possibles à tout moment. Mais aujourd'hui, il est devenu évident que les importations d'électricité en provenance de l'UE ne sont pas une option politiquement et techniquement fiable pour la Suisse.

Mais c'est en matière d'économies d'électricité que le boomerang nous a vraiment explosé au visage. Alors qu'on pensait pouvoir réduire fortement notre consommation de courant d'ici 2050, celle-ci augmente massivement sous l'effet des nouvelles solutions électriques pour la mobilité et le chauffage. À cela s'ajoute la croissance démographique de la Suisse. Il est un fait dont même les plus fervents défenseurs du tournant énergétique sont de plus en plus conscients: quels que soient les efforts déployés en matière d'efficacité, la société et l'économie auront besoin de beaucoup plus d'électricité que prévu, encore plus qu'on ne le pense aujourd'hui. Et l'on imaginait pouvoir se passer des centrales nucléaires? Voilà encore une illusion qui s'envole.

Cerise sur le gâteau, le chef de guerre Poutine nous a montré que notre sécurité d'approvisionnement peut vite devenir illusoire elle aussi. On nous dit maintenant qu'il faut construire des centrales fossiles à titre préventif. Encore une illusion qui s'envole. Personne ne veut de centrales au gaz. Les entreprises énergétiques leur tournent le dos.

Étant donné que la quasi-totalité des hypothèses à la base de la Stratégie énergétique 2050 ont été balayées par les faits, il serait logique d'élaborer un plan B. Mais le monde politique fait tout le contraire: il en remet une couche. Avec l'acte modificateur unique, on veut désormais subventionner les grands parcs solaires ainsi que l'éolien de montagne et le photovoltaïque alpin pour assurer une production hivernale. →

Le hic, c'est que la vitesse à laquelle les projets de Gondo et Grengiols ont été recadrés n'a d'égale que leur caractère inédit. Les dimensions s'effondrent sur elles-mêmes bien avant l'arrivée de la première pelleuse. Trop peu, trop tard ... Certes, il reste plus d'un quart de siècle jusqu'en 2050, mais à l'aune de l'approvisionnement énergétique, c'est après-demain.

Ce qui serait presque drôle, si ce n'était pas si tragique, c'est l'illusion brisée du « tournant énergétique vert ». Un fossé se creuse entre les défenseurs verts de la nature et les planificateurs verts de notre avenir énergétique: la plus grande opposition à tous ces parcs solaires et éoliens vient des rangs mêmes des partisans de la Stratégie énergétique 2050. Difficile de faire pire comme effet boomerang.

Même le « boom » du solaire sur les toits des maisons pourrait finir en eau de boudin. On manque de main-d'œuvre, par exemple d'installateurs de panneaux solaires. Axpo veut maintenant former 600 apprentis au lieu de 150. Mais les 150 postes actuels sont déjà difficiles à pourvoir.

Et puisqu'on parle d'illusions, je me permets moi aussi d'en avoir une, en espérant qu'elle se transforme un jour en réalité: que notre jeunesse se lasse de tout ce carnaval et aborde les différentes technologies de manière moins obstinée et plus pragmatique pour ainsi trouver des solutions.

C'est pourquoi je n'ai voté presque que pour de jeunes politiciens et politiciennes en octobre 2023. Et je referai la même chose en 2027. (D.B.)

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

Rainer Meier (64 ans) a été responsable de la communication chez Axpo de 2006 à 2021. Il est aujourd'hui conseiller senior en gestion de réputation et communication de crise pour différentes entreprises.

En Suisse

D'après un rapport de l'**Agence internationale de l'énergie** (AIE), la Suisse n'atteindra pas son objectif de réduction des émissions fixé pour 2030 avec les mesures politiques actuelles.



Selon l'AIE, une exploitation à long terme des centrales nucléaires est une solution rentable pour atteindre – avec les énergies renouvelables variables – l'objectif suisse de zéro net d'ici 2050.

(Photo: Patrick Federi via Unsplash)

La sûreté nucléaire en Suisse est bien établie. C'est la conclusion à laquelle est parvenue une équipe de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) après sa mission de l'IPPAS, l'**International Physical Protection Advisory Service**.

Le **think tank Avenir Suisse** préconise dans son étude «Avenir débat – Politique énergétique sous tension» de prolonger l'exploitation des centrales nucléaires de Gösgen et Leibstadt. Il demande également que la stratégie en matière d'énergie nucléaire soit revue.

«Power Switcher», l'instrument en ligne innovant d'**Axpo**, permet de modéliser le mix électrique du futur en prenant en compte les dépendances aux importations et les coûts.

120'000 signatures ont déjà été collectées dans le cadre de l'initiative populaire «**De l'électricité pour tous en tout temps (stop au blackout)**». La date limite de collecte des signatures est fixée au 1^{er} mars 2024.

Le **TCV** (Tokamak à configuration variable) situé sur le campus de l'EPFL a soufflé ses 30 bougies le 21 septembre 2023. Il est exploité dans le cadre d'EUROfusion et de programmes scientifiques nationaux.

Marc Kenzelmann, directeur de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), a été nommé nouveau président de la Commission des normes de sûreté de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) pour la période 2024–2027.



Lors de sa rencontre avec le directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi (à droite), le Suisse Marc Kenzelmann a été nommé président de la Commission on Safety Standards (CSS) de l'AIEA.
(Photo: Dean Calma / AIEA)

L'Organisation européenne pour la recherche nucléaire **Cern** a inauguré son nouveau centre de communication grand public – le «Science Gateway» –, en présence du Président de la Confédération Alain Berset.



Le nouveau centre pour l'éducation et la communication scientifiques du Cern a été conçu par Renzo Piano, architecte de renommée mondiale, et financé par des dons. Sa forme rappelle celle de l'accélérateur de particules de 27 kilomètres de long, le Grand collisionneur de hadrons. (Photo: Cern)

À l'étranger

La Commission européenne a annoncé la création prochaine d'une **alliance industrielle dédiée aux petits réacteurs modulaires** (SMR). Cette initiative se concentrera sur l'accélération du déploiement de ces technologies, sur la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement solide dans l'Union et la formation d'une main-d'œuvre qualifiée.



L'UE s'intéresse à l'énergie nucléaire, notamment à son potentiel en matière de neutralité climatique. C'est ce qu'a réaffirmé Kadri Simson, commissaire européenne à l'énergie (deuxième en partant de la gauche), lors de l'annonce de la création d'une alliance industrielle pour les SMR. (Photo: Compte X de Kadri Simson / Commission européenne)

Le **gouvernement suédois** lance une étude sur le rôle que pourrait jouer l'énergie nucléaire dans le futur. Dans le cadre de celle-ci, des options permettant d'accélérer et de simplifier les procédures d'autorisation sont examinées.

Le **gouvernement tchèque** a adopté une feuille de route qui fournit un aperçu des sites et des modèles d'investissement possibles pour la construction de petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactors, SMR) dans le pays. Le document contient également des informations sur différentes conceptions de SMR.

Le Premier ministre bulgare Nikolai Denkov a annoncé que la **Bulgarie** était prête à lancer la construction de deux nouveaux réacteurs du type AP1000 sur le site de Kosloduy, l'achèvement de la première tranche étant prévue pour 2033.

Le groupe ČEZ a reçu trois offres définitives pour la tranche nucléaire en projet sur le site de Dukovany, en **République tchèque**, qui seront désormais évaluées.

La **Bavière** souhaite intensifier la recherche sur la fusion avec pour objectifs de développer une nouvelle source d'énergie qui soit disponible à tout moment, indépendante de tout approvisionnement en matières premières, et neutre en CO₂.



Conférence de presse concernant la présentation du «Plan général de promotion de la fusion nucléaire et des technologies nucléaires innovantes». (Photo: Institut Max-Planck de physique des plasmas (IPP), Axel Griesch)

À l'occasion de la conférence «**Roadmaps to New Nuclear**» organisée à Paris, des représentants de 20 pays de l'OCDE et de l'industrie nucléaire ont pu aborder durant deux jours la construction de nouvelles centrales nucléaires et les conditions nécessaires pour permettre à l'énergie nucléaire de jouer pleinement son rôle.

La société de projet **Nuclear Power Ghana** (NPG) a défini deux sites possibles pour accueillir la première centrale nucléaire ghanéenne: Nsuban et Obotan. Tous deux se trouvent dans le Golfe de Guinée, dans le sud du pays.

La société de projet **Norsk Kjernekraft** a remis au ministère norvégien du Pétrole et de l'Énergie une proposition de programme d'études pour une centrale composée de plusieurs petits réacteurs modulaires.

La plus grande entreprise énergétique italienne, **Edison**, a fait savoir que si les conditions permettaient un retour au nucléaire, elle souhaiterait construire, entre 2030 et 2040, deux centrales basées sur la technologie des petits réacteurs modulaires d'Électricité de France (EDF).

Le premier des deux réacteurs RITM-200 du **brise-glace nucléaire Tchoukotka** est arrivé sur le chantier naval Baltiskii Zavod, à Saint-Pétersbourg.



Le premier des deux réacteurs RITM-200 du brise-glace nucléaire Tchoukotka est livré sur le chantier naval Baltiskii Zavod, à Saint-Pétersbourg. (Photo: Rosatom)

L'autorité japonaise de sûreté nucléaire (NRA) a remis à l'énergéticien Kyushu Electric Power Co. l'autorisation de prolonger le fonctionnement des tranches 1 et 2 de la centrale nucléaire de **Sendai** de 20 ans.

La réalisation de **deux tranches nucléaires** du type EPR2 sur le site de **Penly** a été confiée par Électricité de France (EDF) à Eiffage. Les travaux préparatoires devraient débuter à l'été 2024.

Le premier béton du bâtiment réacteur de **Lianjiang 1** dans la province chinoise du Guangdong a été coulé avec succès.

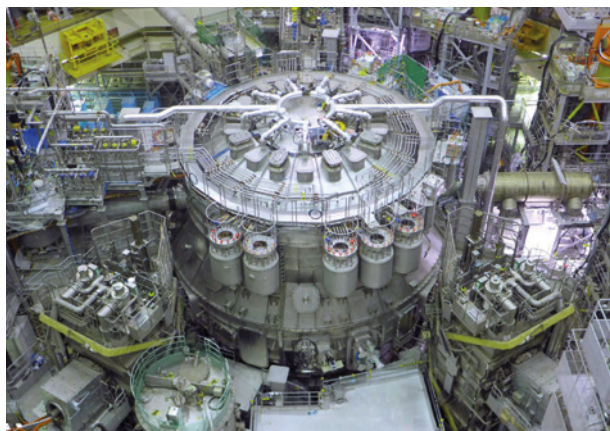
La tranche nucléaire **Xudabao 1**, dans la province de Liaoning, dans le nord-est de la Chine, est également en construction.



Le 15 novembre 2023, une cérémonie a été organisée sur le site de Xudabao, à proximité de la ville de Xingcheng, afin de célébrer le lancement officiel de la construction de la tranche 1 de la centrale nucléaire. (Photo: CNNC)

Le 1^{er} novembre 2023, la **tranche 2** de la centrale **Belarus** a été mise en service commercial. La tranche Belarus 1 est en exploitation depuis juin 2021.

Le 23 octobre 2023, le **JT-60SA** est devenu le tout premier tokamak supraconducteur au monde à générer un plasma. →



Représentation du tokamak JT-60SA, développé dans le cadre d'une collaboration entre l'Europe et le Japon conformément à l'accord «Broader Approach». L'installation se trouve au siège du National Institut for Quantum Science and Technology (QST), à Naka au Japon. (Photo: Fusion for Energy / QST)

D'après des informations de l'exploitante Slovenské elektrárne, la tranche **Mochovce 3**, du type VVER-440/V213 modernisé, est désormais en service commercial.

L'autorité locale de **Poméranie**, dans le nord de la Pologne, a remis sa décision de site dans le cadre de la construction de la première centrale nucléaire du pays à la société de projet nucléaire PEJ.

Le nouveau rapport **«World Fusion Outlook»** a pour vocation de devenir une référence mondiale dans le domaine de la recherche et du développement énergétique ainsi que de l'utilisation future de l'énergie de fusion en tant que source d'énergie illimitée et décarbonée.



Rafael Mariano Grossi, directeur général de l'AIEA, consulte le nouveau «World Fusion Outlook». (Photo: Dean Calma / AIEA)

À Grenade, en Espagne, la construction d'une **installation d'irradiation neutronique** destinée à analyser et à qualifier les matériaux a été lancée. Elle s'inscrit dans le cadre de la feuille de route européenne pour la production d'électricité issue de la fusion.

L'énergéticienne finlandaise **Helen** et le spin-off **Steady Energy** – le développeur du petit réacteur modulaire LDR-50 – ont signé une déclaration d'intention qui rend possibles des investissements dans une petite centrale de production de chaleur.

Le fabricant d'acier américain Nucor s'est associé à l'entreprise nucléaire Helion pour développer une **centrale de fusion de 500 MW**.



Le nouveau projet de fusion fournira du courant propre pour couvrir la charge de base de l'aciérie de Nucor. (Photo: Nucor)

L'entreprise américaine **Westinghouse Electric** a inauguré le eVinci Microreactor Accelerator Hub à Pittsburgh (Pennsylvanie). Le complexe sera la future plateforme de la fabrication et des autres activités liées au micro-réacteur.



Représentation de l'intérieur du nouveau centre d'affaires et de fabrication pour le micro-réacteur eVinci, à Pittsburgh. (Photo: Westinghouse)

Le **gouvernement américain** a accordé sept milliards de dollars pour construire des centres régionaux d'hydrogène propre à travers tout le pays et accélérer le recours commercial à cet hydrogène abordable. (M.A./C.B./A.T.)

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.

Pour en finir avec les questions de croyance



Alexander Keberle

Membre de la direction et responsable du département Infrastructures, énergie et environnement d'économie-suisse

Une étude réalisée par l'EPF de Zurich sur mandat d'économiesuisse montre que le nucléaire, utilisé non pas à la place des énergies renouvelables mais en combinaison avec ces dernières, abaisse le coût de l'approvisionnement en électricité de la Suisse tout en le rendant plus sûr. L'exploitation conjointe de ces différentes technologies débouche sur une protection du climat pragmatique et non dogmatique.

En agriculture, la monoculture n'est pas une solution durable; un bon portefeuille d'actions évite toute concentration des risques; et au casino, personne ne mise d'entrée de jeu tout son argent sur un seul et même numéro. Dans tous ces cas de figure, le maître mot est la diversification, car elle permet de se protéger au mieux contre les imprévus et est donc garante d'une plus grande résilience.

On pourrait penser que ce principe élémentaire serait également considéré comme valable pour l'approvisionnement en énergie. Malheureusement, dans le débat politique, le choix de l'approvisionnement énergétique de demain est rarement considéré comme une décision que l'on doit prendre dans l'incertitude. Pour beaucoup, c'est plutôt une question de croyance: étant donné que d'un point de vue technique, le photovoltaïque peut garantir la sécurité de l'approvisionnement, il faut tout miser sur cette carte. Et si, dans la vie réelle, le résultat souhaité n'est pas au rendez-vous, c'est que l'on n'y a tout simplement pas assez cru.

Aujourd'hui, la plupart des gens devraient néanmoins avoir compris que seul un large éventail d'énergies climatiquement neutres nous permettra d'avancer, et qu'il nous faudra même «beaucoup de tout». Certes, l'acte

modificateur unique de la loi sur l'énergie et de la loi sur l'approvisionnement en électricité suit en partie ce principe en ce sens qu'il étend les aides à toutes les nouvelles énergies renouvelables, et non plus seulement au photovoltaïque. Néanmoins, il n'est pas neutre sur le plan technologique. L'énergie nucléaire reste exclue des discussions, alors même qu'elle produit encore environ un tiers de notre électricité.

Pour encourager une approche objective de toutes les technologies, economiesuisse a commandé une étude à l'Energy Science Center de l'EPF de Zurich. Mandat: simuler les effets de l'acte modificateur unique et de la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires. À côté d'un scénario de référence (acte modificateur associé aux durées d'exploitation prévues actuellement), deux scénarios analysent les effets d'une prolongation des durées d'exploitation (durée d'exploitation de 60 ans pour toutes les installations existantes dans le scénario KKW60; durée d'exploitation de 65 ans pour Beznau et de 80 ans pour Gösgen et Leibstadt dans le scénario KKW6580), et un quatrième scénario, KKW60+, envisage la mise en service d'une nouvelle centrale nucléaire à partir de 2040. Dans chacun de ces scénarios, des sensibilités montrent les effets de différents mix de production à l'étranger et d'une limitation des capacités d'importation. →

L'étude aboutit à cinq grands constats:

1. L'acte modificateur unique est «nécessaire mais pas suffisant» pour garantir la sécurité d'approvisionnement. Dans le scénario de référence, les objectifs de développement des énergies renouvelables sont manqués. Ils le sont de beaucoup à l'horizon 2035 (25 TWh au lieu de 35) et de peu à l'horizon 2050 (43 TWh au lieu de 45). Quant aux besoins d'importation pendant le semestre d'hiver, ils atteignent par moments jusqu'à 10 TWh.
2. Plus la durée d'exploitation des centrales nucléaires existantes est longue, plus l'approvisionnement est avantageux et sûr. Dans le scénario KKW6580, les coûts du système, après déduction des investissements dans la prolongation des durées d'exploitation, sont inférieurs d'environ 10 milliards de francs à ceux du scénario de référence. Le besoin d'importations en hiver peut être quasiment réduit à zéro. Les coûts du système se réfèrent uniquement à la production et ne tiennent pas compte des coûts de réseau.
3. La mise en service d'une nouvelle centrale nucléaire à partir de 2040 ouvre des perspectives intéressantes. Certes, l'économie réalisée en termes de coûts du système est négative une fois que l'on a déduit les coûts d'investissement. Mais comme la simulation ne court que jusqu'en 2050, les coûts et les bénéfices sur toute la durée de vie de l'installation ne sont pas comptabilisés de manière adéquate. La totalité des coûts d'investissement est prise en compte, mais il n'est tenu compte que d'une exploitation de dix ans. L'analyse atteint donc ici ses limites.
4. En termes de sécurité d'approvisionnement, nous ne pouvons pas nous passer de grandes installations garantissant un minimum de production hivernale. Si l'on accélère la fermeture des centrales nucléaires, cela augmente la pression pour la construction d'installations solaires alpines ou de centrales à gaz. Les centrales nucléaires n'entrent pas en concurrence avec les énergies renouvelables – dans aucun scénario, l'énergie nucléaire ne freine le développement du photovoltaïque – mais se repositionnent, produisant principalement lorsque l'électricité d'origine renouvelable n'est pas disponible en quantité suffisante. Il en résulte une symbiose entre le nucléaire et le renouvelable.
5. La Suisse ne peut pas se passer d'un accord sur l'électricité. La «règle des 70%» qui s'appliquera au

Alexander Keberle est membre de la direction d'économiesuisse depuis avril 2022. Il dirige le département Infrastructures, énergie et environnement ainsi que le domaine «L'économie. Nous tous.». Dans le cadre de ses fonctions, il est notamment vice-président de l'association Go for Impact, vice-président d'un comité BIAC de l'OCDE et membre de nombreux conseils consultatifs. En outre, il préside le conseil d'administration d'une PME active dans le secteur de la santé. Avant de rejoindre economiesuisse, Alexander Keberle a travaillé comme partenaire associé chez McKinsey & Company. Il est titulaire d'un master en droit et en économie de l'Université de Saint-Gall et d'un master en politiques publiques de l'Université d'Oxford, Blavatnik School of Government.

réseau de transport européen à partir de 2025 a un impact significatif sur les sensibilités. Tous les scénarios font état d'une forte augmentation des coûts du système en cas de limitation du commerce de l'électricité. Quels que soient les durées d'exploitation des centrales nucléaires et le mix électrique indigène, les surcoûts sont de l'ordre de 50 milliards de francs, soit 150% des coûts ordinaires du système.

La plupart de ces constats ne sont pas nouveaux. Ils sont même plutôt intuitifs et peu spectaculaires. Il est néanmoins important de les voir écrits noir sur blanc et scientifiquement étayés. C'est la confirmation qu'il n'existe pas de technologie miracle permettant à elle seule de garantir notre sécurité d'approvisionnement de manière climatiquement neutre et que nous devons jouer sur tous les tableaux. Reste à espérer que cette étude contribue à ce que le pragmatisme revienne à l'ordre du jour lors de la prochaine étape du débat sur la politique énergétique et que les agaçantes «questions de croyance» occupent un peu moins le terrain. (D.B.)

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

Combien de fois faudra-t-il encore le répéter?

Ces derniers temps, la Fondation suisse de l'énergie (SES) ne nous avait guère donné matière à hausser les sourcils. Mais un tweet, ou plutôt un X, du 2 novembre a changé la donne: «L'#énergie nucléaire est une technologie à haut risque antidémocratique, opaque et strictement cloisonnée: il est temps de trouver de meilleures solutions – il est temps de sortir du #nucléaire!» Ce X se référait à un article du «Blick» qui annonçait un exercice d'urgence mené par la police cantonale argovienne et l'armée à la centrale nucléaire de Beznau en précisant que l'accès au site serait interdit au public et aux médias durant sa tenue. Nous avions presque perdu l'habitude de lire autant d'exagération et de platitudes sous la plume de l'organisation précitée. Mais peut-être que le X en question a été écrit sous le coup de l'emportement, dans le sens de «Combien de fois faudra-t-il encore le répéter?».

Néanmoins, la SES a depuis lors publié d'autres déclarations sur Twitter, ou plutôt sur X, qui reposent elles aussi sur des clichés éculés. Ainsi, l'organisation se sert de citations de l'IFSN sorties de leur contexte comme d'autant d'arguments en faveur de la sortie du nucléaire. Et elle voit directement dans l'abandon d'un seul projet de SMR aux États-Unis l'«échec fracassant» de la «renaissance des centrales nucléaires». En outre, se référant à un article du portail britannique «Carbon Brief», pour-

tant parfaitement neutre sur le plan technologique, elle se réjouit du fait qu'«En Chine, pays qui a le plus grand programme de construction de #centrales nucléaires au monde, il est prévu – en termes de volume de production – de construire 12 fois plus d'électricité #solaire et 6 fois plus d'électricité #éolienne que d'électricité #nucléaire en 2023» (voir capture d'écran). À ce stade, nous pourrions souligner malicieusement le rapport, bien visible sur la photo, entre la puissance installée et l'électricité effectivement produite. Nous pourrions aussi faire remarquer que dans cet article, le nucléaire est explicitement qualifié de «clean energy». Et nous pourrions encore rappeler que, selon le même article, des centrales à charbon d'une capacité totale d'un peu plus de 130 GW sont actuellement en construction en Chine et que presque autant d'autres ont déjà été approuvées. Mais rien de tout cela ne serait en phase avec le but visé. En effet, nous souhaitons encourager la coopération plutôt que la confrontation. Au lieu de se cantonner dans une guerre des tranchées, ne vaudrait-il pas mieux s'atteler à remplacer les centrales fossiles par une combinaison d'énergies renouvelables et nucléaire? La lutte incessante et acharnée contre les centrales nucléaires ne produit pas le moindre kilowattheure. Combien de fois faudra-t-il encore le répéter? (M.R./D.B. d'après X, 15 novembre 2023)

Expected capacity additions in 2023 and added annual generation			
Source	GW	Average utilisation	TWh
Solar	210	13.6%	251
Wind	65	23.0%	130
Nuclear	3	83.4%	21
Hydro	7	36.7%	21
Total	284	17.0%	423

En matière de production d'électricité, nous voyons d'un bon œil toutes les technologies bas carbone, contrairement à la SES.
(Photo: Message de la SES publié sur X le 14 novembre 2023)

Assemblée générale 2024

Mercredi 22 mai, au Trafo de Baden

Cours d'approfondissement 2024

Jeudi 28 novembre, au Trafo de Baden



Photo: Forum nucléaire suisse

Nouvel épisode du podcast «NucTalk»

Dans le nouvel épisode de notre podcast NucTalk en allemand, nous avons tendu le micro à Patrick Steinegger du PSI et Christian Theiler de l'EPFL, qui ont abordé la recherche nucléaire en Suisse, son utilité et son importance pour l'énergie nucléaire.

www.nuklearforum.ch/de/podcast

39th Short Course on Multiphase Flows

Des cours sur le thème «Modelling and Computation of Multiphase Flows» auront à nouveau lieu à l'EPF de Zurich du 12 au 16 février 2024. Ces cours modulaires comprennent des séries bien coordonnées de conférences. Ils s'adressent aux ingénieures et ingénieurs et chercheuses et chercheurs qui aimeraient acquérir des connaissances fondamentales de pointe, des informations sur leurs applications nucléaires et sur les techniques modernes d'analyse des phénomènes multi-fluides, sur les techniques de calcul numérique appliquées.

<https://ns-ecmfl.ethz.ch/education/short-course-mpf.html>

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

Apéritifs de la SOSIN 2024

L'apéritif de la SOSIN sera organisé les jeudis 25 janvier, 7 mars, 4 juillet, 5 septembre et 14 novembre.

www.kernfachleute.ch



Photo: SOSIN / Max Brugger

Impressum

Rédaction:

Marie-France Aepli (M.A., rédactrice en chef); Lukas Aebi (L.A.);
Stefan Diepenbrock (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.);
Aude Thalmann (A.T.)

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.

