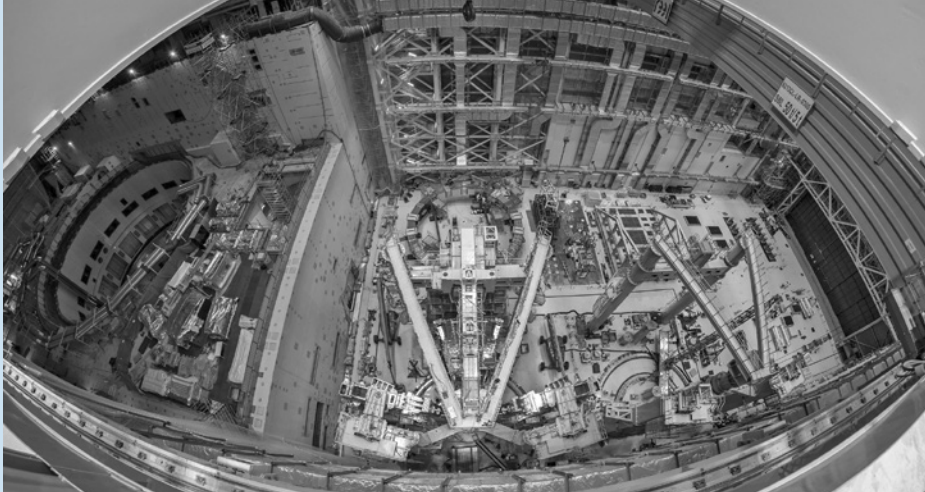


Bulletin 4

Décembre 2021

Où en est la recherche sur la fusion?

Page 4



Trilemme énergétique:
la Suisse occupe
la 2^e place

Page 8

Notre nouveau site
internet: moderne,
informatif, convivial

Pages 3 et 28

À noter: nos
manifestations en 2022

Page 32

Table des matières

Éditorial	3	La der nucléaire	22
Un nouveau site internet pour faire mes preuves	3	Avenir de la société industrielle et crise climatique: peut-on faire l'économie d'un nouveau débat sur le nucléaire?	22
Forum	4	Couac!	27
De l'électricité issue de la fusion à partir de 2050?	4	Du poids de l'atome dans les sacs à dos de nos petits-enfants	27
Informations de fond	8	Nouvelles internes	28
Trilemme énergétique: le système énergétique suisse à la deuxième place du classement mondial	8	Le site internet du Forum nucléaire suisse adopte un nouveau look	28
Prix du gaz naturel et du charbon: le grand huit	13	Pour mémoire	32
Revue de presse	15		
«L'option impopulaire du gaz»	15		
Reflets de l'E-Bulletin	17		
Suisse	17		
À l'étranger	18		

Impressum

Rédaction:

Marie-France Aepli (M.A., rédactrice en chef); Lukas Aebi (L.A.); Stefan Diepenbrock (S.D.); Aileen von den Driesch (A.D.); Matthias Rey (M.Re.); Michael Schorer (M.S.)

Traduction:

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

Éditeurs:

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

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

Copyright 2021 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.

Image du titre: Iter – coup d'œil dans la halle de montage (Iter Organisation)

Aileen von den Driesch

Cheffe de projet Communication Forum nucléaire suisse



Un nouveau site internet pour faire mes preuves

Le Forum nucléaire suisse a entièrement revu son site internet. Si vous faites partie de nos lecteurs de longue date, vous vous direz peut-être «Encore?». D'une part, le monde en ligne évolue à une vitesse fulgurante, avec de nouvelles tendances permanentes et des développements extrêmement rapides. Or nous avons à cœur de rester dans la course pour continuer à nous adresser à un large public. D'autre part, la refonte générale de notre site internet a aussi une raison technique. Pour les adeptes d'informatique qui veulent en savoir plus: la version du Content Management System que nous utilisons a été abandonnée par notre fournisseur et ne fait donc plus l'objet de mises à jour. La nouvelle version offre des possibilités en matière de représentation et d'utilisation, dont nous souhaiterions vous faire profiter en tant qu'utilisateurs.

Dans le cadre de ce projet, nous avons, dès le départ, placé vos besoins au premier plan et avons mené en amont des entretiens avec les personnes qui connaissent déjà notre site internet et l'utilisaient plus ou moins régulièrement. Cela nous a permis, d'une part, d'en apprendre davantage sur les utilisateurs et sur la manière dont ils utilisent nos offres et dans quel objectif. D'autre part, cela a été l'occasion pour eux de nous indiquer les points forts et les points faibles de notre site actuel, mais aussi leurs besoins concernant le nouveau site. Les résultats de ces entretiens ont été intégrés à l'actualisation de notre site. Des informations complémentaires concernant les nouveautés sont par ailleurs disponibles à la p. 28 du présent bulletin.

Il convient à présent de me présenter brièvement. Mon nom est en effet nouveau pour beaucoup d'entre vous. Je suis arrivée au Forum nucléaire suisse en février 2021 après avoir étudié la communication médiatique numérique à Aix-la-Chapelle. Ma première expérience professionnelle a été dans le domaine de la santé, en

Suisse centrale. Le projet de refonte de notre site internet m'a été confié peu de temps après mon arrivée. Ce travail fait ainsi office en quelque sorte de «mission de lancement». Aussi, j'espère que notre nouveau site vous procurera autant de plaisir qu'à mes collègues et moi-même, au secrétariat général.

A. von den Driesch



Prof. Christian Theiler

Professeur assistant en Physique des plasmas
à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)



Interview menée par Matthias Rey

De l'électricité issue de la fusion à partir de 2050?

La recherche et le développement mondial dans le domaine de la fusion nucléaire réalisent des avancées majeures. La Suisse participe, elle aussi, aux travaux sur cette énergie du futur. Le Forum nucléaire suisse s'est entretenu avec Christian Theiler, professeur à l'EPFL. L'interview est extraite de notre podcast NucTalk.

Où en est l'état de la recherche sur la fusion et à quels défis et difficultés doit-on encore faire face?

Des travaux de recherche intensifs ont été menés dans le domaine de la fusion au cours des soixante dernières années et ont permis de réaliser des avancées majeures: nous atteignons des puissances de plasma toujours plus élevées, portons désormais régulièrement la température de nos plasmas aux 100 millions de degrés requis, et avons déjà réussi à générer des puissances de fusion extrêmement élevées, mais pas encore suffisamment pour compenser ce que nous consommons pour le chauffage et la production du plasma.

De même, nous ne cessons d'améliorer nos connaissances des plasmas de fusion. Des supercalculateurs nous permettent aujourd'hui de décrire avec précision ce qui se passe à l'intérieur du plasma, et de formuler des prévisions pour les installations futures. Nous savons ainsi ce dont nous avons besoin pour construire un réacteur de fusion qui génèrera une quantité d'énergie bien supérieure à celle nécessaire au chauffage et à la production du plasma. Les solutions sont identifiées: construire des installations plus grandes ou utiliser un champ magnétique plus puissant. Ces deux approches sont à l'étude actuellement, mais elles se heurtent encore à plusieurs obstacles. Pour commencer, il conviendra, bien sûr, de démontrer expérimentalement que cette puissance de fusion élevée peut réellement être atteinte. Et par là que l'on peut libérer une quantité d'énergie bien plus importante que celle

utilisée. De mon point de vue, il s'agit là aussi du critère qui permettra d'accroître la confiance dans la fusion. Ensuite, le fait que le plasma puisse devenir instable dans certaines conditions et, en une milliseconde – voire moins – être en contact avec la paroi et causer des dommages, constitue un autre défi. Nous devons savoir comment éviter ces phénomènes, appelés disruptions, et, s'ils se produisent malgré tout, comment réagir pour éviter des dommages sur la paroi du réacteur. Pour cela, il faut que le plasma central soit stable et qu'il soit suffisamment froid près de la paroi.

Tout cela est aussi associé à des défis technologiques. Nous devons mieux comprendre de quelle manière les matériaux de la paroi du réacteur se comportent lorsqu'ils sont bombardés de neutrons sur une

Christian Theiler a obtenu son master en Physique à l'EPF de Zurich en 2007 et son doctorat à l'EPFL en 2011. Il a ensuite travaillé en tant que post-doctorant au Massachusetts Institute of Technology (MIT). En 2014, il est revenu à l'EPFL en tant que boursier dans le cadre d'EUROfusion, afin d'intégrer l'équipe du tokamak TCV. Deux ans après, il a été nommé professeur assistant tenure track en Physique des plasmas à l'EPFL.

longue période et ainsi se fragilisent. Par ailleurs, nous devons aussi démontrer qu'une quantité suffisante de tritium peut être produite de manière efficace à l'intérieur du réacteur. Le tritium possède une demi-vie courte. Il se désintègre et n'est donc pas disponible en grande quantité, raison pour laquelle il doit être produit à partir du lithium associé au flux de neutrons.

Sur quelles questions l'EPFL travaille-t-il? Où en est-on concernant la recherche sur la fusion?

Le Swiss Plasmas Center de l'EPFL est le centre suisse de recherche en physique des plasmas, notamment en plasmas de fusion. Il héberge un des cinq tokamaks considérés comme majeurs pour développer la fusion nucléaire dans le cadre du programme européen de fusion. Nous possédons également des expérimentations plus petites et menons de nombreux travaux de recherche théorique sur la meilleure manière de pré-

dire le comportement des plasmas. Ces travaux sont réalisés aussi bien à l'aide de superordinateurs que d'un crayon et d'une feuille de papier. Par ailleurs, le PSI, à Villigen, abrite le centre d'excellence qui développe et teste les supraconducteurs utilisés pour produire les champs magnétiques par exemple dans le domaine de la fusion.

Notre mission consiste en réalité à garantir, autant que possible, le succès du projet Iter, mais aussi à développer les bases scientifiques et technologiques qui, après Iter, permettront de construire le premier réacteur de fusion complet, baptisé Demo. En outre, nous contribuons de manière décisive à la formation des scientifiques qui exploiteront Iter dans le futur. Moi-même, je m'occupe de la région périphérique du plasma et de l'interaction avec la paroi. Nous construisons de nouveaux appareils de mesure qui nous permettent de contrôler et de comprendre ce qui se passe exacte-



L'assemblage d'ITER a démarré le 28 juillet 2020 à Cadarache, dans le sud de la France. Ce projet, le plus ambitieux jamais lancé dans le cadre d'une coopération scientifique internationale, est suivi de près au Swiss Plasma Center de l'EPFL.

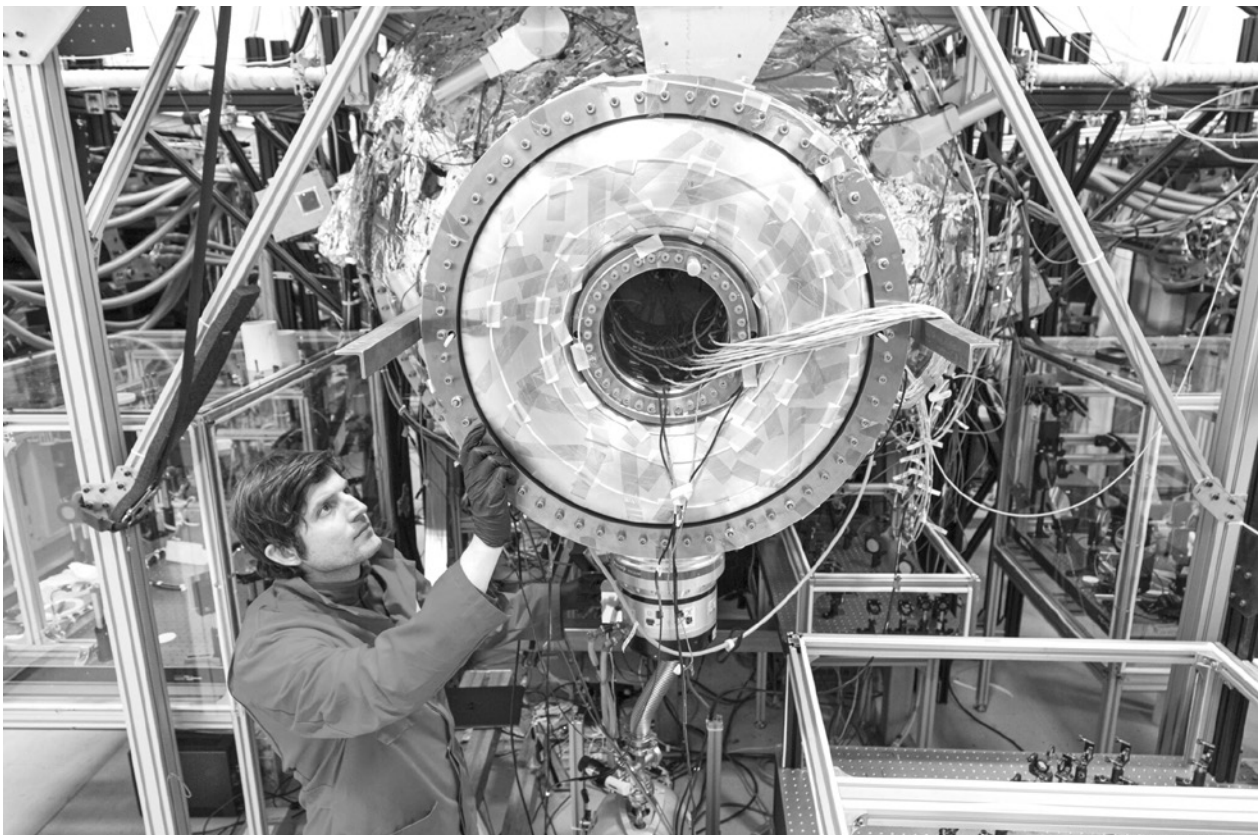
Photo: Iter Organisation

ment à ces endroits. Nous menons des expérimentations que nous comparons avec les modèles informatiques afin de déterminer de quelle manière nous pouvons, dans un premier temps, décrire ces processus et, ensuite, prédire ce qui se passera dans le cadre d'expérimentations plus importantes.

La région périphérique du plasma revêt une importance majeure car, d'une part, la paroi du réacteur ne doit pas être endommagée. Et pour cela, nous devons pouvoir refroidir cette région de manière efficace. D'autre part, nous devons garantir que le plasma reste suffisamment chaud, et ce critère n'est pas toujours simple à satisfaire. Sur le tokamak de l'EPFL, nous pouvons modifier de manière très efficace la géométrie du champ magnétique, et ce également à la périphérie du plasma. Cette possibilité rend notre installation unique et elle nous permet d'étudier le problème de l'interaction avec la paroi du réacteur.

Sous quelle forme la Suisse, en général, et le Plasma Center de l'EPFL, en particulier, participent-ils à la recherche dans le cadre d'Iter?

Iter sera le plus gros tokamak jamais construit, et il est la prochaine grande étape de la recherche internationale sur la fusion. Il a pour objectif de démontrer que la fusion permet de produire beaucoup plus d'énergie que ce qui est nécessaire pour générer et chauffer le plasma. Une grande partie de nos travaux de recherche visent cet objectif. Nous participons directement à la construction d'Iter, par exemple en étudiant et en développant des composants qui seront utilisés pour chauffer et contrôler le plasma à l'aide de micro-ondes. Nous avons également mis sur pied, à Bâle, un groupe chargé d'étudier comment, sans pénétrer à l'intérieur du réacteur, il serait possible de nettoyer les miroirs utilisés pour observer le plasma, qui se troublent au fil du temps à cause de ce dernier. Et en plus de ces contri-



Plusieurs entreprises privées développent, elles aussi, des centrales de fusion. C'est le cas de la start-up canadienne General Fusion, qui prévoit de construire et d'exploiter sa Fusion Demonstration Plant sur le campus de Culham, exploité par l'autorité britannique de sûreté nucléaire.

Photo: General Fusion

butions directes, nos travaux de recherche dans le domaine des disruptions, c'est-à-dire des instabilités du plasma, poursuivent également les objectifs d'Iter. Nous étudions des méthodes de contrôle du plasma, l'optimisation de la puissance de ce dernier, et l'interaction avec la paroi du réacteur. Parallèlement, nous avons également beaucoup à faire dans le domaine de la formation puisque nous formons de nombreux doctorants et post-doctorants qui travailleront plus tard dans la recherche dans le cadre d'Iter.

Je tiens à signaler que notre collaboration à la construction d'Iter n'est malheureusement pas possible à l'heure actuelle. Car pour pouvoir collaborer, la Suisse doit être associée au nouveau programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation, Horizon Europe. Or nous sommes exclus de ce programme de manière générale. Pour pouvoir à nouveau participer à Iter, nous devons conclure un accord-cadre avec l'UE.

Où mène-t-on des travaux de recherche sur la fusion ailleurs dans le monde?

Iter bénéficie du soutien de nombreux pays: l'UE, la Corée du Sud, la Chine, les États-Unis, l'Inde, le Japon et la Russie. En Allemagne, des travaux sont menés à l'Institut Max-Planck, qui possède des sites à Munich et dans le nord du pays. Il y a ensuite un centre important de recherche sur la fusion en Angleterre et plusieurs autres aux États-Unis, par exemple à San Diego, à Princeton, dans le Wisconsin, et au MIT de Boston. Par ailleurs, la recherche revêt une importance croissante en Chine, en Corée du Sud, au Japon et en Inde.

Coup d'œil dans le futur: la Grande-Bretagne a informé que de l'électricité issue de centrales de fusion serait injectée sur le réseau à partir des années 2040. Est-ce réaliste?

Bien que la construction d'Iter ne soit pas encore achevée, la fabrication de ses composants nous a permis d'acquérir énormément de connaissances. De nombreuses questions scientifiques ont été abordées et nous en savons déjà bien plus qu'au début des travaux. Cela a permis aussi l'émergence d'idées ambitieuses pour faire la même chose, mais peut-être plus vite, et selon d'autres approches. Les choses bougent: Les Britanniques poursuivent un programme très ambitieux, la Chine également, et une start-up du MIT de Boston s'intéresse au sujet. Personnellement, je trouve

réjouissant que plusieurs approches soient développées en parallèle et que les travaux ne se concentrent pas sur une seule. Même si 2040 me paraît pour le moment très ambitieux.

Est-ce que la fusion nucléaire remplacera un jour la fission nucléaire? Est-ce possible et cela aurait-il un sens?

De mon point de vue, l'objectif de la fusion est très clairement de nous aider à nous affranchir des combustibles fossiles qui, comme chacun le sait, arrivent à leur terme et ne sont pas une option dans la durée car ils ont des conséquences désastreuses en raison des émissions de CO₂ qu'ils génèrent. Je pense aussi que nous avons tous conscience que nous aurons besoin de beaucoup plus d'électricité à l'avenir. Il ne s'agit donc pas de combler certaines lacunes actuelles mais vraiment de développer des sources d'énergie pauvre en CO₂ à très grande échelle. La fusion contribuera de manière importante à la réalisation de cet objectif. Mais parallèlement, nous pouvons continuer à compter sur la fission nucléaire. Ces deux formes de production d'énergie ne sont pas en concurrence. Et je ne pense pas que nous ayons tant de bonnes options que cela à notre disposition pour le moment. C'est pourquoi les travaux de recherche doivent se poursuivre de manière générale pour étudier de meilleures méthodes. Et, bien sûr, les méthodes actuelles doivent être développées et employées de manière optimale.

Les mauvaises langues disent, à propos de la fusion, que cela fait 50 ans qu'on nous dit qu'elle sera prête dans 50 ans. Quelles sont vos prévisions personnelles? Quand aurons-nous de l'électricité issue de la fusion?

Au regard de l'état actuel de la recherche sur la fusion et du calendrier de la recherche européenne, je pense que la première centrale de fusion intégrale sera disponible dans les années 2050, peut-être avant selon les avancées et les investissements qui seront réalisés. Cela montre clairement l'importance d'investir dans les technologies pauvres en CO₂ existantes au cours des années et décennies à venir. Je crains toutefois que le développement des énergies renouvelables à long terme soit insuffisant, et pas uniquement en raison de la problématique du stockage. C'est pourquoi nous aurons besoin, plus que jamais, de la fusion à partir de 2050. (M.R./C.B. d'après l'interview du podcast)

Trilemme énergétique: le système énergétique suisse à la deuxième place du classement mondial

Après avoir occupé, ces deux dernières années, la première place du classement mondial des pays ayant l'approvisionnement énergétique le plus équilibré, la Suisse a été reléguée cette année sur la deuxième marche du podium, derrière la Suède, sa dauphine de 2020. C'est ce qui ressort du dernier rapport sur le trilemme énergétique établi par le Conseil mondial de l'énergie (CME). Selon ce document, les excellents classements obtenus par la Suisse depuis plusieurs années s'expliquent par sa politique énergétique passée, mais l'avenir s'annonce plus difficile.

Le «World Energy Trilemma Index 2021» est à nouveau le fruit d'une collaboration entre le CME et l'entreprise de conseil Oliver Wyman. L'indice du trilemme montre où se situent les différents pays par rapport aux trois objectifs antagonistes suivants:

- **sécurité d'approvisionnement:** cet indicateur évalue la capacité actuelle et future d'un pays à couvrir ses besoins énergétiques sans pénurie majeure. Il tient notamment compte de la gestion de l'approvisionnement en énergie primaire d'origine indigène et étrangère ainsi que de la fiabilité et de la robustesse de l'infrastructure;
- **équité énergétique:** cet indicateur mesure l'accès de la population à l'électricité, aux technologies propres pour cuisiner et à un niveau de consommation permettant d'assurer la prospérité. Il tient notamment compte de la question de savoir si le prix de l'électricité, des carburants et des combustibles est abordable;
- **durabilité environnementale:** cet indicateur évalue la refonte de l'approvisionnement en énergie opérée en vue de préserver l'environnement et le climat. Il tient notamment compte de l'efficacité énergétique, de la décarbonisation et de la qualité de l'air.

Indicateur relatif à l'équilibre de l'approvisionnement en énergie

Le degré de réalisation de ces trois objectifs sectoriels a été évalué pour 127 pays à partir des jeux de données y relatifs. Pour l'appréciation globale, les trois critères ont été chacun pondérés à 30%. À cela s'est ajouté, avec une pondération de 10%, le «contexte national», qui comporte des indicateurs tels que la stabilité du cadre politico-légal, le climat d'investissement et la culture

de l'innovation. Selon les auteurs, l'indice du trilemme offre ainsi un classement comparatif axé sur la capacité des pays évalués à résoudre le trilemme énergétique et à atteindre un mix énergétique équilibré.

Les premiers effets de la pandémie de Covid-19

Pour l'heure, la pandémie semble soit accélérer, soit ralentir les tendances existantes en matière de refonte des systèmes énergétiques, écrivent les auteurs. Les confinements ordonnés dans de nombreux pays ont ralenti l'activité économique et réduit considérablement le trafic pendulaire, entraînant une baisse de la consommation de pétrole. Selon le rapport, l'introduction de la vaccination dans les pays riches permet un retour progressif aux schémas de consommation antérieurs. «Certains analystes indiquent déjà que la consommation de pétrole repart à la hausse, vraisemblablement en raison d'un transfert modal vers les transports individuels», indique le rapport. Dans d'autres pays et secteurs, la reprise risque toutefois d'être plus lente. Ainsi, l'aviation reste confrontée à des défis, car le redémarrage semble lointain et incertain. S'agissant de la prise de décision en matière de politique énergétique, il est douteux que la pandémie de Covid-19 modifie la donne, mais elle a révélé ou remis en lumière certaines inégalités profondes. Les auteurs estiment toutefois que les effets à long terme de la pandémie sur les systèmes énergétiques et la transition énergétique ne sont pas encore clairs.

2021: la Suède reprend la tête du classement

La Suisse a occupé la première place du classement général en 2013, 2014 et 2015. En 2016, elle a été reléguée à la deuxième place (derrière le Danemark) et en

2017 à la troisième (derrière le Danemark et la Suède), pour revenir au deuxième rang en 2018 (derrière le Danemark, mais devant la Suède). En 2019 et 2020, la Suisse est remontée sur la première marche du podium, devant la Suède et le Danemark, avant de se faire à nouveau dépasser par la Suède en 2021. Les auteurs relèvent à ce sujet que de faibles changements dans les données de base suffisent à provoquer des modifications du classement.

La Suisse surfe sur la vague du passé

La deuxième place de la Suisse au classement général résulte de son sixième rang au classement «équité énergétique» (gain de trois places depuis 2020), de sa première place au classement «durabilité environnementale» (comme en 2020) et de sa 24^e place au classement «sécurité d'approvisionnement» (comme en 2020 également, alors qu'elle était douzième en 2019). Dans l'ensemble, le CME attribue à la Suisse une note AAA «pour les priorités intégrées et équilibrées de sa politique énergétique», indique le rapport.

Le rapport souligne toutefois que cet excellent résultat est le fruit de la politique énergétique du passé: «Les décisions politiques récentes devraient avoir un impact

sur le mix de production du pays (et donc sur son bilan de durabilité énergétique) ainsi que sur sa sécurité d'approvisionnement au cours des 15 prochaines années, car la dépendance vis-à-vis des importations d'électricité devrait augmenter. En outre, les négociations sur l'accord institutionnel entre l'UE et la Suisse ayant été stoppées en mai 2021, les importations pourraient devenir plus difficiles à l'avenir, ce qui est susceptible d'entraîner une détérioration de la note donnée à la sécurité d'approvisionnement de la Suisse.»

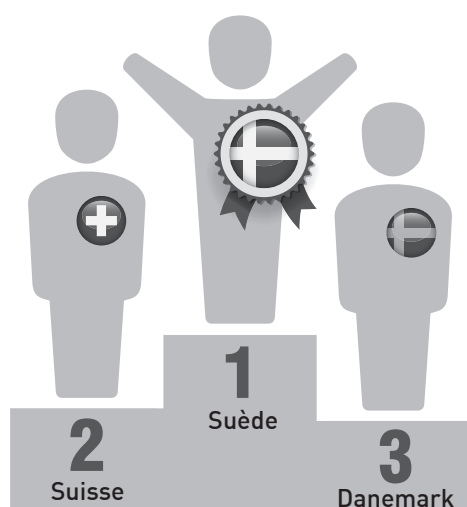
Domination des pays de l'OCDE au classement mondial

Les pays de l'OCDE à haut niveau de prospérité continuent d'occuper les premières places du classement, ce qui montre les avantages d'une politique énergétique menée activement de longue date. Les trois pays les mieux classés – la Suède, la Suisse, le Danemark – affichent des scores d'au moins 83 points. Les pays d'Europe sont largement majoritaires aux dix premières places du classement; seuls le Canada, la Nouvelle-Zélande et les États-Unis brisent cette hégémonie. Le principe des rangs partagés adopté l'an dernier a été reconduit cette année: les pays se partagent la même place si la différence entre leur score respectif est inférieure à 0,1 point. La similarité des scores a par ailleurs amené un élargissement de la définition des rangs, si bien que le top ten du classement compte plus de dix pays: →

1. Suède* (84,2 sur un total de 100 points possibles)
2. Suisse* (83,8)
3. Danemark* (83,0)
4. Finlande* (81,7)
4. Grande-Bretagne* (81,7)
5. France* (81,1)
5. Autriche* (81,0)
6. Canada (80,6)
7. Allemagne* (80,4)
8. Norvège (79,6)
9. Nouvelle-Zélande* (79,1)
9. États-Unis (79,0)
10. Espagne (76,9)
10. Luxembourg (76,9)

* Pays faisant partie du quart de tête dans chacun des trois critères

Les trois pays en tête du classement du rapport 2021 sur le trilemme énergétique



© 2021 Forum nucléaire suisse

Liste des dix pays* ayant obtenu les meilleurs scores pour les trois critères (sécurité d'approvisionnement, équité énergétique et durabilité environnementale)

Sécurité d'approvisionnement			Équité énergétique			Durabilité environnementale		
1.	Canada	77,5	1.	Katar	99,9	1.	Suisse	88,2
2.	Finlande	75,3	1.	Koweït	99,8	2.	Suède	86,3
3.	Roumanie	75,1	1.	EAE	99,8	3.	Uruguay	85,4
4.	Lettonie	74,9	2.	Oman	99,6	4.	Norvège	84,4
5.	Suède	74,5	2.	Bahreïn	99,6	5.	Panama	83,7
6.	Brésil	73,5	3.	Islande	99,2	6.	Brésil	83,4
7.	États-Unis	73,3	4.	Luxembourg	99,0	7.	Danemark	82,9
8.	Bulgarie	73,1	5.	Irlande	98,4	8.	France	82,7
9.	République tchèque	72,8	6.	Suisse	98,0	9.	Albanie	82,5
10.	Allemagne	71,9	7.	Arabie saoudite	97,4	10.	Grande-Bretagne	81,3
			7.	Israël	97,3			
			8.	États-Unis	97,1			
			9.	Grande-Bretagne	96,8			
			10.	Danemark	96,4			
			10.	Autriche	96,4			

* Le nombre de points a été arrondi à la première décimale. Les pays sont classés au même rang si la différence entre leur score respectif est inférieure à 0,1.

Comme les années précédentes, le bas du classement est entièrement occupé par des pays d'Afrique: Malawi (37,3 points), Tchad (36,0), République démocratique du Congo (33,3 points), Bénin (29,5 points) et Niger (27,8 points). Selon le CME, les indicateurs montrent néanmoins que des progrès ont été réalisés sur le critère «équité énergétique», mais la sécurité d'approvisionnement reste un défi (voir encadré).

Les vainqueurs régionaux et les pays les plus peuplés

En Europe de l'Est, le pays le mieux placé au classement général est à nouveau la Hongrie (12^e rang avec 76,2 points), en Amérique latine, c'est l'Uruguay (13^e rang avec 76,1 points), en Asie/Australie, c'est la Nouvelle-Zélande (9^e rang avec 79,1 points) et au Proche-Orient, c'est Israël (27^e rang avec 71,6 points).

Dans la catégorie des pays les plus peuplés, ce sont les États-Unis qui obtiennent le meilleur score (9^e rang avec 79,0 points), suivis du Brésil (26^e rang avec 72,6 points), de la Russie (28^e rang avec 71,2 points), de la Chine (51^e rang avec 64,0 points), de l'Indonésie (58^e rang avec 61,1 points), de l'Inde (75^e rang avec 53,1 points), du Bangladesh (87^e rang avec 42,3 points),

du Pakistan (90^e rang avec 41,7 points) et du Nigeria (93^e rang avec 40,5 points).

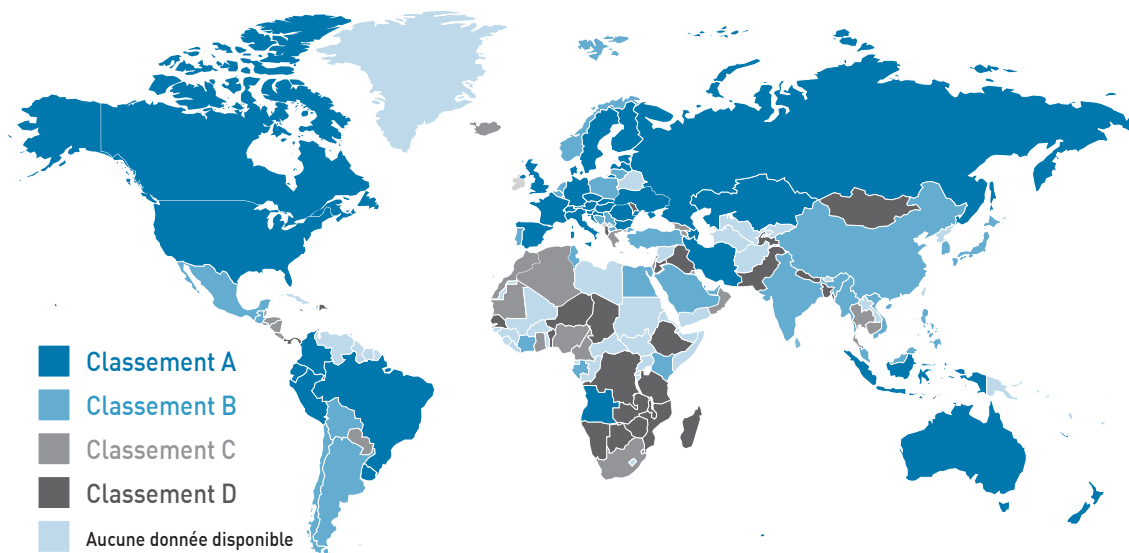
Les pays en progression depuis 2000

Les dix pays ayant le plus progressé globalement ont vu leur score augmenter d'au moins 25% depuis l'an 2000. Il s'agit de cinq pays d'Asie, de trois pays d'Amérique latine et de deux pays d'Afrique. Tous ces pays ont déployé des efforts considérables au cours des dernières années pour développer leur réseau électrique et offrir à leur population un approvisionnement en énergie à prix abordable.

Liste 2021 des pays ayant le plus progressé depuis 2000:

Cambodge (+57%, 82^e rang)
 Myanmar (+34%, 83^e rang)
 République dominicaine (+33%, 59^e rang)
 Kenya (+33%, 80^e rang)
 Éthiopie (+31%, 88^e rang)
 Honduras (+28%, 76^e rang)
 Thaïlande (+26%, 53^e rang)
 Nicaragua (+26%, 78^e rang)
 Sri Lanka (+25%, 60^e rang)
 Chine (+25%, 51^e rang)

Indice du trilemme 2021: classements pour la sécurité de l'approvisionnement électrique



Source: Conseil mondial de l'énergie, World Energy Trilemma Index 2021

© 2021 Forum nucléaire suisse

Les trois pays qui ont le plus progressé depuis 2000 sont le Cambodge, le Myanmar et la République dominicaine. Selon le CME, même s'ils n'occupent pas de

bonnes places au classement général, ils ont déployé des efforts considérables et durables pour améliorer leurs systèmes énergétiques. →

Afrique: de nouveaux progrès

«Malgré de grandes disparités géographiques, démographiques et économiques, des progrès considérables ont été réalisés sur l'ensemble du continent africain en ce qui concerne le critère «équité énergétique», écrit le CME. Bien que les scores obtenus restent bas, on observe une progression constante d'année en année. Toutefois, beaucoup reste à faire, car l'accès à des énergies propres, abordables et fiables est une nécessité urgente pour améliorer les moyens de subsistance et la qualité de vie. La réalisation de nouveaux progrès en matière d'«équité énergétique» requiert des mesures courageuses pour améliorer l'infrastructure, promouvoir l'intégration régionale en matière de politique énergétique et renforcer la gouvernance du secteur public.»

Les cinq pays d'Afrique qui obtiennent les meilleurs résultats (Maurice, Égypte, Algérie, Gabon et Tunisie) ont axé leurs efforts sur la durabilité environnementale, élaborant et mettant en œuvre des plans d'action nationaux pour le climat. Le développement durable reste toutefois un défi pour la plupart des pays de la région.

Quant à la sécurité d'approvisionnement, elle reste insuffisante dans de nombreux pays du continent en raison du manque d'investissements, d'une production d'électricité peu fiable, de la rareté des ressources, etc, mais de légères améliorations ont été enregistrées dans certains domaines. Les pays ayant réalisé les meilleurs scores mettent l'accent sur la diversification de leur approvisionnement, sur l'efficacité énergétique et sur les investissements dans les infrastructures en vue d'améliorer cet indicateur.»

La Chine pointe à la dixième place de la liste. L'accès amélioré à l'approvisionnement en énergie a contribué, selon les auteurs, à une «croissance économique sans précédent», si bien que la Chine compte aujourd'hui parmi les plus grandes économies du monde. Le CME met toutefois en garde contre toute autosatisfaction: il n'est pas encore certain que les stratégies mises en place soient les plus appropriées/efficaces à long terme dans le contexte d'une transition vers un système énergétique bas carbone. «D'autres pays, notamment en Amérique latine et dans les Caraïbes, ont des systèmes électriques fortement axés sur l'écologie, qui sont peut-être mieux adaptés.» (M.A./D.B. d'après CME/WEC, «Energy Trilemma Index» et «World Energy Trilemma 2021», 5 octobre 2021)

Le **Conseil mondial de l'énergie (CME)** est l'organisation non-gouvernementale internationale de référence sur toutes les questions en lien avec l'énergie. Il s'appuie sur un large réseau de dirigeants et de spécialistes issus de la pratique, et œuvre en faveur d'un système énergétique abordable, stable et éco-compatible à la disposition de tous. Le Conseil suisse de l'énergie est un membre fondateur et un comité national du CME.

L'instrument de travail central du Conseil mondial de l'énergie est l'«Indice du trilemme énergétique», qu'il a lui-même développé. Celui-ci met en évidence le conflit entre les trois objectifs de politique énergétique «sécurité d'approvisionnement», «équité énergétique», et «durabilité environnementale». À partir de ces trois objectifs, l'indice du trilemme énergétique fournit une évaluation objective du système énergétique des pays. (M.A./C.B.)



L'«Indice du trilemme énergétique» explicite les conséquences des différentes trajectoires politiques empruntées par les pays au cours des années passées pour chacune des trois dimensions «sécurité d'approvisionnement», «équité énergétique», et «durabilité environnementale».

Photo: CME

Prix du gaz naturel et du charbon: le grand huit

La flambée extrême, partout dans le monde, des prix de marché du charbon et surtout du gaz naturel atteste de la forte volatilité de ces agents énergétiques. Deux analystes de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) de l'OCDE exposent les raisons de ce phénomène et plaident en faveur de sources d'énergie sobres en carbone, notamment du nucléaire, dont le prix est stable.

Le 12 octobre 2021, Carlos Fernández Alvarez et Gergely Molnar, deux analystes de l'AIE spécialisés dans le domaine de l'énergie, ont publié un commentaire intitulé «What is behind soaring energy prices and what happens next?» dans lequel ils présentent les facteurs déclenchants de la hausse des prix du gaz, du charbon, et par là de l'électricité, jusqu'à un niveau qui n'avait plus été atteint depuis des décennies. Ils soulignent que la transition vers des énergies propres n'a rien à voir avec cette évolution.

Au début de la crise du coronavirus, soit durant les premiers mois de l'année 2020, les prix de nombreux agents énergétiques ont connu, en raison de l'effondrement de la demande, une baisse d'une ampleur qui n'avait plus été enregistrée depuis longtemps. Mais la reprise de l'économie mondiale s'est révélée inhabituellement vigoureuse: «2021 a connu la croissance post-récession la plus rapide depuis 80 ans», écrivent les auteurs. À cela se sont ajoutés un hiver long et froid dans l'hémisphère nord et une croissance de l'offre inférieure aux prévisions.

Le prix du gaz naturel atteint un niveau record

C'est le prix du gaz naturel qui a connu la plus forte hausse, atteignant même un niveau historique: en Europe et en Asie, il a été multiplié par dix en un an; et aux États-Unis, il a plus que triplé (voir graphique). Cette évolution a conduit ces marchés à privilégier le charbon pour la production d'électricité, ce qui a eu pour effet non seulement d'accroître les émissions mondiales de CO₂, mais aussi de pousser à la hausse le prix international du charbon: celui-ci a été multiplié par cinq par rapport à octobre 2020.

Cette évolution, conjuguée à la hausse des prix du CO₂ au sein de l'UE, a entraîné une forte augmentation des prix de l'électricité. En Allemagne, ces derniers ont atteint un niveau record (plus de six fois supérieur à celui de l'année précédente). En Espagne, où les centrales au gaz jouent un rôle plus important dans la fixation des prix de l'électricité, l'augmentation a été encore plus forte. En outre, le relatif manque de vent en Europe

a encore poussé les prix à la hausse. Quant au prix du pétrole, malgré une forte augmentation de la production, il s'est redressé par rapport à son niveau plancher d'il y a un an, car de nombreuses entreprises sont en train de reconstituer leurs stocks.

Selon les auteurs, «ces hausses de prix risquent d'entraîner une augmentation significative de la facture énergétique des ménages». Ils estiment également que l'économie sera elle aussi exposée à des risques accrus, en particulier dans les secteurs qui subissent directement la hausse des prix. Certains gouvernements ont déjà pris des mesures pour atténuer l'augmentation des prix de l'électricité. «En Europe, maintes entreprises risquent de se retrouver confrontées à un double problème: hausse des coûts de production et détérioration du climat de consommation en raison des prix de l'énergie.» Ils indiquent que certaines industries à forte consommation d'énergie, comme la production d'engrais à base de nitrate, ont réduit leur production en raison de la hausse des prix du gaz naturel.

Des blackouts en Chine et en Inde

En Chine, les prix de l'électricité, qui sont contrôlés par l'État, n'ont pas suivi la hausse des prix du charbon, ce qui a entraîné une insuffisance de l'offre de charbon et une succession de pannes généralisées d'électricité dans deux tiers des provinces. Les industries à forte consommation d'énergie telles que l'acier, l'aluminium ou le ciment ont reçu l'ordre de réduire leur production – avec des conséquences encore floues pour les chaînes d'approvisionnement mondiales. En Inde aussi, la production nationale de charbon n'arrive pas à suivre la croissance rapide de la demande, et le charbon importé est trop cher. En conséquence, les centrales électriques alimentées au charbon ont dû réduire voire stopper leur production, ce qui a entraîné des pénuries d'électricité pour l'industrie et les consommateurs. Tant la Chine que l'Inde entrent dans l'hiver avec de très faibles réserves de charbon. →

Un système énergétique de plus en plus vulnérable

Les prix actuels du charbon et du gaz ne sont cependant pas le résultat d'un seul «événement choc» tel que la crise du coronavirus, relèvent les auteurs. Au contraire, pendant la phase de prix bas allant de 2014/15 à 2020, les investissements dans le pétrole et le gaz naturel ont diminué. L'approvisionnement est donc devenu plus vulnérable aux perturbations. En parallèle, les gouvernements n'en ont pas assez fait pour développer les énergies et technologies propres.

Dans le cas du gaz naturel, il existe des facteurs supplémentaires en Europe: le report à 2021 de travaux de maintenance en raison du coronavirus, notamment au Royaume-Uni et en Norvège, et la réduction en cours de l'extraction de gaz aux Pays-Bas, extraction qui devrait cesser complètement en 2022. En outre, l'entreprise russe Gazprom donne actuellement la priorité aux contrats à long terme et n'a pas rempli ses propres installations de stockage en Europe au niveau des années précédentes. À la fin du mois de septembre, les réserves de gaz souterraines étaient inférieures de 15% à la moyenne quinquennale.

Pénurie de gaz probable durant tout l'hiver

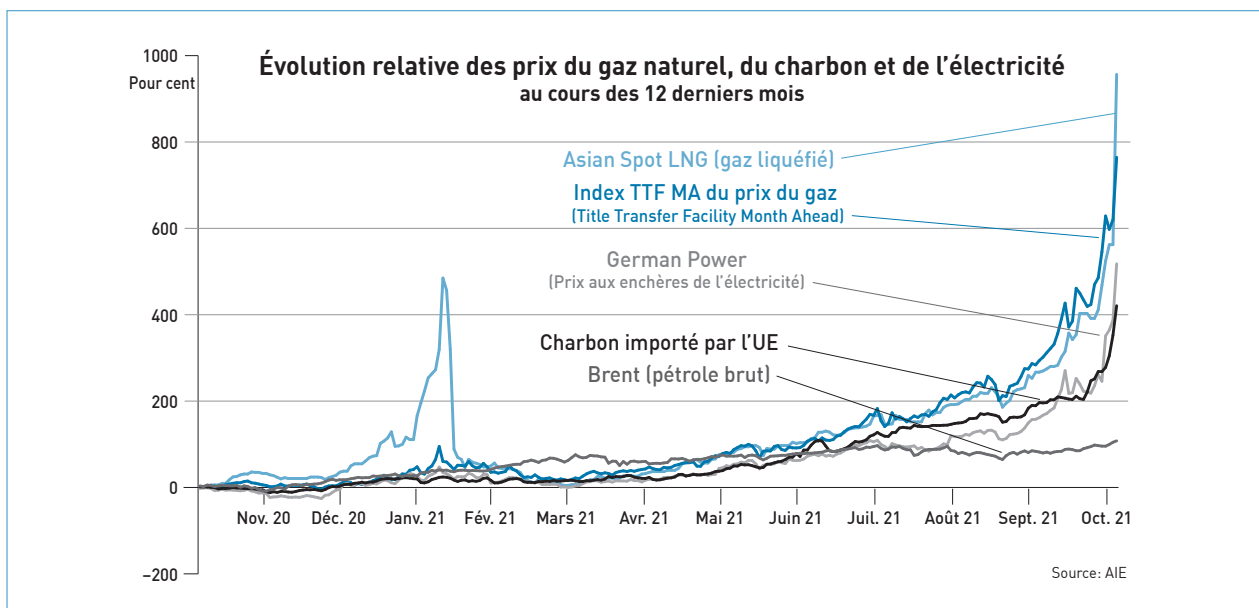
Les analystes de l'AIE s'attendent à ce que l'Europe ait besoin d'importer du gaz durant toute la saison de chauffage. Le Brésil risque lui aussi de devoir augmenter ses importations de gaz naturel liquéfié, car ses centrales hydroélectriques produisent moins en raison

de la sécheresse. Les prix du gaz naturel et du charbon resteront donc élevés en Europe pendant tout l'hiver.

Dans l'ensemble, l'évolution des prix dépendra essentiellement de la rigueur de l'hiver, de la croissance économique et d'éventuelles interruptions d'exploitation non planifiées. Le prix du gaz et donc de l'électricité continuera de fluctuer en fonction des températures hivernales, de la production d'énergie éolienne et d'autres facteurs. En ce sens, les conditions météorologiques affecteront à la fois l'offre et la demande. «Les fluctuations pourraient être exacerbées par la baisse des réserves de gaz en profondeur, car la diminution de la pression dans les cavernes limite les possibilités de prélèvements pendant les périodes de forte demande», préviennent les auteurs.

Plaidoyer entre autres pour l'énergie nucléaire

Les analystes de l'AIE ont de la compréhension pour le fait que les gouvernements souhaitent pour l'heure réduire les taxes et autres suppléments perçus sur les énergies fossiles. Mais ils soulignent que cette volonté ne doit pas péjorer les conditions faites aux technologies propres telles que les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire, les biocarburants durables, l'amélioration de l'efficacité et le développement des réseaux électriques, car ces technologies ne sont pas seulement respectueuses de l'environnement, mais conduisent aussi à une meilleure résilience du système énergétique. (M.S./D.B. après Carlos Fernández Alvarez et Gergely Molnar, «What is behind soaring energy prices and what happens next?», 12 octobre 2021).



«L'option impopulaire du gaz»

L'approvisionnement en électricité de la Suisse continue de faire couler beaucoup d'encre, notamment en lien avec la question des centrales au gaz.

En début d'année, nous avons consacré notre revue de presse à la sécurité d'approvisionnement. Cet automne, la presse alémanique s'est elle aussi emparée du sujet, relayant des mises en garde, publiant des informations sur les désaccords au sein du Conseil fédéral et entre le Conseil fédéral et les entreprises d'approvisionnement, et abordant la question des centrales au gaz. La présente analyse ne prétend pas à l'exhaustivité.

«Par crainte d'une pénurie d'électricité, le Conseil fédéral examine l'option des centrales au gaz»

Tel est le titre d'un bref article publié le 14 octobre dans l'«Aargauer Zeitung» (AZ) au sujet d'une étude commandée par le Conseil fédéral, selon laquelle «en l'absence d'accord sur l'électricité avec l'UE, le courant pourrait être coupé pendant 47 heures par an à partir de 2025. Cela se produirait au printemps, lorsque les bassins d'accumulation sont vides et qu'il n'y a pas encore d'eau de fonte pour propulser les turbines. Ce scénario admet en outre qu'une centrale nucléaire est temporairement à l'arrêt. Si d'autres problèmes graves devaient surgir, le courant pourrait venir à manquer pendant jusqu'à 500 heures par an». Selon l'AZ, cette étude a amené le Conseil fédéral à charger la Commission fédérale de l'électricité (Elcom) d'élaborer une stratégie pour la couverture des pointes de charge au moyen de centrales au gaz. Or, «les centrales au gaz sont contestées», poursuit l'AZ. «D'une part, elles ne sont pas considérées comme respectueuses du climat. D'autre part, la branche elle-même a signalé plusieurs fois qu'une centrale utilisée exclusivement pour couvrir les situations de pénurie ne peut être rentable. Si une telle centrale devait être construite, les pouvoirs publics devraient sans doute intervenir financièrement.»

La «NZZ am Sonntag» du 17 octobre s'est montrée un peu plus concrète, titrant: «2000 petites centrales au gaz pour empêcher les blackouts». Le deuxième paragraphe commence en ces termes: «Une association de la branche de l'énergie propose une solution nouvelle au problème de l'approvisionnement: la construction échelonnée de quelque 2000 petites centrales au gaz, disséminées sur de vastes portions du territoire suisse. De telles centrales, pilotées de manière centralisée, peuvent être démarrées en très peu de temps si besoin. Une fois le parc de ces petites centrales entièrement

construit, ce qui est prévu pour 2050, le système offrira une puissance de pointe similaire à celle des centrales nucléaires actuelles. Car une chose est claire aujourd'hui déjà: le problème de l'importation de courant continuera de se poser pendant des décennies, en raison non seulement de la sortie du nucléaire, mais aussi de l'électrification des transports et de la production de chaleur.» La proposition fait l'objet «d'un large soutien. Le conseiller national Roger Nordmann (PS), spécialiste des questions énergétiques, la qualifie de «très prometteuse». Les installations se composent d'un ou plusieurs conteneurs qui peuvent être installés dans des zones industrielles ou dans des entrepôts, ce qui «réduit massivement le risque d'oppositions et de retards de plusieurs années», relève M. Nordmann.» L'article nous apprend également que 950 de ces installations sont déjà en service en Suisse et qu'il s'agit de couplage chaleur-force (CCF). Les installations bénéficient également de l'«appui de l'EPFZ», selon l'article. Ce dernier ne mentionne toutefois pas que le professeur cité fait lui-même partie du comité directeur de l'association ayant lancé le projet.

De l'éolien, du photovoltaïque et du gaz vert

Le 23 octobre, l'AZ publie une interview de Christoph Brand, CEO d'Axpo. Ce dernier «demande une accélération massive du développement de la production d'électricité. Il place de grands espoirs dans l'énergie solaire, mais estime que cela ne fonctionnera pas sans grandes installations au sol. Il met en outre en garde contre la tentation de surestimer la force hydraulique.» À la question de savoir si Axpo entend investir dans des centrales au gaz, il répond: «Nous partons du principe qu'à partir des années 2040, lorsque les centrales nucléaires seront déconnectées du réseau, nous aurons besoin de deux ou trois grandes centrales au gaz classiques pour les mois d'hiver. Pour ne pas contrecarrer les objectifs climatiques, il faudra qu'elles soient neutres en CO₂, c'est-à-dire alimentées avec du gaz vert ou du gaz de synthèse ou encore avec de l'hydrogène. Nous sommes bien entendu capables de construire et d'exploiter de telles installations, mais nous n'avons pas de projets concrets. Là aussi, l'aspect rentabilité doit être pris en compte, car ces centrales, qui coûtent facilement un demi-milliard de francs l'unité, ne sont censées fonctionner qu'en cas de nécessité absolue.» →

«Il faudrait vraiment que beaucoup de choses tournent mal»

Dans une interview détaillée parue le 28 octobre dans les journaux du groupe Tamedia, la conseillère fédérale Simonetta Sommaruga explique «quelle est la situation réelle de l’approvisionnement en électricité dans notre pays, comment on se prépare aux situations d’urgence et quelles erreurs ont été commises». La ministre de l’Énergie s’exprime aussi au sujet des centrales au gaz: «Si, et seulement si, les mesures prises ne suffisent pas, le gaz entrera en jeu comme une possibilité. Les centrales au gaz devraient toutefois impérativement être climatiquement neutres, chose qui n’est pas simple, car le biogaz n’est pas disponible en quantité suffisante, et le stockage du CO₂ pas encore au point, sans compter qu’il est coûteux. Dans ces conditions, ce qui reste, ce sont avant tout les compensations.» Mme Sommaruga relativise par ailleurs l’étude mentionnée en début d’article. Selon elle, cette dernière «décrit le scénario du pire: Beznau 1 et 2 sont stoppées en même temps, de même qu’un tiers des centrales nucléaires françaises. Et en plus, l’UE limite les importations d’électricité. En pareil cas, il se pourrait que la Suisse ne puisse pas entièrement couvrir sa consommation d’électricité pendant 47 heures. Mais il faudrait vraiment que beaucoup de choses tournent mal en même temps.» Dans sa réponse, Mme Sommaruga n’aborde pas vraiment la contradiction qui consiste à demander à la population de renoncer aux carburants et combustibles fossiles tout en planifiant des centrales au gaz. Mais elle soulève d’elle-même les autres problèmes que présente cette stratégie: «Nous parlons ici d’une situation d’urgence de courte durée, pour laquelle la Commission de l’électricité est en train d’étudier des solutions. Pour l’heure, le prix du gaz est en hausse, et le choix de l’option gaz entraînerait une augmentation de notre dépendance envers l’étranger. Or, nous voulons justement le contraire. Il nous faut malgré tout rester ouverts. Je suis néanmoins frappée par la

fréquence avec laquelle on parle de centrales au gaz et de centrales nucléaires, alors que nous devrions parler de la manière dont nous allons développer le photovoltaïque. Axpo dit ne pas vouloir construire de nouvelles centrales nucléaires car le photovoltaïque est tellement meilleur marché. Le prix du rayonnement solaire n’augmente pas, contrairement au prix du gaz. Il n’est pas non plus poussé à la hausse par des États comme la Russie.»

Une option inéluctable?

Le lendemain de l’interview, les journaux Tamedia ont publié des «Faits sur les 15 questions les plus importantes» concernant la sécurité d’approvisionnement. La question 13 est la suivante: «Pourquoi les centrales au gaz sont-elles soudain à l’ordre du jour?» Réponse: «Les centrales au gaz à cycle combiné peuvent aider à surmonter d’éventuelles pénuries. Cette option n’est pas nouvelle, mais fait partie intégrante de la Stratégie énergétique 2050, que le peuple a approuvée en 2017. Le Conseil fédéral entend la conserver, à condition que les centrales soient exploitées de façon neutre sur le plan climatique. L’Elcom planche actuellement sur la question.» Le gaz a également été évoqué dans l’éditorial du lendemain. Selon ce dernier, si la ministre de l’Énergie a longtemps hésité à s’exprimer sur le sujet, «c’est sans doute en partie parce que la votation sur la loi sur le CO₂ devait poser des jalons en matière de politique climatique. Les centrales au gaz à cycle combiné produisent certes du CO₂, mais elles peuvent aujourd’hui être exploitées de manière respectueuse du climat, même si cela coûte cher. Il serait rassurant d’avoir de telles centrales comme assurance, en tant que solution de secours en cas de pénurie d’électricité en hiver. Plus nous attendrons pour développer un approvisionnement en électricité indigène renouvelable, plus l’option impopulaire du gaz deviendra inéluctable.» (M.Re./D.B. d’après divers articles de presse, octobre 2021)

Suisse

Des forages sont effectués dans la région d'implantation Nord des Lägern depuis début septembre 2021. Celui de **Bachs** est le neuvième, et probablement le dernier, d'une série lancée en 2019. La Nagra souhaite ainsi compléter les données existantes sur le sous-sol dans les régions Jura-est, Nord des Lägern et Zurich Nord-est.



Chantier de Bachs, où se déroule le dernier forage profond de la Nagra. La Nagra annoncera l'année prochaine laquelle des trois régions d'implantation est la mieux adaptée, selon elle, pour accueillir un dépôt profond.

Photo: Nagra

La Confédération souhaite préparer les entreprises suisses à faire face aux problèmes associés à une éventuelle **pénurie d'électricité**. Dans cette optique, l'Organisation pour l'approvisionnement en électricité en cas de crise (Ostral) aide les gros consommateurs à mettre en place les travaux préparatoires en vue d'une éventuelle pénurie d'électricité.

Tous les cinq ans, la branche nucléaire réalise une étude approfondie qui permet de calculer les coûts prévisibles de la désaffectation des installations nucléaires suisses et de la gestion des déchets radioactifs. **L'étude de coûts 2021** de Swissnuclear fait état d'une réserve de sécurité financière et confirme que le financement de la désaffectation et de la gestion des déchets est garanti. Les coûts totaux s'établissent désormais à 23,083 milliards de francs.

Un rapport publié par le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) indique que sans coopération avec l'UE et dans un contexte de réduction du nucléaire, **l'approvisionnement électrique** de la Suisse pourrait subir des interruptions dès 2025.

Alimentés par les exploitants des installations nucléaires, **le fonds de gestion des déchets radioactifs et le fonds de désaffectation pour les installations nucléaires** se chiffraient à environ 8,852 milliards de francs (2019: 8,492 milliards). Les rendements dégagés en 2020 se sont élevés à environ 4,0% (2019: 12,6%). Telles sont les conclusions des rapports et comptes annuels 2017 approuvés par le Conseil fédéral le 17 septembre 2021.

Pour que la Suisse ne rencontre pas de situation de **pénurie d'électricité**, le CEO d'Axpo, Christoph Brand, prévoit que les centrales nucléaires pourront continuer à fonctionner durant 60 ans. Après leur mise hors service, afin de couvrir les menaces de pénurie d'électricité, le courant déficitaire durant les mois d'hiver devra être produit par des centrales à gaz fonctionnant avec du gaz neutre en CO₂.



D'après Axpo, des centrales à gaz supplémentaires seront nécessaires pour éviter les pénuries d'électricité en hiver – mais seulement après 2040, lorsque les centrales nucléaires suisses auront atteint leurs 60 années d'exploitation.

Photo: Axpo

À l'Institut Paul-Scherrer, une patiente atteinte d'un cancer inopérable du poumon a été irradiée avec des **protons**, c'est-à-dire avec des particules chargées positivement. En Suisse, c'est la première fois que ce type d'irradiation, particulièrement précis et qui permet de ménager les tissus sains, est utilisé pour traiter un cancer du poumon. Les médecins espèrent qu'il entraînera moins d'effets indésirables au niveau des tissus pulmonaires et du cœur.

À l'étranger

Pour la première fois depuis l'accident de réacteur de Fukushima-Daiichi, il y a dix ans, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a revu à la hausse ses prévisions de croissance de la **capacité nucléaire** à des fins de production d'électricité au cours des décennies à venir. Elle table désormais sur un doublement d'ici à 2050.

Pieter Timmermans, administrateur délégué de la Fédération des entreprises de Belgique (FEB), regrette que «personne ne [sache] où l'on va» sur la question du nucléaire, et a demandé aux décideurs politiques de **clarifier la situation**.



Pieter Timmermans, administrateur délégué de la FEB: «Nous demandons la fin de l'incertitude et de l'incohérence dans le dossier nucléaire.»

Photo: Le Soir / Mathieu Golinvaux

Dans une lettre ouverte adressée à la Commission européenne, 15 ministres issus de dix États membres de l'UE plaident en faveur de l'énergie nucléaire pour lutter contre les changements climatiques et de son intégration dans la **taxonomie de l'UE** d'ici à la fin de l'année.

Si la Chine souhaite satisfaire les objectifs de l'Accord de Paris en matière de **neutralité carbone**, elle pourrait être amenée à développer rapidement l'énergie nucléaire et à multiplier quasiment par cinq la capacité nucléaire entre 2020 et 2060, et devenir ainsi le plus important parc nucléaire au monde après 2030. Telles sont les conclusions de l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

Dans une «lettre ouverte à l'intention de tous les Allemands», 25 écrivains, journalistes et scientifiques allemands et étrangers de renom ont demandé à **l'Allemagne** de laisser ses centrales nucléaires connectées au réseau, sans quoi les émissions de dioxyde de carbone pourraient augmenter et l'objectif climatique 2030 ne pas être atteint.

Au cours des 50 dernières années, **les réacteurs nucléaires** ont permis d'éviter 72 milliards de tonnes de CO₂ par rapport à une production d'électricité équivalente à partir du charbon. D'après des informations de la World Nuclear Association (WNA), c'est plus de deux fois la quantité totale des émissions de dioxyde de carbone générées chaque année dans le monde.

Les nouvelles technologies nucléaires avancées contribueront à réduire les émissions de CO₂ de **l'Australie**. L'association de l'industrie minière australienne «Minerals Council of Australia (MCA)» demande d'étudier l'utilisation des petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactors, SMR).



Si l'association minière australienne obtient gain de cause, des technologies nucléaires avancées contribueront au futur mix énergétique. L'illustration montre un NuScale Power Module sur un camion.

Photo: NuScale Power

Le constructeur britannique **Rolls-Royce** est soutenu par des investisseurs privés et par le gouvernement britannique dans le cadre du développement des petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactors, SMR).

Le groupe chimique CIECH et Synthos Green Energy ont signé une déclaration d'intention par laquelle les deux organisations souhaitent développer ensemble les petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactors, SMR) et les microréacteurs (MMR) en vue d'une utilisation industrielle en **Pologne**.

La Societata Nationala Nuclearelectrica prévoit de construire en **Roumanie** le petit réacteur modulaire (SMR) développé par NuScale Power d'ici à 2028.

ZE PAK et Synthos Green Energy ont signé un accord portant sur leur collaboration dans le domaine du développement de petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactors, SMR) en **Pologne**.



ZE PAK et Synthos Green Energy ont décidé de lancer ensemble un projet de construction de SMR.

Photo: Synthos Green Energy

L'entreprise brésilienne-argentine Henisa Sudamericana prend en charge les principaux travaux de bétonnage sur le petit réacteur modulaire (SMR) **Carem-25**, en Argentine.



Le chantier du SMR argentin Carem-25 en novembre 2020.

Photo: CNEA

L'Afrique du Sud prévoit de construire de nouvelles centrales nucléaires d'une puissance globale de 2500 MW afin d'accroître sa sécurité d'approvisionnement. D'après la vice-ministre de l'Énergie sud-africaine, Nobuhle Pamela Nkabane, l'attribution des marchés sera finalisée en 2024.

Près de 40 millions d'euros sont nécessaires pour financer des travaux d'assainissement urgents qui permettront d'éliminer le danger que représentent les déchets radioactifs et toxiques en **Asie centrale**. Telles sont les conclusions d'une nouvelle estimation des coûts rendue publique par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Le gouvernement sud-africain a autorisé la construction d'un **réacteur polyvalent** afin de remplacer le réacteur de recherche Safari 1 au centre de recherche nucléaire de Pelindaba, à l'ouest de Pretoria.

L'autorité japonaise de sûreté nucléaire (NRA) a autorisé la remise en service de **Shimane 2**, exploitée par Chugoku Electric Power Company. Mais avant que le réacteur à eau bouillante ne puisse reprendre la production d'électricité, son exploitante doit obtenir l'autorisation des autorités locales

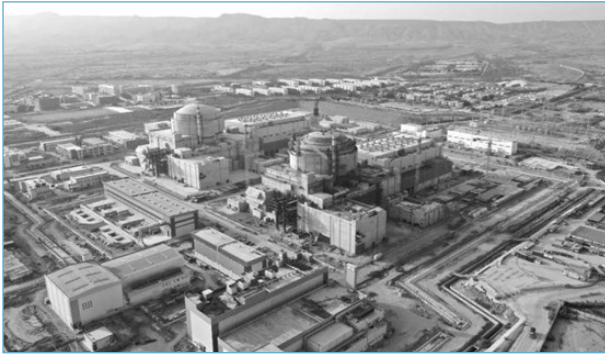
Une réaction en chaîne autoentretenue a été générée pour la première fois dans le premier et quelques semaines plus tard dans le second réacteur haute température refroidi au gaz de **l'installation de démonstration HTR-PM** de Shidaowan, dans la province chinoise de Shandong. →



Les opérateurs de la salle de commande font diverger le premier des deux réacteurs haute température refroidis au gaz de l'installation de démonstration HTR-PM.

Photo: China Huaneng Group

Le circuit primaire et le circuit secondaire de la tranche **Karachi 3** du type Hualong-One, située dans la province chinoise du Fujian, ont été soumis, avec succès, aux tests à chaud hydrauliques.



Karachi 3 se rapproche de la mise en service.

Photo: CNNC

La tranche nucléaire **Barakah 2** a délivré de l'électricité sur le réseau local pour la première fois. Les Émirats arabes unis (EAU) ont ainsi mis en service la deuxième des quatre tranches prévues.



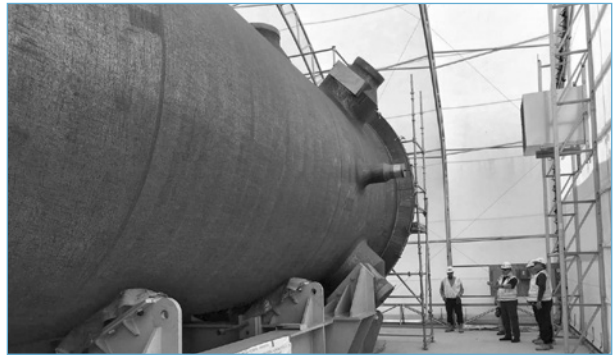
La tranche Barakah 2, du type APR-1400, a produit de l'électricité pour la première fois le 14 septembre 2021.

Photo: FANR

Exelon Generation se prépare à la poursuite du fonctionnement de ses centrales nucléaires de **Byron** et de **Dresden**, alors que la nouvelle loi sur l'énergie de l'État américain de l'Illinois vient d'être adoptée.

Le Département américain de l'énergie (DOE) soutient, à hauteur de 20 millions de dollars, la démonstration d'une technologie qui permettra de produire de **l'hydrogène** à partir du nucléaire.

L'achèvement de la tranche nucléaire ukrainienne **Khmelnitski 4** pourrait être accéléré en utilisant des composants prévus initialement pour le projet Virgil C. Summer, aux États-Unis.



Des dirigeants d'Energatom examinent la cuve de pression destinée initialement au projet de construction sur le site de Virgil C, dans l'entrepôt de Westinghouse.

Photo: Energatom

Oglethorpe Power Corporation estime que les réacteurs 3 et 4 de la centrale nucléaire américaine de **Vogtle** pourront être mis en service commercial respectivement en juin 2022 et en juin 2023, comme l'a annoncé l'entreprise le 26 août 2021 dans un discours destiné aux investisseurs.



Oglethorpe Power – co-proprétaire des tranches nucléaires Vogtle 3 (gauche) et Vogtle 4 actuellement en construction – a prévu de constituer des réserves budgétaires afin de pouvoir faire face à d'éventuels retards de mise en service.

Photo: Georgia Power

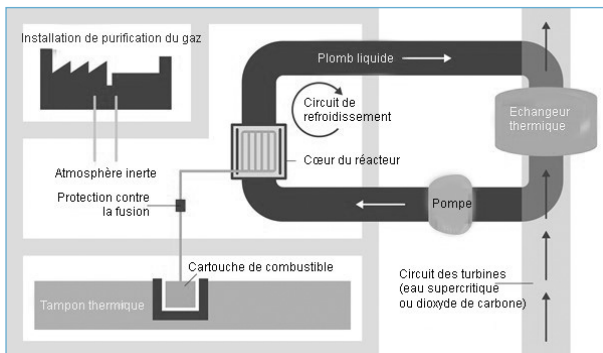
À l'occasion du Eastern Economic Forum organisé à Vladivostok, le président du **Kazakhstan**, Kassym-Jomart Tokaïev, s'est dit favorable à la construction d'une centrale nucléaire dans le pays.



Kassym-Jomart Tokaïev estime que le Kazakhstan a besoin d'une centrale nucléaire.

Photo: Présidence kazakh

La start-up nucléaire germano-canadienne **Dual Fluid** a achevé avec succès sa première ronde de financement. Les investisseurs privés ont apporté près de 7 millions de dollars canadiens. D'après Dual Fluid, la prochaine ronde de financement est prévue dans les 18 mois à deux ans à venir, et s'adressera également à des investisseurs institutionnels.



Le réacteur à fluide double breveté est un réacteur rapide fonctionnant avec du combustible liquide et un circuit de refroidissement au plomb liquide séparé.

Photo: Dual Fluid

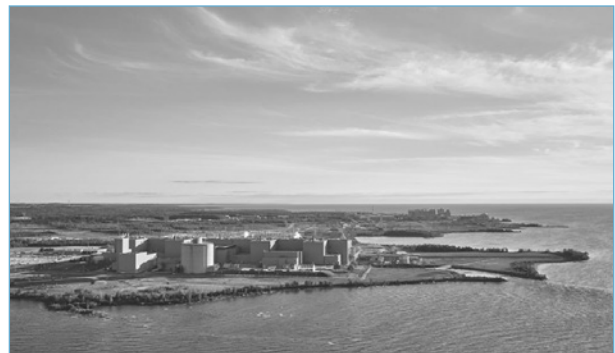
Le second module de la bobine centrale du transformateur du réacteur thermonucléaire expérimental international (**Iter**) – aussi appelé solénoïde central – est arrivé au port de Fos-sur-Mer le 6 octobre 2021.



Le module de 110 tonnes est un des trois «modules inférieurs» du solénoïde central, composé de six modules au total. La photo montre la traversée de l'étang de Berre à bord d'une péniche spécialement construite.

Photo: Organisation Iter

Bruce Power L.P. a obtenu l'autorisation de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) de lancer la production commerciale de l'isotope médical **lutétium-177** dans sa centrale. (M.A./C.B.)



La centrale nucléaire de Bruce, dans la province canadienne de l'Ontario, sera la première au monde à produire l'isotope médical lutétium-177 à une échelle commerciale.

Photo: Bruce Power

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

Anna Veronika Wendland

Historienne de l'Europe de l'Est et de la technologie



Avenir de la société industrielle et crise climatique: peut-on faire l'économie d'un nouveau débat sur le nucléaire?

Dans un article intitulé «Le nucléaire, notre dernier espoir» publié au cours de l'été 2020, la *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung* s'est penchée sur la question de savoir si une suspension de la sortie du nucléaire pourrait faire progresser l'Allemagne en matière de politique climatique. Son auteur, Konrad Schuller, y fait un constat étonnant: il ne lui a pas fallu longtemps pour trouver deux personnalités vertes de premier plan qui considèrent la sortie du nucléaire comme une erreur. «Nous avons abattu le mauvais porc», affirme l'une d'elles en se référant au fait que les centrales au charbon resteront en service bien longtemps après la sortie du nucléaire.

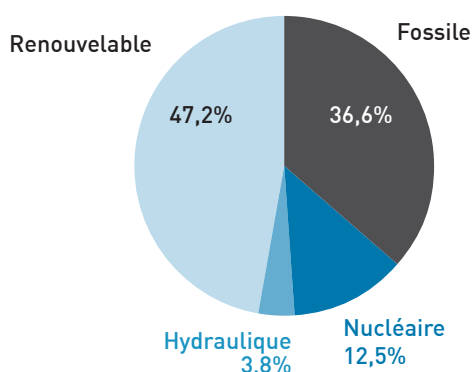
Depuis, bon nombre de politiques et de capitaines d'industrie ont fait des déclarations similaires, non seulement en Allemagne mais aussi en Suisse, pays dont les plans de transition énergétique sont similaires à ceux de l'Allemagne, mais qui dispose d'un double avantage par rapport à cette dernière: la Suisse ne s'est pas imposé la pression d'une échéance fixe pour abandonner l'atome et son mix énergétique est complètement différent de celui de l'Allemagne, ce qui lui donne une plus grande marge de manœuvre.

Le graphique de la page 23 présente la production d'électricité suisse au cours d'une semaine typique de début d'automne: le nucléaire et la force hydraulique, deux technologies sobres en carbone, sont prédominantes; les pics de consommation sont absorbés par la capacité domestique de pompage-turbinage et par des importations, notamment d'électricité nucléaire en provenance de France. On ne change pas une équipe qui gagne. C'est ce qu'on pourrait dire, dans l'optique de la réalisation des objectifs climatiques, à propos de la Suisse et de son industrie de l'électricité.

Du fait de sa décision d'abandonner l'atome, la Suisse se retrouve confrontée à la grande question de savoir par quoi il convient de remplacer le tiers nucléaire de sa production d'électricité, lequel – avec ses 12 g de CO₂ par kWh – remplit aujourd'hui déjà toutes les exigences de protection du climat fixées par le GIEC pour la génération de courant. La stratégie énergétique de la Suisse prévoit de recourir avant tout au photovoltaïque (PV) et à la force hydraulique. Mais les projets d'extension des installations hydroélectriques, comme d'ailleurs les projets éoliens, se heurtent à des oppositions. Le PV suscite moins de résistance, mais recèle d'autres problèmes, que j'aborderai plus bas. En parallèle, le modèle d'affaires de l'industrie hydraulique suisse est mis à mal par le dumping pratiqué sur le courant éolien allemand lorsque la situation météorologique le permet, ce qui constitue un facteur dissuasif pour les projets hydroélectriques. La Suisse va-t-elle tomber dans le piège du gaz naturel, comme cela semble déjà être le cas de l'Allemagne?

La production nette d'électricité en Allemagne en 2020

488,4 TWh



Source: Fraunhofer ISE, 2021, www.energy-charts.info
© 2021 Forum nucléaire suisse

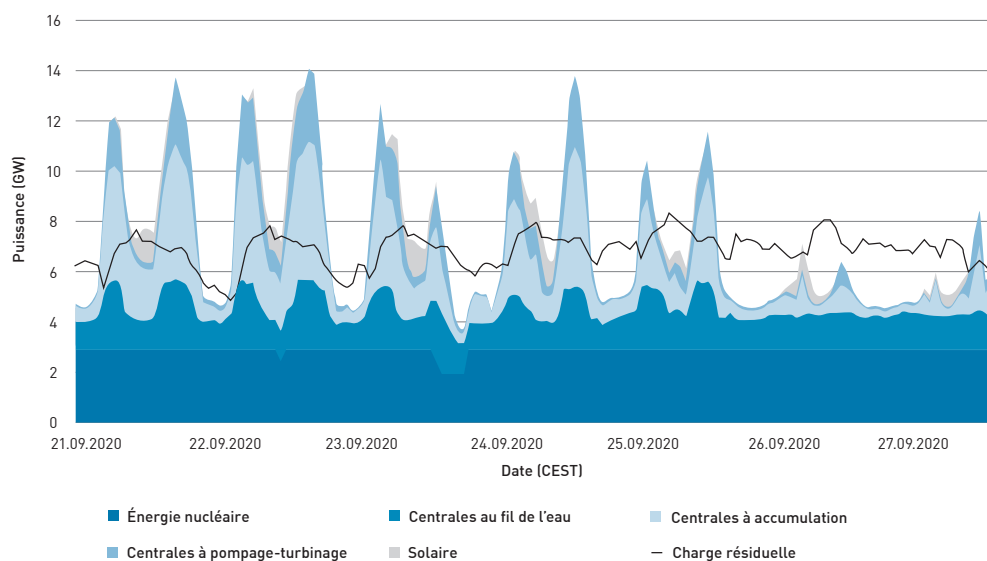
forte. Si nous analysons son évolution exclusivement à l'aune de la protection du climat, l'Allemagne a détruit d'une main ce qu'elle a construit de l'autre, annulant par la sortie du nucléaire les économies d'émissions obtenues par le développement du renouvelable. Elle stagne maintenant à la moitié du développement des énergies renouvelables visé, essentiellement en raison de l'orientation de base, je dirais même de l'orientation constitutionnelle, du tournant énergétique allemand, dont l'objectif premier était l'abandon du nucléaire et non la protection du climat, laquelle n'a constitué qu'un objectif secondaire durant de nombreuses années. C'est là précisément ce qui est en train de tordre le cou de l'objectif allemand de décarbonisation.

Le nucléaire compte encore pour 12% de la production allemande d'électricité, malgré l'érosion radicale qui touche le parc de centrales depuis 2000, et encore davantage depuis la décision d'abandonner l'atome prise en 2011. Les îlots résiduels de la production nucléaire d'électricité en Allemagne – à savoir cinq réacteurs à eau sous pression et un réacteur à eau bouillante – produisent autant d'électricité que l'ensemble des installations photovoltaïques construites en 20 ans à grand renfort de subventions (lesquelles se montent à plusieurs milliards d'euros), et autant que la moitié de l'éolien, lui aussi mis en place en 20 ans moyennant des subventions à hauteur de plusieurs milliards d'euros.

L'Allemagne mise sous pression par la nécessité de décarboner

Malgré 20 ans de transition énergétique, le mix énergétique de l'Allemagne est beaucoup plus sale que celui de la Suisse, de sorte que les Allemands sont soumis à une pression de décarbonisation beaucoup plus

Production d'électricité suisse au cours d'une semaine typique de début d'automne



Source: Swiss Energy Charts

ros. Quant à la part des énergies fossiles (lignite domestique, houille et gaz naturel importés), elle s'élève à un niveau déprimant.

Pour protéger le climat, c'est cette part-là qu'il faudrait commencer par réduire. Mais que fait-on? On abandonne l'atome. Le 1^{er} janvier 2023, plus aucune centrale nucléaire allemande ne sera raccordée au réseau. L'Allemagne produira 60 TWh de courant décarboné en moins par an, et elle disposera de 8,5 GW en moins de puissance garantie sur le réseau. Compte tenu de la longueur des phases de planification et de construction, y compris en ce qui concerne l'éolien allemand, et vu l'inexistence d'une technologie de stockage de l'électricité à l'échelle industrielle, il est évident que la fermeture des dernières centrales nucléaires encore en service sera d'abord une assurance-vie pour les centrales fossiles. Chacun peut s'en convaincre en faisant le calcul. Et selon le plan actuel de sortie du charbon, l'abandon de ce combustible ne sera pas effectif avant 2038, même si la future coalition gouvernementale souhaite avancer le plus vite possible en la matière – en espérant que la hausse de la taxe CO₂ perçue sur l'électricité issue du charbon l'y aidera.

En Allemagne comme en Suisse, de plus en plus de voix s'élèvent pour exprimer des doutes quant au bien-fondé de la séquence choisie pour l'abandon des différentes énergies: l'Allemagne devrait abandonner le charbon avant le nucléaire si elle veut atteindre des objectifs climatiques de plus en plus ambitieux. En Suisse, on se demande de plus en plus ce qui se passera en l'absence du robuste socle que constitue l'électricité d'origine nucléaire.

Dans les deux pays, les habitants sont de plus en plus nombreux à se demander si, au beau milieu d'une crise climatique dont l'existence est reconnue par tous les politiques, il est judicieux d'abandonner une technologie de production d'électricité à la fois sobre en carbone et garantissant un approvisionnement parfaitement régulier. Contrairement à la Suisse, l'Allemagne ne dispose pas de réserves hydroélectriques notables, raison pour laquelle la question suivante se pose avec plus d'acuité que jamais: pouvons-nous réaliser cette transformation tout en restant un pays industrialisé?

Dans le contexte du «European Green Deal», le gouvernement fédéral allemand a encore renforcé ses objectifs de réduction des émissions de CO₂: -65% d'émissions en 2030 et -95% en 2050, par rapport à 1990. Comme il implique une électrification croissante, ce renforcement des objectifs entraînera une hausse de

la consommation brute d'électricité, qui passera à 700–780 TWh_{el} d'ici 2030 et à 1250–1570 TWh_{el} à l'horizon 2050.

Cette hausse nécessiterait entre autres de multiplier par 2,9 à 3,8 la puissance des systèmes photovoltaïques (155–199 GW_{el}) et de multiplier par 2,1 à 2,3 celle des éoliennes terrestres et offshore (131–144 GW_{el}) d'ici 2030, par rapport à aujourd'hui.

Le stockage de courte durée (aujourd'hui inexistant), et en particulier les batteries stationnaires, devrait lui aussi être développé, jusqu'à atteindre 84 GWh_{el}. Il sera en outre nécessaire de stocker à long terme le gaz «vert» issu de l'hydrogène produit par électrolyse à partir de l'énergie éolienne, de manière à survivre aux périodes sans vent grâce à la reconversion de ce gaz en électricité. Les études évaluent la capacité de stockage nécessaire à une fourchette comprise entre 8 et 80 TWh. Là aussi, il n'existe pour l'heure aucune infrastructure en dehors des installations pilotes.

Les développements requis sont donc les suivants: un bond de zéro à 84 GWh de capacité dans le secteur du stockage de courte durée sur batterie, et la création de l'équivalent de 60 à 150 centrales nucléaires sous la forme de centrales au gaz – dans un marché où l'avenir du «gaz vert» est incertain, ne serait-ce qu'en raison du coût de ce produit. Ce n'est pas un hasard si tous les scénarios de tournant énergétique prévoient de recourir au sempiternel gaz naturel pendant une période assez longue.

Aspects matériels et écologiques des énergies renouvelables

Jetons un regard sur les aspects purement matériels et écologiques de cette histoire. C'est d'autant plus nécessaire que les besoins en matériaux, les industries d'extraction, les flux de masse et les atteintes au paysage semblent ne plus avoir d'importance dès lors qu'il est question d'installations PV et de parcs éoliens. Les photos présentées montrent la plupart du temps des installations isolées sur fond de paysage naturel dans les tons bleus et verts. On ne voit pratiquement jamais les parcs photovoltaïques d'Asie du Sud-Est, qui peuvent recouvrir des collines entières. À part les écologues, personne ou presque ne semble conscient du fait que les parcs éoliens constituent une charge énorme pour des paysages et une biodiversité ayant déjà bien souvent subi des atteintes. À la place, la vision qui s'est installée dans les esprits de nos concitoyens est celle d'énergies renouvelables «douces», sans caractère massif ni interactions, tandis que le vocable de

centrale nucléaire n'évoque pas les installations peu invasives de Gösgen ou Grohnde (Allemagne) en fonctionnement de puissance, mais des montagnes de fûts de déchets radioactifs, des terrils de mines d'uranium et des explosions de réacteurs soviétique et japonais.

Prenons par exemple la centrale nucléaire Isar 2, en Allemagne. Elle produit environ 12 TWh d'électricité par an. Selon le GIEC, le bilan carbone de l'énergie nucléaire est similaire à celui de l'éolien: 12 g d'équivalent-CO₂ par kWh. Si l'on veut remplacer Isar 2 par des éoliennes modernes de 5 MW, d'une hauteur de moyeu allant jusqu'à 160 m, d'un diamètre de rotor d'environ 160 m et d'une hauteur totale pouvant atteindre 230 m, il nous faudra, compte tenu de la disponibilité moyenne au travail des éoliennes terrestres, construire pas moins de 1245 installations. Si l'on se fonde sur les indications des fabricants, qui pêchent le plus souvent par excès d'optimisme, ce nombre pourrait être réduit quelque peu, mais atteindrait encore 810 installations. Cela représente une sacrée quantité de béton, d'acier et de divers autres métaux, de terres rares et de matériaux composites à base de fibres de carbone non recyclables. Les matières premières proviennent pour la plupart d'industries d'extraction asiatiques, avec à la clé des conditions de travail et des impacts environnementaux pires que ceux, souvent décriés, de l'extraction d'uranium. En termes de surface au sol, le parc éolien requis pour remplacer Isar 2 occuperait entre 311 et 478 km², selon la base de calcul utilisée (nous appliquons ici les règles de distance usuelles dans la branche). Cela correspond à 1 à 1,5 fois la superficie d'une ville comme Munich, ou à un carré de 17 à 22 km de côté.

Réfléchissons maintenant à l'ampleur des besoins de décarbonisation de l'industrie dans les pays industrialisés. Il y a quelque temps, l'industrie chimique allemande a fait état, pour elle seule, d'un besoin de 600 TWh/an. Il n'est certes pas exclu que ces besoins diminuent d'ici 2050 grâce aux gains d'efficacité et à de nouvelles technologies pour les procédés industriels, mais même s'ils étaient réduits de moitié, ils représenteraient encore une quantité d'énergie colossale. Pour faire passer une seule usine sidérurgique de la voie des hauts-fourneaux à celle de la réduction de l'hydrogène, il faudrait – outre des investissements élevés dans une infrastructure d'électrolyse – une quantité d'électricité équivalente à la production annuelle de près de trois centrales nucléaires comme Isar 2, soit 33 TWh.

Pour atteindre ses objectifs climatiques renforcés, l'Allemagne devrait disposer de deux fois plus

d'éoliennes qu'aujourd'hui. Actuellement, le pays en compte quelque 30 000, dont bon nombre dans des classes de puissance relativement faibles. Ces installations devraient être construites en aussi peu d'années que possible. Difficile de ne pas se décourager au vu des surfaces requises par une telle entreprise – on parle de 2% du territoire du pays – et des flux de matières qui seraient ainsi créés. Car il faudra, par-dessus le marché, multiplier par quatre les installations photovoltaïques sur les toitures ou au sol.

La même réflexion peut être menée pour la Suisse. Les calculs à la base des Perspectives énergétiques 2050+ (Variante de base ZÉRO) me semblent toutefois presque modérés à la lumière des chiffres évoqués ci-dessus. Ils tablent sur une forte baisse de la consommation totale d'énergie finale, qui devrait passer de 783 PJ en 2000 à 524 PJ à l'horizon 2050. La Suisse a le grand privilège de ne devoir remplacer «que» le tiers nucléaire de son mix énergétique, tandis que l'Allemagne est confrontée à un problème incomparablement plus grand. En Suisse, la hausse de la consommation d'électricité (11% d'ici 2050) semble gérable. En comparaison: les études faites pour l'Allemagne prévoient que la consommation électrique de ce pays sera deux à trois fois plus élevée en 2050.

Pour remplacer le nucléaire, la Suisse entend recourir au renouvelable en mettant presque exclusivement l'accent sur le photovoltaïque (34 TWh) et la force hydraulique (38,6 TWh). Mais la réussite de ce projet dépend de la question de savoir si la force hydraulique pourra continuer à jouer le même rôle qu'aujourd'hui tout au long d'étés marqués par les changements climatiques et si l'énergie nucléaire, qui garantit du courant de jour comme de nuit, peut véritablement être remplacée efficacement par le PV. Le développement massif du PV requiert une proportion importante de diverses matières, et sa durabilité est remise en question, car le bilan carbone de cette technologie est quatre fois plus élevé que celui du nucléaire et de l'éolien. Sans compter que la zone grise des importations induit aussi un risque de dépendance aux centrales au gaz fossile. En fait, on a envie de conseiller aux Suisses de ne rien changer à leur mix énergétique.

Du rôle de l'énergie nucléaire dans une politique énergétique réformée

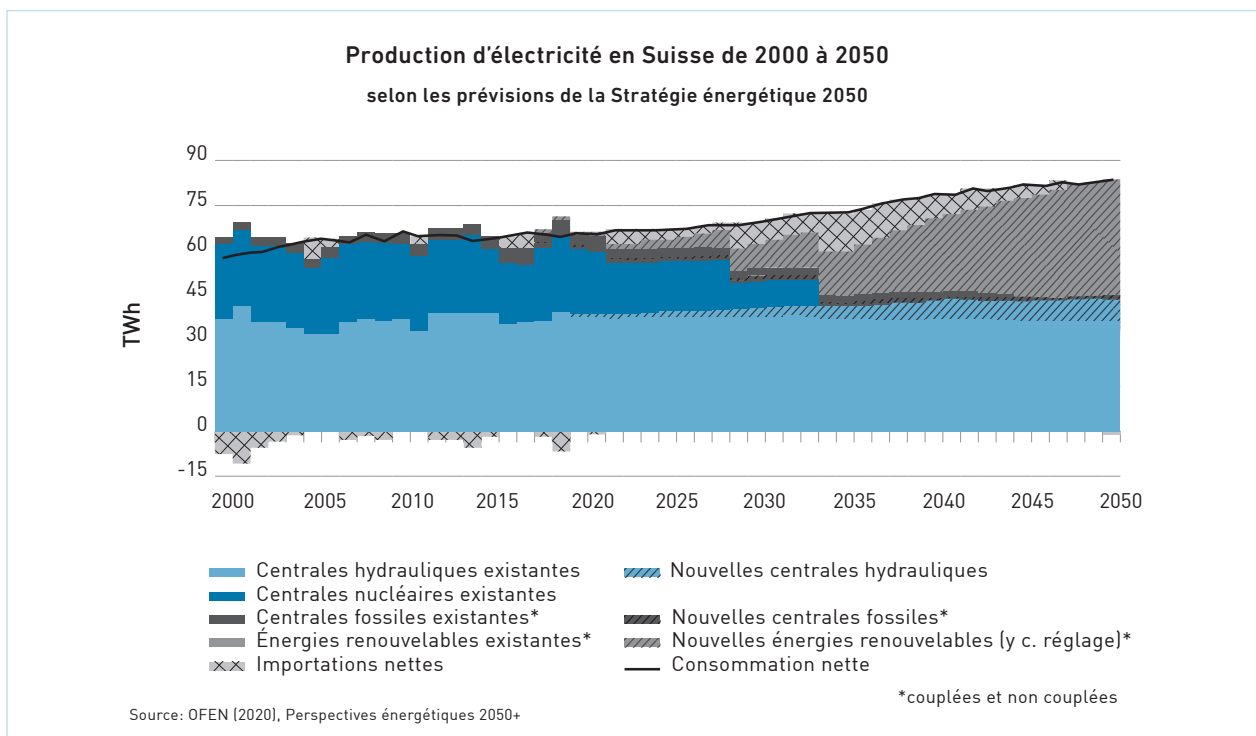
Paradoxalement, il découle des considérations ci-dessus que l'Allemagne aurait beaucoup plus besoin de conserver son parc nucléaire que la Suisse, qui, elle, est riche en hydroélectricité. Car l'Allemagne pointe

loin derrière la Suisse au classement des pays les plus sobres en carbone.

Mais une question fondamentale se pose aussi à la Suisse: celle de savoir s'il est vraiment censé de consentir à un effort gigantesque pour remplacer une production bien établie, bon marché et sobre en carbone, par du photovoltaïque, une technologie coûteuse qui émet rien de moins que 40 g de CO₂ par kWh. Sans compter que la production d'électricité photovoltaïque varie en fonction de l'heure de la journée et de la saison, et qu'elle est très faible en hiver et donc tributaire des technologies de stockage ainsi que du développement du réseau. Dans une telle situation, il convient de peser le pour et le contre en faisant fi de toute considération idéologique: que risquons-nous si nous CESSONS d'utiliser le nucléaire? L'Allemagne, à l'évidence, risque de ralentir la réalisation de ses objectifs climatiques, voire d'échouer complètement en la matière. La Suisse et l'Allemagne vont dans tous les cas au-devant d'un effort économique gigantesque. Et est-il acceptable de faire dépendre le sort de nos centrales nucléaires d'accidents survenus à l'étranger? Les centrales nucléaires de Suisse et d'Allemagne, extrêmement robustes en termes de sûreté, ne sont pas comparables à Tchernobyl et Fukushima.

Quant au problème de la gestion des déchets, il est maîtrisable. La Suisse est nettement plus avancée que l'Allemagne en matière de recherche de sites pour dépôts en couches géologiques profondes. L'Allemagne, en revanche, a depuis longtemps mis en service un dépôt pour déchets chimiques hautement toxiques et qui ne se désintègrent jamais, dépôt dont personne ne parle, dont personne ne s'inquiète et qui ne suscite aucun débat. La tâche de sécuriser des déchets radioactifs dégageant de la chaleur est certes plus exigeante, mais elle reste réalisable. Il n'est pas non plus nécessaire de surveiller le dépôt pendant un million d'années, mais seulement pendant la période allant jusqu'à sa fermeture.

Anna Veronika Wendland est historienne de l'Europe de l'Est et de la technologie. Basée à Marburg, elle a effectué durant de nombreuses années des recherches dans des centrales nucléaires d'Europe de l'Est et d'Allemagne pour son mémoire d'habilitation, consacré à la modernité nucléaire. Elle tient sur salonkolumnisten.com un blog dédié aux questions climatiques et énergétiques ainsi qu'à la sûreté nucléaire. C'est une interlocutrice très demandée dans le débat actuel sur le climat.



Du poids de l'atome dans les sacs à dos de nos petits-enfants

Il n'est guère besoin de rappeler que l'Autriche n'a jamais mis en service de centrale nucléaire. Sa constitution veille à ce qu'il en reste ainsi. La position de la république alpine dans la controverse européenne sur l'énergie nucléaire n'a donc rien de surprenant.

Ce qui en revanche est étonnant, voire choquant, ce sont les propos tenus par Margarete Schramböck, la ministre autrichienne de l'Économie, lors d'une séance du Conseil «Compétitivité» (une instance du Conseil de l'UE), à propos de la politique climatique de l'Union: «Je constate que de nombreux pays d'Europe misent sur l'énergie nucléaire et je trouve scandaleux que M. Timmermans, vice-président de la Commission, qualifie l'électricité nucléaire de neutre en CO₂. À mon sens, mettre le nucléaire dans le sac à dos de nos petits-enfants, c'est leur imposer un lourd fardeau, et nous ne saurions prendre une telle responsabilité. Il n'est pas non plus justifié de traiter de la même manière les pays qui, comme l'Autriche, réussissent à atteindre leurs objectifs climatiques sans recourir à l'atome, et les autres. À mon avis, il incombe à la Commission de trouver une solution en la matière.»

Lorsqu'on est la ministre autrichienne de l'Économie, on peut se permettre de dire qu'il est scandaleux de qualifier l'énergie nucléaire de neutre en CO₂. Mais il faut alors accepter de se voir accuser de résistance aux faits. Sans compter qu'il y a peut-être des Autrichiens qui trouvent inadmissible que leur ministre de l'Économie reconnaisse indirectement que les objectifs climatiques seraient plus faciles à atteindre en recourant à l'atome.

À notre avis, il serait assez scandaleux que les États membres ayant renoncé au nucléaire pour des raisons idéologiques se voient accorder un traitement préférentiel pour la réalisation de leurs objectifs climatiques. En revanche, l'idée de mettre de l'énergie nucléaire dans des sacs à dos mérite au moins un bref examen... (M.Re./D.B.)

Suite de la page 26

Les détracteurs de l'atome prétendent que l'argent qui serait dépensé pour le nucléaire cesserait d'être disponible pour du renouvelable, raison pour laquelle le nucléaire serait nuisible au climat. Mais quel est donc notre objectif commun? C'est de lutter contre le réchauffement climatique, non de mettre en place une industrie du renouvelable, chose qui ne saurait constituer une fin en soi. Le fil conducteur de l'action politique et sociétale ne peut et ne doit être rien d'autre que la mise en œuvre de l'Accord de Paris. Si cet objectif est plus vite atteignable avec le nucléaire que sans, à une époque où les technologies avancées de stockage de l'énergie ne sont pas encore disponibles, je plaide pour le maintien du nucléaire.

L'utilisation de l'énergie nucléaire pourrait alléger l'énorme pression à la réussite qui pèse sur le renouvelable, tout en éloignant le cauchemar que représenterait un échec de ces mêmes renouvelables. Et surtout, elle allégerait la pression qui pèse sur nos paysages, auxquels le développement de l'éolien et

de l'hydraulique infligerait des dommages massifs. On peut imaginer, comme dans d'autres pays, un système énergétique basé sur la complémentarité, dans lequel les centrales nucléaires et les énergies renouvelables travailleraient main dans la main pour satisfaire les besoins en électricité immensément accrus de l'avenir. En fait, tout appelle à la complémentarité – et à un peu plus de sérénité et moins de rigorisme dans les questions de politique énergétique. La Suisse étant le pays du calme et de la pondération, je pense qu'il y a de bonnes chances pour que les mauvaises décisions qui y ont été prises puissent encore être révisées. (D.B.)

► Cette chronique est un résumé de la présentation donnée par Mme Wendland lors de la Rencontre du Forum tenue le 6 octobre 2021 à Zurich.

Nouvelles internes

Le site internet du Forum nucléaire suisse adopte un nouveau look

La Forum nucléaire suisse a modernisé son site internet: un design coloré, davantage d'images et une navigation simplifiée guident les utilisateurs de manière intuitive à travers les pages du site.

Les dernières informations relatives à l'énergie nucléaire et au Forum nucléaire sont visibles dès la page d'accueil. Grâce à son design plus coloré, le nouveau site est plus dynamique et plus moderne que son prédécesseur. Une grande image (cf. **1** sur l'illustration, p. 30) illustre l'article du moment. L'encadré «À la une» (**2**), juste à côté, propose d'autres articles, des manifestations, des communiqués de presse, etc. L'utilisateur y trouvera notamment des contenus d'actualité sur tous les domaines thématiques.

Notre site continue à être disponible en allemand et en français. La langue peut être sélectionnée tout en haut à droite (**3**). Juste à côté, à gauche, vous avez accès à un formulaire de contact, à la zone «À propos de nous», à un espace dédié aux médias et à notre plateforme interactive Nuclearplanet (**4**).

Quatre grands champs thématiques

Les contenus ne sont plus structurés selon les différents formats de publication Feuilles d'information, E-Bulletin, Communiqués de presse, etc. mais sont regroupés par thème: «Autour des centrales nucléaires», «Technologies innovantes», «L'électricité de demain» et «Réseau et carrière».

Ces champs thématiques (**5**) se trouvent tout en haut de la page d'accueil. Pour accéder à l'ensemble du contenu concerné, il suffit de cliquer sur le champ correspondant. Des sous-thèmes permettent ensuite d'entrer dans le détail. Ainsi, le champ thématique «Autour des centrales nucléaires» comprend notamment les sous-thèmes «Approvisionnement», «Construction et exploitation» et «Sûreté». Chaque article publié est attribué, au moins, à un champ thématique. Ce dernier est surligné en vert sous la zone de prévisualisation de chaque article (**6**).

Nouvelles et grands dossiers

Outre le champ thématique, le format est également indiqué sur la zone de prévisualisation de l'article (**7**). Un nouveau format «Nouvelles» apparaît aux côtés des anciens «Feuille d'information», «Communiqué de presse», «Manifestation», «Vidéo» et «Podcast».

Les contenus de l'ancien «E-Bulletin» apparaissent désormais sous l'intitulé «Nouvelles». Comme avant, les principales informations du domaine de l'énergie nucléaire et de la technique nucléaire sont présentées par ordre chronologique. Les articles publiés depuis 1998 peuvent être consultés et sont triés selon les nouveaux champs thématiques et sous-thèmes.

«Sous la loupe» (**8**) regroupe des informations portant sur un sujet auquel il convient d'accorder une attention particulière. Ces aperçus sont mis en évidence sur la page d'accueil par une couleur distinctive. En cliquant sur l'encadré, vous aurez accès à tous les contenus du thème concerné.

Quoi d'autre?

Avant de procéder à la refonte de notre site internet, nous avons interrogé des membres et experts de la branche. Ces discussions ont mis en évidence le fait que nous n'avions plus besoin d'un espace réservé aux membres. Nous avons donc décidé de supprimer celui-ci. Les versions PDF du Bulletin papier, qui jusqu'à présent pouvaient être téléchargées depuis l'espace réservé aux membres, sont désormais disponibles pour tous.

À noter également le nouveau champ de recherche «Mes thèmes» (**9**), en haut de la page. Les utilisateurs peuvent demander une sélection par thème, sous-thème, format, région et pays, ainsi que sur une période. Seuls les contenus correspondants apparaissent sous «Mes thèmes». Ces filtres sont sauvegardés même après avoir quitté la page, et peuvent être à nouveau appliqués ultérieurement.

Il est possible de s'inscrire à notre newsletter et de demander une adhésion au Forum nucléaire suisse (**10**) en bas de chaque page.

Vous trouverez également nos recommandations de thèmes tout en bas de la page (**11**). Le Forum nucléaire suisse propose ici une sélection de sous-thèmes très présents dans l'actualité ou revêtant une importance particulière.

La Boutique (12) a été remplacée par un formulaire qui permet de commander des feuilles d'information, le Bulletin réservé aux membres et d'autres publications du Forum nucléaire suisse.

Nouvelle newsletter personnalisée

La newsletter hebdomadaire (13) a, elle aussi, fait peau neuve. Ainsi, les nouveaux abonnés ont la possibilité d'adapter la newsletter à leurs intérêts personnels et de recevoir l'actualité du champ thématique donné choisi. Ce choix peut être modifié à tout moment. Les abonnés actuels continuent à recevoir la totalité des articles mais peuvent aussi adapter leur abonnement via le lien «Modifier les paramètres de ma newsletter», qui se trouve en bas de la newsletter envoyée.

Plateforme de stage

La plateforme de stage (14) nouvellement créée par le Forum nucléaire suisse doit servir de point de contact central pour les étudiants des filières de technologie et de sciences naturelles. Elle sera lancée au cours de l'année 2022. Les étudiants ont la possibilité ici de s'informer sur les places de stages proposées dans la

branche nucléaire et de postuler directement auprès des interlocuteurs compétents. Chaque entreprise qui propose un stage informe sur les missions concernées, les exigences requises et la durée du stage. La plateforme de stage sera actualisée régulièrement. (A.D./C.B.)

► Découvrez le nouveau look de notre site internet www.forumnucleaire.ch!

Champs thématiques

Autour des centrales nucléaires	Technologies innovantes	L'électricité de demain	Réseau et carrière
Approvisionnement	Génération IV	Politique et société	Personnes
Construction et exploitation	SMR	Sécurité d'approvisionnement	Réseau
Sûreté	Fusion	Approvisionnement énergétique	Formation et formation continue
Radioprotection	Hydrogène	Rentabilité	Emplois/stages
Démantèlement	Radioactivité	Environnement et climat	
Gestion des déchets	Médecine nucléaire et radioisotopes	Prises de position	
Responsabilité civile	Science	Législation	

5) Tout sur les centrales nucléaires Technologies innovantes Électricité de demain Réseaux et carrières

4) À propos de nous Médias Nuchaplanet

3) Mes sujets

Forum nucléaire suisse

La plateforme d'information et de discussion sur le nucléaire.

1) Pays-Bas: l'énergie nucléaire fait son retour dans l'agenda politique

26 oct. 2023 • Nouvelles

Un comité de conseil a recommandé au cabinet des ministres néerlandais de réviser la politique énergétique néerlandaise en faveur de l'énergie nucléaire. Le gouvernement néerlandais a annoncé qu'il envisageait de construire deux réacteurs nucléaires à la fin des années 2030.

2) La Nasa cherche des idées pour un réacteur sur la lune

26 oct. 2023 • Nouvelles

Le programme Artemis de la NASA vise à envoyer des astronautes sur la lune. Une partie de ce programme consiste à développer des technologies nucléaires pour fournir de l'énergie et de la chaleur sur la lune.

3) Let's talk about... énergie nucléaire et climat

29 oct. 2023 • Vidéo

Le nucléaire est une solution clé pour réduire les émissions de CO2 et lutter contre le changement climatique. Cette vidéo explore les avantages de l'énergie nucléaire et comment elle peut contribuer à un avenir plus durable.

4) Le climat et le rôle du nucléaire

1 oct. 2023 • Bon à savoir

Le nucléaire est une source d'énergie à faible émission de carbone qui peut jouer un rôle crucial dans la transition énergétique. Cette vidéo explique comment le nucléaire peut aider à atteindre les objectifs de réduction des émissions.

5) Le nouveau bris-glace atomique russe a commencé son premier voyage d'essai dans le golfe de Finlande

29 nov. 2023 • Nouvelles

Le bris-glace nucléaire russe, le Leningrad, a effectué son premier voyage d'essai dans le golfe de Finlande. Ce projet vise à améliorer la navigation et à réduire les émissions de CO2 dans la région.

6) Westinghouse a obtenu un contrat de 2,5 milliards de dollars pour construire des tranches AP1000

23 nov. 2023 • Nouvelles

Westinghouse a obtenu un contrat de 2,5 milliards de dollars de la part de la Commission de sûreté nucléaire américaine (NRC) pour construire deux réacteurs AP1000 à la centrale nucléaire de Vogtle en Géorgie.

7) L'efficacité issue de la fusion: une option pour l'avenir

25 nov. 2023 • Nouvelles

La fusion nucléaire est une source d'énergie potentiellement illimitée et à faible émission de carbone. Cette vidéo explore les progrès réalisés dans la recherche sur la fusion et son potentiel pour l'avenir.

8) Le septième transport de combustible atomique de la France vers le Japon est terminé

24 nov. 2023 • Nouvelles

Le septième transport de combustible atomique de la France vers le Japon est terminé. Ce transport est effectué par le navire japonais Mutsu, qui transporte du combustible pour les réacteurs japonais.

9) États-Unis: TerraPower construit le premier réacteur au sodium sur un site de charbon du Wyoming

18 nov. 2023 • Nouvelles

TerraPower a commencé la construction du premier réacteur au sodium au monde à la centrale de Fort St. Vrain au Wyoming. Ce réacteur est conçu pour être plus sûr et plus efficace que les réacteurs à eau pressurisée.

10) Un accord de développement d'un réacteur à sels fondus

22 nov. 2023 • Nouvelles

Le groupe de Visegrád (V4) – une coopération informelle d'États d'Europe centrale composée de la Hongrie, de la République tchèque, de la Pologne et de la Slovaquie – a demandé à la Commission européenne d'autoriser la construction d'un réacteur à sels fondus dans la région de Visegrád.

11) Le groupe V4 des pays d'Europe centrale renforce ses soutiens au nucléaire

23 nov. 2023 • Nouvelles

Le groupe de Visegrád (V4) – une coopération informelle d'États d'Europe centrale composée de la Hongrie, de la République tchèque, de la Pologne et de la Slovaquie – a demandé à la Commission européenne d'autoriser la construction d'un réacteur à sels fondus dans la région de Visegrád.

12) Profitez de nombreux avantages. Devenez membre du plus grand réseau nucléaire de Suisse!

LES AVANTAGES EN TANT QUE MEMBRE

PRÉCÉDENT

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

SUIVANT

RESTEZ INFORMÉ·E

Abonnez-vous à notre newsletter

VERS L'ABONNEMENT À LA NEWSLETTER

CONTACT

Forum nucléaire suisse

Frankfurtstrasse 23

8001 Zürich, Suisse

info@forumnuc.ch

forumnuc.ch

Forum nucléaire suisse © 2023

Pour mémoire

Rencontres du Forum 2022

Les Rencontres du Forum seront organisées les **mardis 15 février, 14 juin, 6 septembre et 15 novembre**.

Assemblée générale du Forum nucléaire suisse

Mardi 10 mai 2022, dès 16 h au Casino de Berne



Photo: Casino Berne

Cours de formation continue (nouvelle date)

«L'humain en tant que facteur de sécurité»

Mardi 8 mars 2022, au Trafo de Baden

Mercredi 9 mars 2022, journée de pratique facultative au centre HRO d'Aarau

Cours de post-formation «Modelling and Computation of Multiphase Flows»

Des cours sur le thème «Modelling and Computation of Multiphase Flows» auront à nouveau lieu à l'EPF de Zurich du **14 au 18 février 2022**. Ces cours modulaires comprennent des séries bien coordonnées de conférences. Ils s'adressent aux ingénieurs et aux chercheurs qui aimeraient acquérir des connaissances fondamentales de pointe, des informations sur leurs applications nucléaires et sur les techniques modernes d'analyse des phénomènes multi-fluides, sur les techniques de calcul numérique appliquées.

www.lke.mavt.ethz.ch/shortcourse

«Let's talk about ...»

Dans sa 2^e vidéo de la série «Let's talk about ...», le Forum nucléaire suisse jette un coup d'œil dans le futur et nous propose un gros plan sur les petits réacteurs modulaires et la fusion nucléaire.



Le Forum nucléaire et sa «Fanpage»

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

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

Apéritifs de la SOSIN 2022

L'apéritif de la SOSIN sera organisé les **jeudis 20 janvier, 10 mars, 15 septembre et 3 novembre**.

www.kernfachleute.ch



Photo: SOSIN / Max Brugger

► Toutes les manifestations se dérouleront à condition que la situation liée au coronavirus le permette.