

Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse

Rapport de synthèse



MENTIONS LÉGALES

ÉDITRICE ET CONTACT

Académies suisses des sciences (a+)
Commission élargie de l'énergie des Académies suisses des sciences
Maison des Académies • Laupenstrasse 7 • Case postale • 3001 Berne • Suisse
+41 31 306 93 52 • urs.neu@scnat.ch • academies-suisse.ch •  Académies suisses

PROPOSITION DE CITATION

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

AUTRICES ET AUTEURS

Regina Betz (ZHAW) • Konstantinos Boulouchos (EPF Zurich) • Jochen Markard (EPF Zurich/ZHAW) •
Urs Neu (a+/SCNAT) • Andreas Pautz (PSI/EPF Lausanne) • Isabelle Stadelmann (Université de Berne)

DIRECTION DU PROJET

Urs Neu (a+/SCNAT)

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Commission élargie de l'énergie des Académies suisses des sciences

RÉDACTION

Urs Neu (a+/SCNAT) • Martin Läubli

IMAGE DE COUVERTURE ET GRAPHISME

Olivia Zwygart (SCNAT)

MISE EN PAGE

Paola Moriggia

TRADUCTION

Translingua

1^{er} tirage, 2025

Ce rapport a été rédigé par un groupe d'experts (voir autrices et auteurs) en collaboration avec la Commission de l'énergie. Il se fonde sur un rapport de base plus détaillé, qui a été élaboré dans le cadre d'échanges avec d'autres chercheurs, organisations et spécialistes actifs dans le domaine et contient également des références détaillées.

Le rapport de base ainsi que le rapport de synthèse sont disponibles sous forme électronique à l'adresse go.academies-suisse.ch/commission-energie

ISSN (version imprimée): 2297-1564
ISSN (en ligne): 2297-1572
DOI: doi.org/10.5281/zenodo.15599206



Au travers de la présente publication, les Académies suisses des sciences contribuent à l'ODD 7:

> sdgs.un.org

> agenda-2030.eda.admin.ch/fr

Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse

Rapport de synthèse

Table des matières

1	Introduction	4
2	Principaux messages	5
3	La situation actuelle en Suisse et dans le monde	6
3.1	L'énergie nucléaire en Suisse.....	6
3.2	Durée de vie des centrales nucléaires existantes.....	6
3.3	L'énergie nucléaire au niveau international.....	7
4	Évolution de la technologie	8
5	Évaluation du potentiel	9
5.1	Aspects techniques.....	9
5.1.1	Sécurité et risques.....	9
5.1.2	Comportement en service.....	9
5.1.3	Durée de construction.....	9
5.1.4	Déchets radioactifs, fermeture et démantèlement	9
5.1.5	Impact environnemental.....	10
5.2	Coûts et industrie.....	10
5.2.1	Coûts.....	10
5.2.2	Industrie de la construction et main-d'œuvre qualifiée.....	11
5.2.3	Approvisionnement en combustible.....	11
5.3	Acceptation par la population.....	12
5.4	Intégration dans le système énergétique.....	12
5.4.1	Rôle potentiel d'une nouvelle centrale nucléaire au sein du futur système énergétique suisse.....	12
5.4.2	Intégration dans le marché de l'électricité.....	13
5.5	Influence de l'accord sur l'électricité avec l'UE.....	14
5.6	Rôle de l'État.....	14
5.7	Vue d'ensemble.....	14
6	Processus et décisions en vue d'une nouvelle centrale nucléaire	16

1 Introduction

L'approvisionnement en électricité de la Suisse est confronté à de grands défis: la demande en électricité augmente, du fait que le trafic routier et le chauffage doivent être électrifiés et que les nouveaux centres de données consomment davantage d'électricité. La production d'électricité à partir de sources renouvelables, en particulier l'énergie solaire, doit sensiblement augmenter conformément à la stratégie énergétique et les centrales nucléaires existantes seront tôt ou tard fermées pour cause de vieillissement. Dans le même temps, l'accord sur l'électricité avec l'UE soulève notamment la question de la future intégration dans le réseau électrique européen. Dans ce contexte, des efforts (initiative «Stop au black-out» et contre-projet indirect) visent à lever l'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires, qui est inscrite dans la loi sur l'énergie nucléaire. Un débat de fond sur les avantages et les inconvénients de nouvelles centrales nucléaires a actuellement lieu dans le monde politique et dans la société.

Ce rapport fournit aux décideurs politiques et industriels ainsi qu'au grand public des informations fondées pour un débat aussi rationnel que possible. Il présente une vue d'ensemble actuelle de l'état de la technologie et de l'industrie nucléaire ainsi que ses perspectives dans un futur système énergétique comportant une part importante d'énergies renouvelables. Le rapport esquisse par ailleurs un calendrier potentiel autour de sept décisions majeures à prendre dans la perspective d'une nouvelle centrale nucléaire. Le rapport se concentre sur les grandes centrales nucléaires de la génération III/III+.

Les sources des informations contenues dans ce rapport sont publiées dans le rapport de base. À la fin de chaque chapitre, la référence aux chapitres correspondants du rapport de base (RB) est indiquée entre crochets (p. ex. [RB 4.2]), où figurent des informations plus détaillées.

2 Principaux messages

Technologie

1. L'énergie nucléaire génère peu de CO₂, nécessite peu d'espace et de matériel par kilowattheure et fournit de l'électricité tout au long de l'année, indépendamment des conditions météorologiques. Le risque d'accident grave est très faible, mais les conséquences peuvent être très lourdes. Les déchets radioactifs doivent être stockés en toute sécurité à très long terme (chapitre 5.1).
2. Actuellement, de grandes centrales nucléaires de génération III/III+ sont construites dans le monde entier. Elles sont plus sûres que les installations existantes. Quelques petits réacteurs modulaires de la génération III/III+ seront probablement disponibles dès la première moitié des années 2030, mais ils devront d'abord prouver leur rentabilité. En ce qui concerne des installations de la génération IV qui reposent sur de nouveaux concepts de réacteurs, il existe encore de grandes incertitudes en matière de technologie et de rentabilité (chapitre 4). Seules de grandes installations de la génération III/III+ entrent donc en considération pour des décisions d'investissement prises d'ici au milieu des années 2030.
3. Actuellement, seules quelques entreprises construisent de grandes centrales nucléaires de la génération III/III+ dans le monde. La construction d'une nouvelle installation en Suisse serait ainsi probablement confiée à une entreprise française, américaine, sud-coréenne ou japonaise. Plusieurs de ces prestataires étaient et/ou sont confrontés à des difficultés financières ou, dans le cas du Japon, techniques (chapitre 5.2).

Perspective temporelle et acceptation

4. Même en cas de levée de l'interdiction de construction, la mise en service d'une nouvelle centrale nucléaire avant 2050 environ est improbable. Il faudra successivement : l'acceptation de l'initiative « Stop au blackout » ou du contre-projet indirect ; (probablement) une loi sur le financement ; la décision du projet par des investisseurs ; ainsi que des autorisations générales, de construction et d'exploitation. Chacune de ces décisions politiques, économiques et techniques peut retarder ou stopper un projet de nouvelle construction. La durée effective de construction devrait être de huit ans ou plus (chapitre 6).
5. Nombre des décisions susmentionnées nécessitent le soutien d'une majorité de la population. En matière d'acceptation d'une nouvelle centrale nucléaire, la population est divisée dans les votations depuis des décennies et les majorités sont incertaines. L'opinion publique peut être influencée à court terme par divers événements, comme Fukushima (chapitre 5.3).

6. Avec une durée d'exploitation de 60 ans, les centrales nucléaires existantes de Gösgen et Leibstadt seront déconnectées du réseau vers respectivement 2039 et 2044. Une durée d'exploitation plus longue ou plus courte dépend des conditions techniques de sécurité ainsi que de la rentabilité des rééquipements (chapitre 3.2).

Intégration dans le système énergétique

7. Une nouvelle centrale nucléaire peut fournir de l'électricité même en hiver et, ainsi, compléter la production d'électricité par des sources renouvelables, tout en réduisant les importations et les besoins saisonniers de stockage. Les centrales nucléaires ne sont et ne seront guère adaptées pour compenser les fluctuations des énergies renouvelables à court terme. Une exploitation en suivi de charge est techniquement possible dans une certaine mesure, mais présente des inconvénients sur le plan économique (chapitres 5.1, 5.4).
8. Durant la période estivale, l'utilisation future et donc la rentabilité des centrales nucléaires sont liées à de grandes incertitudes. Une production excédentaire est notamment possible en cas d'ensoleillement intense (chapitre 5.4).

Investissements et subventions

9. La construction d'une nouvelle centrale nucléaire implique des coûts d'investissement élevés. La rentabilité sur un marché de l'électricité libéralisé et dominé à l'avenir par des énergies renouvelables n'est pas évidente, surtout en été. Le risque financier est donc élevé pour les investisseurs et les exploitants (chapitres 5.2, 5.4).
10. Toutes les nouvelles centrales nucléaires construites de nos jours dans le monde sont subventionnées de diverses manières par les pouvoirs publics, au moins par une prise en charge partielle des coûts et risques d'investissement. Une nouvelle construction sans aides publiques significatives ne semble guère réaliste (chapitres 5.1.4, 5.1.5, 5.6).

Accord sur l'électricité avec l'UE et back-up

11. L'exploitation de centrales nucléaires nécessite des capacités de secours équivalentes à la puissance de la plus grande installation (actuellement 1,2 GW) en cas de panne imprévue. Grâce à l'accord sur l'électricité avec l'UE, ce back-up est assuré par l'intégration dans le réseau électrique européen. Sans un tel accord, le back-up n'est pas garanti et des capacités de réserve nationales supplémentaires seraient nécessaires, tant pour les centrales existantes que pour toute nouvelle installation. Cela impliquerait des coûts financiers importants pour l'État ou l'exploitant de la centrale (chapitre 5.4).

3 Situation actuelle en Suisse et dans le monde

3.1 L'énergie nucléaire en Suisse

La Suisse dispose actuellement de trois centrales nucléaires avec un total de quatre réacteurs en exploitation commerciale : Beznau I et II, Gösgen et Leibstadt (voir tableau 1). Les concepts de réacteurs et de sécurité diffèrent. Arrêtée en 2019 pour des raisons économiques, la centrale de Mühleberg est en cours de démantèlement. Les deux centrales les plus anciennes, Beznau I et II (en service respectivement depuis 1969 et 1971) seront mises à niveau et resteront en service jusqu'en 2032/2033. Elles seront ensuite désaffectées.

En 2024, les centrales nucléaires ont produit environ vingt-trois TWh d'électricité, ce qui représente 28,4% de la production annuelle totale (centrales à accumulation 35,7% nets, centrales au fil de l'eau 23,9%, photovoltaïque 7,4%, éolien 0,2%)

Stockage des déchets radioactifs

Des déchets faiblement, moyennement et hautement radioactifs sont actuellement stockés à Würenlingen dans le canton d'Argovie. La Nagra, Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, a déposé, auprès de l'Office fédéral de l'énergie, une demande d'autorisation générale pour le dépôt en profondeur de déchets radioactifs (dépôt final) en novembre. Le site retenu à cet effet se trouve au nord du Lägern. L'examen des documents par les autorités fédérales et une équipe internationale d'experts et expertes s'étendra probablement jusqu'en 2027. Le Conseil fédéral devrait se prononcer sur le projet vers la fin de la décennie, avant débat au Parlement. En cas d'approbation, un référendum pourrait être lancé, puis soumis au peuple. Actuellement, la mise en service du dépôt en profondeur est prévue à partir de 2050. Le projet est devisé à environ 24 milliards de francs, qui seront financés par les exploitants (voir chapitre 5.1.4). Le nouveau dépôt en profondeur est dimensionné pour les déchets des réacteurs actuels, sans marge supplémentaire. Les conditions géologiques permettraient cependant une extension du dépôt.

Droit en vigueur

La législation en matière d'énergie nucléaire relève du domaine de compétence de la Confédération : la loi sur l'énergie nucléaire régit la gestion des matières et installations nucléaires ainsi que des déchets radioactifs. La construction de nouvelles centrales nucléaires et le remplacement d'une cuve de réacteur sont interdits selon la loi en vigueur. Les exploitants sont tenus de rééquiper les installations selon l'état actuel de la technique. L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) veille au respect de ces obligations légales.

Conformément à la loi sur la responsabilité civile en matière nucléaire, l'exploitant d'une installation répond de manière illimitée des dommages d'origine nucléaire, et ce jusqu'à épuisement de ses capacités financières. Au-delà, les dommages doivent être supportés par la collectivité. [RB 2.1]

3.2 Durée de vie des centrales nucléaires existantes

D'ici 2050, la consommation annuelle d'électricité passera de 56 térawattheures (TWh) à environ 70–90 TWh selon les scénarios. Au cours de la même période, les centrales nucléaires existantes seront progressivement mises hors service. Conformément à la stratégie énergétique, les besoins futurs seront principalement couverts par des énergies renouvelables, surtout l'énergie hydraulique et le développement du solaire. Plus l'exploitation des centrales nucléaires existantes pourra être prolongée, moins la production d'électricité sera déficitaire durant cette période.

En Suisse, l'autorisation d'exploiter une centrale nucléaire n'est pas limitée dans le temps. L'exploitation n'est autorisée que si la sécurité est assurée selon les normes techniques les plus récentes. L'IFSN évalue les contrôles de sécurité imposés aux exploitants de centrales nucléaires tous les dix ans. De plus, une preuve de sécurité pour l'exploitation à long terme doit être fournie au-de-

Tableau 1 : Vue d'ensemble des centrales nucléaires en Suisse

	Génération I			Génération II	
	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
Mise en service	1969	1971	1972	1979	1984
Statut	En service	En service	En démantèlement	En service	En service
Puissance (MW)	365	365	373	1010	1275
Fermeture théorique	2032/2033		2019	Indéterminé	Indéterminé

là de 40 ans. L'IFSN peut ordonner des mesures éventuelles. À défaut, la décision sur la durée de fonctionnement incombe à l'exploitant. Il est cependant probable que les exploitants ne procèdent à des mises à niveau et ne poursuivent l'exploitation que si cela est rentable ou si l'État les soutient financièrement. Beznau I et II seront mises hors service en 2032/2033, après plus de 60 ans d'exploitation. Gösgen et Leibstadt suivront en 2039 et 2044, après également une durée de vie de 60 ans. Une prolongation de l'exploitation à 70 ou 80 ans n'est pas exclue. Aux USA, 12 des 100 centrales nucléaires ont par exemple obtenu une prolongation de la licence d'exploitation à 80 ans, et onze autres en ont fait la demande. [RB 2.2]

3.3 L'énergie nucléaire au niveau international

Actuellement, quatre cent quinze réacteurs nucléaires sont en service dans le monde, d'une capacité totale d'environ 373 GW. Nombre d'entre eux ont été construits lors du boom du nucléaire dans les années 1970 et 1980, et ce principalement aux USA, en Europe, en Russie et au Japon. Depuis, la construction de nouvelles centrales nucléaires a fortement baissé et la part de l'énergie nucléaire à la production mondiale d'électricité est passée de près de 18% au milieu des années 1990 à 9% en 2023. Dans le même temps, on construit toujours de nouvelles centrales nucléaires, surtout en Chine. Sur les 52 réacteurs en construction depuis 2017 au niveau international, 25 l'étaient en Chine et 23 en Russie. L'entreprise russe Rosatom détient actuellement la part de marché la plus élevée, à raison d'environ 40%.

Le vieillissement du parc de centrales nucléaires pourrait entraîner une baisse importante de la capacité de production dans le monde au cours des 10 à 20 prochaines années. En parallèle, les investissements annuels dans de nouvelles installations et des prolongations de durée de vie ont augmenté de près de 50% depuis 2020. Plus d'une douzaine d'États membres de l'UE se sont prononcés en faveur d'une augmentation de la capacité nucléaire européenne de 100 à 150 GW d'ici 2050. L'avenir nous dira si ces annonces se concrétiseront. [RB 4.1]

4 Évolution de la technologie

Génération III/III+

Les réacteurs refroidis à l'eau constituent la technologie dominante des centrales nucléaires des générations I à III. Leur part de marché s'élève à plus de 95% sur les quatre cent quinze réacteurs civils en service dans le monde. C'est également le cas de la plupart des réacteurs nucléaires actuellement en construction. Les réacteurs à eau légère (REL), comprenant les types de réacteurs à eau pressurisée (REP) et à eau bouillante (REB), sont les plus répandus dans le monde.

Les réacteurs III/III+ représentent une nouvelle génération qui se distingue par une nette amélioration du concept de sécurité, avec des systèmes de sécurité passifs qui ne dépendent ni de sources d'énergie ni d'interventions externes. Environ quarante grandes unités de REL de génération III/III+ étaient en service en 2024. 51 des 60 réacteurs actuellement en construction appartiennent à la catégorie des grands REL de génération III/III+, d'une puissance nominale de plus de 1000 MW chacun. [RB 3.1]

Génération IV

Le terme « génération IV » désigne des concepts ne reposant pas sur un refroidissement conventionnel à l'eau. Le refroidissement est assuré par exemple par du gaz, des métaux liquides comme le plomb ou le sodium ainsi que des sels fondus. Le but est d'augmenter le rendement tout en améliorant nettement la sécurité des installations, du fait que ces réacteurs fonctionnent à une pression nettement moindre et réduisent fortement la production de déchets hautement radioactifs. Les ressources naturelles de l'uranium et du thorium pourraient ainsi être utilisées de manière beaucoup plus efficace et une économie circulaire du combustible nucléaire deviendrait possible. Les ressources en uranium dont on dispose actuellement serviraient alors cent fois plus longtemps et permettraient de couvrir la totalité de la production mondiale d'électricité pendant plusieurs dizaines de milliers d'années.

Le retard du développement technique par rapport à la génération III/III+ varie beaucoup selon les concepts, de quelques années à quelques décennies. Il existe déjà quelques prototypes de réacteurs refroidis au gaz et au sodium, notamment en Chine et en Russie. Des installations de démonstration de ce type pourraient voir le jour dans les années 2030.

Les réacteurs refroidis au gaz permettent non seulement de produire de l'électricité, mais aussi de fournir de la chaleur à haute température pour les processus industriels ou la production d'hydrogène. [RB 3.2]

Petits réacteurs modulaires (SMR)

Les SMR (Small Modular Reactors) sont de petits réacteurs d'une puissance électrique nominale de 20 à 300 MW. La technologie utilisée actuellement correspond à la génération III/III+. Il existe aussi certains prototypes de la génération IV. Le concept de sécurité de la plupart des SMR est étendu, c'est-à-dire totalement passif: en cas d'urgence, aucune intervention humaine n'est requise.

Plusieurs prototypes de SMR sont actuellement en service en Russie et en Chine. De premiers SMR de démonstration de génération III/III+ sont attendus dans des pays occidentaux dans la première moitié des années 2030. Les SMR pourraient représenter une option pour alimenter des sites industriels à forte consommation d'énergie ou fournir de l'énergie pour le chauffage urbain, le dessalement de l'eau de mer ou la production d'hydrogène. Les fabricants de réacteurs estiment que les coûts de production d'électricité pour les SMR devraient atteindre un niveau comparable à celui des grandes centrales nucléaires. Ils seront cependant plus élevés pour les premiers exemplaires. En ce qui concerne la rentabilité effective, les avis divergent. [RB 3.3]

5 Évaluation du potentiel

Seuls les grands réacteurs de la génération III/III+ entrent en considération en Suisse pour des décisions d'investissement prises d'ici au milieu des années 2030. De petits réacteurs modulaires de la génération III/III+ seront probablement disponibles dès la première moitié des années 2030, mais ils devront d'abord prouver leur rentabilité. En ce qui concerne des installations de la génération IV qui reposent sur de nouveaux concepts de réacteurs, de grandes incertitudes demeurent en matière de technologie et de rentabilité. Les constats ci-après se réfèrent de ce fait à de grandes centrales nucléaires de la génération III/III+.

5.1 Aspects techniques

5.1.1 Sécurité et risques

Les centrales nucléaires de génération III/III+ se distinguent par une sécurité accrue. La fréquence prévisionnelle d'accidents causant des dommages dans le cœur du réacteur et des conséquences graves à l'extérieur de l'installation est d'environ un tous les millions d'années par centrale. C'est 10 à 100 fois moins que pour les centrales nucléaires actuellement en service en Suisse.

La dissémination de la radioactivité de déchets nucléaires, de matières radioactives ou l'utilisation d'installations nucléaires civiles à des fins militaires (prolifération) constituent d'autres risques. [RB 5.1.5]

5.1.2 Comportement en service

Traditionnellement, les centrales nucléaires fonctionnent en charge de base, c'est-à-dire qu'elles produisent de l'électricité 24 heures sur 24 à pleine puissance. Comme le marché de l'électricité sera à l'avenir influencé par des énergies renouvelables variables, il faudra peut-être adapter la production des centrales nucléaires de manière flexible. Les réacteurs typiques à eau pressurisée et à eau bouillante permettent une variation régulière de la puissance de 30 à 100% de leur puissance nominale. Cela se pratique ou s'est pratiqué par exemple dans des pays comme l'Allemagne et la France. Ils peuvent participer à la régulation primaire et secondaire de la fréquence et contribuent ainsi à la compensation des variations de puissance dues à l'augmentation de l'énergie solaire et éolienne. Un réacteur à eau pressurisée comme Gösgen peut, dans la plage de charge supérieure, augmenter ou réduire sa puissance jusqu'à 10% de la puissance nominale par minute. Une augmentation de la puissance, par exemple pour compenser la baisse de production d'autres sources d'électricité, n'est toutefois possible que si la centrale n'est pas exploitée par défaut à pleine puissance. Le cas échéant, cela réduit sa rentabilité en raison de la

baisse de l'utilisation, sauf si des mesures réglementaires ou le marché procurent un modèle économique adapté.

Normalement, la disponibilité des centrales nucléaires est élevée. Le fonctionnement n'est en général interrompu que par des pauses de maintenance planifiées pendant les périodes de faible demande d'électricité, durant deux à six semaines par an. Lors de périodes très chaudes ou sèches, la température des sources d'eau de refroidissement peut être augmentée et l'efficacité du refroidissement réduite. La puissance de centrales nucléaires refroidies uniquement par flux peut alors être affectée ou doit être réduite. Rétrospectivement, on constate cependant que les journées de canicule et la hausse de la température des rivières n'ont pas eu d'impact significatif sur la production d'électricité, surtout du fait que les grandes centrales nucléaires suisses sont équipées de tours de refroidissement. [RB 5.1.4]

5.1.3 Durée de construction

Les dernières centrales nucléaires achevées en Europe, à Olkiluoto en Finlande et à Flamanville en France, sont en même temps les deux premiers réacteurs de la génération III/III+ d'Électricité de France (EDF). Leur construction a pris plus de 16 ans, avec près de 12 ans de retard. La mise en service s'est effectuée en 2024. En Chine, EDF a construit deux unités en neuf ans. Deux unités devraient être achevées en 2029 et 2031 à Hinkley Point au Royaume-Uni, après 11 ans de construction. La durée de construction de deux unités récemment réalisées par l'entreprise américaine Westinghouse à Vogtle, Géorgie, était de 10 ans avec également quelques années de retard. De tels délais s'expliquent notamment par un manque d'expérience sur les nouveaux types d'installations (génération III/III+) et des exigences de sécurité accrues pendant la construction. L'entreprise sud-coréenne KEPCO a construit plusieurs réacteurs en Corée du Sud et aux Emirats arabes unis en 8 à 10 ans. Compte tenu de ces valeurs d'expérience auprès d'entreprises envisageables pour une nouvelle centrale en Suisse, la durée de construction est estimée à 8 ans ou plus. [RB 5.1.2]

5.1.4 Déchets radioactifs, fermeture et démantèlement

Le dépôt géologique profond des déchets radioactifs est considéré comme la principale méthode de gestion du combustible usé au niveau international. Selon ce concept, les dépôts en profondeur sont réalisés dans des formations géologiques extrêmement stables, à plusieurs centaines de mètres sous la surface. Parmi les risques résiduels figurent l'instabilité géologique, une incertitude

quant à la détérioration de la protection à long terme ou l'intrusion de personnes dans le dépôt dans un avenir plus lointain.

Le premier dépôt en profondeur de déchets radioactifs du monde a été mis en service en Finlande en 2025. En Suisse, la Nagra a déposé une demande d'autorisation générale pour un tel dépôt (voir chapitre 3.1).

Depuis la fermeture de la centrale nucléaire de Mühleberg en 2019, la Suisse acquiert ses premières expériences en matière de démantèlement de centrales nucléaires. Les éléments combustibles usés ont été transférés au centre de stockage intermédiaire de Würenlingen en 2023 et toutes les parties de l'installation contaminées par la radioactivité seront démantelées d'ici 2031. Les coûts de désaffectation, de stockage intermédiaire et de dépôt final sont estimés à environ 3 milliards de francs par site pour les centrales nucléaires de Mühleberg et de Beznau. Ils sont préfinancés par les exploitants par le biais de l'alimentation continue d'un fonds dédié. Ce fonds est actuellement suffisamment alimenté. [RB 5.1.7 ; 5.1.9]

5.1.5 Impact environnemental

Un bilan environnemental couvrant l'ensemble du cycle de vie inclut les effets sur le changement climatique, les émissions de polluants atmosphériques et de substances toxiques ainsi que la consommation de sol, d'eau et d'autres ressources. En ce qui concerne les centrales nucléaires suisses, le bilan environnemental est en grande partie déterminé par l'extraction et le traitement de l'uranium. Les émissions totales de gaz à effet de serre des grandes centrales nucléaires suisses (Gösgen et Leibstadt) sont du même ordre de grandeur que celles de l'énergie éolienne et hydraulique, légèrement inférieures à celles de l'énergie solaire et beaucoup plus faibles que celles des combustibles fossiles. L'utilisation de matériaux en vrac tels que l'acier, le béton, le cuivre et l'aluminium est parfois d'un ordre de grandeur moindre pour l'énergie nucléaire que pour les technologies renouvelables de production d'électricité. [RB 5.1.8]

5.2 Coûts et industrie

5.2.1 Coûts

Quiconque investit dans la technologie nucléaire actuelle doit s'attendre à un investissement en capital élevé (planification et construction du réacteur) et à des coûts d'exploitation comparativement bas (combustible, exploitation, maintenance). C'est pourquoi seules les grandes centrales nucléaires en service depuis des décennies sont pour l'instant rentables.

La rentabilité est confrontée à trois défis :

- Des réalisations préalables considérables sont requises et le capital est immobilisé sur une longue période.
- Les centrales nucléaires sont en concurrence avec d'autres installations sur un marché de l'électricité libéralisé.
- La part de l'énergie renouvelable dans la production d'électricité augmente. Le facteur d'utilisation (entre 80 et 90% actuellement) pourrait être nettement inférieur dans ce contexte (voir aussi chapitre 5.1.2).

De ce fait, la plupart des nouvelles constructions de centrales nucléaires ces dernières années ont dû recourir à un soutien étatique considérable afin d'être concurrentielles.

Les coûts de construction dépendent de nombreux facteurs : type et taille du réacteur, taux d'intérêt pour le capital, expérience dans la branche et durée de construction (cette dernière est influencée par les retards, p. ex. en raison d'exigences supplémentaires ou de modifications du design pendant la construction). Les valeurs indiquées pour des ouvrages dont la construction est terminée ainsi que les estimations relatives à des installations projetées sont comprises dans une fourchette large et se situent entre 4 et 15 millions de francs par mégawatt de puissance électrique installée. Les valeurs sont en partie difficilement comparables parce que des facteurs différents ont été pris en compte ou que d'autres hypothèses ont été formulées.

Les coûts de production d'électricité (Levelized Cost of Electricity) dépendent des coûts de construction, des coûts de démantèlement, des coûts d'exploitation, de la durée d'exploitation attendue et du taux d'utilisation. Une étude du PSI datant de 2019 a évalué des coûts de 7,5 ct/kWh pour un réacteur à eau pressurisée européen (REP) avec une durée de construction de 6 ans et une utilisation moyenne de 85%. Pour une durée de construction de 9 ans et une utilisation de 60%, le coût se monte à 12,5 ct/kWh. Les coûts observés récemment en Europe et aux États-Unis vont jusqu'à (environ) 19 ct/kWh et peuvent être plus élevés, ce qui s'explique entre autres par des durées de construction plus longues (voir chapitre 5.1.3). La Corée du Sud et la Chine annoncent des coûts nettement plus bas qui peuvent être liés à des coûts salariaux moindres, des durées de planification plus courtes et des frais d'obtention de licence moins élevés.

L'évaluation des coûts économiques ou des coûts de l'ensemble du système avec ou sans nouvelle énergie nucléaire est très difficile : l'influence de différentes évolutions de l'offre et de la demande est très complexe et de tels calculs comportent une multitude d'hypothèses sur des développements encore inconnus de facteurs importants. Il s'agit par exemple des durées de construction et des coûts de nouvelles centrales nucléaires, de l'intégration

dans le marché de l'électricité de l'UE, de l'évolution de l'autoconsommation et du stockage local des énergies renouvelables, de la disponibilité et des coûts des combustibles synthétiques, des coûts de back-up pour les centrales nucléaires (voir chapitre 5.4), des évolutions politiques et réglementaires ou de la structure locale et de la répartition dans le temps des activités de recharge des véhicules électriques. En fonction des hypothèses, les résultats des études en question peuvent varier fortement et déboucher sur des conclusions opposées. [RB 5.1.1]

5.2.2 Industrie de la construction et main-d'œuvre qualifiée

Actuellement, seules quelques entreprises construisent de grandes centrales nucléaires de la génération III/III+ dans le monde. Pour la construction d'une nouvelle installation en Suisse, seules des entreprises basées en France, aux États-Unis, en Corée du Sud et au Japon entrent en ligne de compte (sans la Russie et la Chine qui ne construisent pratiquement qu'à l'intérieur de leurs frontières). La plupart des entreprises actives à l'heure actuelle proposant des nouveaux réacteurs nucléaires devaient ou doivent faire face à des problèmes financiers et/ou sont aux mains de l'État. Westinghouse a été mise en faillite en 2017 lors de la construction de la centrale de Vogtle, puis elle a été reprise par d'autres entreprises et continue d'être active sur le marché. Électricité de France (EDF) a été récemment sommée par la Cour des comptes française de résoudre d'abord ses problèmes financiers avant de se lancer dans de nouveaux projets de construction. Du côté de l'entreprise japonaise GE-Hitachi, les activités de construction ont été arrêtées en 2012 après Fukushima et elles n'ont repris que récemment. L'entreprise sud-coréenne KEPCO a achevé la construction de plusieurs unités dans son propre pays et aux Emirats arabes unis en respectant les délais et le budget. Le tableau 2 présente un aperçu des

entreprises entrant actuellement en ligne de compte pour une nouvelle construction en Suisse.

La planification, la construction, l'exploitation et le démantèlement de centrales nucléaires ainsi que la gestion du combustible nucléaire nécessitent des entreprises hautement spécialisées et qualifiées, des réseaux de fournisseurs et de la main-d'œuvre très qualifiée. La base industrielle pour la construction de nouvelles centrales nucléaires s'est fortement contractée en Europe. L'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) et le Département de l'Énergie des États-Unis (DOE) proposent des programmes ciblés afin d'augmenter et de rajeunir le personnel dans l'industrie nucléaire et de pallier le risque pour les installations existantes et les futurs plans d'expansion si les ressources humaines venaient à manquer à l'avenir. [RB 4.2 ; 5.1.3]

5.2.3 Approvisionnement en combustible

Les réserves naturelles d'uranium suffisent pour couvrir la demande pour les prochains siècles si l'on se base sur le niveau actuel de production d'électricité nucléaire dans le monde. Les gisements connus aux prix actuels sont suffisants pour environ 60 à 100 ans. Les principaux pays de provenance pour l'extraction d'uranium sont l'Australie (28% en 2021), le Kazakhstan, le Canada, la Russie et la Namibie (chacun entre 8 et 13%), alors que les installations d'enrichissement de l'uranium se trouvent actuellement surtout en Russie, mais aussi en Europe et en Chine. Les barres de combustible pour la centrale nucléaire de Gösgen sont fabriquées en Allemagne. Leibstadt se procure les éléments de combustible en Russie, mais a conclu de nouveaux contrats de livraison sans fournisseurs russes.

Malgré la situation géopolitique actuellement difficile, il ne faut pas s'attendre à des risques à long terme pour la sé-

Tableau 2: entreprises dans les pays occidentaux travaillant actuellement à la construction de nouvelles centrales nucléaires de la génération III/III+ ou disposant d'expériences avec celles-ci (en Europe, italique: seulement en Asie)

Entreprise (pays)	Expérience dans la construction des centrales nucléaires de la gén. III/III+ en Europe/États-Unis	Remarques
EDF (FR)	Deux unités en service, deux en construction (durée de construction: 14 à 17 ans) (<i>deux unités en Chine en 9 ans</i>)	En difficultés financières; est sous la pression de la Cour des comptes française; dépassements de la durée de construction et coûts importants en Europe
Westinghouse (États-Unis)	Deux unités en service (durée de construction: dix ans)	Mise en faillite en 2017, mais elle a été reprise; dépassements de la durée de construction et coûts importants
KEPCO (COR)	<i>Seulement en Asie: six en service, deux en construction (durée de construction: 8 à 10 ans)</i>	Pas d'expérience en Europe; a dans une large mesure respecté la durée de construction et les coûts en Asie; accord avec Westinghouse; pas clair si elles feraient une offre en Suisse
GE-Hitachi (JAP)	<i>Seulement au Japon: quatre unités construites (avant 2007), toutes hors service (durée de construction: quatre ans)</i>	Pas d'expérience en Europe; courte durée de construction, mais difficultés techniques en exploitation (utilisation inhabituellement basse); depuis 2012, elle n'est plus active dans la construction

curité de l'approvisionnement de la Suisse en combustible nucléaire. Le combustible nucléaire est facile à stocker et à entreposer et la guerre en Ukraine a eu pour conséquence que de grands efforts ont été consentis dans les pays occidentaux afin de reconstituer les capacités industrielles pour l'enrichissement. Les coûts de combustible constituent 10 à 15% des coûts d'exploitation d'une centrale nucléaire. [RB 5.1.6]

Il s'agit également de tenir compte de deux aspects : d'une part, le soutien de la population à la poursuite de l'exploitation des centrales existantes est nettement plus important que pour la construction de nouvelles centrales. D'autre part, le soutien général mesuré dans les sondages est habituellement nettement plus élevé que l'acceptation ultérieure de projets concrets ou que la part de oui dans les votations réelles. [RB 5.2.1]

5.3 Acceptation au sein de la population

Les technologies énergétiques nécessitent généralement une très large acceptation sociopolitique afin qu'une infrastructure planifiée puisse surmonter les obstacles des processus politiques. Les sondages relatifs à l'opinion publique sur les sources d'énergie démontrent que le photovoltaïque sur les bâtiments et la grande hydraulique sont les technologies énergétiques les mieux acceptées par la population suisse.

L'énergie nucléaire fait partie des technologies qui sont plutôt controversées (voir l'exemple d'un sondage sur la figure 1). Alors que les taux d'acceptation concrets varient selon le sondage et la question, le schéma général est uniforme : la population suisse est partagée sur l'énergie nucléaire. À peine la moitié de la population est favorable à l'énergie nucléaire, l'autre moitié y est défavorable.

5.4 Intégration dans le système énergétique

5.4.1 Rôle potentiel d'une nouvelle centrale nucléaire au sein du futur système énergétique suisse

La consommation d'électricité annuelle, qui est actuellement de 56 térawattheures (TWh), augmentera jusqu'en 2050 à 70–90 TWh selon les scénarios. Les raisons principales sont la transition vers la mobilité électrique, l'utilisation croissante de pompes à chaleur et la forte augmentation de la consommation d'électricité par les centres de calcul. Selon la stratégie énergétique, le besoin dans le futur doit être essentiellement couvert par des énergies renouvelables, notamment l'énergie hydraulique et l'énergie solaire.

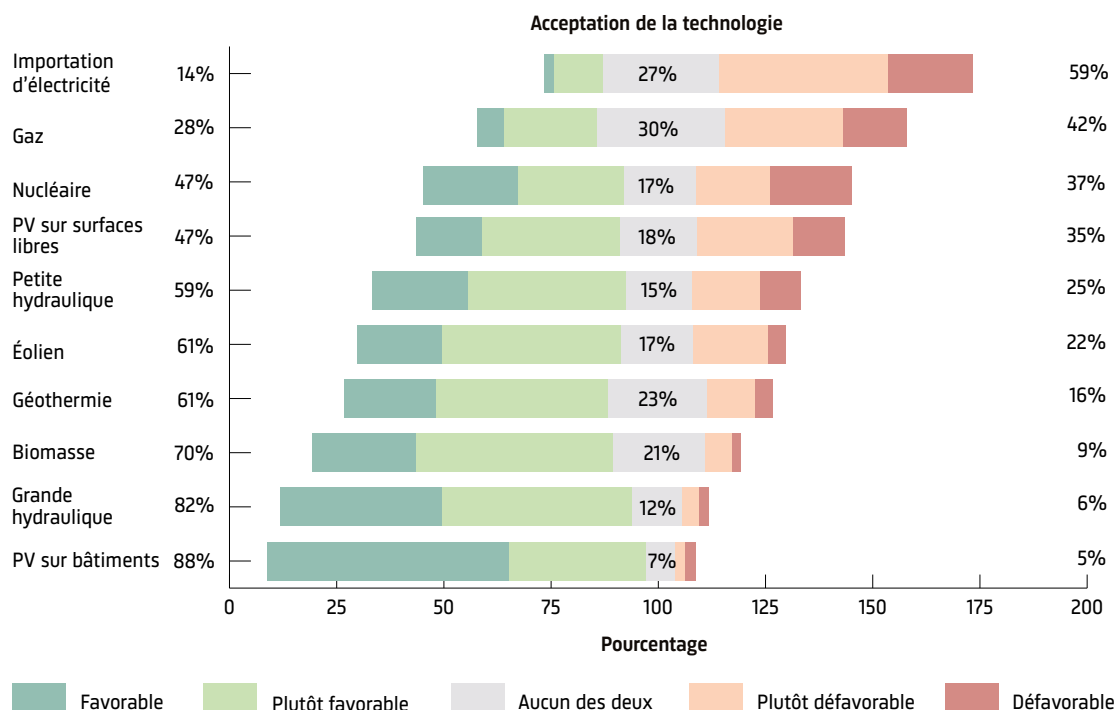


Figure 1: opinion publique sur la question de savoir quelles sources d'énergie devraient faire partie du futur mix énergétique de la Suisse.

Source : sondage SURE nov/déc. 2024

Tableau 3: caractéristiques du futur système énergétique de la Suisse

Aspect	Caractéristique
Évolution de la production	Fort développement du PV à 25–40 TWh; légère augmentation de la force hydraulique à 40 TWh; développement de l'énergie éolienne à ~4 TWh; arrêt de la centrale nucléaire de Beznau en 2032/33; Gösgen/Leibstadt 2039/2044 éventuellement plus tôt ou plus tard; augmentation de la production en été, diminution en hiver
Évolution du besoin	Augmentation générale du besoin en électricité par l'électrification des transports et du chauffage (surtout en hiver) ainsi que la digitalisation/IA
Variabilité de la production d'électricité	Hausse aussi bien à court terme (allant de minutes à jours) que saisonnière en raison de la fluctuation de l'alimentation provenant du PV et de l'énergie éolienne.
Caractéristique du besoin en électricité	Capacité de production flexible à court terme et saisonnière nécessaire; en hiver besoin en électricité supplémentaire d'environ 10 à 15 TWh vers 2050.
Possibilités de compensation de la variabilité à court terme	Centrale de pompage-turbinage, autoconsommation, accumulateurs, gestion flexible de la demande, centrales de réserve flexibles (p. ex. gaz ou gaz/combustible liquide)
Possibilités de compensation de la variabilité saisonnière	Développement de la capacité de stockage saisonnière de la force hydraulique; stockage de chaleur saisonnier; stockage chimique (p. ex. hydrogène); centrales thermiques (p. ex. gaz, aussi couplage chaleur-force)

Les caractéristiques du système énergétique suisse attendues dans le futur (voir tableau 3) présentent du côté de la production surtout un besoin de capacités de production d'électricité flexibles et d'une production d'électricité supplémentaire en hiver.

Dans le futur système électrique de la Suisse, une nouvelle centrale nucléaire, par exemple d'une puissance de 1200 MW en charge complète, pourrait augmenter la production d'environ 5–6 TWh pendant la période hivernale. Cela améliorerait l'approvisionnement hivernal national et pourrait couvrir, environ, entre un tiers et la moitié du besoin supplémentaire en hiver.

Pendant la période estivale, le taux d'utilisation futur et, par conséquent, la rentabilité des centrales nucléaires sont sources de grandes incertitudes. En cas de fort rayonnement solaire notamment, il peut y avoir une offre excédentaire en électricité et, le cas échéant, une centrale nucléaire devrait produire avec une puissance fortement réduite. Dans une certaine mesure, une exploitation en suivi de charge pour compenser les fluctuations à court terme serait fondamentalement possible. Aussi bien en cas de réduction de puissance qu'en cas d'exploitation en suivi de charge, il y a toutefois une baisse du facteur d'utilisation et une hausse des coûts d'une centrale nucléaire.

Une option pourrait donc consister à exploiter la centrale nucléaire toute l'année en charge complète et de produire de l'hydrogène en été (ou seulement pendant des périodes de production d'électricité excédentaire), p. ex. pour le stockage saisonnier ou l'utilisation dans des carburants synthétiques. Cependant, la condition préalable est que cela soit possible à des prix concurrentiels. [RB 5.2.2]

5.4.2 Intégration dans le marché de l'électricité

Les recettes pour l'électricité provenant des centrales nucléaires dépendent des futurs prix de l'électricité et de la durée de fonctionnement ainsi que de l'utilisation d'une centrale nucléaire. Sur le marché de l'électricité suisse, les prix de l'électricité sont la plupart du temps déterminés par le commerce transfrontalier.

Le prix de l'électricité est déterminé par le rapport entre l'offre et la demande. Lors de la détermination du prix, la priorité est donnée aux installations de production avec les coûts variables les plus bas. Les sources d'énergie renouvelable telles que l'énergie solaire et éolienne ainsi que les centrales au fil de l'eau en font partie. L'énergie nucléaire a aussi des coûts variables moindres, mais ils peuvent être plus élevés que ceux des énergies renouvelables.

Étant donné qu'en Suisse et dans les pays voisins on utilise de plus en plus les énergies renouvelables, le marché de l'électricité aura avant tout besoin d'installations flexibles pour la production, le stockage et la consommation afin de garantir un approvisionnement en électricité stable. Dans le domaine de la production, les centrales nucléaires ne sont que partiellement adaptées pour jouer ce rôle (voir chapitre 5.1.2). En période de prix négatifs de l'électricité, les centrales nucléaires doivent payer pour injecter leur courant dans le réseau, étant donné qu'elles ne peuvent pas réduire leur production à zéro pendant de courts intervalles de quelques heures.

Globalement, le besoin d'énergie nucléaire baissera probablement dans un marché avec une part élevée d'énergies renouvelables, ce qui engendrera une hausse des coûts pour l'électricité provenant de l'énergie nucléaire. [RB 5.2.3]

5.5 Influence de l'accord sur l'électricité avec l'UE

Au niveau international, la Suisse était jusqu'à il y a quelques années complètement intégrée dans le réseau de l'UE et bénéficiait entre autres de puissances de réserve correspondantes (back-up). Sans accord sur l'électricité avec l'UE, et en partie déjà aujourd'hui, ce n'est plus le cas (voir tableau 4).

De manière générale, en cas de panne imprévue en Suisse, aussi bien les puissances de réserve à court terme (jusqu'à quinze minutes après la panne) que les réserves à long terme (quelques heures ou quelques mois en fonction du dérangement) sont nécessaires. Après quinze minutes, l'exploitant de la centrale en panne est responsable du remplacement de l'électricité manquante jusqu'à ce que la centrale soit remise en service. Pour cette raison, l'exploitation de centrales nucléaires nécessite des capacités de back-up équivalentes à la puissance de la plus grande installation (actuellement 1,2 GW) comme réserve en cas de panne imprévue.

Grâce à un accord sur l'électricité avec l'UE, un back-up pour une panne imprévue d'une centrale nucléaire suisse restera disponible par le biais du réseau électrique de l'UE. Sans un tel accord, ce back-up de la part de l'UE n'est plus garanti et des capacités de réserve nationales supplémentaires seraient nécessaires. Cela vaut aussi bien pour les centrales nucléaires existantes que pour une nouvelle installation.

Les capacités d'énergie hydraulique existantes ne suffisent pas pour compenser une panne prolongée d'une centrale nucléaire. Cela signifie qu'une (ou plusieurs) centrale(s) de réserve supplémentaire(s) dotée(s) de la puissance totale de la plus grande centrale nucléaire en exploitation doit/doivent être disponibles, avec des réserves de combustibles suffisantes. La construction et la disponibilité de cette réserve impliquent des coûts supplémentaires pour l'État ou l'exploitant de la centrale nucléaire. [RB 6.2]

5.6 Rôle de l'État

Il est très probable qu'un soutien étatique sera nécessaire pour la construction d'une nouvelle centrale nucléaire en Suisse. Dans ce contexte, le soutien étatique signifie un soutien de la Confédération, vu que l'énergie nucléaire est de la compétence de la Confédération, contrairement à la plupart des énergies renouvelables. Toutefois, étant donné que les exploitants, pour le moins en ce qui concerne les grandes centrales nucléaires existantes, sont dans leur majorité la propriété des cantons, les cantons pourraient indirectement contribuer à la couverture du risque ou au soutien financier, s'ils étaient prêts à le faire. Il semble probable que la nature et l'ampleur du soutien étatique (fédéral et éventuellement cantonal) devront être définies sur le plan politique, ce qui nécessitera des modifications de la législation. Cela doit se faire avant que des investisseurs et des exploitants potentiels se décident à solliciter une autorisation générale (voir aussi chapitre 6).

L'État joue aussi un rôle dans la couverture des risques d'accident. Actuellement, l'énergie nucléaire est indirectement subventionnée par la limitation de la responsabilité des exploitants de centrales nucléaires en cas d'accident majeur dans une centrale nucléaire. Cela est aussi valable pour les grandes centrales hydroélectriques, mais pas pour les centrales éoliennes et photovoltaïques pour lesquelles, en raison de leur caractère décentralisé, le dommage potentiel en cas d'accident est beaucoup moins important et bien assurable. [RB 5.2.4]

5.7 Vue d'ensemble

Le tableau 5 à la page suivante résume les perspectives de nouvelles centrales nucléaires de la génération III/III+ en Suisse. [RB 5.3]

Tableau 4 : conséquences de l'accord sur l'électricité avec l'UE exerçant une influence sur l'intégration de centrales nucléaires dans le système électrique suisse

Situation avec accord sur l'électricité avec l'UE	Situation sans accord sur l'électricité avec l'UE
La Suisse est complètement intégrée dans les plateformes de régulation du réseau électrique de l'UE: compensation de fluctuations à court terme et saisonnières possible en grande partie par le biais du système électrique de l'UE	La Suisse est exclue des plateformes de régulation de l'UE: compensation par le biais du système électrique de l'UE restreinte et incertaine, doit dans une large mesure être effectuée en Suisse, notamment en cas de pénuries
Libre échange d'électricité avec les pays de l'UE	Le commerce avec les pays de l'UE est possible, mais avec des restrictions, en particulier en cas de pénuries et de crises, ce qui nécessite des réserves indigènes en conséquence
Disponibilité garantie par le droit de lignes de raccordement transfrontalières	Les lignes transfrontalières ne sont pas garanties à tout moment
Le soutien étatique de centrales doit être conforme aux directives de l'UE	Soutien étatique illimité de centrales nucléaires possible

Tableau 5: vue d'ensemble des principales caractéristiques de l'énergie nucléaire concernant les aspects techniques, économiques, sociaux et systémiques

Aspect	Caractéristique
Technique	
Sécurité	Un accident de réacteur avec des dommages nucléaires et une fuite de radioactivité (risque principal) est très invraisemblable, mais cause potentiellement de très grands dommages; la probabilité d'accident de la génération de centrales nucléaires III/III+ est de 10 à 100 fois moins élevée qu'avec les centrales nucléaires actuelles en Suisse.
Comportement en service	Actuellement charge de base avec utilisation de 80 à 90%; suivi de charge possible dans la plage d'utilisation entre 30 et 100%, mais plutôt désavantageux du point de vue de la rentabilité (sauf en cas de modèles économiques correspondants sur le marché).
Durée de construction	Les durées de construction dans le monde varient entre 4 et 17 ans; dans les pays occidentaux, il faut compter au minimum 8 ans. Prolongation de la durée de construction en cas de modifications tardives du design, de problèmes avec les projets initiaux et de pénuries dans la chaîne d'approvisionnement.
Déchets radioactifs	Manque d'expérience internationale dans la construction et l'exploitation d'un dépôt en profondeur; en Suisse, le site est identifié; le processus politique est en cours; la mise en service est prévue pour l'année 2050. Pour une nouvelle centrale nucléaire, une capacité de stockage supplémentaire serait nécessaire (actuellement pas prévue).
Fermeture et démantèlement	Premières expériences existantes avec le démantèlement de la centrale nucléaire de Mühleberg; le démantèlement dure environ 15 ans; l'arrêt et l'élimination des déchets sont payés en amont par les exploitants au cours de la durée d'exploitation (constitution d'un fonds).
Impact sur l'environnement	Les centrales nucléaires comptent parmi les sources d'énergie pauvres en CO ₂ ; par ailleurs, leur impact sur l'environnement est faible, à l'exception de rayonnements ionisants en cas d'accidents (faible risque).
Coûts et industrie	
Coûts et structure des coûts	Les centrales nucléaires exigent des capitaux importants, requièrent des investissements à long terme, comportent des risques financiers élevés et des incertitudes; les coûts de production (LCOE) se situent entre 7,5 et 19 ct/kWh, en fonction de la durée et des coûts de construction ainsi que de l'utilisation.
Industrie de la construction	Industrie occidentale et chaînes d'approvisionnement fragmentées; les entreprises sont confrontées à des problèmes financiers; manque possible de main-d'œuvre qualifiée; EDF, Westinghouse, KEPCO et GE/Hitachi sont des fournisseurs potentiels pour une nouvelle centrale nucléaire en Suisse.
Approvisionnement en combustible	Les réserves naturelles d'uranium peuvent couvrir le besoin pour les prochains siècles; les États-Unis et l'Europe cherchent à redévelopper leur industrie minière et d'enrichissement afin de réduire leur dépendance vis-à-vis de la Russie.
Acceptation	
Acceptation par la population	La population suisse est partagée sur la question nucléaire depuis des décennies; l'acceptation ou le refus sont dépendants de facteurs contextuels et externes; la résistance sociale peut retarder ou arrêter une nouvelle construction.
Intégration dans le système énergétique	
Intégration d'une nouvelle centrale nucléaire dans le système énergétique	Nouveaux défis pour l'énergie nucléaire dans le système énergétique avec une part importante d'énergies renouvelables; une nouvelle centrale nucléaire peut couvrir une partie du besoin en électricité supplémentaire en hiver et diminuer ainsi le besoin en importation et en stockage saisonnier; un excédent ponctuel de l'offre en électricité en été peut rendre l'utilisation et la rentabilité des centrales nucléaires incertaines durant la période estivale.
Intégration du marché	Sur le futur marché de l'électricité, c'est surtout la production flexible d'électricité qui sera demandée, l'efficacité des centrales nucléaires est limitée dans ce domaine; le taux d'utilisation et les revenus des centrales nucléaires ne sont pas clairs pendant la période estivale, tandis qu'une utilisation élevée et des recettes prévisibles sont attendues durant la période hivernale.
Rôle de l'accord avec l'UE	Sans accord sur l'électricité avec l'UE, de grandes réserves de capacités de production sont nécessaires (avec des performances analogues à la plus grande centrale nucléaire) en cas de panne imprévue.
Rôle de l'État	
Rôle de l'État	Dans le monde entier, toutes les centrales nucléaires nouvellement construites sont aujourd'hui soutenues de différentes manières par l'État; une nouvelle construction en Suisse sans soutien financier étatique substantiel ne semble pas réaliste; l'énergie nucléaire est actuellement indirectement subventionnée en limitant la responsabilité des exploitants de centrales nucléaires en cas d'accident majeur.

6 Processus et décisions en vue d'une nouvelle centrale nucléaire

Ce chapitre présente les étapes successives et les interactions entre les sept décisions (D1 à D7) les plus importantes à prendre ainsi que les processus précédents qui impactent la perspective d'une nouvelle centrale nucléaire en Suisse (voir aussi figure 2). La figure 3 montre l'estimation du temps nécessaire pour la construction d'une nouvelle centrale nucléaire. Ce calendrier peut aussi évoluer différemment de ce qui est décrit en raison de changements (imprévisibles) du contexte (p. ex. évolutions techniques et géopolitiques, décisions politiques). Les délais indiqués ici et les dépendances à l'égard de la voie choisie devraient toutefois être assez fiables.

D1: Initiative « Stop au blackout » et contre-projet

Actuellement, une initiative populaire (initiative « Stop au blackout », modification de la Constitution) ainsi qu'un contre-projet indirect (modification de la loi) du Conseil fédéral ont pour objectif la levée de l'interdiction légale existante de construire de nouvelles centrales nucléaires. Aussi bien l'initiative de manière certaine qu'un éventuel contre-projet (selon toute probabilité) seront soumis au vote populaire, probablement fin 2026 ou 2027 (= D1). Si l'initiative « Stop au blackout » est acceptée par la majorité du peuple et des cantons, le parlement doit proposer les modifications de la loi en ce sens. Celles-ci sont à nouveau soumises au référendum facultatif, éventuellement avec un nouveau vote populaire à la clé. Ce processus dure environ 2 à 4 ans. Si le contre-projet indirect est accepté dans la forme proposée, il faudrait procéder à une modification de la loi en ce qui concerne la possibilité de construire de nouvelles centrales nucléaires et elle pourrait entrer en vigueur immédiatement.

D2: Accord sur l'électricité avec l'UE

Les négociations sur la stabilisation et le développement des relations bilatérales entre la Suisse et l'UE se sont achevées en décembre 2024. Dans les années à venir, les accords doivent être ratifiés par la Suisse, y compris le processus de décision parlementaire et vraisemblablement une ou plusieurs votations populaires. Dans le paquet négocié, l'accord sur l'électricité est d'une importance capitale pour la planification du système électrique en général et de l'énergie nucléaire en particulier. Cela est valable notamment pour l'intégration de la Suisse dans le système électrique européen, la disponibilité de lignes transfrontalières et le besoin en capacités de réserve et de stockage à court et long terme (voir chapitre 5.5). Les votations sur ce point se dérouleront probablement en 2028 ou 2029.

D3: Loi sur le subventionnement de centrales nucléaires

Cette décision englobe des discussions politiques sur l'investissement, l'exploitation et le financement d'une nouvelle centrale nucléaire. Il s'agit de clarifier les conditions-cadres juridiques et financières pour les exploitants et investisseurs privés et publics, avec une implication

possible des cantons, de la Confédération, du parlement et du grand public. Une question centrale sera de définir qui supporte quels coûts et risques d'investissement d'une nouvelle centrale nucléaire. Pour chaque type de soutien étatique pour l'exploitation de nouvelles centrales nucléaires, une modification de la loi est nécessaire, avec référendum possible et une éventuelle décision par le biais d'une votation.

D4: Décision d'exploitants et d'investisseurs

La quatrième décision concerne la décision de futurs exploitants et investisseurs potentiels de solliciter une autorisation générale. À défaut, aucune installation ne sera construite. La décision est prise sur la base de considérations économiques, de développements prévisibles dans le système énergétique, du développement des capacités de production renouvelables et d'une évaluation des technologies disponibles de l'énergie nucléaire et des fournisseurs. Il faut partir du principe que les exploitants potentiels ne peuvent engager des réflexions sérieuses qu'au moment où les relations avec l'UE (D2) ainsi que les conditions-cadres financières sont définies (D3) ou prévisibles.

D5: Octroi de l'autorisation générale

Trois autorisations sont nécessaires pour la construction et l'exploitation d'une nouvelle centrale nucléaire en Suisse: une autorisation générale, un permis de construire et une autorisation d'exploiter (il est possible de combiner les deux dernières). L'octroi de l'autorisation générale dépend du résultat d'une votation populaire au cas où un référendum est demandé. Parmi les acteurs principaux, on compte les investisseurs/exploitants, l'IFSN, le Conseil fédéral, le parlement et enfin la population.

D6: Octroi du permis de construire et début de la construction

Le permis de construire (et l'autorisation d'exploiter) peut faire l'objet d'une opposition. Des recours auprès du Tribunal administratif fédéral et du Tribunal fédéral sont possibles (et probables) et peuvent prendre un certain temps (environ 2 ans). Il faut compter environ 5 à 6 ans pour l'ensemble du processus, y compris la procédure d'octroi du permis de construire et les oppositions.

D7: Fin des travaux de construction, autorisation d'exploiter et début de l'exploitation

Il faut compter 8 ans ou plus pour la construction (voir chapitre 5.1.3). L'autorisation d'exploiter peut être octroyée parallèlement à la construction de l'installation. Elle est suivie du début de l'exploitation, au plus tôt en 2050 (voir figure 3). [RB 6]

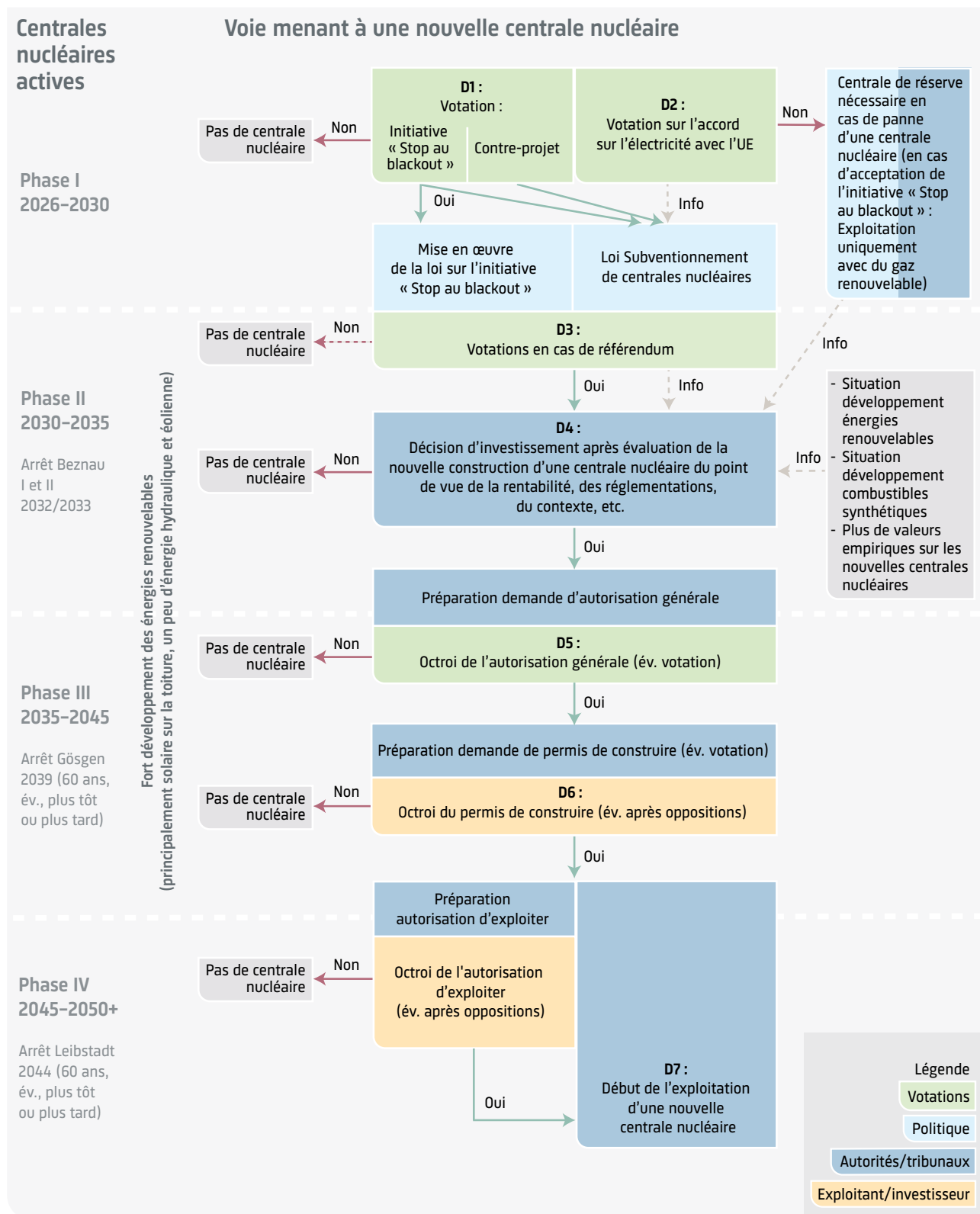


Figure 2: Les principaux points ou phases de bifurcation et de décision (D1 à D7) sur la voie menant à une nouvelle centrale nucléaire dotée de la technologie actuellement disponible sur le marché (Gén. III/III+) en Suisse. L'ensemble repose sur les lois, réglementations et initiatives politiques actuelles.

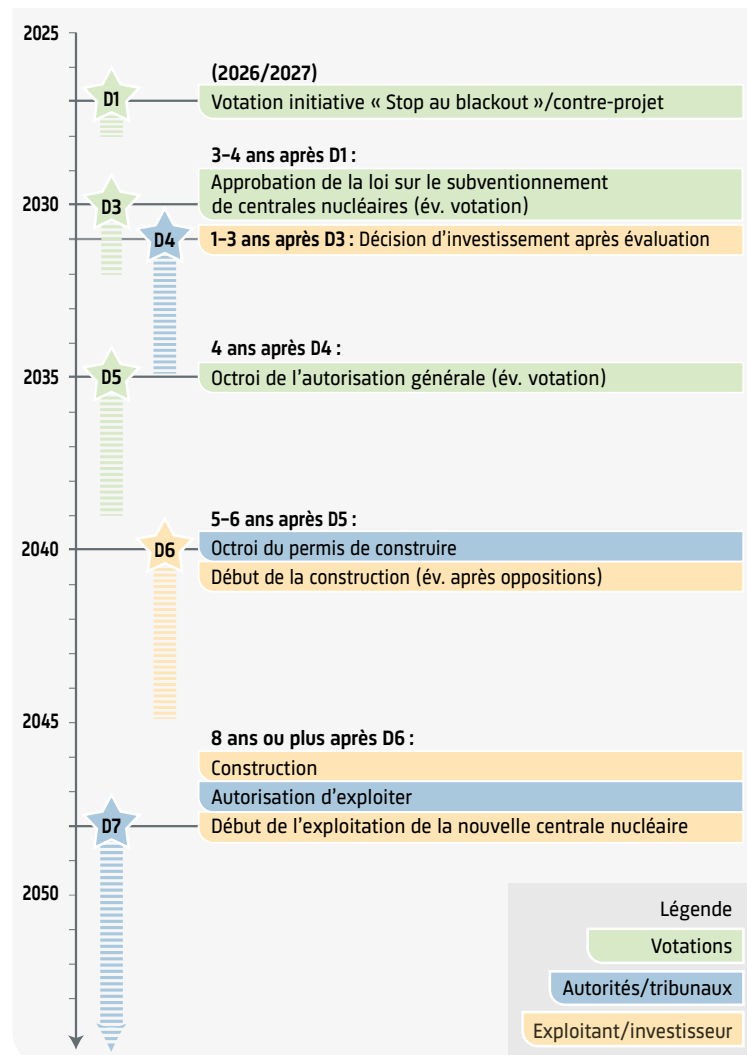


Figure 3 : Estimation du temps nécessaire cumulé pour les processus de décision politiques et liés à l'exploitation d'une nouvelle centrale nucléaire. L'étoile indique l'estimation de la date la plus proche sur la base de valeurs empiriques des décisions D1 à D7 (voir chapitre 6).

Le trait en pointillé indique à chaque fois la plage d'incertitude cumulée de l'estimation de la durée des processus précédents.

Le calendrier est basé sur le cadre juridique existant et les modifications de la loi minimales à prévoir afin de permettre une nouvelle centrale nucléaire (D2 n'est ici pas mentionnée étant donné qu'elle n'influence pas directement le cadre temporel).

Qui sommes-nous?

Les **Académies suisses des sciences** regroupent les quatre académies scientifiques suisses, l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), l'Académie suisse des sciences humaines et sociales (ASSH), l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM) et l'Académie suisse des sciences techniques (SATW). Elles comprennent en outre les centres de compétences TA-SWISS et Science et Cité ainsi que d'autres réseaux scientifiques. La relève scientifique s'organise dans la Jeune Académie Suisse. Les Académies suisses des sciences promeuvent la collaboration entre les scientifiques à l'échelon régional, national et international. Elles représentent la communauté scientifique aussi bien sur le plan des disciplines qu'au niveau interdisciplinaire et indépendamment des institutions et des branches spécifiques. Leur activité est orientée vers le long terme et vise l'excellence scientifique. Elles se fondent sur les savoirs scientifiques pour conseiller les politiques et le public sur des questions touchant de près la société.

La **Commission élargie de l'énergie des Académies suisses des sciences** promeut et coordonne la discussion et l'échange scientifique sur les thèmes de l'énergie et de l'utilisation durable des ressources au sein de la communauté de recherche et cultive le dialogue avec la politique et la société. Elle recherche la collaboration avec les hautes écoles et les hautes écoles spécialisées suisses et entretient un réseau de la communauté de recherche suisse sur le thème de l'énergie.

