

# LE NUCLÉAIRE N'A PAS D'AVENIR



---

Trop tard, trop cher, trop risqué, utopique.  
Mise en lumière des faits passés  
sous silence sur les centrales nucléaires.

**GREENPEACE**



# SYNTHÈSE

Ces deux dernières années, les appels à lever l'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires décidée par le peuple en 2017 se sont multipliés en Suisse. L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a pourtant montré depuis longtemps comment la Suisse peut, d'ici 2050, assurer son approvisionnement en comptant exclusivement sur des sources d'énergie renouvelables<sup>1</sup>. Dans une première partie, la présente fiche d'information met en évidence de quelle façon les projets de nouvelles centrales nucléaires en Europe et aux États-Unis se heurtent systématiquement à des dépassements de coûts de trois à six fois supérieurs aux prévisions et à des retards d'une ou deux décennies. Elle expose aussi les problèmes et les risques liés à la construction et à l'exploitation des réacteurs à eau légère (REL). Dans une seconde partie, la fiche d'information présente les projets de réacteurs alternatifs actuellement en discussion, notamment les petits réacteurs modulaires (SMR), les réacteurs nucléaires à sels fondus et les réacteurs sous-critiques pilotés par accélérateur (ADSR) comme celui de Transmutex. Elle explique pourquoi ces modèles resteront encore longtemps – ou pour toujours – non rentables ou techniquement irréalisables. La fiche d'information met enfin en lumière les liens entre Transmutex et la société russe Rosatom. En bref, elle montre les raisons pour lesquelles une levée de l'«interdiction de la technologie» en Suisse serait une mauvaise idée et pourquoi la Suisse serait bien inspirée de persévérer dans la voie qu'elle a empruntée en 2017 en vue d'un approvisionnement énergétique 100% renouvelable.



# SOMMAIRE

<b>SYNTHÈSE</b>	<b>2</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>Réacteurs à eau légère conventionnels: EPR, AP1000, VVER</b>	<b>5</b>
Des retards de construction considérables	5
Le nucléaire est trop cher	5
Une ressource nocive et limitée	6
Stockage à long terme: un lourd fardeau pour les générations futures	7
Les centrales nucléaires à l'heure du réchauffement climatique	7
Bilan intermédiaire	8
<b>Une catégorisation des prétendus nouveaux types de réacteurs</b>	<b>9</b>
Petits réacteurs modulaires	9
Réacteurs au thorium ou à sels fondus / surgénérateurs	10
Réacteurs sous-critiques pilotés par accélérateur	11
Bilan intermédiaire	12
<b>Transmutex et Rosatom</b>	<b>13</b>
Un calendrier irréaliste	13
Un modèle non rentable	13
<b>Conclusion générale</b>	<b>14</b>
Liste de sources	15
Impressum	16

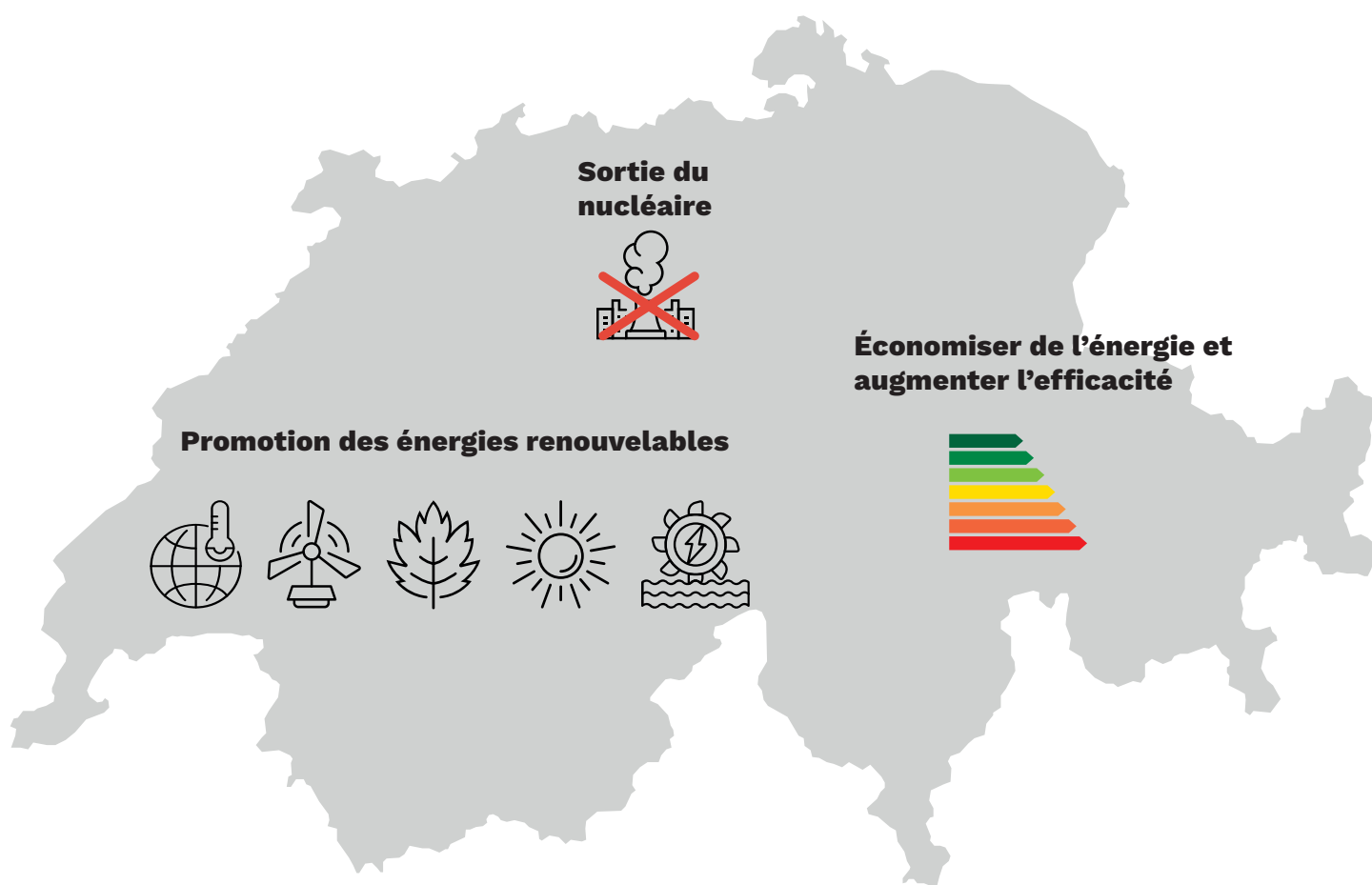
# INTRODUCTION

Le 21 mai 2017, le peuple a accepté une révision de la Loi sur l'énergie. Celle-ci vise à réduire la consommation d'énergie, à améliorer l'efficacité énergétique et à promouvoir les énergies renouvelables. Elle interdit en outre la construction de nouvelles centrales nucléaires en Suisse.

À la suite de l'invasion de l'Ukraine par la Russie, les importations de gaz russe en Europe ont diminué au cours de l'année 2022. Même si les craintes d'une pénurie énergétique pendant l'hiver ne se sont pas vérifiées, elles ont fait grimper le prix du gaz et, par conséquent, celui de l'électricité vers la fin 2022. Cette hausse des prix de l'électricité a soudain ravivé le rêve des partisans suisses du nucléaire de construire de nouvelles centrales.

Les réacteurs à eau légère (REL) conventionnels de dernière génération coûtent extrêmement cher et posent de nombreux problèmes non résolus. Ce n'est pas pour rien que les entreprises électriques suisses ont fait savoir à l'unisson qu'elles n'étaient pas intéressées par la construction et l'exploitation d'une nouvelle centrale nucléaire. En réponse à cette situation, les partisans du nucléaire se sont mis à vanter les mérites de modèles de réacteurs alternatifs, censés être moins chers et capables de résoudre tous les problèmes. Les pages qui suivent expliquent qu'il n'en est rien et montrent les coûts réels.

## Graphique explicatif de l'OFEN avant la votation sur la Loi sur l'énergie 2017.



# RÉACTEURS À EAU LÉGÈRE CONVENTIONNELS: EPR, AP1000, VVER

**Les REL actuels ne sont pas fondamentalement différents de ceux qui ont été construits depuis les années 1960. Les systèmes de sécurité ont certes été renforcés, mais un risque résiduel subsiste. De plus, ces réacteurs fonctionnent toujours avec une ressource limitée, l'uranium, et les déchets radioactifs doivent être stockés de manière sûre pendant des centaines de milliers d'années.**

## **Des retards de construction considérables**

Depuis des années, les nouveaux projets de centrales nucléaires en Europe accumulent les retards et ne parviennent pas à atteindre le rythme nécessaire à la décarbonation de la production d'électricité. La construction de nouvelles centrales prend entre quinze et vingt ans, comme le montrent les exemples d'Olkiluoto (Finlande) et de Flamanville (France), dont la construction a duré respectivement dix-huit et dix-sept ans, sans compter la phase de planification. À ce rythme, il sera impossible de répondre aux besoins de décarbonation d'ici à 2030. L'opérateur français EDF estime que les six réacteurs pressurisés européens (EPR) dont la construction est annoncée en France seront mis en service entre 2040 et 2049. C'est beaucoup trop tard pour avoir un impact significatif sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui doit intervenir dès aujourd'hui si l'on veut ouvrir la voie à un avenir durable à l'horizon 2040 et au-delà. En bref, la construction de nouvelles centrales nucléaires ne saurait contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique.

La décision de construire l'EPR britannique d'Hinkley Point C a été prise en 2007, avec un lancement de la construction annoncé pour 2017. En raison de retards successifs, le réacteur ne sera vraisemblablement pas mis en service avant 2031.

Les personnes qui soulignent que la durée de construction a été beaucoup plus courte pour les versions chinoises de l'EPR ne tiennent pas compte du manque de transparence sur ces projets. Les différences en matière de droit du travail et les marges de sécurité plus faibles interdisent toute comparaison avec les projets occidentaux. Il n'y a en outre aucune transparence sur les coûts.

## **Le nucléaire est trop cher**

Les projets récents d'EPR en Slovaquie, au Royaume-Uni, en France et en Finlande mettent en évidence l'envolée spectaculaire des coûts.

EDF a admis que le coût de la construction de la centrale nucléaire britannique d'Hinkley Point C, d'une puissance de 3,2 GW, atteindra 53,8 milliards d'euros<sup>2</sup>, soit plus du double du budget prévu lors de son approbation en 2015. Le projet français de Flamanville, qui devait coûter 3,3 milliards d'euros au début de sa construction en 2007, a vu son prix grimper à 19,1 milliards d'euros<sup>3</sup>. Le projet finlandais Olkiluoto 3, avec un réacteur de 1,6 GW, a coûté trois fois plus que prévu pour atteindre 11 milliards d'euros<sup>4</sup>. Le coût des réacteurs slovaques Mochovce 3 et 4, des réacteurs de deuxième génération d'une puissance de 440 MW, est passé de 2,8 milliards à 6 milliards d'euros<sup>5</sup>. Le président slovène a annoncé qu'un nouveau réacteur de 1,6 GW, inspiré du modèle finlandais, coûterait 15,4 milliards d'euros<sup>6</sup>, ce qui laisse penser que ces prix élevés sont appelés à durer.

La situation est similaire aux États-Unis: en décembre 2011, la Nuclear Regulatory Commission, l'autorité de sûreté nucléaire américaine, a autorisé la construction, dans l'État de Géorgie, de la première centrale utilisant le nouveau modèle de réacteur AP1000 développé par Westinghouse Electric Company. En 2016 et 2017, des dépassements de coûts dans la construction des deux réacteurs de 1,25 GW ont conduit le propriétaire de Westinghouse, Toshiba, à enregistrer une dépréciation d'actifs de «plusieurs milliards» de dollars sur la valeur de la société. Au printemps 2017, Toshiba a annoncé que Westinghouse allait déposer le bilan en raison de pertes de 9 milliards de dollars liées à la construction des réacteurs, ce qui a entraîné la vente des brevets de l'AP1000 à la Chine. La construction des deux réacteurs a finalement coûté quelque 30 milliards de dollars<sup>7</sup>.

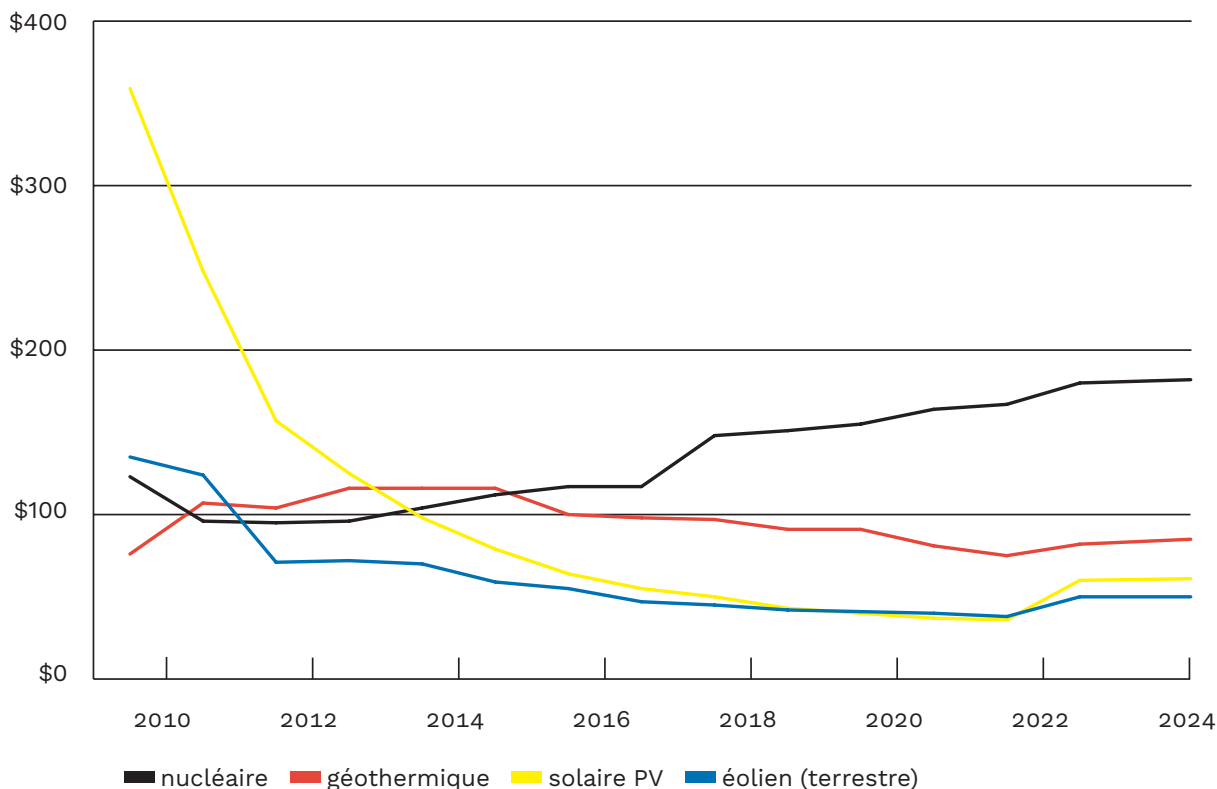
La société russe Rosatom dispose également d'un type de réacteur conventionnel soi-disant moderne, le VVER. Pour des raisons géopolitiques, ce modèle n'entre pas en ligne de compte pour la Suisse.

Selon l'analyse la plus récente de Lazard<sup>8</sup> sur les coûts de production de l'électricité (Levelized Cost of Energy, LCOE), les coûts de production élevés des nouvelles centrales nucléaires en font les producteurs d'électricité les plus chers, avec des coûts estimés près de quatre fois supérieurs à ceux des éoliennes terrestres. Les installations solaires et éoliennes non subventionnées, combinées à un stockage d'énergie (pour assurer l'équilibre entre la production et la consommation),

sont quant à elles toujours moins chères que les nouvelles centrales nucléaires.

Un autre paramètre important est la courbe d'apprentissage d'une technologie, c'est-à-dire l'évolution des coûts en fonction de l'expérience acquise. Alors que cette courbe est fortement décroissante pour les projets d'énergies renouvelables (plus on construit d'installations, plus les coûts baissent), la tendance est inversée pour le nucléaire: les projets sont de plus en plus coûteux au fil du temps.

### Coût de production de l'électricité (LCOE) aux USA – USD par MWh



Évolution du coût de production de l'électricité (LCOE) aux États-Unis par type de production. Source: Lazard's 2024 Levelized Cost of Energy+ (Juni 2024)<sup>8</sup>

### Une ressource nocive et limitée

Les gisements diminuent, et le prix de l'uranium a environ quadruplé depuis 2020. L'uranium est un métal lourd très nocif, dont l'extraction est de plus en plus coûteuse et suppose des interventions massives dans l'environnement. C'est ainsi que la population du sud-est de la Namibie s'oppose<sup>9</sup> à l'exploitation de gisements souterrains par le procédé de lixiviation in situ, qui polluerait la nappe phréatique du bassin artésien de Stampriet et détruirait pour toujours les moyens de subsistance de centaines de milliers de personnes, dont de nombreux petits paysans. Les pays qui continuent d'exploiter des centrales nucléaires sont directement responsables, en alimentant la demande d'uranium, des conséquences irréversibles pour les populations locales.

L'enrichissement de l'uranium nécessaire aux REL suisses est coûteux et, comme l'extraction de l'uranium, il a lieu à l'étranger. La Suisse continue aujourd'hui d'acheter la moitié de son combustible nucléaire à la Russie. Si certains pays comme les États-Unis et le Royaume-Uni envisagent de construire de nouvelles installations d'enrichissement d'uranium, il faudra de nombreuses années avant de combler les lacunes de la chaîne d'approvisionnement. Et même dans ce cas, de nombreuses questions resteraient sans réponse, la principale étant de savoir ce qu'il advient de l'uranium appauvri, dont des centaines de tonnes sont déjà stockées dans des décharges ou utilisées pour fabriquer des armes antichars.



### **Stockage à long terme: un lourd fardeau pour les générations futures**

Si la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Nagra) parvient à construire comme prévu le dépôt à long terme dans la région du nord des Lägernn ZH/AG, les déchets hautement radioactifs devront être «observés» pendant plusieurs décennies avant que le dépôt puisse être définitivement fermé. Cela devrait intervenir au milieu du XXIIe siècle. La construction d'une nouvelle centrale nucléaire repousserait cette date de plusieurs décennies.

Même si l'argile à Opalinus est géologiquement sûr dans l'état actuel des connaissances, rien ne peut garantir que l'être humain ne finira pas par forer en profondeur à cet endroit précis dans des dizaines de milliers d'années, pour des raisons

qui nous sont totalement inconnues, et qu'il ne tombera pas sur des déchets qui seront toujours hautement toxiques et radioactifs. Nous sommes aujourd'hui incapables de lire des hiéroglyphes vieux de 5000 ans. Et un marquage s'altère au plus tard après quelques centaines ou milliers d'années. Dans cette optique, le problème du stockage à long terme est fondamentalement insoluble. C'est pourquoi la meilleure solution est toujours d'avoir le moins de déchets radioactifs possible à éliminer.

### **Les centrales nucléaires à l'heure du réchauffement climatique**

Le rapport de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) «CH2018 – Scénarios climatiques pour la Suisse»<sup>10</sup> indique clairement que «vers la fin du siècle, une sécheresse qui survient actuellement une à deux fois tous les dix ans pourrait se produire une année sur deux.» Ce constat est d'autant plus important que, d'ici là, la plupart des glaciers auront fondu, ce qui signifie que les grands fleuves suisses n'auront plus ou que peu d'eau pendant les périodes de sécheresse prolongées. Le manque d'eau pour le refroidissement et la production de vapeur entraînera l'arrêt régulier des centrales thermiques, comme les centrales nucléaires, pendant plusieurs mois de l'année, ce qui réduira encore leur rentabilité et augmentera les coûts de la production d'électricité. Cela s'est déjà produit plusieurs fois en France ces dernières années.



Chantier EPR à Hinkley Point, Somerset, Angleterre.





# BILAN INTERMÉDIAIRE

**Si la Suisse décidait de construire, dans un avenir proche, une nouvelle centrale nucléaire conventionnelle à eau légère utilisant de l'uranium,**

- **ce projet se heurterait inévitablement à des retards de construction considérables et ne parviendrait pas pour autant à garantir l'approvisionnement en électricité pour les deux ou trois prochaines décennies;**
- **des dépassements de coûts très importants seraient à craindre et devraient être supportés par les contribuables ou les consommateurs·trices d'électricité;**
- **des difficultés d'approvisionnement risqueraient de se produire en raison d'une pénurie des ressources en uranium d'ici trente à quarante ans au plus tard;**
- **la Suisse resterait dépendante à 100% de l'étranger (y compris pour l'enrichissement de l'uranium) et se retrouverait sans protection face aux évolutions géopolitiques;**
- **la Suisse serait plus exposée en cas de guerre, car une production d'électricité centralisée est nettement plus vulnérable qu'un approvisionnement décentralisé et renouvelable, comme on peut le voir actuellement en Ukraine;**
- **les exploitants suisses de centrales nucléaires seraient coresponsables des dégâts considérables à l'environnement et des atteintes aux droits humains dans les pays d'extraction de l'uranium;**
- **la durée de vie de la nouvelle centrale nucléaire prolongerait d'autant la question de la gestion des déchets radioactifs, ce qui entraînerait des coûts supplémentaires colossaux.**





# UNE CATÉGORISATION DES PRÉTENDUS NOUVEAUX TYPES DE RÉACTEURS

**On entend régulièrement dire que de nouveaux modèles de réacteurs pourraient remplacer la technologie existante et permettre de réduire les coûts tout en réglant le problème des déchets nucléaires qui restent radioactifs pendant des centaines de milliers d'années. En réalité, aucun de ces nouveaux modèles n'est vraiment prêt. Et nombre de problèmes liés à l'énergie nucléaire conventionnelle s'en trouveraient aggravés plutôt que résolus.**

Le Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), l'office fédéral allemand en charge de la gestion des déchets nucléaires, a publié en février 2024 une étude sur les nouveaux types de réacteurs nucléaires<sup>11</sup>. Cette étude scientifique détaillée conclut que «ces nouveaux modèles laissent en suspens de nombreuses questions de sécurité et économiques» et qu'ils «ne seront pas utilisés à une échelle significative d'ici le milieu de ce siècle». Les trois types de réacteurs les plus discutés actuellement sont brièvement décrits dans ce qui suit.

## **Petits réacteurs modulaires**

Les petits réacteurs modulaires (small modular reactors, SMR) sont un terme générique pour désigner les réacteurs de petite taille et d'une puissance électrique allant jusqu'à 300 MW. Il peut s'agir de REL conventionnels ou de SMR non refroidis à l'eau, classés par exemple dans la catégorie des réacteurs à haute température (HTR), des réacteurs à spectre de neutrons rapides ou des réacteurs à sels fondus (RSF).

À rebours de la tendance consistant à concevoir des centrales plus grandes pour améliorer leur rentabilité, les promoteurs estiment qu'il est possible de réduire les coûts en utilisant une cuve de réacteur de petite taille pouvant être transportée et donc fabriquée en série sur un seul site de production, ce qui permettrait de réaliser des économies d'échelle. Les réacteurs plus petits de quatrième génération nécessiteraient en outre moins de systèmes de sécurité.

Les réacteurs nucléaires de petite taille ne sont en fait pas une nouveauté, car ils sont utilisés depuis des décennies dans les sous-marins nucléaires, les porte-avions ou la centrale nucléaire flottante russe Akademik Lomonosov. Certains modèles de réacteurs modulaires remontent aux années 1970, mais n'ont jamais été mis en œuvre.

En mars 2021, le BASE est arrivé à la conclusion critique suivante<sup>12</sup>:

- en raison de la faible puissance électrique et de la perte des économies d'échelle, les coûts de construction sont plus élevés que pour les grandes centrales nucléaires. Il faudrait atteindre un volume de 3000 SMR pour que leur construction devienne rentable par rapport aux grandes centrales.
- Les espoirs de délais raccourcis, notamment grâce à une durée de construction réduite et à un démantèlement moins complexe, ne se confirment pas. Au contraire, les phases de planification, de développement et de construction dépassent généralement de plusieurs fois les délais initiaux. L'expérience acquise avec les SMR existants montre que la durée de vie des installations autres que les REL est courte et que leur démantèlement s'avère très long.
- Les SMR individuels peuvent certes présenter des avantages potentiels en matière de sécurité par rapport aux grandes centrales, car ils présentent un inventaire radioactif moins important par réacteur. Cependant, le nombre élevé de réacteurs nécessaires pour produire la même quantité d'électricité multiplie le risque global.
- Des opérations importantes d'entreposage et de transport de combustible, de même qu'un stockage à long terme, restent en tout état de cause nécessaires.

Notamment pour des raisons de rentabilité, les deux programmes occidentaux les plus avancés de développement de SMR à eau légère ont été suspendus aux États-Unis et reportés jusqu'à nouvel ordre en France.

Le 8 novembre 2023, Utah Associated Municipal Power Systems (UAMPS) et la société NuScale ont annoncé l'abandon de leur projet «Carbon Free Power Project», malgré la promesse de subventions publiques de plus de 1,35 milliard



Réacteur surgénérateur désaffecté «Superphénix», Creys-Malville, France

de dollars.<sup>13</sup> Auparavant, plusieurs États américains qui avaient initialement manifesté leur intérêt pour la construction d'un SMR s'étaient déjà retirés du projet. Outre les inquiétudes en matière de sécurité, ce sont surtout les coûts de production d'électricité beaucoup trop élevés, estimés à 89 dollars par MWh, qui ont fait pencher la balance. Il en résulte une perte de valeur de plusieurs centaines de millions de dollars pour les investisseurs.

Le 1er juillet 2024, EDF a annoncé qu'elle allait «revoir» les plans du projet de SMR de sa filiale Nuward après quatre ans de développement<sup>14</sup>. Cette décision a été motivée par les exigences de clients potentiels, dont Vattenfall, CEZ et Fortum, qui demandent des garanties sur le respect des coûts et des délais. Avec un coût de production de l'électricité estimé entre 70 et 100 euros par MWh, il est apparu qu'un tel réacteur ne serait jamais compétitif. EDF entend certes étudier la poursuite du projet, mais l'entreprise française parle désormais elle-même d'un temps de développement plus long de «plusieurs décennies».

### **Réacteurs au thorium ou à sels fondus / surgénérateurs**

Prenant en considération l'épuisement des réserves d'uranium, plusieurs projets de réacteurs d'un nouveau genre ont été discutés et développés à partir des années 1950. Ces réacteurs fonctionnent notamment avec du thorium, plus abondant dans la croûte terrestre, ou avec des déchets tels que l'uranium 238 et le plutonium, issus de l'enrichissement de l'uranium et du fonctionnement des REL

classiques. Ils sont conçus de sorte que le matériau de base capture des neutrons rapides et se transforme en produits intermédiaires réactifs qui, en se désintégrant, émettent d'autres neutrons et maintiennent la réaction en chaîne. Les réacteurs «génèrent» ainsi du combustible nucléaire supplémentaire. Le problème est qu'il faut les arrêter tous les quelques mois pour les recharger en combustible, ce qui réduit leur rentabilité par rapport aux REL classiques, qui ne doivent être rechargés qu'une fois par an.

Comme l'eau ralentit les neutrons rapides, elle n'entre pas en ligne de compte comme moyen de refroidissement. Les quelques réacteurs à neutrons rapides – pour la plupart expérimentaux – construits jusqu'à présent aux États-Unis, au Royaume-Uni, en France et, plus récemment, en Chine, sont ou ont été refroidis au sodium. Le sodium est un métal léger hautement réactif au contact de l'eau et de l'oxygène et présente des risques importants: une fuite du liquide de refroidissement et un contact avec l'air ambiant provoquent des incendies et des explosions. Le sodium est également corrosif, ce qui impose des exigences accrues aux matériaux et réduit fortement la durée de vie du réacteur. Le développement de ces réacteurs se heurte actuellement aux problèmes que posent la minimisation des risques de corrosion et d'érosion par le métal liquide circulant dans le circuit primaire et la filtration du liquide de refroidissement. Après le démantèlement du surgénérateur Superphénix, la France a «résolu» ce problème en évacuant 6000 m<sup>3</sup> de



sodium fortement irradié et en les encastrant dans des cubes de béton. Donc, 70 000 m<sup>3</sup> de béton qui doivent être entreposés dans un dépôt de stockage intermédiaire.

### Réacteurs sous-critiques pilotés par accélérateur

En 2022, la société genevoise Transmutex, dirigée par Federico Carminati, chercheur retraité du CERN, a annoncé son intention de construire un nouveau type de réacteur sous-critique piloté par accélérateur (Accelerator Driven Subcritical Reactor, ADSR)<sup>15</sup>. Ce système date en réalité de plusieurs décennies et est également connu sous le nom de Rubbiatron. Les projets de réacteurs pilotés par accélérateur combinent un cœur de réacteur sous-critique avec un accélérateur de particules. En raison du matériel utilisé, aucune réaction de fission en chaîne auto-entretenu ne peut se produire dans le réacteur lui-même. Au lieu de cela, la réaction est alimentée par une source externe de neutrons.

Comme les accélérateurs de particules ne peuvent pas produire de neutrons, une étape intermédiaire est indispensable pour transformer des protons en neutrons. La charge de protons de 4 mAh nécessaire au fonctionnement de l'ADSR est plus d'une fois et demie supérieure à la charge la plus puissante jamais générée (2,6 mAh). En tant que cible de spallation, l'alliage plomb-bismuth liquide est bombardé par le faisceau de protons, qui libère les neutrons nécessaires tout en servant de liquide de refroidissement. L'alliage plomb-bismuth doit toujours être maintenu à une température supérieure à son point de fusion (123 °C) afin d'éviter qu'il se solidifie et rende l'ensemble du réacteur inutilisable. Si seul le plomb est utilisé, le point de fusion est encore bien plus élevé, à 327 °C. La filtration du liquide de refroidissement est, par ailleurs, coûteuse. Le plomb et le bismuth ont des densités très élevées et présentent des risques de corrosion. L'installation requiert par conséquent des structures plus solides, et il faudrait trouver de nouveaux matériaux pour la construction du circuit de refroidissement primaire. Le bismuth est également très rare et coûteux. L'utilisation de grandes quantités de ce métal lourd toxique comme agent de refroidissement aggrave les conséquences possibles d'un accident.

Les promoteurs d'un ADSR soutiennent que ce type de réacteur est intrinsèquement sûr, car il est possible d'interrompre la réaction en chaîne à tout moment en arrêtant le faisceau de protons. Cela n'est toutefois que partiellement vrai, car les produits intermédiaires restent actifs pendant une longue période, comme dans un REL conventionnel, et continuent à se désintégrer en fonction de leur demi-vie, libérant de grandes quantités de chaleur qu'il faut évacuer pendant des mois et des années. De plus, on n'arrête pas un accélérateur de particules en appuyant simplement sur un bouton; il faut pour cela dévier

le faisceau de protons dans une autre direction. Certains produits intermédiaires émettent des rayons gamma lors de leur désintégration, et une masse très importante est nécessaire pour les bloquer, raison pour laquelle il est préférable de construire le réacteur sous terre.

Les promoteurs du réacteur Transmutex font valoir que les déchets radioactifs ont une durée de vie bien plus courte que ceux des REL conventionnels. Selon l'état actuel de la recherche, il n'est toutefois pas possible de transformer toutes les substances en isotopes à durée de vie plus courte. Le combustible nucléaire usé issu des ADSR doit également être stocké pendant une très longue période. Si les ADSR devaient être exploités en partie avec du combustible nucléaire usé issu de REL, celui-ci devrait préalablement être retraité à grands frais à l'étranger à partir de déchets fortement radioactifs. Or, la Suisse a décidé dès 2001 de ne plus transporter de combustible usé à l'étranger pour le retraitement, car le procédé est risqué et libère de la radioactivité, même en «fonctionnement normal». Les usines de retraitement comme La Hague (France) et Maiak (Russie) sont obligées de rejeter des déchets radioactifs liquides directement dans la mer ou dans un fleuve. En conclusion, on peut soutenir que le processus est si coûteux et complexe qu'il ne présente aucun avantage pour ce qui est du recyclage des déchets radioactifs et du stockage à long terme.

Panneau d'avertissement près du site nucléaire de Maiak, Chelyabinsk, Russie, un des endroits les plus radioactifs au monde: «Cueillette de champignons et de baies et pêche interdites».



# BILAN INTERMÉDIAIRE

**La plupart des modèles de réacteurs alternatifs sont connus depuis le milieu du siècle dernier et ont déjà été testés à plusieurs reprises. Malgré les dizaines de milliards investis dans la recherche et les réacteurs expérimentaux, aucun nouveau modèle ne s'est encore imposé. Qu'il s'agisse de SMR refroidis à l'eau légère ou de réacteurs au thorium, aucune technologie ne sera en mesure de remplacer les grands REL conventionnels dans les vingt à trente prochaines années. Les nouveaux types de réacteurs présentent des risques importants, posent des problèmes techniques pour l'heure insolubles ou se heurtent au constat que certaines étapes en amont et en aval, par exemple le traitement du combustible nucléaire, sont trop coûteuses et trop complexes. Dans ces circonstances, il n'est pas envisageable que les réacteurs alternatifs présentent des avantages en termes de coûts par rapport aux REL dans les décennies à venir.**





# TRANSMUTEX ET ROSATOM

Au-delà des nombreux défis techniques, d'autres aspects n'ont guère été pris en compte jusqu'à présent dans la couverture médiatique. Au début de l'invasion russe de l'Ukraine en 2022, la société Transmutex s'est présentée comme une alternative<sup>16</sup> aux REL conventionnels dépendants de l'uranium russe. Le problème est que Transmutex compte sur Rosatom et sa filiale, la société russe AKME Engineering, pour construire le réacteur. C'est cette dernière qui doit développer le réacteur à neutrons rapides refroidi au plomb appelé SVBR-100. Dans plusieurs interventions publiques, les représentants de Transmutex ont présenté le réacteur russe comme faisant partie intégrante de leur projet.

Il n'a pas été possible de savoir où en est le partenariat entre Transmutex et Rosatom. Il faudrait également déterminer si Transmutex a complètement coupé les liens avec AKME/Rosatom depuis le début de la guerre. Cependant, cet exemple illustre bien comment le marketing de la start-up passe sous silence des aspects qui fragiliseraient considérablement la faisabilité et l'acceptabilité d'un tel projet de réacteur.

## Un calendrier irréaliste

Un autre aspect auquel peu de monde a prêté attention jusqu'à présent est le calendrier totalement irréaliste du projet. Même en supposant, de manière purement hypothétique, que tous les défis techniques en suspens puissent être résolus, les délais annoncés par les promoteurs de Transmutex ne pourront pas être respectés.

Dans une présentation de mars 2022<sup>17</sup>, Transmutex annonce son ambition de mettre un réacteur commercial sur le marché dans un délai de dix ans («a commercial plant by 2030 or earlier»). La puissance thermique du réacteur prévue est de 300 MW. À titre de comparaison, cela correspond à un tiers de la puissance de la centrale nucléaire de

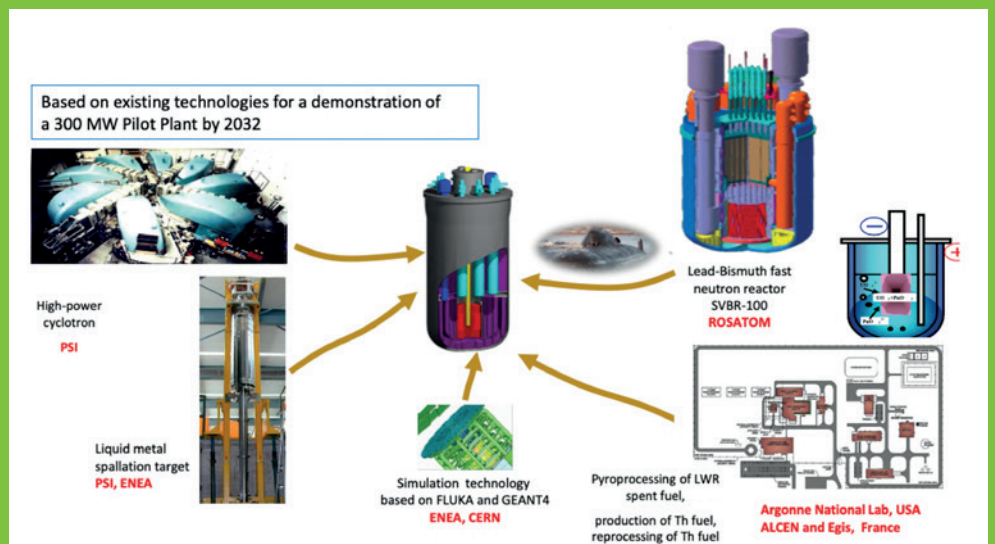
Mühleberg ou à dix fois la puissance du réacteur expérimental de Lucens, qui a connu une défaillance. Nous sommes donc bien loin d'une installation technique de taille modeste, d'autant qu'il faut encore compter un accélérateur de particules.

Le cofondateur de Transmutex, Federico Carminati, estime toutefois que la conception du réacteur prendrait quinze ans<sup>18</sup> à elle seule («pre-licensing activities»). Bien que ces informations ne soient pas claires, on peut supposer que la procédure pour obtenir la licence pourrait commencer au plus tôt vers 2032 et durer plusieurs années. La construction coûteuse et complexe du réacteur ne pourrait intervenir qu'après l'octroi de la licence, ce qui ne rendrait pas possible la mise en service d'une première installation pilote avant 2040-2045 au plus tôt. Or, une telle installation ne serait pas encore prête à être commercialisée. Il faudrait plusieurs années d'essais, de modifications et de périodes d'autorisation et de construction avant qu'une première installation commerciale ne soit mise en service, ce qui, de manière réaliste, ne pourrait intervenir au plus tôt que dans la seconde moitié du siècle.

## Un modèle non rentable

Selon le même document de présentation, le coût de la première installation devrait s'élever à 1,5 milliard de francs. Cette estimation ne peut pas être vérifiée, mais elle paraît hautement irréaliste: la conception de l'installation est plus complexe que celle des REL tels qu'ils sont actuellement proposés sur le marché. À cela s'ajoutent les défis techniques considérables qui doivent être relevés pour une installation pilote. Et il ne faut pas oublier qu'un accélérateur de particules doit être construit, ou du moins cofinancé, en plus du réacteur. Les coûts de production (LCOE) de 70 euros par MWh estimés par Transmutex ne sont donc pas réalistes.

Un autre document de Transmutex datant de 2021 présente le modèle de Rosatom (en haut à droite) comme faisant partie intégrante du réacteur Transmutex.







# CONCLUSION GÉNÉRALE

**L'Autriche, qui ne possède aucune centrale nucléaire et qui présente des conditions géographiques similaires à celles de la Suisse, montre l'exemple: en 2023, les énergies renouvelables couvraient 87% de ses besoins en électricité<sup>19</sup>. La Suisse a, quant à elle, enregistré en 2023 un excédent d'électricité de 6,4 TWh, soit plus que la production totale des deux réacteurs vétustes de Beznau.**

**Plusieurs modélisations montrent qu'un approvisionnement énergétique entièrement renouvelable est possible et réalisable d'ici à 2050, notamment grâce à un développement de la mobilité électrique, des pompes à chaleur et de l'électrification des processus industriels. Pour y parvenir, il faut non seulement continuer à développer les énergies renouvelables, mais aussi adapter rapidement le réseau électrique global aux pics de production solaire et créer des réseaux électriques locaux intelligents (smart grids). Un grand nombre de ces adaptations peuvent être réalisées sans coût supplémentaire dans le cadre de la modernisation de l'infrastructure électrique, qui est de toute façon nécessaire.**

**Rouvrir le débat sur le nucléaire conduit à des retards inutiles, détourne l'attention de l'objectif principal et fait miroiter à la population une solution illusoire. Les centrales nucléaires ne peuvent ni être construites dans un délai raisonnable, ni contribuer à la sécurité de l'approvisionnement et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ni réduire les prix de l'électricité. Au contraire, la construction de nouvelles centrales entraînerait de nouvelles dépendances vis-à-vis de l'étranger et présenterait des risques économiques et techniques considérables. Il faut donc, par tous les moyens, protéger la population suisse d'une telle erreur et clore une fois pour toutes le débat sur la construction de nouvelles centrales nucléaires en Suisse.**





Vue lointaine de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi depuis le port d'Ukedo, Japon.

#### LISTE DES SOURCES

Tous les liens ont été consultés pour la dernière fois le 24.07.2024

- 1 <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>
- 2 <https://www.euronews.com/business/2024/01/25/uks-flagship-nuclear-plant-costs-billions-more-and-sees-more-delays>
- 3 [https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2024/05/09/les-derapages-de-l-epr-de-flamanville-en-graphiques-le-cout-multiplie-par-six-la-du-ree-du-chantier-par-quatre\\_5480745\\_4355771.html](https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2024/05/09/les-derapages-de-l-epr-de-flamanville-en-graphiques-le-cout-multiplie-par-six-la-du-ree-du-chantier-par-quatre_5480745_4355771.html)
- 4 <https://www.euronews.com/green/2023/04/17/finlands-new-nuclear-reactor-what-does-it-mean-for-climate-goals-and-energy-security>
- 5 <https://www.reuters.com/business/energy/slovaks-fuel-up-new-nuclear-plant-europe-grapples-with-energy-crisis-2022-09-13/>
- 6 <https://www.neimagazine.com/new-build-life-extension/slovenia-estimates-cost-of-jek2-nuclear-new-build-project/>
- 7 <https://www.ans.org/news/article-3949/vogtle-project-update-cost-likely-to-top-30-billion/>
- 8 [https://www.lazard.com/media/xemfey0k/lazards-lcoeplus-june-2024-\\_vf.pdf](https://www.lazard.com/media/xemfey0k/lazards-lcoeplus-june-2024-_vf.pdf)
- 9 <https://www.sauamanamibia.org/post/open-letter-namibia>
- 10 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/dossiers/l-avenir-climatique-de-la-suisse-se-concretise.html>
- 11 <https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/kta-deutschland/neuartige-reaktorkonzepte/alternative-reaktorkonzepte-gutachten.html>
- 12 <https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/berichte/kt/gutachten-small-modular-reactors.html>
- 13 <https://www.reuters.com/business/energy/cancelled-nuscale-contract-weighs-heavy-new-nuclear-2024-01-10/>
- 14 <https://www.reuters.com/business/energy/frances-edf/>
- 15 <https://www.nuklearforum.ch/fr/nouvelles/la-start-suisse-transmutex-developpe-un-nouveau-type-de-reacteur-qui-utilise-du-thorium/>
- 16 [https://www.linkedin.com/posts/transmutex\\_the-nuclear-reactors-of-the-future-have-a-activity-6925189138803474432-w0mj](https://www.linkedin.com/posts/transmutex_the-nuclear-reactors-of-the-future-have-a-activity-6925189138803474432-w0mj)
- 17 <https://www.businessinsider.de/gruenderszene/business/atomkraft-startup-transmutex-pitchdeck-b/>
- 18 <https://indico.cern.ch/event/1288990/attachments/2676994/4658001/CERN-130723-Transmutex.pdf>
- 19 <https://www.apg.at/news-presse/apg-bilanz-rekordwerte-im-stromjahr-2023-belegen-herausfordernde-gesamtlage/>





Impressions des travaux de décontamination après l'accident nucléaire de Fukushima, Japon.

**GREENPEACE**

**Impressum**  
**Le nucléaire n'a pas d'avenir**  
Greenpeace Suisse, août 2024

Auteur: Nathan Solothurnmann

Traduction française: Marc Rüegger

Mise en page: Franziska Neugebauer

Photos: © Matthias Balk/Greenpeace (photo de couverture, p. 2),  
© Jiri Rezac/Greenpeace (p. 7), Unsplash (p. 8), © Wikipedia (p. 10),  
© Denis Sinyakov/Greenpeace (p. 11), © Ryohei Kataoka/Greenpeace (p. 15),  
© Christian Åslund/Greenpeace (p. 16)

Greenpeace Suisse, Badenerstrasse 171, case postale, CH-8036 Zurich  
suisse@greenpeace.org

Greenpeace finance son travail de défense de l'environnement  
uniquement par des dons de particuliers et de fondations.  
Compte pour les dons: IBAN CH07 0900 0000 8000 6222 8