

Septembre 2025

BULLETIN 3



La relance du nucléaire en Europe – une analyse de NucNet

Page 2

Comment les réacteurs américains obtiennent-ils 80 ans?

Page 10

Production de radionucléides et travaux de recherche grâce à Pallas

Page 14

Investir contre la tendance

Page 28

Table des matières

Éditorial

L'ouverture technologique, la clé de la sécurité d'approvisionnement	1
--	---

Entretien avec...

L'Europe à l'aube d'un tournant stratégique en matière d'énergie nucléaire	2
--	---

Informations de fond

Le Kazakhstan mise sur des centrales nucléaires russes et chinoises	6
États-Unis: procédure de prolongation des durées d'exploitation	10
Pays-Bas: feu vert pour le nouveau réacteur de recherche	14
Nouvelles centrales nucléaires: le peuple aura le dernier mot	19

Décryptage

Lorsqu'objectifs climatiques et énergie nucléaire parlent le même langage	22
---	----

Brèves nucléaires

En Suisse	24
À l'étranger	25

La der nucléaire

Arnova Capital investit dans la renaissance du nucléaire	28
--	----

Couac!

L'Allemagne, un modèle obsolète	32
---------------------------------	----

Nouvelles internes

Quand tout est en place, l'innovation peut éclore	33
---	----

Pour mémoire

	36
--	----

L'ouverture technologique, la clé de la sécurité d'approvisionnement



Marie France Aepli

MF Aepli

Chers lecteurs, chères lectrices,

L'énergie nucléaire est une composante essentielle de l'approvisionnement en électricité. Comme le montre une étude des Académies suisses des sciences, le rôle de l'exploitation à long terme des réacteurs en tant que solution de transition fiable est incontestable. Aux États-Unis, les exploitants y ont déjà recours et peuvent déjà faire fonctionner un grand nombre de leurs réacteurs durant 80 ans grâce à un cadre réglementaire clair. Et le gouvernement prévoit de multiplier par quatre la part du nucléaire d'ici à 2050, notamment pour couvrir le besoin croissant en électricité de l'intelligence artificielle.

Qu'en est-il en Europe? Kamen Kraev, de NucNet, estime que l'énergie nucléaire suscite à nouveau l'intérêt, en particulier de pays possédant déjà une infrastructure. Et au niveau international, une attention croissante est portée aux petits réacteurs modulaires (SMR).

Dans un contexte d'objectifs climatiques, d'incertitudes géopolitiques et d'augmentation de la demande en électricité, l'entreprise Arnova Capital, sise en Suisse, tire parti de cette renaissance du nucléaire pour la présenter comme une opportunité sur le marché des capitaux.

En dehors des frontières européennes aussi, les nouvelles constructions vont bon train, à l'image du Kazakhstan qui prévoit de construire plusieurs réacteurs. Le nucléaire n'est pas utilisé seulement pour produire de l'électricité: grâce au réacteur de recherche Pallas, les Pays-Bas garantiront l'approvisionnement de l'Europe en radionucléides destinés à la médecine nucléaire.

Et la Suisse dans tout ça? Avec le contre-projet indirect à l'initiative populaire «De l'électricité pour tous en tout temps (Stop au blackout)», la Suisse avance prudemment. La question de l'ouverture technologique sera essentielle: l'énergie nucléaire pourra-t-elle à nouveau être considérée comme une option fiable et respectueuse du climat dans les prochaines études?

En Allemagne aussi, les vieilles idéologies laissent petit à petit la place à de nouveaux modèles de pensée. À l'image de Boris Palmer, les premières voix s'élèvent contre le tournant énergétique, accusé de mettre en péril l'industrie, et mettent en garde contre une politique climatique inefficace. Avec ses centrales nucléaires, la Suisse est de plus en plus perçue comme un exemple positif.

Une véritable ouverture technologique non seulement rendrait possible l'exploitation à long terme, mais elle donnerait aussi un nouvel élan à la recherche et à l'innovation. Les développements sur le plan international le confirment: les pays qui se positionnent tôt renforcent leur sécurité d'approvisionnement, leurs bases industrielles et leur force d'innovation.

Bonne lecture!

L'Europe à l'aube d'un tournant stratégique en matière d'énergie nucléaire



Kamen Kraev

Secrétaire général de NucNet

Pour Kamen Kraev, secrétaire général de l'agence de presse internationale sur l'énergie nucléaire NucNet, la dynamique actuelle de la politique européenne en matière de nucléaire va au-delà de tendances à court terme. Selon lui, la crise énergétique, les tensions géopolitiques, les objectifs climatiques mais aussi les dernières initiatives de l'UE et les nouvelles possibilités de financement encouragent un changement de stratégie à long terme. Cette évolution offre des opportunités à la fois pour des projets de grosses centrales nucléaires et pour des projets de petits réacteurs modulaires, mais elle s'accompagne aussi de défis considérables. Première partie de notre entretien avec Kamen Kraev.

Comment NucNet juge-t-elle l'actuel regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire que l'on observe en Europe? S'agit-il d'une simple tendance politique ou d'un changement de stratégie à long terme?

Le regain d'intérêt actuel pour l'énergie nucléaire en Europe est plus qu'une simple tendance politique à court terme. Il pourrait se transformer en un changement stratégique à long terme, non seulement en Europe, mais dans le monde entier. Je tiens à préciser que cette dynamique a été avant tout déclenchée par la crise énergétique due à la forte hausse des prix du gaz en 2021 et qu'elle a été encore accélérée par la guerre en Ukraine à partir de début 2022. Ces deux événements ont mis en évidence la vulnérabilité qui découle de la dépendance énergétique et replacé la sécurité d'approvisionnement au cœur du débat en matière de politique énergétique. Les objectifs climatiques de plus en plus ambitieux que s'est fixés l'Europe donnent à l'énergie nucléaire une nouvelle raison d'être stratégique en tant que source d'électricité fiable et à faible teneur en carbone, qui complète les énergies renouvelables dont la disponibilité est fluctuante. Pour bon nombre de ses partisans dans le monde politique, elle est de plus en plus considérée

comme un élément indispensable du mix énergétique – notamment pour l'approvisionnement en charge de base et la décarbonation des processus industriels. On admet de plus en plus qu'une transition énergétique verte n'est pas réalisable sans énergie nucléaire.

Dans quels pays cette évolution se manifeste-t-elle?

Il est intéressant de constater que la plupart des activités visant à maintenir ou à développer l'énergie nucléaire se concentrent dans les pays qui disposent déjà d'une infrastructure dans ce domaine. La Pologne, nouvelle venue qui mène activement son premier programme nucléaire, constitue une exception. Le regain d'intérêt pour l'atome est pour l'heure essentiellement limité aux nations déjà nucléarisées; il ne s'étend pas à tout le continent. Le contexte politique relatif à l'énergie nucléaire en Europe évolue également de manière intéressante: l'Autriche reste clairement opposée à l'atome, mais l'Allemagne – malgré sa sortie du nucléaire – a fait savoir qu'elle n'agirait plus en tant que facteur de blocage au sein de l'UE, ce qui pourrait atténuer la résistance institutionnelle. Des pays comme l'Italie, le Danemark et la Grèce, qui avaient pris leurs distances vis-à-vis du nu-

cléaire par le passé, font désormais preuve d'ouverture dans le débat sur la politique énergétique – même si aucune mesure concrète n'a encore été prise. Ce changement de ton pourrait être le fruit d'une réévaluation générale des stratégies et attitudes en matière d'énergie, ce dont je n'aurais pas osé rêver il y a cinq ans.

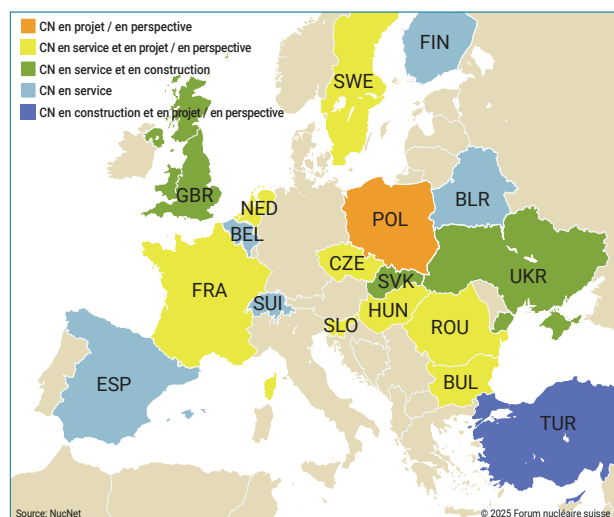
La prudence est néanmoins de mise: bien qu'il y ait des signes d'un changement de stratégie à long terme, les cinq prochaines années seront décisives. Bon nombre des projets de construction annoncés n'en sont qu'aux premiers stades de planification ou de préparation. Il incombe à la branche de démontrer qu'elle est capable de mener à bien des projets de manière fiable car, jusqu'à présent, les performances en termes de coûts et de calendrier ont été pour le moins décevantes.

Il sera essentiel d'assurer un financement durable. Des modèles innovants et la capacité de mobiliser des capitaux tant publics que privés détermineront si la dynamique actuelle peut se traduire par un développement à long terme.

Les centrales nucléaires en Europe

Selon le status: en service, en construction ou en projet / en perspective

Certains pays relèvent de deux catégories à la fois.



Quel est le rôle des petits réacteurs modulaires (SMR) dans les stratégies nationales en matière d'énergie nucléaire des pays d'Europe?

Dans les stratégies énergétiques nationales de nombreux pays d'Europe, les SMR se positionnent de plus en

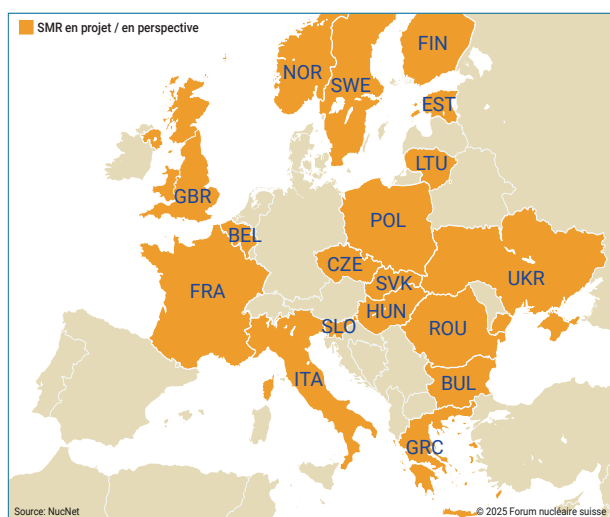
plus comme un complément stratégique aux grandes centrales nucléaires. Néanmoins, des pays comme l'Estonie ou la Norvège voient dans les SMR un moyen de se lancer dans l'exploitation commerciale de l'atome. L'attrait des SMR réside dans leur flexibilité, leur faible encombrement et leur potentiel de déploiement rapide. Certaines de ces caractéristiques les rendent intéressants pour la décarbonation de secteurs difficiles à électrifier, le remplacement des centrales au charbon ou la fourniture de chaleur et d'hydrogène à l'industrie.

Des pays comme l'Estonie, la Finlande, la Pologne, la République tchèque, la Roumanie et la Suède ont déjà résolument intégré les SMR dans leur politique énergétique en tant que moyen de diversifier leur mix énergétique et de renforcer leur sécurité d'approvisionnement. La Pologne se distingue notamment par la mise en place de plusieurs partenariats industriels autour de technologies SMR spécifiques, comme le BWRX-300 de GE Vernova Hitachi Nuclear Energy (GVH), avec pour objectif une mise en service avant 2035. La France et la Grande-Bretagne poursuivent des programmes nationaux de développement des SMR, dans lesquels elles voient non seulement une solution pour produire de l'électricité propre, mais aussi l'opportunité pour leur industrie nationale de donner naissance à des technologies nucléaires exportables. Entre-temps, même des pays qui n'exploitent pour l'heure pas de centrales nucléaires, comme le Danemark, la Grèce et l'Italie, ont commencé à étudier les moyens réglementaires et techniques d'une intégration future des SMR.

Mais les SMR ne sont pas encore opérationnels...

Oui, il faut le dire clairement: aucun SMR n'est encore en service en Europe. Au niveau mondial, seul un petit nombre d'installations de type first-of-a-kind devrait être raccordé au réseau d'ici la fin de la décennie. La plupart de ces technologies sont développées aux États-Unis, et le Canada pourrait être le premier pays à mettre en service un SMR de conception occidentale à la fin de la décennie. Par conséquent, il reste à démontrer que les promesses spécifiques aux SMR, notamment des coûts plus bas, des durées de construction plus courtes et une intégration plus facile, seront tenues dans la pratique. Tant que des SMR ne seront pas construits et ne fonctionneront pas de manière fiable, cette technologie restera un pilier prometteur, mais pas encore suffisamment

Projets de SMR en Europe



éprouvé, de la stratégie nucléaire de l'Europe. Relevons néanmoins que la Chine et la Russie exploitent déjà des SMR à des fins commerciales depuis quelques années.

Quel impact les nouvelles initiatives de l'UE, telles que l'Alliance industrielle européenne pour les petits réacteurs modulaires ou le plan industriel du pacte vert, ont-elles sur la mise en œuvre de projets nucléaires en Europe?

Après des années d'immobilisme, les récentes initiatives de l'UE en faveur de l'énergie nucléaire commencent à produire leurs effets, notamment en matière de financement et de coordination industrielle. En résumé, Bruxelles commence progressivement à lever deux obstacles clés à la construction de centrales nucléaires, à savoir le risque politique et le coût du capital.

Le plan industriel du pacte vert pour l'Europe (Green Deal Industrial Plan) et le règlement pour une industrie «zéro net» (Net-Zero Industry Act), notamment, redessinent le rôle de l'atome dans la transition énergétique de l'UE. Par le passé, l'énergie nucléaire était exclue de nombreux mécanismes de financement du pacte vert, mais cette situation est en train de changer. Le plan industriel reconnaît désormais explicitement l'énergie nucléaire comme une technologie stratégique pour le «zéro net», notamment en ce qui concerne les infrastructures logistiques, les capacités du cycle du combustible et les procédés de fabrication avancés. Bien que la construction

de grands réacteurs ne soit toujours pas éligible à l'ensemble des aides, les investissements qui y sont liés, notamment pour l'enrichissement, la fabrication de composants ou le perfectionnement de la main-d'œuvre qualifiée, peuvent être soutenus.

Lancée en 2024 par la Commission européenne, l'Alliance industrielle européenne pour les SMR est une plateforme importante qui vise à accélérer le déploiement des petits réacteurs modulaires. Elle met en réseau l'industrie, les fournisseurs d'énergie, les instituts de recherche et les banques afin de surmonter des obstacles comme le financement, l'harmonisation des réglementations et les failles de la chaîne d'approvisionnement. À ce jour, neuf projets de SMR ont été sélectionnés pour bénéficier d'un soutien ciblé. L'objectif est un déploiement commercial à partir du début des années 2030. Même si l'alliance se concentre sur les SMR, elle renforce indirectement l'ensemble de la base industrielle nucléaire européenne, qui est essentielle aussi bien pour les SMR que pour la mise en œuvre de grands projets. Un autre jalon a été posé par le paquet de réformes du marché de l'électricité européen proposé en 2023, qui prévoit des contrats d'écart compensatoire bilatéraux [Contracts for difference, CfD] en tant que mécanisme standard pour promouvoir la nouvelle production d'énergie bas carbone, notamment nucléaire. Le cadre tarifaire qui en découle est plus prévisible et pourrait contribuer à rendre les projets moins risqués pour les investisseurs. Parallèlement, un projet pilote de contrats d'achat d'électricité à long terme [Power Purchase Agreements, PPA] a été lancé, ce qui pourrait encore améliorer l'accès aux

La branche nucléaire européenne connaît un nouvel élan en matière d'innovation

Des start-up et de nouveaux acteurs – parfois même issus de pays sans tradition nucléaire – font leur entrée sur le marché avec des projets de SMR.

Kamen Kraev fait le point sur cette évolution, en particulier en Europe.



instruments de financement pour les projets de centrales nucléaires, qu'ils soient de grande ou de petite envergure.

Et quelles sont les évolutions qui se dessinent en matière de financement par des institutions publiques?

Le rôle des institutions financières publiques, notamment de la Banque européenne d'investissement (BEI), semble également évoluer, bien que de manière prudente. Dans le cadre d'initiatives liées au plan industriel du pacte vert et à REPowerEU, la stratégie visant à réduire les importations de combustibles fossiles en provenance de Russie et à accélérer la transition énergétique, la BEI a promis un financement supplémentaire de 45 milliards d'euros pour soutenir des projets énergétiques et industriels stratégiques. Bien qu'elle demeure prudente quant au financement direct de nouveaux réacteurs nucléaires, elle a commencé à soutenir d'importants investissements en amont.

En mars 2025, la BEI a accordé un prêt de 400 millions d'euros à Orano pour l'agrandissement de l'usine d'enrichissement d'uranium Georges-Besse-II. Il s'agit du premier financement d'entreprise effectué par la BEI dans le domaine du cycle du combustible nucléaire, en application de ses critères d'évaluation climatique. Un mois plus tard, la Banque nordique d'investissement (NIB) a accordé un prêt de 75 millions d'euros sur dix ans à l'exploitant finlandais de centrales nucléaires TVO pour la prolongation de la durée d'exploitation et le rééquipement sécuritaire des tranches Olkiluoto 1 et 2. Même le président de la BEI a publiquement déclaré que les SMR étaient dignes d'être financés. Une telle déclaration aurait été impensable il y a encore cinq ans. Maintenant que la Banque mondiale a levé son interdiction de financer des centrales nucléaires dans les pays émergents, la pression exercée en Europe sur la BEI devrait s'accroître pour qu'elle aille, elle aussi, plus loin. De tels financements peuvent contribuer à réduire les risques liés aux grands projets et à susciter la confiance des investisseurs privés.

À combien sont estimés les investissements?

Au niveau politique, le dernier «Programme indicatif nucléaire» [Nuclear Illustrative Programme, PINC] de la Commission européenne évalue à quelque 241 milliards d'euros les fonds nécessaires d'ici à 2050 pour soutenir

à la fois la prolongation de la durée d'exploitation des installations existantes et la construction de nouvelles capacités nucléaires – dont des grands réacteurs et des SMR. Cela met en évidence l'ampleur des investissements requis et le besoin de mécanismes de financement innovants capables de réduire les risques et d'attirer des capitaux à long terme.

Qu'est-ce que cela signifie concrètement?

Dans l'ensemble, les nouvelles initiatives de l'UE réduisent progressivement les barrières institutionnelles, réglementaires et financières qui freinent les investissements nucléaires. Même si les grands projets restent confrontés à des défis, le contexte évolue: les signaux politiques sont plus clairs, les instruments de financement plus diversifiés, et des efforts ciblés sont déployés pour améliorer la coordination industrielle. Si l'on parvient à pérenniser cette tendance, la crédibilité et la capacité de financement des projets nucléaires en Europe pourraient s'en trouver durablement renforcées. (M.A./B.G./D.B.)

Kamen Kraev est rédacteur en chef et secrétaire général de NucNet, l'une des principales agences de presse anglophones sur l'énergie nucléaire, basée à Bruxelles. Après avoir rejoint NucNet en 2015 en tant qu'auteur et chercheur, M. Kraev s'est vu confier la direction de l'agence en 2018. Il est titulaire d'un master en politique européenne et en gestion d'entreprise décerné par l'Université catholique de Louvain en Belgique. L'énergie, la politique et les affaires mondiales sont au cœur de ses intérêts tant professionnels que privés depuis sa jeunesse. Ayant travaillé pendant près de dix ans comme rapporteur pour l'industrie nucléaire, M. Kraev dispose d'une connaissance approfondie des évolutions et des grandes tendances du secteur nucléaire européen et mondial. Il estime que l'énergie nucléaire ne doit pas être considérée uniquement sous l'angle de la transition énergétique, mais qu'elle doit également jouer un rôle stabilisateur à long terme dans le mix énergétique européen.

Le Kazakhstan mise sur des centrales nucléaires russes et chinoises

Le Kazakhstan a annoncé le 14 juin 2025 que le groupe étatique russe Rosatom construirait la première grande centrale nucléaire du pays. Pour la deuxième et la troisième, il est prévu de faire appel à la technologie chinoise. Comment le pays se prépare-t-il à la construction de ces installations et pourquoi le gouvernement estime-t-il qu'elles sont indispensables?

Le Kazakhstan compte parmi les plus grands producteurs d'uranium au monde, mais n'exploite pour l'heure pas de centrale nucléaire commerciale. La seule installation du pays – le réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium BN-350 d'Aktaou (anciennement Chevtchenko) au bord de la mer Caspienne – a été déconnectée du réseau en 1999 et est en cours de démantèlement avec une aide internationale. Elle servait à la production d'électricité et au dessalement d'eau de mer. De premières idées pour la construction d'une nouvelle centrale avaient émergé quelques années déjà après sa fermeture, sans toutefois être concrétisées.

Des centrales fossiles obsolètes et une consommation d'électricité en hausse

En 2023, selon des chiffres fournis par l'AIE, le charbon comptait pour 58,4% de la production d'électricité du

pays, le gaz naturel pour 28,5%, la force hydraulique pour 7,8%, l'éolien pour 3,3%, le photovoltaïque pour 1,6% et le pétrole pour 0,4%. Bon nombre de centrales fossiles sont désormais en fin de vie technique, et il est prévu de rendre la production d'électricité plus respectueuse du climat. En outre, des études prévoient une hausse de la consommation d'électricité. Le Kazakhstan a donc un besoin urgent de nouvelles centrales électriques, notamment nucléaires. Parallèlement, il entend réduire les pertes sur le réseau.

En 2024, selon le portail d'analyse kazakh Energyprom.kz, le pays a consommé plus d'électricité (119,9 milliards de kilowattheures) qu'il n'en a produite (117,9 milliards de kilowattheures). Le ministère de l'Énergie a élaboré un plan d'action pour le développement du secteur de l'électricité d'ici à 2035: il s'agit de réduire la part des énergies



Le 2 septembre 2024, lors d'une séance commune des chambres du Parlement, le président kazakh Kassym-Schomart Tokaïev a adressé un message au peuple kazakh et annoncé la date du référendum sur la construction d'une nouvelle centrale nucléaire. (Photo: République du Kazakhstan)



Carte du Kazakhstan montrant les quatre sites envisagés pour la construction d'une centrale nucléaire. Il est prévu de construire la première du pays, du type russe VVER-1200, à proximité du village d'Ulken. Une deuxième, du type chinois Hualong One, pourrait être érigée sur le site de Kourtchatov ou sur celui de Balkhach, bien qu'Aktaou soit également en discussion. On suppose que la troisième centrale nucléaire du pays pourrait être bâtie sur l'un de ces sites.

fossiles dans le mix électrique du pays, ramenant celle du charbon à 34,3% et celle du gaz à 25,8%, et d'augmenter la part des énergies renouvelables, portant celle du solaire et de l'éolien à 24,4% et celle de la force hydraulique à 10,8%. Ce processus implique une augmentation des capacités de production de 26 GW, liée non seulement au développement des énergies renouvelables, mais aussi à la modernisation et à la construction de centrales électriques conventionnelles. Néanmoins, on s'attend à de nouvelles pénuries à partir de 2030, si bien qu'il a été décidé de miser sur l'atome comme solution à long terme.

La voie vers de nouvelles centrales nucléaires

En septembre 2021, au vu du risque de pénurie d'électricité à partir de 2030, le président kazakh Kassym-Schomart Tokaïev a annoncé son intention d'examiner la possibilité d'un retour à l'énergie nucléaire.

Deux ans plus tard, M. Tokaïev a fait part de sa volonté d'organiser un référendum national sur la construction d'une première centrale nucléaire. Il entendait ainsi tenir sa promesse électorale faite en 2019 de soumettre les questions importantes au suffrage populaire. Le référendum a eu lieu le 6 octobre 2024. La question posée était

la suivante: «Approuvez-vous la construction d'une nouvelle centrale nucléaire au Kazakhstan?» Sur les 7,8 millions de personnes s'étant rendues aux urnes, 71% y ont répondu par «oui». Après le référendum, M. Tokaïev a déclaré que le choix du fournisseur du réacteur devait être effectué sur la base d'analyses et de négociations, et s'est prononcé en faveur d'un consortium international disposant d'une technologie avancée.

Fin 2024, le gouvernement kazakh a désigné par décret le district de Shamybski, dans la région d'Almaty, comme site de la première grande centrale nucléaire du pays. En mai 2022 déjà, une zone située près du village d'Ulken, sur la rive ouest du lac Balkhach, avait été proposée comme site privilégié dans le district en question. Le site de Kourtchatov, situé à environ 700 km au nord-est, a été examiné à titre de solution de rechange. En octobre 2023, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a évalué la procédure de choix du site dans le cadre d'une mission SEED (Site and External Events Design). Elle n'a détecté de motif d'exclusion pour aucun des deux sites, mais néanmoins recommandé de collecter des données complémentaires.





C'est à Aktau (anciennement Chevtchenko), au bord de la mer Caspienne, qu'avait été bâtie l'ancienne centrale nucléaire BN-350, un réacteur rapide refroidi au sodium. L'installation a été arrêtée en 1999 et est en cours de démantèlement. BN-350 faisait partie du combinat d'énergie atomique de Mangyshlak (Mangystauski Atomny Energeticheski Kombinat), un complexe énergétique et industriel destiné à la fourniture d'électricité et de chaleur ainsi qu'au dessalement d'eau de mer. (Photo: yevgeniy11 via Shutterstock)

En janvier 2025, M. Tokaïev a demandé au gouvernement, d'une part, d'élaborer une stratégie à long terme pour le développement de l'industrie nucléaire d'ici à 2050 et, d'autre part, d'évaluer des sites concrets pour la construction d'une deuxième centrale nucléaire. Le ministre de l'Énergie, Almasadam Satkaliev, a ensuite déclaré qu'au vu du risque de pénurie d'électricité, le Kazakhstan pourrait lancer deux projets de centrale nucléaire en même temps. Comme sites possibles pour une deuxième centrale nucléaire composée de deux tranches de 1200 MW, il a cité Kourtchatov dans le nord-est du pays, Balkhach sur la rive nord du lac Balkhach – qui pourrait accueillir jusqu'à quatre tranches de 1200 MW – ainsi qu'Aktau, qui, avec l'infrastructure existante, se prête à la construction d'une centrale nucléaire de puissance moyenne. Le Premier ministre Bektenov a ajouté qu'une analyse de site était en cours pour une deuxième et une troisième centrale nucléaire.

Procédure de sélection du fournisseur du réacteur

Le 25 février 2025, le ministère de l'Énergie a annoncé qu'une commission interministérielle avait présélectionné quatre fournisseurs de réacteurs pour la construction de

deux tranches de 1200 à 1400 MW chacune: CNNC et son HPR-1000 «Hualong One», Rosatom et son VVER-1200, Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) et son APR-1000/APR-1400 ainsi qu'Électricité de France (EDF) et son EPR1200.

Le 14 juin 2025, la toute nouvelle Agence kazakhe de l'énergie atomique (KAEA) a annoncé que le groupe étatique russe Rosatom avait remporté le marché et qu'il dirigerait un consortium international pour la construction de la première centrale nucléaire du pays, d'une puissance de 2,4 GW, dans la région d'Almaty. CNNC est arrivé en deuxième position, EDF et KHNP se partageant la troisième place.

Selon la KAEA, les dossiers soumis ont été examinés sous l'angle de la sûreté nucléaire, des aspects techniques et financiers, de l'expérience internationale, du niveau de formation des spécialistes et des retombées pour l'économie locale (implication des entreprises du pays dans la fourniture des équipements et les travaux de construction). La méthodologie d'évaluation a été vérifiée par Assystem, une société d'ingénierie nucléaire française reconnue, qui est intervenue en tant que consultant indépendant et continuera d'accompagner le programme nucléaire kazakh en tant que conseiller technique. La KAEA a présenté les résultats de son évaluation à la commission interministérielle pour décision. C'est l'offre de Rosatom qui a été jugée «la plus optimale et la plus avantageuse», notamment en raison de l'expérience de l'entreprise dans la construction de centrales nucléaires à l'étranger, de sa couverture de l'ensemble du cycle du combustible ainsi que de ses compétences en matière de gestion du combustible nucléaire usé et de son retraitement. Un financement russe des exportations à des conditions préférentielles est en cours de négociation.

Le 20 juin 2025, le portail d'information Central Media News a rapporté que la KAEA et Rosatom avaient signé une feuille de route provisoire pour la mise en œuvre du projet. Celle-ci comprend des études géotechniques, la conclusion d'un contrat EPC (Engineering, Procurement, Construction) ainsi que l'élaboration de la documentation du projet. En complément, un accord-cadre a été conclu entre la société de projet Kazakhstan Nuclear Power Plants LLP et le bureau d'ingénieurs de Rosatom

Atomstroïexport, qui fixe les grandes lignes de la coopération et de la mise en œuvre du projet – notamment en ce qui concerne l'implication d'entreprises locales – ainsi que des exigences élevées en matière de sûreté. Contrairement à ce qui se passe dans d'autres projets menés par Rosatom à l'étranger, le Kazakhstan restera propriétaire et exploitant de la centrale nucléaire et de tous les processus technologiques, s'assurant ainsi un certain degré d'indépendance.

Selon l'agence de presse russe Interfax, le Kazakhstan envisage de conclure avant la fin de l'année un accord intergouvernemental avec la Russie pour la construction de la première centrale nucléaire. Rosatom prévoit d'achever et de mettre en service les deux tranches VVER-1200 de l'installation entre 2035 et 2036, ce qui représente une durée des travaux de onze ans environ. Se fondant sur des données empiriques, le ministère kazakh de l'Énergie estime quant à lui qu'il faut compter de huit à douze ans jusqu'à la mise en service du premier réacteur. Selon des chiffres de référence internationaux, le coût des deux tranches VVER-1200 devrait s'élever à 14 milliards de dollars au moins. Leur montant exact devrait être fixé dans le cadre d'une étude de faisabilité.

Le 8 août 2025 a eu lieu à Ulken, dans la région d'Almaty, une cérémonie officielle de lancement des études de site marquant le début des investigations techniques d'ingénierie. À cette occasion, le groupe Rosatom a annoncé qu'il réaliserait au moins 50 forages exploratoires d'une profondeur de 30 à 120 mètres afin d'examiner les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et sismiques du site.

La deuxième centrale nucléaire du pays devrait être construite par un consortium chinois

Le 14 juin 2025 également, la KAEA a annoncé que le Chinois CNNC avait été choisi pour diriger le consortium qui construira la deuxième grande centrale nucléaire du pays. Le site et la puissance à installer n'ont pas encore été définis; une décision pourrait être prise à l'automne.

La KAEA a motivé le choix de CNNC par la capacité de la Chine à construire rapidement des centrales nucléaires modernes et de haute qualité: «Il n'y a guère de pays dans le monde qui soient capables de réaliser seuls un cycle

nucléaire complet. La Chine offre cette possibilité et dispose des technologies nécessaires ainsi que d'une base industrielle et de production performante. C'est pourquoi la coopération avec la Chine est notre prochaine priorité».

L'usine métallurgique kazakhe Ulba et sa filiale Ulba-TVS produisent d'ores et déjà des pastilles et des assemblages combustibles pour les réacteurs chinois. À l'avenir, ce savoir-faire sera étendu à l'approvisionnement des centrales nucléaires kazakhes.

C'est également la Chine qui construira la troisième centrale nucléaire du pays

Fin juillet 2025, Roman Sklyar, premier vice-Premier ministre du Kazakhstan, a annoncé que CNNC construirait non seulement la deuxième, mais aussi la troisième centrale nucléaire du pays. La KAEA et Kazakhstan Nuclear Power Plants LLP sont actuellement en phase de recherche de site. La décision quant à l'emplacement retenu devrait intervenir cette année encore. *(B.G./D.B. d'après un communiqué de presse publié conjointement par la KAEA et le ministère kazakh de l'Information et de la Communication le 14 juin 2025, d'autres communiqués de presse du gouvernement kazakh, ainsi que de nombreux articles de presse russes et kazakhs)*



En construction dans le sud de la Turquie, sur la côte méditerranéenne, dans la province de Mersin, la centrale nucléaire d'Akkuyu comprendra quatre réacteurs à eau sous pression du type russe VVER-1200 de Rosatom. Le premier d'entre eux devrait être mis en service d'ici juin 2026. Rosatom mettra en service deux tranches du même type au Kazakhstan, sur le site d'Ulken. (Photo: Akkuyu Nuclear)

États-Unis: procédure de prolongation des durées d'exploitation

Destinées initialement à fonctionner pendant 40 ans, de nombreuses centrales nucléaires états-uniennes sont en passe d'obtenir des autorisations d'exploiter pour des durées pouvant aller jusqu'à 80 ans. Un tel allongement de leur durée de vie possible repose sur des procédures d'autorisation très détaillées impliquant le respect d'exigences strictes en matière de sûreté et d'impact environnemental. L'accent est mis sur la maîtrise des phénomènes de vieillissement des composants pertinents pour la sûreté.

L'exploitation des centrales nucléaires aux États-Unis repose sur un cadre juridique et réglementaire très détaillé qui prévoit une autorisation d'exploiter initiale de 40 ans. À l'époque où elle a été fixée – dans les années 1950 et 1960 – cette durée reflétait moins une limitation technique que des considérations économiques et réglementaires. D'un point de vue technologique, la plupart des installations étaient déjà conçues pour une durée de vie nettement plus longue.

Dans les années 1990, au vu de l'importance croissante d'un approvisionnement énergétique stable et sobre en carbone ainsi que de la solide expérience acquise au travers de l'exploitation de nombreuses installations, une procédure formelle de prolongation des autorisations d'exploiter a été définie. Depuis lors, les exploitants de centrales nucléaires ont la possibilité de faire prolonger la licence de leurs installations pour deux périodes de 20 ans, à condition de satisfaire aux strictes exigences



Aux États-Unis, 91 des 94 tranches nucléaires en service ont obtenu une première prolongation de leur autorisation d'exploiter, si bien qu'elles pourront fonctionner pendant 60 ans. Par exemple, les deux réacteurs à eau sous pression de 1200 MW de la centrale nucléaire texane de Comanche Peak, qui produisent de l'électricité depuis respectivement 1990 et 1993, ont obtenu cette autorisation à l'été 2024.

(Photo: gosdin via Flickr, Comanche Peak Steam Electric Station 2008 5649, CC BY-NC-SA 2.0)

sécuritaires et environnementales fixées par l'autorité américaine de sûreté nucléaire (NRC).

La prolongation des autorisations d'exploiter (License Renewal) est devenue un élément important de la politique énergétique américaine. Lors de la première prolongation, pour 20 ans, de la durée d'exploitation, on parle de renouvellement initial de la licence (Initial License Renewal). Ces dernières années, une autre voie procédurale a été créée avec le renouvellement subséquent de la licence (Subsequent License Renewal), qui permet une seconde prolongation de 20 ans. Certaines tranches nucléaires peuvent ainsi atteindre une durée de fonctionnement de 80 ans. Ces évolutions soulignent le rôle central que les centrales nucléaires existantes sont appelées à jouer, aujourd'hui comme demain, dans l'approvisionnement énergétique des États-Unis.

Cadre légal et réglementaire

Le cadre légal de la prolongation de la durée de fonctionnement des centrales nucléaires américaines repose sur l'Atomic Energy Act (AEA) de 1954, l'une des principales lois régissant l'usage civil de l'énergie nucléaire, qui confère à la NRC la compétence de délivrer des autorisations d'exploiter et de les prolonger à certaines conditions.

La procédure de renouvellement des licences est définie par des règles spécifiques figurant dans le Code of Federal Regulations (CFR). Le CFR est le recueil systématique des prescriptions des autorités fédérales à caractère général et permanent, préalablement publiées au Federal Register (recueil officiel).

En complément, la NRC a publié bon nombre de guides et directives ayant pour but d'aider les requérants à comprendre les exigences réglementaires et à s'y conformer. Il s'agit notamment du Generic Aging Lessons Learned Report, qui regroupe les meilleures pratiques en matière de gestion du vieillissement.

Demande de première prolongation de la durée d'exploitation (Initial License Renewal)

Une telle demande peut être déposée au plus tôt 20 ans avant l'expiration de l'autorisation d'exploiter initiale. Pour ce faire, l'exploitant doit soumettre deux

documents à la NRC, le *Safety Analysis Report* et l'*Environmental Report*. Le *Safety Analysis Report* (analyse de sûreté) comprend les démonstrations techniques prouvant que l'installation pourra fonctionner de façon sûre jusqu'à la fin de la période de prolongation demandée. Les programmes dits de gestion du vieillissement (Aging Management Programs) sont un élément essentiel de cette analyse. L'*Environmental Report* (rapport environnemental) indique quels sont les effets directs, indirects et à long terme de la prolongation de l'exploitation demandée sur l'environnement. Il sert de base à la NRC pour son propre rapport d'impact environnemental.

Il est recommandé aux requérants d'entamer un dialogue avec la NRC à un stade précoce, bien antérieur au dépôt de la demande officielle. Cela peut se faire lors de séances dites de Pre-Application, c'est-à-dire préalables à la soumission de la demande, au cours desquelles les questions en suspens sont clarifiées, et l'étendue ainsi que le contenu des documents à soumettre discutés. On s'assure ainsi que tous les aspects sécuritaires et en-

Les programmes de gestion du vieillissement (Aging Management Programs, AMP) sont des programmes standardisés qui garantissent que les composants, les systèmes et les matériaux d'une centrale nucléaire fonctionnent de manière fiable et sûre, malgré leur vieillissement, tout au long de la période de fonctionnement prolongée de l'installation. Ils consistent en des mesures comme des inspections régulières, des travaux de maintenance, des activités de surveillance et des réparations préventives afin de détecter et de corriger à temps des effets du vieillissement, tels que la corrosion, la fatigue des matériaux ou les dommages dus au rayonnement. Les connaissances acquises lors d'inspections ou de dysfonctionnements sont intégrées dans ces programmes afin de les optimiser en permanence. Les AMP sont mis en œuvre parallèlement à l'exploitation ordinaire de l'installation jusqu'à sa mise hors service définitive.



Le gouverneur de Virginie, Glenn Youngkin (au centre), pose devant la centrale nucléaire de North Anna avec une partie du personnel de cette dernière après l'approbation par la NRC d'une demande de renouvellement subséquent de la licence pour les deux tranches de l'installation. (Photo: PRNewsphoto / Dominion Energy)

vironnementaux pertinents sont pris en compte de manière appropriée.

Examen de la demande par la NRC

Après réception de la demande, la NRC vérifie qu'elle est complète et décide d'en lancer ou non l'examen formel. Ce n'est qu'une fois cette décision prise, si elle est positive, que commence la procédure d'examen proprement dite, laquelle débouche sur deux rapports principaux, le *Safety Evaluation Report* et l'*Environmental Impact Statement*.

La NRC examine la question de savoir si l'installation répondra aux exigences de sûreté pendant la période de prolongation sollicitée. Les résultats de cet examen sont consignés dans le *Safety Evaluation Report*, qui évalue tous les domaines liés à la sûreté et fixe – s'il y a lieu – les conditions (charges) à remplir pour la poursuite de l'exploitation. Pendant la procédure d'examen, la NRC peut demander des informations supplémentaires au requérant. La clôture de cette évaluation est une étape clé de la procédure d'autorisation.

Parallèlement à cette évaluation technique, la NRC procède à une analyse d'impact environnemental. L'objectif est de s'assurer que la poursuite de l'exploitation n'aura pas d'impact inacceptable sur l'environnement. En règle générale, la NRC établit à cet effet un *Environmental Impact Statement* qui évalue en détail tous les aspects environnementaux pertinents.

Participation du public

Si elle se fonde essentiellement sur les résultats des vérifications sécuritaire et environnementale, la prise de décision tient toutefois aussi compte d'un autre élément central: l'opinion publique. La NRC organise plusieurs réunions d'information sur place et donne à la société civile la possibilité de prendre position. Les oppositions formelles à la demande ne sont toutefois recevables que si elles portent sur des aspects sécuritaires ou environnementaux. Elles sont alors traitées par une instance spécifique, l'Atomic Safety and Licensing Board (ASLB).

Selon la NRC, cette procédure structurée de participation du public garantit que la procédure de prolongation

de la licence ne se limite pas à un examen technique et juridique, mais tient également compte des opinions et de l'expérience de la population concernée.

Décision de la NRC

Une fois tous les examens terminés, la NRC décide de renouveler ou non la licence pour une durée de 20 ans. Si la NRC conclut que toutes les exigences réglementaires sont remplies, la licence est renouvelée. Cette prolongation de l'autorisation d'exploiter peut être assortie de conditions ou d'obligations, telles que la mise en œuvre de mesures supplémentaires de gestion du vieillissement ou de programmes d'inspection spécifiques.

Selon la NRC, l'examen de la demande est réalisé dans les 30 mois suivant le dépôt de cette dernière si des auditions sont nécessaires, ou dans les 22 mois si des auditions ne sont pas nécessaires. La décision de la NRC est communiquée au public et inscrite dans le Federal Register, ce qui clôture la procédure de traitement de la demande.

Seconde prolongation de l'autorisation d'exploiter (Subsequent License Renewal)

Alors que la procédure ordinaire de renouvellement des autorisations d'exploiter permet de maintenir en service des centrales nucléaires pendant une durée totale de 60 ans, le concept de renouvellement subséquent de la licence offre la possibilité d'exploiter ces installations jusqu'à 80 ans. Cette procédure repose sur les mêmes principes que la première prolongation de la licence, à ceci près que des exigences plus strictes s'appliquent. L'accent est mis sur:

- l'évaluation d'effets liés au vieillissement, tels que la fragilisation, la corrosion, la fatigue ou la dégradation des matériaux;
- des analyses supplémentaires portant sur les composants critiques (p. ex. cuve du réacteur, tuyauterie du système primaire, câbles, ouvrages en béton);
- des études d'impact environnemental actualisées en tenant compte des nouveaux développements intervenus sur les plans législatif et écologique.

Aujourd'hui, 13 tranches nucléaires se sont déjà vu accorder un renouvellement subséquent de leur licence et peuvent donc être exploitées pendant 80 ans. Il s'agit de

Turkey-Point 3 et 4, Peach-Bottom 2 et 3, Surry 1 et 2, North-Anna 1 et 2, Monticello 1, Oconee 1, 2 et 3 ainsi que V.C.-Summer 1. En outre, six demandes de renouvellement subséquent de la licence sont en cours d'examen par la NRC. Elles se rapportent à un total de douze tranches, à savoir Point-Beach 1 et 2, St. Lucie 1 et 2, Browns-Ferry 1, 2 et 3, Dresden 2 et 3, Robinson 2 ainsi que Hatch 1 et 2. Au cours des dix prochaines années, la NRC s'attend à recevoir de telles demandes pour env. 25 tranches nucléaires. (M.A./D.B. d'après le site web de la NRC)

Et en Suisse?

En Suisse – tout comme en Belgique, en France ou en Suède par exemple –, la durée d'exploitation des centrales nucléaires n'est pas limitée par la loi. Leur sécurité doit toutefois être garantie en tout temps, et l'exploitant est tenu de maintenir à niveau et d'améliorer en permanence, en fonction de l'état de la science, les technologies destinées à assurer la sûreté de son installation. La surveillance est assurée par l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), qui maintient l'autorisation d'exploiter sur la base de contrôles réguliers – notamment le contrôle périodique de sécurité (CPS) tous les dix ans.

«Avec une maintenance de qualité et des rééquipements ciblés, une exploitation de 60 ans est tout à fait faisable. Même 70 ou 80 ans sont techniquement possibles», indique Herbert Meinecke, directeur de la centrale nucléaire de Gösgen, à propos de l'avenir de cette dernière. La centrale nucléaire de Leibstadt est elle aussi conçue, construite et exploitée pour pouvoir fonctionner pendant au moins 60 ans. Beznau 1 et 2, les deux réacteurs les plus anciens de Suisse, ont été mis en service respectivement en 1969 et 1971. Leur exploitant, Axpo, les retirera du réseau en 2033 et 2032 en vue de leur désaffectation.

Pays-Bas: feu vert pour le nouveau réacteur de recherche

Le 1^{er} juillet 2025, la ministre néerlandaise de la Santé, Daniëlle Jansen, a donné le feu vert à la construction du nouveau réacteur de recherche Pallas, à Petten. L'installation remplacera le réacteur à haut flux (High Flux Reactor, HFR), vieux de plus de 60 ans. Les Pays-Bas pourront ainsi continuer à jouer un rôle de premier plan dans la médecine nucléaire et dans la recherche sur les réacteurs innovants.

Des champs de tulipes aux couleurs vives, une mer bleu acier, une plage de sable longue de plusieurs kilomètres, et entre les deux, nichés dans les dunes, quelques bâtiments imposants. Vue du ciel, la localité côtière de Petten, dans la commune de Schagen, à environ 60 kilomètres au nord d'Amsterdam, ressemble presque à une destination de vacances idyllique. Mais ce lieu est bien plus qu'un décor de carte postale: il s'agit à la fois d'un centre de médecine nucléaire d'importance mondiale et d'un pôle économique majeur de la province de Hollande-du-Nord.

Deux ouvrages attirent particulièrement l'attention: le bâtiment réacteur blanc en forme de dôme du HFR et,

juste à côté, la fouille bétonnée destinée à accueillir le futur réacteur Pallas. Ils symbolisent le passé, le présent et l'avenir du site.

Le réacteur de recherche HFR aide à lutter contre des maladies mortelles

«Chaque jour, plus de 30'000 patients dans le monde reçoivent des isotopes médicaux produits à Petten. Ces substances servent à traiter des affections graves comme le cancer et les maladies cardio-vasculaires», écrit l'exploitant, NRG Pallas, pour illustrer l'importance du réacteur de recherche HFR, vieillissant, qui sera remplacé. «Cela fait des Pays-Bas l'un des principaux producteurs mondiaux d'isotopes médicaux.» Le site de



Le site de Petten, aux Pays-Bas, est un centre de médecine et de recherche nucléaires d'envergure mondiale.
(Photo: NRG Pallas)

Petten assure environ deux tiers de la production européenne d'isotopes. Afin d'accélérer le développement de nouvelles préparations de médecine nucléaire, NRG Pallas entretient en outre des partenariats avec des hôpitaux universitaires néerlandais.

«Les Pays-Bas disposent d'un écosystème bien développé en matière de médecine nucléaire. Tout d'abord, le niveau de la recherche en médecine nucléaire et de l'application clinique aux Pays-Bas est élevé», indique Cora Blankendaal, responsable Stakeholder Management & Communications chez NRG Pallas, en réponse à une question posée par le Forum nucléaire suisse. «De plus, toute la chaîne d'approvisionnement nécessaire à la médecine nucléaire est présente, depuis l'enrichissement de l'uranium jusqu'à la fabrication de produits radiopharmaceutiques, en passant par l'irradiation et le traitement des cibles».

Des tests de matériaux et de combustibles utiles aux futurs réacteurs

Le site de Petten ne possède pas seulement des installations essentielles à la production de radioisotopes, il est également important pour la recherche. Le HFR est utilisé depuis des décennies pour irradier des matériaux et des combustibles afin d'analyser leur comportement dans des conditions réalistes de réacteur. En la matière, il offre des possibilités rares à l'échelle mondiale grâce à son flux neutronique élevé et à l'instrumentation de précision intégrée dans son cœur.

En outre, la société NRG Pallas travaille depuis longtemps au développement de nouveaux concepts de réacteurs allant des petits réacteurs modulaires (SMR) aux types avancés et intrinsèquement sûrs comme les réacteurs à haute température, à métal liquide et à sels fondus. L'objectif est de créer des systèmes de combustible plus efficaces, qui produisent moins de déchets, permettent d'atteindre des températures plus élevées pour les processus industriels et améliorent encore la sûreté.

D'une puissance thermique de 45 MW, le HFR est en service depuis 1962 et fonctionne à pleine charge de 260 à 265 jours par an environ. Vers 2030, il aura atteint la fin de sa durée de vie technique et devra être remplacé par

le réacteur de recherche polyvalent Pallas. La fouille de construction carrée qui figure sur la photo ci-contre marque l'emplacement du futur bâtiment réacteur. Elle mesure 50 mètres de côté sur 21 mètres de profondeur.

Le nouveau réacteur de recherche Pallas garantit l'avenir de la production d'isotopes

«En raison de l'importance de l'infrastructure nucléaire de Petten, tant pour la recherche que pour les isotopes médicaux, notre gouvernement soutient la construction du nouveau réacteur», indique Cora Blankendaal. Le réacteur Pallas, qui remplacera le HFR, est en construction à proximité immédiate de ce dernier, sur l'Energy &

Possibilités de recherche offertes par le réacteur Pallas

En plus de la production d'isotopes, Pallas sera utilisé pour divers tests de combustible et de matériaux dans des conditions réalistes de réacteur:

- tests de nouveaux concepts de réacteurs tels que les petits réacteurs modulaires (SMR) et les réacteurs de génération IV
- irradiation de combustibles avancés (Accident Tolerant Fuels, ATF)
- études portant sur des caloporteurs alternatifs comme le gaz ou les sels fondus
- essais de matériaux destinés aux réacteurs à haute température, à métal liquide et à sels fondus
- essais à basse pression en capsules, portant notamment sur le graphite, et destinés à l'étude des combustibles au thorium pour réacteurs à sels fondus
- irradiation de matériaux de construction destinés aux réacteurs de génération IV, sous flux de neutrons rapides adapté aux besoins expérimentaux
- essais réalisés avec des assemblages combustibles instrumentés insérés directement dans le cœur du réacteur, ce qui permet des mesures précises pendant l'irradiation.



Représentation photoréaliste du nouveau réacteur Pallas sur le campus Energy & Health (EHC) de Petten. (Photo: NRG Pallas)

Health Campus (EHC). Il disposera d'une puissance thermique de 55 MW et pourra utiliser son flux neutronique plus efficacement que son prédécesseur. Pallas étant un réacteur piscine, son cœur sera immergé dans un grand bassin d'eau, qui assurera le blindage contre le rayonnement et permettra la réalisation d'expériences en toute sécurité pendant le fonctionnement de l'installation. Le cœur du système sera constitué d'assemblages combustibles en uranium faiblement enrichi (LEU), contenant moins de 20% d'uranium 235. C'est au sein de ces éléments que les neutrons nécessaires seront produits lors du processus de fission.

«Le réacteur Pallas est optimisé pour la production d'isotopes médicaux. La logistique bien conçue des bâtiments et leur concentration spatiale font du programme Pallas une infrastructure complète exceptionnelle pour la production et le traitement de radioisotopes médicaux ainsi que pour leur délivrance rapide aux patients», relève Mme Blankendaal. Elle observe également que le nouveau réacteur renforcera la position socio-économique de la Hollande-Septentrionale: «Il créera des emplois de qualité dans le domaine technique et médical, et générera également des emplois indirects». Et souligne que pour maintenir la sécurité de l'approvisionnement

des patients, le nouveau réacteur devra remplacer l'installation actuelle dans les délais.

Principales étapes ayant mené à l'obtention du permis de construire

En 2012, le gouvernement néerlandais a réaffirmé son soutien au réacteur Pallas afin de maintenir le rôle de leader du pays dans la production d'isotopes médicaux. En 2013, la fondation Preparation Pallas-reactor a été créée pour planifier et coordonner le projet. Le Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) et la société de projet Pallas, fondée en 2018, ont travaillé en étroite collaboration de 2020 à fin 2024, avant de fusionner le 1^{er} janvier 2025. Les travaux préparatoires sur le site de construction de Pallas ont débuté au deuxième semestre 2022, et l'Autorité néerlandaise de sûreté nucléaire et de radioprotection (ANVS) a délivré le permis de construire en février 2023.

«C'est la première fois depuis 50 ans qu'un réacteur nucléaire est construit aux Pays-Bas. Cela signifie que nous avons dû mettre en place la chaîne d'approvisionnement nécessaire et reconstituer une partie du savoir-faire requis en recrutant des experts internationaux», explique Mme Blankendaal à propos des défis à

relever. L'entrepreneur général est le consortium ICHOS, propriété de l'entreprise publique argentine INVAP, qui a plus de quarante ans d'expérience dans des projets de réacteurs en Argentine, au Pérou, en Algérie, en Égypte, en Australie, en Arabie saoudite et au Brésil. Les importants travaux préparatoires à réaliser avant la construction proprement dite du réacteur Pallas sont aujourd'hui achevés (voir l'encadré ci-bas).

Le 1^{er} juillet 2025, Daniëlle Jansen, ministre néerlandaise de la Santé, du Bien-être et des Sports (VWS), a donné à l'entreprise NRG Pallas l'autorisation de lancer la phase de mise en œuvre et donc la construction proprement dite du réacteur. Elle a informé le jour même la Deuxième chambre (Chambre des représentants) du Parlement de cette décision. Selon NRG Pallas, le chantier va maintenant être restructuré afin que les travaux sur la partie

Des travaux préparatoires conséquents

Le chantier de Pallas est situé dans des dunes côtières. La composition du sous-sol (sable, argile et tourbe) et le niveau élevé de la nappe phréatique constituent un défi en matière de construction. Les parois latérales bétonnées de la fouille ont dû être stabilisées à l'aide d'ancrages et certains travaux ont dû être effectués lorsque cette dernière était inondée. L'eau a généré la contre-pression nécessaire par rapport à la nappe phréatique, évitant des dommages dus à la remontée hydrostatique sur le fond de la fosse, initialement non stabilisé.

Le premier béton de la fouille où sera construit le bâtiment réacteur a été coulé en mai 2023. Dans un premier temps, 30 tranchées contiguës de 1,5 mètre de large ont été creusées sur le pourtour de la future fouille puis remplies de béton pour former les parois de soutènement profondes de l'ouvrage, parois qui ont ensuite été reliées dans leur partie supérieure par un anneau d'ancrage, avant que l'excavation à sec ne soit réalisée jusqu'à six mètres en dessous du NAP (Normaal Amsterdams Peil, point de référence altimétrique néerlandais). Les parois ont ensuite été ancrées dans le sous-sol à l'aide de 162 ancres d'une longueur allant jusqu'à 64 mètres. L'étape suivante a consisté à creuser la fosse alors inondée depuis un ponton flottant jusqu'à moins neuf mètres NAP. Le sable du fond de la fosse a alors pu être retiré sous l'eau jusqu'à moins 17,5 mètres NAP.

De mars à juin 2024, 380 pieux de fondation ont été enfoncés dans le sol à l'aide d'une foreuse flot-

tante. Ces tubes d'acier de 33 mètres de long ont été fermés sur le dessus, mais laissés creux en vue d'un bétonnage ultérieur. En juin 2024, un fond de fouille en béton d'une épaisseur de 1,5 mètre a été coulé sous l'eau, sur une couche de graviers de 50 cm d'épaisseur préalablement déposée. L'opération a nécessité 30 heures de travail et 4000 mètres cubes de béton. Une fois le béton durci, quelque 48'000 mètres cubes d'eau – soit le contenu approximatif de 19 piscines olympiques – ont été pompés afin d'assécher la fouille. Le dessus des pieux a ensuite été scié et ces derniers ont été munis d'armatures en acier puis remplis de béton. Le bâtiment réacteur ne sera pas construit directement sur le fond de fouille, mais sur un radier, c'est-à-dire une dalle de fondation de 1,5 mètre d'épaisseur, en béton armé, coulée par-dessus le fond de fouille. Pour le ferrailage, 790 tonnes d'acier d'armature ont été posées et reliées aux barres en acier des pieux de fondation. Le radier a été coulé en cinq étapes le 7 avril 2025, et les derniers travaux sur la fouille, désormais profonde de 17,5 mètres, ont eu lieu le 7 mai 2025.

Le Code QR mène à une page Internet présentant les différentes phases de la construction du réacteur Pallas, illustrées par des photos et des vidéos:



inférieure du bâtiment réacteur puissent encore commencer en 2025. Par ailleurs, les préparatifs pour la pose de la conduite d'eau de refroidissement, qui prélèvera de l'eau dans le canal de la Hollande-Septentrionale et la rejettera dans la mer du Nord après utilisation, sont en cours. En juin 2025, les travaux de construction du bassin du système de refroidissement secondaire avaient déjà commencé. La mise en service de Pallas est prévue pour 2030.

Financement assuré

À l'origine, il était prévu que le financement, la propriété et l'exploitation du réacteur soient en mains privées. Cela ne s'est toutefois pas avéré faisable dans des conditions acceptables pour le gouvernement néerlandais. Pour faire avancer le projet, ce dernier a tout de même accordé des prêts, permettant à NRG Pallas d'obtenir les autorisations nécessaires et de mener des discussions avec des bailleurs de fonds potentiels. Dans une lettre datée du 21 janvier 2022, le ministre de la Santé Ernst Kuipers a expliqué au Parlement que la question centrale était de savoir si les Pays-Bas voulaient conserver leur rôle de leader dans l'approvisionnement en isotopes ou s'ils voulaient accepter une plus grande dépendance vis-à-vis de l'étranger. Le gouvernement a clairement opté pour une production nationale autonome. En septembre 2022, le ministère de la Santé, du Bien-être et des Sports (VWS) s'est d'abord engagé à verser 30 millions d'euros, puis une contribution annuelle de 129 millions d'euros.

Dès septembre 2023, le financement complet du projet était assuré. Le 26 juillet 2024, la Commission européenne a elle aussi donné son feu vert à une aide publique d'environ 2 milliards d'euros. L'UE a lié son approbation à l'engagement du gouvernement néerlandais de ne pas vendre les isotopes médicaux de Pallas à un prix

inférieur à leur coût de production. La Commission a souligné que ce soutien contribuerait à garantir l'approvisionnement en isotopes vitaux tout en encourageant l'innovation dans le domaine de la technologie nucléaire. Selon NRG Pallas, le coût total du projet est estimé à 2,4 milliards d'euros.

L'implication précoce des parties prenantes, un facteur de réussite

NRG Pallas mise sur une communication précoce et ouverte avec toutes les parties prenantes afin de prévenir de coûteux conflits avec le public.

«Nous maintenons un contact régulier avec les parties prenantes – cela va des visites de chantier aux réunions d'information publiques dans le village de Petten, en passant par des discussions autour de la table de cuisine», explique Cora Blankendaal. De plus, l'entreprise assure une présence en ligne, notamment via un site web, une lettre d'information trimestrielle et les médias sociaux, pour donner des informations de fond sur le «pourquoi» et le «comment» du réacteur, ainsi que sur l'évolution du chantier.

L'objectif de cette stratégie est de répondre rapidement aux questions et aux inquiétudes et de dissiper les malentendus. «Comme le réacteur actuel vieillit, nous devons mettre Pallas en service à temps. Nous ne pouvons pas nous permettre des retards qui mettraient en péril la sécurité d'approvisionnement des patients», souligne Mme Blankendaal. «Le contact étroit avec nos parties prenantes nous aide beaucoup. C'est en dialoguant avec elles que nous façonnons notre histoire». (B.G./D.B. d'après un entretien avec Cora Blankendaal et le site Internet de NRG Pallas)

Nouvelles centrales nucléaires: le peuple aura le dernier mot

Publié en juillet 2025, le rapport «Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse» de la Commission élargie de l'énergie des Académies suisses des sciences a suscité un grand intérêt, mais aussi des réactions critiques au sein de la branche nucléaire. Le chef de projet, Urs Neu, explique pourquoi les auteurs du rapport ont volontairement fait preuve de retenue sur des points essentiels, quel rôle pourraient jouer les petits réacteurs modulaires et pourquoi, en fin de compte, c'est la population qui aura le dernier mot.

Les petits réacteurs modulaires (SMR) sont considérés comme un complément possible aux grandes centrales nucléaires. Ils sont censés offrir une plus grande souplesse d'utilisation et être plus rapides à construire. L'évaluation qu'en font les Académies est toutefois assez réservée: les SMR ne joueront pratiquement aucun rôle en Suisse avant 2035.

«Il n'existe pas assez de données fiables sur les durées de construction, les coûts et la fiabilité de ces installa-

tions», affirme Urs Neu. Certes, de nombreux fournisseurs travaillent sur des concepts de SMR, de premiers prototypes sont en service en Russie et en Chine, et le BWRX-300 a obtenu le permis de construire au Canada. Mais M. Neu estime qu'on est encore loin d'une fabrication en série capable de compenser les surcoûts liés à la petitesse de ces installations.

Pour une analyse plus approfondie de la question, il faudra selon lui attendre la publication, prévue pour 2026,



À l'avenir, la Suisse aura besoin de toutes les technologies énergétiques respectueuses du climat, telles que la force hydraulique, l'éolien ou le solaire. Le monde politique, la population et les investisseurs décideront si l'énergie nucléaire, respectueuse des ressources, de l'environnement et du climat, continuera ou non de faire partie du mix électrique de notre pays. (Photo: Forum nucléaire suisse, avec recours à l'IA)

Ce que dit le rapport sur l'avenir de l'énergie nucléaire en Suisse

Les Académies suisses des sciences ont publié en juillet 2025 le volumineux rapport de base «*Perspektiven für die Kernenergie in der Schweiz*» (Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse) sur le rôle de l'énergie nucléaire dans notre pays. L'objectif de cette étude est de mettre en lumière les principales conditions-cadres nécessaires à la prolongation des durées d'exploitation et à d'éventuelles nouvelles constructions – sans émettre de recommandation politique.

Les grandes lignes du rapport

- **Poursuite de l'exploitation des installations existantes:** les auteurs voient dans la prolongation des durées d'exploitation une passerelle adéquate – car techniquement réalisable et bénéficiant d'une large acceptation sur le plan politique – pour garantir la transition énergétique.
- **Grandes incertitudes quant à la construction de nouvelles installations:** les nouvelles constructions comportent des risques élevés, notamment en raison de la longueur des procédures d'autorisation, du niveau élevé des coûts, des incertitudes liées à l'acceptation de telles installations par la société et de possibles votations populaires. Selon le rapport, aucune mise en service n'est possible avant 2050 environ.
- **Pas encore de base solide pour les SMR et la génération IV:** l'étude ne traite que marginalement

des petits réacteurs modulaires (SMR). Motif: on manque encore de données empiriques fiables sur les coûts, la durée de construction et la fiabilité de telles installations.

- **Pas d'analyse quantitative des coûts du système:** au vu du grand nombre d'incertitudes (développement du réseau, consommation propre, besoins de stockage, etc.), les auteurs du rapport renoncent délibérément à effectuer des simulations détaillées du système avec et sans énergie nucléaire.
- **Soutien à l'ouverture technologique, mais sans faire de comparaisons:** l'étude n'effectue pas de comparaison systématique entre les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire, mais plaide pour un «aussi bien l'un (le renouvelable) que l'autre (le nucléaire)» inclusif afin d'assurer l'approvisionnement en électricité du pays.

Neu U., Markard J., Betz R., Boulouchos K., Pautz A., Stadelmann I. (2025): *Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse. Rapport de synthèse. Swiss Academies Reports*, 20 (6)



de l'étude menée actuellement par la Fondation pour l'évaluation des choix technologiques (TA-SWISS), qui devrait inclure les réacteurs de génération IV.

Coûts du système: de nombreuses inconnues

Les auteurs du rapport ont délibérément renoncé à une analyse quantitative des coûts totaux du système avec et sans énergie nucléaire. «De telles comparaisons n'ont de sens que s'il est possible de limiter les incertitudes – ce qui n'est pour l'heure pas le cas», affirme M. Neu.

De nombreux facteurs influent sur le développement du réseau: le remplacement des infrastructures vieillis-

santes, les pics d'injection liés à la production solaire, l'augmentation des pointes de consommation dues à l'électromobilité et aux pompes à chaleur ainsi que les taux d'autoconsommation et les systèmes de stockage sur batteries. Certaines évolutions pourraient accroître les besoins, d'autres les réduire.

Deux études, l'une menée sur mandat de l'Association des entreprises électriques suisses (AES), l'autre sur celui de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), débouchent sur des résultats très hétérogènes – les estimations variant d'un facteur 3 – en ce qui concerne les coûts d'une Suisse sans énergie nucléaire. «Même pour un seul scé-

nario, il est possible d'aboutir à des résultats totalement différents selon les hypothèses retenues», explique Urs Neu, si bien qu'une comparaison des systèmes ne serait guère pertinente.

Situation internationale: plus de projets que d'avancées concrètes en matière de construction

Au niveau international, l'énergie nucléaire fait l'objet d'un regain d'intérêt en tant qu'élément des stratégies climatiques. En Europe, ce regain est toutefois relatif: «Jusqu'à présent, l'augmentation des activités consiste surtout en des annonces, non en des projets de construction concrets».

Parmi les rares projets réalisés figurent Olkiluoto 3 en Finlande et Flamanville 3 en France, tous deux après de longues années de construction. De nombreux projets, par exemple en France, en Pologne ou en République tchèque, sont encore en phase de planification ou ont pris du retard. «C'est justement dans les pays d'Europe de l'Ouest, qui pourraient servir de modèle à la Suisse, que le nombre de réalisations est faible à ce jour», explique M. Neu.

Le rapport renonce également à énoncer des chiffres concrets sur l'augmentation future des besoins en électricité des centres de calcul, notamment pour l'intelligence artificielle, car les prévisions existantes sont trop disparates.

Politique énergétique après 2040: consensus sur la prolongation des durées d'exploitation

Le rapport constate que la prolongation de la durée de fonctionnement des centrales nucléaires existantes n'est guère contestée sur le plan politique. M. Neu y voit un «soutien important à la transition énergétique». La situation est différente pour les nouvelles constructions: «Les nouvelles centrales nucléaires sont nettement plus controversées».

C'est pourquoi le rapport renonce délibérément à effectuer des comparaisons directes avec les énergies renou-

velables. Néanmoins, M. Neu plaide pour une ouverture technologique inclusive («aussi bien le renouvelable que le nucléaire»), c'est-à-dire pour l'ouverture à toute forme de production d'énergie respectueuse du climat qui soit acceptée par la population, trouve des investisseurs et contribue à couvrir les besoins croissants en électricité.

Il relève que les différences entre les technologies sont considérables. Elles vont de la quantité d'énergie produite à la surface occupée par les installations, en passant par les risques liés à l'investissement et les aspects environnementaux, précise-t-il. «En fin de compte, c'est la population qui décidera si et dans quelle mesure de nouvelles centrales nucléaires pourront être construites», conclut-il.

Le rapport part du principe que les nouvelles centrales nucléaires en Suisse auront besoin d'un soutien de l'État. Le photovoltaïque et l'éolien ont eux aussi été fortement encouragés, mais sont désormais proches de la viabilité commerciale.

Pour les centrales nucléaires, les volumes d'investissement et les périodes d'amortissement sont d'un autre ordre de grandeur. En plus d'un soutien financier, une couverture des risques politiques – liés par exemple à des décisions populaires ultérieures ou à des refus d'autorisation – pourrait s'avérer nécessaire.

«Ce qui sera décisif, c'est la question de savoir si la population est prête à soutenir de tels projets – financièrement et politiquement», souligne Urs Neu. «Sans ce soutien, aucune nouvelle centrale nucléaire ne sera construite». (S.D./D.B.)

L'interview complète d'Urs Neu, chef de projet du rapport «Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse» des Académies suisses des sciences, est disponible en allemand sur notre site Internet:



Lorsqu'objectifs climatiques et énergie nucléaire parlent le même langage



Elise Beauverd

Responsable de la
communication en ligne
au Forum nucléaire suisse

À Londres, j'ai pu constater que le débat sur l'énergie nucléaire ne se limite pas à des controverses: il se déroule aussi dans le respect, avec pragmatisme et une vision claire de l'avenir. En Suisse, par contre, les vieux schémas de pensée et les clivages idéologiques bloquent le débat. Il nous faut avoir le courage de briser les tabous et de recommencer à dialoguer honnêtement. C'est le seul moyen de bâtir un avenir énergétique sûr et respectueux du climat.

Le congrès WiN Global 2025 qui s'est récemment tenu à Londres m'a ouvert les yeux. Women in Nuclear (WiN) est un réseau mondial de femmes actives dans la branche nucléaire, auxquelles il offre une plate-forme d'échanges, de visibilité et de soutien. Pendant trois jours, des ingénieures, des chercheuses, des entrepreneuses et des politiciennes du monde entier ont discuté d'énergie nucléaire. Pas seulement de réacteurs, mais aussi de mentorat, d'égalité, d'innovation technologique et d'acceptation politique.

Plusieurs interventions ont été particulièrement inspirantes, dont celle de Grace Stanke, Miss America 2023: jeune, féminine, glamour et en même temps ingénieure nucléaire, elle casse les clichés liés à l'atome et utilise sa notoriété pour promouvoir la protection du climat et l'ouverture technologique. Quant à Dame Kelly Holmes, double championne olympique, elle a fait tout aussi forte impression. Sur le plan professionnel, elle n'a rien à voir avec l'énergie nucléaire. Mais elle a pris le temps de venir motiver les femmes de notre branche. En témoignant sans détour sur les obstacles et les opportunités qui se sont présentés à elle en tant que femme queer dans le sport, elle a montré que le courage, la résilience et la solida-

rité unissent, quel que soit le domaine d'activité considéré.

De retour en Suisse, le contraste est brutal. Ici, le débat sur l'énergie nucléaire est très idéologique. Vous êtes pour le nucléaire? On vous taxe vite de proche des milieux économiques et de droite. Vous êtes contre? Alors vous pouvez vous targuer d'être progressiste, même si votre argumentation date des années 1990. Ce cloisonnement empêche toute discussion constructive. Il peut même conduire à ce que des personnes qui partagent les mêmes valeurs – égalité, justice, protection du climat – s'excluent mutuellement pour la seule raison qu'elles ne sont pas d'accord sur le thème de l'énergie nucléaire.

Il est pourtant évident que la politique énergétique n'est pas une compétition morale. Il ne s'agit pas de savoir qui pense de la manière la plus «juste» ou la plus «pure», mais comment relever les gigantesques défis qui se posent. La Suisse doit garantir son approvisionnement en électricité, et elle entend y parvenir par des solutions fiables et abordables, tout en atteignant ses objectifs climatiques. Les réflexes idéologiques n'y contribuent pas. Ils conduisent à des choix précipités qui ne sont viables

ni sur le plan technologique ni sur le plan sociétal. L'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires en est un parfait exemple. Elle n'est pas le résultat d'une analyse sereine, mais l'expression d'un dogme politique et de peurs historiques.

Résultat: un instrument essentiel à notre sécurité d'approvisionnement et à la protection du climat est exclu d'emblée de toute discussion sur ces questions. Alors que d'autres pays investissent, font de la recherche et bâtissent, la Suisse se mure dans l'interdiction. Nous nous privons ainsi de la possibilité d'effectuer une pesée équitable des risques et des opportunités.

En tant que collaboratrice du Forum nucléaire, je constate chaque jour à quel point le débat dans notre pays est marqué par des fronts idéologiques. Même si l'on argumente de manière purement factuelle, on est souvent relégué au rang de propagandiste d'un camp donné. Il ne s'agit pourtant pas de présenter l'énergie nucléaire comme une solution parfaite. Elle a des défis à relever, comme n'importe quelle autre forme d'énergie. Mais elle offre aussi des avantages décisifs: une couverture fiable de la charge de base, de faibles émissions de CO₂ et des décennies d'expérience en matière de sécurité d'exploitation. Un débat factuel reconnaîtrait que ni les énergies renouvelables seules, ni l'énergie nucléaire seule ne sont la solution. Il s'agit de travailler ensemble et non de s'opposer. Cela vaut également pour une partie de la branche

nucléaire. Un dénigrement permanent des autres formes d'énergie ne favorise pas un débat fructueux.

Que l'on soit pour ou contre l'énergie nucléaire, il convient d'adopter une attitude de pragmatisme, d'ouverture technologique et d'équité intergénérationnelle, et ce bien au-delà des milieux spécialisés. Il est apparu clairement, lors des discussions avec des collègues étrangères, que de nombreux pays discutent désormais de la meilleure manière d'intégrer l'énergie nucléaire dans la transition énergétique. En Suisse par contre, nous débattons encore pour savoir si l'on a le droit d'en parler. Ce contraste montre clairement à quel point notre pays a raté le coche et est en train de manquer l'occasion de faire partie d'un mouvement d'innovation mondial.

Au lieu de chercher des solutions, nous nous embourbons dans des fossés idéologiques. Cela divise des camps qui poursuivent en fait des objectifs communs et nous empêche d'apprendre les uns des autres. La politique énergétique ne doit pas être une guerre de religion. C'est une question d'avenir pour notre climat et les générations futures. Il faut donc du courage: celui de remettre en question les anciennes positions, celui de poser des questions gênantes dans son propre camp, et celui d'engager le dialogue avec ceux qui pensent autrement. Car la Suisse mérite un avenir énergétique qui ne soit pas déterminé par des tabous, mais par l'honnêteté, le pragmatisme et le respect mutuel. (D.B.)

En Suisse

La modernisation de la **Source de Lumière Suisse (SLS)** a été inaugurée le 21 août 2025 à l'Institut Paul-Scherrer. Avec cette mise à niveau, la SLS entre dans le club mondial constitué jusqu'à présent de quatre sources de lumière utilisant la dernière génération de la technologie synchrotron.



(De gauche à droite) Le directeur du PSI, Christian Rüegg, le conseiller fédéral Guy Parmelin, la conseillère d'État du canton d'Argovie Martina Bircher et le chef du projet SLS 2.0 Hans Braun lors de la cérémonie d'inauguration de la Source de lumière suisse (SLS).

(Photo: PSI / Mahin Dzambegovic)

Une **enquête représentative** réalisée par l'institut de sondage gfs.bern sur mandat de l'Association des entreprises électriques suisses (AES) montre que la population suisse est de plus en plus ouverte à l'égard de l'énergie nucléaire. Au total, 56% des personnes interrogées se déclarent tout à fait d'accord ou plutôt d'accord avec le fait que la Suisse envisage à nouveau la construction de centrales nucléaires. Seuls 44% rejettent une telle approche.

En 2024, les installations nucléaires suisses ont respecté toutes les **valeurs limites** fixées par la législation sur la radioprotection. L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) confirme que les exploitants respectaient leurs obligations légales en matière de radioprotection du personnel et de la population.

Le **Grand Conseil du canton d'Argovie** a transmis, par 72 voix contre 63, une **motion** déposée par l'UDC qui demande la construction, le plus rapidement possible, d'une nouvelle centrale nucléaire dans le canton. Le gouvernement est désormais chargé d'examiner les mesures juridiques et de planification requises et, le cas échéant, de proposer des modifications de la législation.

Lors des **vois de mesures** effectués dans les environs de la centrale nucléaire de Gösgen et de l'installation en cours de démantèlement de Mühleberg, la Centrale nationale d'alarme (CENAL) n'a constaté aucune valeur de radioactivité inhabituelle.



Selon la CENAL, la campagne de mesure annuelle permet de garantir la disponibilité opérationnelle du personnel et des équipements, de collecter des données sur la radioactivité dans les zones urbaines et à proximité des infrastructures critiques et de travailler la collaboration avec les partenaires cantonaux et internationaux. (Photo: VBS-DDPS)

Dans le cadre de travaux de modernisation, l'exploitante **Kernkraftwerk Gösgen AG** procède à des analyses et à des mesures de renforcement du système d'alimentation en eau de son réacteur. Cela prolonge l'interruption de la production d'électricité, qui devrait reprendre fin février 2026 après autorisation de l'IFSN.

Sur une plateforme web dédiée, la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Nagra) rend d'ores et déjà accessible au public la **demande d'autorisation générale** pour le dépôt en profondeur à Nördlich Lägern avec les documents et rapports correspondants. Elle souhaite initier un débat de fond dès le début, en impliquant largement les parties concernées. La mise à l'enquête publique de la demande par les autorités n'aura lieu qu'en 2028.

ABB a signé une déclaration d'intention avec l'entreprise américaine **SimGenics** afin de développer et de mettre à disposition des simulateurs destinés à la branche nucléaire, en particulier en Amérique du Nord.

À l'étranger

La **Banque mondiale** a décidé mi-juin 2025 de lever l'interdiction de financer des projets nucléaires, qu'elle applique depuis plusieurs décennies. Cette décision offrira une plus grande flexibilité aux pays dans l'organisation de leur mix énergétique.

L'Agence internationale de l'énergie atomique (**AIEA**) et la **Banque mondiale** ont annoncé la conclusion d'un nouvel accord portant sur leur collaboration dans le cadre du développement et du financement de l'énergie nucléaire dans les pays en développement.



Le directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, et le président de la Banque mondiale, Ajay Banga, ont signé une déclaration d'intention portant sur le soutien de l'énergie nucléaire dans les pays en voie de développement. (Photo: Rafael Mariano Grossi via X)

En **France**, certains des 20 réacteurs de la série des 1300 MW atteindront prochainement leurs 40 années de fonctionnement. L'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR) a décidé d'autoriser l'exploitante Électricité de France (EDF) à faire fonctionner ces réacteurs **au-delà de 40 ans**, sous certaines conditions.

Le gouvernement britannique a remis sa décision d'investissement définitive pour la centrale de **Sizewell C**, donnant ainsi le feu vert à la construction. Le modèle de financement retenu prévoit que les coûts de la construction de deux réacteurs EPR, d'un montant d'environ 38 milliards de livres (CHF 41 mia.), seront répartis entre les consommateurs, les contribuables et les investisseurs privés. Une économie de coûts de 20% par rapport à Hinkley-Point C est espérée.

Kathy Hochul, la gouverneure de l'État de **New York**, demande à l'autorité NYPA de planifier la construction d'une nouvelle centrale nucléaire à Upstate New York. L'installation fournira au moins 1 gigawatt d'électricité pauvre en émission..



Kathy Hochul a annoncé des projets de construction d'au moins une nouvelle centrale nucléaire. (Photo: la gouverneure Kathy Hochul sur X)

Copenhagen Atomic, le développeur danois de réacteurs avancés, a obtenu des aides dans le cadre du programme Accelerator du Conseil européen de l'innovation (EIC) afin de développer son réacteur à sels fondus fonctionnant au thorium.

L'entreprise Elektrárna Dukovany II, en mains publiques depuis avril 2025, et l'entreprise Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) ont signé le contrat final relatif à la construction d'une nouvelle centrale nucléaire composée de deux réacteurs sur le site de **Dukovany** en Tchéquie.

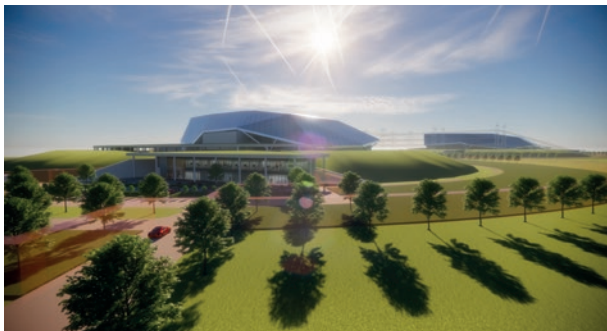


Le gouvernement tchèque a annoncé la signature du contrat de construction de deux nouvelles tranches nucléaires sur le site de Dukovany. (Photo: site Internet de Petr Fiala)



En **France**, le gouvernement a conclu un contrat stratégique avec l'industrie nucléaire. Cette signature met en œuvre concrètement l'objectif politique de **retour du nucléaire** pour garantir la sécurité de l'approvisionnement électrique et renforcer la compétitivité du pays.

Le développeur de réacteurs **Rolls-Royce SMR** a remporté l'appel d'offres de Great British Energy-Nuclear (GBE-N) pour la construction de petits réacteurs modulaires (SMR) en Grande-Bretagne. La prochaine génération de centrales nucléaires du pays sera ainsi développée et construite par une entreprise britannique.



Vue générée par ordinateur du SMR de Rolls-Royce SMR qui sera construit en Grande-Bretagne. (Photo: Rolls-Royce SMR)

Le développeur de réacteurs texan **Aalo Atomic** a célébré la pose de la première pierre du microréacteur expérimental Aalo-X.



Représentation photoréaliste du microréacteur Aalo-X. Il sera à l'origine de l'installation commerciale Aalo-Pod, une solution nucléaire modulaire de 50 MW_e conçue spécifiquement pour fonctionner dans des centres de données. (Photo: Aalo Atomic)

Le **comité norvégien sur l'énergie nucléaire** a confié à Amentum et Multiconsult Norge AS la réalisation, pour l'automne 2025, d'une étude sur les technologies de réacteur. L'objectif est de constituer une base de connaissances pour étayer le processus de décision relatif à l'intégration du nucléaire dans le mix énergétique du pays.

Rolls-Royce SMR et l'énergéticien tchèque **ČEZ** ont signé un accord (Early Works Agreement) qui rend possible la réalisation de travaux préparatoires spécifiques au site en vue de la construction d'un SMR à Temelín.

Outre les projets de construction d'un réacteur AP1000 sur le site de **Bohunice**, le gouvernement slovaque étudie le déploiement de petits réacteurs modulaires (SMR) en coopération avec des partenaires internationaux.

Le groupe étatique russe **Rosatom** a signé avec l'autorité de sûreté nucléaire ouzbek **Uzatom** un accord qui doit permettre d'étudier la construction d'une centrale nucléaire composée de deux ou quatre réacteurs VVER-1000.



Uzatom et Rosatom après la signature de l'accord relatif à la construction d'une centrale nucléaire de forte puissance en Ouzbékistan. (Photo: Rosatom)

Le Department for Energy Security and Net Zero (DESNZ) britannique a accédé à la demande de Generic Design Assessment (GDA) déposée par le développeur de réacteur **Newcleo** pour son réacteur modulaire refroidi au plomb.

Les travaux préparatoires pour la tranche **Beloïarsk 5**, dans le centre de la Russie, sont en cours. La construction du réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium de type BN-1200M devrait débuter avec le coulage du premier béton en 2027.



Les travaux de préparation du site pour Beloïarsk 5 ont commencé en présence du directeur général de Rosatom, Alexeï Likhatchev. (Photo: centrale nucléaire de Beloïarsk)

L'autorité américaine de sûreté nucléaire (NRC) a autorisé la mise sur le marché américain de la conception plus puissante du NuScale Power Module. Ces modules constituent la base de la centrale nucléaire modulaire VOYGR de **NuScale**.



La NRC a homologué la conception standard pour la variante de module de 77 MW_e du SMR de NuScale. (Photo: NRC)

L'entreprise énergétique japonaise Kansai Electric Power Company (Kepco) prévoit de réaliser des investigations sur le site de la centrale nucléaire de **Mihama** afin de déterminer si un nouveau réacteur pourrait être construit en remplacement de la tranche 1, déclarée comme durablement mise à l'arrêt en 2015.

D'après l'entreprise publique Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP), **Shin-Hanul 3** – un réacteur avancé à eau sous pression du type indigène APR-1400 – est officiellement en construction.



KHNP célèbre le lancement officiel de la construction de la tranche APR Shin-Hanul 3. (Photo: KHNP)

Le premier béton de sûreté de la tranche **Taipingling 3**, dans la province chinoise du Guangdong, a été coulé. Au total, six réacteurs du type Hualong One sont prévus sur le site, dont trois sont déjà en construction.



Le premier béton de sûreté de la tranche 3 de la centrale nucléaire de Taipingling a été coulé le 10 juin 2025. (Photo: CGN)

Le premier béton de sûreté de la tranche **Jinqimen 1**, dans la province chinoise du Zhejiang, a été coulé le 10 août 2025. China National Nuclear Corporation (CNNC) a ainsi officiellement lancé les travaux de construction du premier des six réacteurs du type Hualong One en projet sur le site. (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.

Arnova Capital investit dans la renaissance du nucléaire



Pendo S. Löfgren

Cofondateur et
Chief Investment Officer
d'Arnova Capital

Chez Arnova Capital, nous avons commencé à investir dans le secteur du nucléaire en 2021 et avons décidé de nous concentrer dans un premier temps sur l'uranium et la filière de l'extraction. Nous étions optimistes, et ce pour deux raisons principales. D'une part, les ambitions de réduction des émissions de CO₂ au niveau mondial nous semblaient plutôt incompatibles avec un rejet actif, voire une interdiction du nucléaire. D'autre part, nous avons identifié sur le marché de l'uranium une situation classique d'effondrement des prix, en raison d'un écart persistant et non soutenable entre l'offre et la demande. Pour nos investissements discrétionnaires, nous tendons à privilégier les marchés les moins prisés, qui sont relativement favorables.

L'accident nucléaire de Fukushima et ses conséquences sur le marché de l'uranium

Il est facile de comprendre pourquoi les investisseurs se sont détournés de la matière première uranium. Avant l'accident nucléaire de Fukushima en 2011, le prix de l'uranium se situait autour de 70 USD, avec une nette tendance à la hausse. Le nucléaire semblait alors promis à un avenir radieux partout dans le monde. Avec l'accident de Fukushima, la situation a changé. Tous les réacteurs japonais ayant été mis brutalement à l'arrêt, l'uranium en possession des exploitants des centrales japonaises ou pour lequel des contrats de livraison avaient déjà été conclus n'a soudainement plus été d'aucune utilité. Les stocks ont été écoulés sur le marché spot au cours des dix années qui ont suivi. Parallèlement, la quasi-totalité des pays, excepté la Chine, ont cessé de construire de nouvelles centrales nucléaires. Les producteurs d'uranium et les sociétés d'exploration ont alors été confrontés au pire des scénarios. Toutes les entreprises du secteur, même les plus importantes et

les mieux capitalisées, ont vu en une décennie leurs actions dégringoler. L'action Cameco est ainsi passée de 40 USD avant l'accident de Fukushima à 7 USD en 2020. Le prix de l'uranium a chuté à moins de 20 USD, niveau qu'il a conservé pendant plus de cinq ans.

Les écarts importants entre les quantités d'uranium produites et les volumes consommés n'ont ici pas eu d'effet en raison des sources d'approvisionnement secondaire, principalement japonaises. Parallèlement, l'exploration de nouveaux gisements et l'exploitation des mines existantes ont été pratiquement interrompues. Une telle situation n'allait pas pouvoir durer éternellement.

Un certain nombre d'événements ont impulsé un changement de dynamique. Premièrement, la guerre en Ukraine a placé la question de la dépendance / souveraineté énergétique en tête des préoccupations nationales de sécurité. Deuxièmement, les principales économies ont commencé à reconsidérer le rôle de l'énergie nucléaire dans la lutte contre le changement climatique. Dans une déclaration commune, une vingtaine de pays se sont engagés à l'occasion de la 28^e conférence des Nations Unies sur le climat (COP28) à Dubaï en 2023 à tripler la capacité nucléaire mondiale d'ici à 2050. Enfin, on a assisté au boom de l'intelligence artificielle, ce qui a surpris même les partisans les plus optimistes du nucléaire. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la consommation d'électricité des centres de données dans le monde s'est élevée à 415 TWh en 2024. Elle est estimée à 536 TWh pour 2025, soit une progression de 30%. Les prévisions pour 2030, encore incertaines, évoquent 945 TWh, ce qui correspond à peu près à la consommation électrique totale du Japon.

Investir dans un contexte difficile

Le secteur du nucléaire n'était au départ qu'un des nombreux thèmes du portefeuille discrétionnaire d'Arnova Capital, qui inclut des options d'investissement à forte conviction comme le certificat de type fonds Arnova Optima Occasio. Compte tenu de la demande, il est désormais possible d'investir de manière ciblée dans nos positions dans le secteur nucléaire via un certificat spécifique, Arnova Nuclear.

De notre point de vue, le secteur nucléaire est tout aussi attrayant qu'exigeant. Son principal attrait réside dans la renaissance de l'énergie nucléaire partout dans le monde, qui est en cours et sera amenée à durer. Nous allons donc inévitablement assister à une hausse des investissements dans ce secteur. Les instruments finan-

ciers disponibles sont cependant limités et peu adaptés pour la plupart des investisseurs. Les producteurs d'uranium, à savoir les entreprises d'extraction (et non les sociétés d'exploration) sont peu représentés. Le plus grand producteur mondial, Kazatomprom (Kazakhstan), n'est coté qu'à Londres et représente un risque trop grand pour la plupart des investisseurs en raison de son contrôle par l'État et des risques géopolitiques dans la région. Cameco, qui a séduit nombre d'investisseurs, est valorisée à un ratio PER de 60–70 environ. Comme elle a déjà prélevé une grande partie de son uranium, elle ne profitera guère d'une future hausse du prix de cette matière première. En tant qu'acteur intégré, elle tirera cependant des revenus supplémentaires des opérations de traitement et d'autres domaines du cycle du combustible. ➔

Petit lexique financier

D'importantes fluctuations de cours s'observent dans le secteur de l'uranium et du nucléaire. Pour tirer parti de cette volatilité ou s'en protéger, les investisseurs ont souvent recours à des instruments tels que les positions longues et courtes, ou l'achat et la vente d'options call et put.

Tendance haussière (bullish): le terme anglo-saxon bullish renvoie à une tendance haussière du marché ou à un sentiment positif/optimiste d'un investisseur, à savoir qu'une hausse des cours est attendue. À l'opposé, le terme bearish renvoie à une tendance baissière du marché ou à un sentiment négatif/pessimiste d'un investisseur; dans ce cas, une baisse des cours est attendue.

Position longue: une position longue est créée lorsqu'un investisseur achète un instrument financier (p. ex. des actions, des crypto-monnaies ou des devises) parce qu'il s'attend à une hausse des cours. Si cette hausse de cours se concrétise, l'investisseur réalise des bénéfices au moment de la revente des titres achetés.

Position courte (vente à découvert): un investisseur se trouve dans une position courte lorsqu'il emprunte des titres par la vente à découvert, qu'il

devra rendre au prêteur à une échéance fixe. Il anticipe une baisse de prix, moment auquel il achètera les titres dans des conditions plus favorables, réalisant alors un bénéfice.

Option call: une option call (option d'achat) est un contrat financier qui donne à son détenteur le droit, mais pas l'obligation, d'acheter un actif sous-jacent à un prix prédéfini (strike), soit à une date déterminée (type européen) soit jusqu'à une date d'échéance spécifiée (type américain). Lorsque le cours du sous-jacent augmente, la valeur de l'option augmente souvent de manière disproportionnée, de sorte que les détenteurs d'options call tirent fortement parti des hausses de cours.

Option put: une option put (option de vente) est un contrat financier qui donne à son détenteur le droit, mais pas l'obligation, de vendre un actif sous-jacent à un prix fixé à l'avance, avant ou à l'échéance du contrat. Elle gagne en valeur lorsque le cours du sous-jacent diminue, et permet souvent de se prémunir contre une baisse du prix de ce sous-jacent en dessous du prix d'exercice.

Sources: informations de Bourse directe et La finance pour tous



En marge de la conférence sur les investissements au Arnova Nuclear Energy Summit 2025: Jacob DeWitte (CEO et cofondateur d'Oklo), Seth Grae (président et CEO de Lightbridge Corporation), Roger Köppel (animateur, rédacteur en chef de Weltwoche), Brian Smith (directeur du Nuclear Reactor Development au laboratoire national de l'Idaho) et Andreas Pautz (professeur à l'Institut Paul Scherrer), en pleine discussion sur l'avenir du nucléaire. (Photo: Gerry Nitsch)

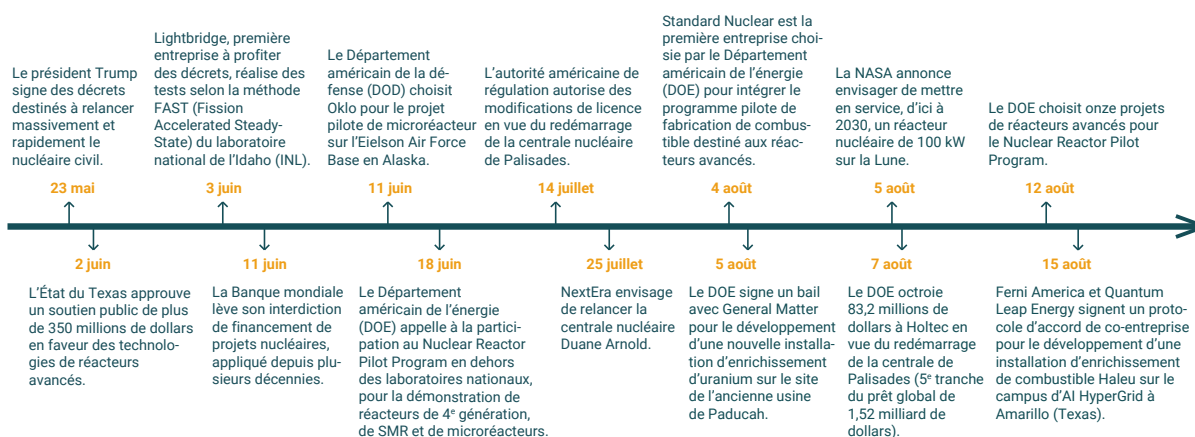
Tous les investissements susmentionnés ont pour point commun une très forte volatilité, une des caractéristiques majeures du secteur. En 2006–2007, lors du dernier marché haussier de l'uranium, les petites sociétés d'extraction telles que Laramide Resources ont vu le cours de leur action multiplié par 10 à 50, puis s'effondrer brutalement après que Kazatomprom a augmenté considérablement sa production d'uranium. L'exemple le plus récent est celui du développeur de réacteurs Oklo, dont le titre s'est envolé en une année de 5 à 85 USD, un niveau jamais atteint jusque-là, soit une hausse de 1600%. L'évolution n'a toutefois pas suivi une courbe linéaire, puisque le titre a reculé une première fois de 69%, puis de 31%, avant de connaître une nouvelle baisse de 19%, en quelques jours seulement. Oklo est l'exemple le plus extrême, NuScale, Uranium Energy Corp et Cameco ont connu le même genre de situation, leurs titres ayant chuté respectivement de 65%, 55% et 45%.

Notre approche d'investissement consiste précisément à tirer parti de la volatilité. Pour ce faire, nous vendons des options call et put lorsque la volatilité des actifs sous-jacents est très élevée. Nos investissements se fondent par ailleurs sur notre thèse de placement, à savoir que nous tenons compte du potentiel haussier à long terme du secteur nucléaire. Si notre analyse indique des situations de surachat à court terme, nous réduisons nos positions. Enfin, nous n'hésitons pas à prendre des positions courtes sur des titres que nous considé-

rons fondamentalement comme plus faibles. Ceci non seulement à des fins de couverture, mais aussi dans l'espoir d'une performance supplémentaire lorsque le secteur connaîtra une période de répit. Cela étant, nous ne devrions pas adopter durablement une position longue. Il se peut qu'à un moment donné nous ayons une position courte nette, même si nous pensons que cela ne se produira pas avant longtemps.

Au cours des dernières années, nous avons établi d'excellents contacts avec des entreprises leaders du secteur. Pour répondre au fort intérêt du public, qui ne trouve pas les informations qu'il recherche dans les médias classiques, nous avons organisé en juin dernier l'Arnova Nuclear Energy Summit à Zurich. Des représentants d'entreprises américaines et européennes de renom telles que Oklo, Lightbridge, Uranium Energy Corp, Blykalla, Copenhagen Atomics et Studsvik y ont participé. Le secteur de l'énergie de fusion y était également représenté avec Type One Energy et ITER. Brian Smith, du Laboratoire national de l'Idaho (Idaho National Laboratory, INL), a décrit dans une présentation très intéressante la collaboration au sein du réseau de laboratoires nationaux et la mise en commun des ressources en vue du développement de projets prometteurs. La conférence a eu bien plus de succès qu'escompté et a montré que le nucléaire gagne du terrain comme thème d'investissement.

Activités aux États-Unis depuis la signature des décrets par le président Trump



© 2025 Forum nucléaire suisse, d'après les données d'Ocean Wall et du DOE

Dynamisme aux États-Unis et besoin de rattrapage en Europe

La principale conclusion, de notre point de vue, est que le public européen n'était manifestement pas conscient de la puissance et du dynamisme du développement du nucléaire aux États-Unis. L'enthousiasme et la détermination étaient clairement perceptibles sur scène. Les États-Unis se sont fixé pour objectif de devenir un leader mondial dans le domaine nucléaire, ils prennent des mesures et des décisions en conséquence. Les choses évoluent actuellement à une vitesse incroyable. Le tableau ci-dessus illustre les changements intervenus au cours

des trois mois qui ont suivi la signature des décrets par le président Trump le 23 mai dernier.

Malgré les nombreux signaux positifs en Europe, les banques et les gestionnaires de fortune européens n'ont pas accepté notre invitation ou y ont répondu par la négative. Lorsque la banque d'investissement américaine Guggenheim Securities a entendu parler de notre événement, trois de leurs meilleurs banquiers ont été dépêchés à Zurich. Elle a participé à plusieurs transactions majeures ces dernières années, liées notamment à Oklo, NuScale et X-energy. James Schaefer, l'un de ses représentants, s'est dit convaincu du fort intérêt des investisseurs pour le secteur du nucléaire. Il a également fait état de nombreuses introductions en bourse à court et moyen termes dans le secteur. Selon lui, c'est le bon moment pour les entrepreneurs qui souhaitent se lancer dans le domaine du nucléaire. Pour ce qui est des capitaux en revanche, il leur conseille de se tourner vers l'ouest. Contrairement aux États-Unis et à la Chine, l'Europe hésite encore à miser résolument sur le nucléaire.

Cette évolution en Europe est un peu frustrante. Mais nous assisterons, là aussi, à une renaissance du nucléaire. Il y a fort à parier que nous nous inspirerons de ce qui aura été fait par les Américains. (Traduction depuis l'anglais: A.T.)

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

Pendo S. Löfgren est cofondateur et Chief Investment Officer d'Arnova Capital AG. Il est responsable du développement de stratégies quantitatives systématiques et de la gestion des portefeuilles discrétionnaires. Passionné de programmation dès son plus jeune âge, il a créé une entreprise de conseil en informatique avant de s'orienter, en 2001, vers une carrière d'investisseur. Il élabore les premières stratégies d'investissement quantitatives pour Arnova en 2003. Pendo S. Löfgren a fait des études de philosophie, de sciences politiques, de littérature, de rhétorique et de statistique. Il parle couramment le suédois, l'espagnol, l'anglais et l'allemand.

L'Allemagne, un modèle obsolète

La recherche d'idées pour cette chronique a été plus ardue que jamais. Nous avons bien failli devoir nous rabattre une fois de plus sur les sempiternels arguments anti-nucléaires de Greenpeace et de la Fondation de l'énergie, en l'occurrence sur leur opposition au contre-projet indirect du Conseil fédéral à l'initiative «Stop au blackout».

Mais Boris Palmer nous a évité de revenir une énième fois sur les coûts, les durées de construction, le problème prétendument irrésolu des déchets ou les effets oh combien catastrophiques de l'atome sur l'être humain et l'environnement.

M. Palmer est maire de la ville de Tübingen depuis 2007. Auparavant, de 2001 à 2007, il a été député au Landtag du Bade-Wurtemberg. Et il était membre du parti écologiste Bündnis 90/Die Grünen jusqu'à ce qu'il le quitte en 2023 «en raison d'un désaccord interne».

Il s'est fait remarquer un publiant dans le magazine «Welt» une tribune intitulée «Le tournant énergétique allemand fait plus de mal que de bien», dans laquelle il rompt avec le dogme vert selon lequel des prix élevés de l'énergie servent la cause en réduisant la demande. Selon lui, «la vieille thèse selon laquelle seuls des prix élevés permettent de lutter contre le gaspillage d'énergie» est «complètement dépassée». Il se plaint de la désindustrialisation en cours, «de la crise persistante de l'économie allemande, qui se répercute de plein fouet sur les budgets publics». À ses yeux, les coûts de l'énergie sont en grande partie responsables de cette situation, en raison de la perte de compétitivité qu'ils induisent. Suit une remise en question du «rôle de modèle de l'Allemagne en matière de protection du climat et de transition énergétique».

Et c'est là que l'article devient vraiment intéressant. Boris Palmer se livre à une comparaison avec d'autres pays. S'agissant de la France, il écrit: «Les centrales nucléaires amorties constituent par exemple une possibilité très bon marché de produire de l'électricité et de la chaleur pratiquement sans émissions de dioxyde de carbone», en mentionnant néanmoins – nous sommes transparents – le risque nucléaire et le coût du stockage final. «Mais en l'occurrence, la France a trouvé un moyen bien plus rentable de protéger le climat», poursuit Boris Palmer. Quant à la solution norvégienne, qui combine l'extraction de pétrole et de gaz avec la force hydraulique, elle se révèle selon lui très efficace. Et: «La Suisse s'en sort nettement mieux que nous sur le plan économique avec le nucléaire et l'hydroélectricité issue des Alpes».

Résumons: Un Vert – car selon ses propres déclarations, M. Palmer est resté fidèle à ses convictions malgré sa démission du parti – exige pour des raisons économiques un réaménagement du tournant énergétique allemand. Il va même plus loin en refusant à sa patrie le rôle si fièrement revendiqué de modèle en matière de protection du climat. Et pour couronner le tout, il cite la France et la Suisse – avec leurs centrales nucléaires – comme de meilleurs modèles.

Nous n'abandonnons pas l'espoir qu'au moins une partie de l'argumentation de Boris Palmer réussisse un jour à percer les œillères idéologiques de «nos» écologistes et activistes du climat... (M.Re./D.B. d'après «Welt», «SWR» et Wikipédia, 20 août 2025)

Quand tout est en place, l'innovation peut éclore

À la mi-juin 2025, plus de 800 femmes actives dans la branche nucléaire sont venues du monde entier pour participer au congrès annuel de Women in Nuclear (WiN) qui s'est tenu à Londres. Elles ont ainsi pu assister à des conférences passionnantes et visiter les installations de recherche de l'autorité britannique de l'énergie atomique (United Kingdom Atomic Energy Authority, UKAEA). L'UKAEA est un exemple parfait de ce que la volonté politique et l'excellence technologique peuvent accomplir lorsqu'elles jouent à l'unisson. L'événement a également été l'occasion de nouer des contacts enrichissants.

Lors de la WiN Global Annual Conference, Michael Shanks, député au Parlement britannique, a rappelé que la diversité n'est pas seulement un objectif sociétal, mais aussi un pilier stratégique de la politique énergétique, climatique et économique de son pays. Et lorsque de tels appels sont entendus et traduits en politiques concrètes, des institutions telles que l'UKAEA voient le jour.

Il ne faut pas confondre l'UKAEA avec l'Office for Nuclear Regulation (ONR), l'équivalent britannique de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN). Alors que l'ONR est chargé de la surveillance de toutes les installations nucléaires (c'est-à-dire des centrales nucléaires conventionnelles et des réacteurs de recherche ainsi que, depuis 2022, des installations de recherche sur la fusion), l'UKAEA se consacre à la recherche et au développement de l'énergie de fusion. En réalité, elle ne fait pas seulement de la recherche, mais façonne aussi l'avenir – grâce à une coopération internationale, un soutien gouvernemental et des programmes stratégiques comme STEP (Spherical Tokamak for Energy Production), qui vise à prouver que la fusion permet une production d'énergie nette. L'UKAEA mène des recherches sur les concepts et les bases de STEP sur son campus de Culham, près d'Oxford. C'est là que les participantes au congrès WiN ont pu se faire une idée du passé, du présent et des perspectives d'avenir de la recherche britannique sur la fusion.

Ce qui reste quand le plasma s'éteint

Après deux heures de route sous une bruine typiquement anglaise, le bus tourne et se faufile entre de petits cottages et des prairies brûlées par le soleil, puis s'arrête devant un portail discret. Derrière: un grand parking,



L'installation JET est en phase de désaffectation et de reconversion jusqu'en 2040. Néanmoins, de nombreuses recherches continueront d'y être menées en vue d'acquies des connaissances utiles à d'autres installations de fusion. (Photo: Forum nucléaire suisse)

quelques immeubles de bureaux, des entrepôts. Si vous cherchez ici, sur le campus de Culham, des dômes de réacteurs spectaculaires, vous devrez déchanter. Et pourtant, vous êtes dans un lieu où l'on travaille sur les questions énergétiques du futur.

La première étape de la visite est le Joint European Torus (JET). Depuis des décennies, le JET est au cœur de la recherche européenne sur la fusion. Lors de sa dernière campagne d'expérimentation avec du combustible deutérium-tritium, baptisée DTE3, un record mondial a été établi le 3 octobre 2023, avec la production de l'énergie de fusion la plus élevée jamais obtenue dans un tokamak, à savoir 69 mégajoules en seulement cinq secondes. Parallèlement, la campagne d'expérimentations a fourni des données précieuses pour Iter et Demo, allant du pilotage précis de la puissance de fusion à la gestion de la charge thermique, en passant par les effets des neutrons à haute énergie sur les matériaux et les systèmes.

Début 2024, après 40 ans d'exploitation, le JET est entré dans sa phase de désaffectation, un processus non moins complexe que l'exploitation elle-même. C'est également l'UKAEA qui prépare le démantèlement de ce réacteur de fusion. Il s'agit notamment de déterminer comment gérer le tritium et sa récupération, ou encore comment faire le bilan des pertes et les réduire à un minimum.

Maîtriser la chaleur dans un format compact

La deuxième étape de notre visite est le MAST Upgrade, un tokamak sphérique plus compact et potentiellement plus efficace que les conceptions conventionnelles. Sa forme sphérique permet une meilleure utilisation du champ magnétique, et des valeurs bêta (rapport entre la pression du plasma et la pression magnétique) plus élevées que celles des tokamaks toroïdaux classiques.

Le Super X-Divertor, en particulier, a montré expérimentalement qu'il est possible de réduire d'un facteur 10 les flux de chaleur extrême dans la zone d'évacuation située au fond de la chambre de confinement. Il s'agit là d'une étape décisive pour prolonger la durée de vie des composants et rendre leur utilisation plus économique. Ici, les ingénieurs ne travaillent pas seulement sur la théorie, mais aussi sur des solutions concrètes pour freiner

l'usure des matériaux, permettre une maintenance entièrement robotisée et bien plus encore.

Pendant la visite, une jeune étudiante explique qu'une pause de vingt minutes sépare chaque cycle de fonctionnement – non pas parce que le réacteur a besoin de repos, mais parce que les énormes volumes de données générés par chaque impulsion doivent d'abord être traités. Ces pauses permettent de se faire une idée du volume impressionnant de mesures réalisées lors de chaque expérience. Les connaissances acquises sont directement intégrées au projet STEP, qui vise à construire la première centrale à fusion connectée au réseau électrique britannique.

Qu'est-ce que Women in Nuclear (WiN)?

Women in Nuclear Global (WiN Global) est une organisation à but non lucratif fondée en 1992. Elle met en réseau des femmes spécialistes et d'autres personnes œuvrant dans tous les domaines du nucléaire civil, par exemple dans la production d'énergie, la recherche, la médecine, la radioprotection ou la gestion des déchets.

Depuis sa création, WiN Global s'engage activement en faveur de la responsabilité environnementale, de la diversité et de l'égalité des sexes dans la branche et promeut les échanges internationaux ainsi qu'un débat public factuel sur la technologie nucléaire.

Avec plus de 35'000 membres répartis dans plus de 145 pays et plus de 60 sections nationales et régionales, WiN Global est l'un des réseaux les plus importants de l'industrie nucléaire internationale. L'organisation s'investit en faveur de la communication scientifique, de la promotion de la relève et de la coopération internationale. En Suisse, WiN Global est représentée par Women in Nuclear (WiN) Suisse. La section nationale offre aux spécialistes une plate-forme de mise en réseau, d'échange de connaissances et de participation active au discours sociétal sur la technologie nucléaire.

Il faut plus que des physiciennes et des physiciens

Nous pénétrons ensuite dans un petit bâtiment proche du MAST Upgrade, où des scientifiques examinent les résultats de leurs recherches sur les matériaux. Il s'agit de la Materials Research Facility (MRF), une interface entre les universités et les installations nucléaires. C'est ici que les échantillons de matériaux radioactifs sont préparés, traités et analysés, souvent en collaboration avec des partenaires industriels et universitaires œuvrant dans la recherche sur la fission et la fusion nucléaires. La MRF garantit que les matériaux destinés aux centrales à fusion puissent être testés dans des conditions réalistes (résistance aux contraintes régnant dans de telles installations).

Dix millions de livres sterling ont récemment été investies dans l'agrandissement de l'installation, qui compte désormais douze laboratoires blindés supplémentaires. Ceux-ci sont équipés d'appareils d'analyse ultramodernes et abritent des laboratoires de chimie radioprotégés dédiés au développement de matériaux résistants aux flux de neutrons.

La dernière étape de notre visite nous mène au RACE (Remote Applications in Challenging Environments), le centre de robotique de l'UKAEA. Dans le hall du bâtiment, on découvre une exposition présentant des moyens d'affronter les conditions extrêmes sans exposer les humains au danger. Le RACE développe des robots pour entretenir des réacteurs, travailler en milieu sous-marin ou inspecter des installations endommagées comme Tchernobyl. Ces robots cartographient les champs de rayonnement et récupèrent des matériaux en se déplaçant avec précision dans des structures étroites, inaccessibles ou trop risquées pour l'homme.

Ce savoir-faire n'est pas seulement décisif pour la fusion: la fission nucléaire bénéficie également de ces nouvelles technologies, par exemple pour les travaux de démantèlement et de décontamination. Ainsi, la recherche sur la fusion et la fission nucléaires se re-

joignent sur les questions de résistance des matériaux, de systèmes de sûreté et de cycles du combustible.

La visite a montré de manière impressionnante les perspectives qui s'ouvrent lorsque les conditions nécessaires sont réunies: vision politique, financement à long terme, curiosité scientifique et volonté de mettre les disciplines en réseau. Car ici, on ne se contente pas de parler de ce à quoi pourrait ressembler l'énergie du futur – on la construit. (E.B./D.B.)

Recherche sur la fusion vs recherche sur la fission

Contrairement à la recherche sur la fusion, placée sous la responsabilité de la seule UKAEA, la recherche sur la fission en Grande-Bretagne est répartie entre plusieurs institutions. L'Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) finance des travaux scientifiques sur les technologies de réacteurs, les cycles du combustible, la gestion des déchets et les questions de sûreté. La Nuclear Decommissioning Authority (NDA) est responsable du démantèlement des anciennes installations, tandis que le National Nuclear Laboratory (NNL) se charge de la recherche appliquée et du développement technique. Par le biais de la National Nuclear User Facility (NNUF), des laboratoires spécialisés tels que la Materials Research Facility (MRF) sont disponibles pour l'analyse des matériaux. Le Science and Technology Facilities Council (STFC) soutient la recherche fondamentale dans le domaine de la physique nucléaire. En outre, l'association professionnelle Nuclear Institute met en réseau les spécialistes, et Great British Energy – Nuclear (GBE-N) coordonne les nouveaux projets de réacteurs, y compris les petits réacteurs modulaires (SMR).

Dernière Rencontre du Forum de l'année 2025

Le développeur de réacteur suédois Blykalla présentera ses projets de SMR le **jeudi 13 novembre** au Glockenhof à Zurich.



Photo: Glockenhof

Cours de formation continue de Forum nucléaire

«Sûre, efficace et tournée vers l'avenir – l'IA dans la branche nucléaire»

Le **jeudi 20 novembre** à l'Ancien hôpital de Soleure



Photo: Ancien hôpital de Soleure

Manifestation réservée à nos membres

Notre manifestation réservée aux membres aura lieu le **jeudi 11 décembre** dans les locaux de MB-Microtec, à Niederwangen.

À noter: assemblée générale du Forum nucléaire suisse

Mercredi 20 mai 2026 au Zentrum Paul Klee, à Berne.



Photo: Zentrum Paul Klee

Une nouvelle vidéo «Let's talk about ...»

Dans notre nouvelle vidéo de la série «Let's Talk About», Salome Daehn et Lukas Robers répondent aux principales questions en lien avec l'avenir de l'énergie nucléaire en Suisse: Depuis la votation, pourquoi parle-t-on à nouveau de centrales nucléaires? L'énergie nucléaire peut-elle renforcer la sécurité d'approvisionnement? Qui financerait de nouvelles installations, et les réacteurs modernes sont-ils vraiment sûrs? Avec sous-titres en français.

www.youtube.com/@nuklearforumschweiz5798

Nouvel épisode de notre podcast «NucTalk»

L'invité de notre 42^e épisode NucTalk était Stefan Mayer, chef d'équipe à la Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Nous avons abordé avec lui le stockage en couches géologiques profondes et avons appris pourquoi cette approche est si sûre, les enseignements mutuels tirés par les différents pays, et pourquoi les géosciences n'ont rien de divinatoire. Outre la technique et la géologie, nous avons également discuté avec lui des analyses de sécurité, des travaux de l'AIEA et des expériences internationales, des défis et des incertitudes, ainsi que de l'acceptation à l'égard du stockage profond en tant que solution (en allemand).

www.nuklearforum.ch/de/podcasts

Impressum

Rédaction:

Marie-France Aepli (M.A., rédactrice en chef); Lukas Aebi (L.A.);
Elise Beauverd (E.B.); Stefan Diepenbrock (S.D.);
Dr 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 2025 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.

