

Les centrales nucléaires de nouvelle génération

La catastrophe de Fukushima a modifié la politique énergétique suisse. Même si la sortie du nucléaire n'est pas encore définitivement décidée, un large consensus s'est établi: en Suisse, on ne construira plus de centrales nucléaires avec la technologie actuellement disponible. Les problèmes qui y sont liés, particulièrement le risque résiduel et les déchets radioactifs, sont considérés comme inacceptables.

Une partie des acteurs politiques est d'avis que seuls des réacteurs d'une nouvelle génération, conçus de façon fondamentalement différente des modèles existants, pourraient être construits à l'avenir. 4e génération, thorium, Small and Modular Reactors, fusion nucléaire sont les termes qui désignent ces nouveaux modèles et apparaissent régulièrement dans le débat. Ce document en explique brièvement le fonctionnement et montre pourquoi cette nouvelle génération ne constitue pas une solution pour les défis actuels et à venir dans le domaine de la production d'électricité.

4e génération: Les modèles commercialisés actuellement, comme le European Pressurized Reactor (EPR), appartiennent à la génération 3/3+. Des concepts développés dans la recherche nucléaire actuelle sont considérés comme étant de 4e génération. Contrairement aux générations de réacteurs déjà en service ou en construction qui ont été développés à partir de modèles antérieurs (concepts *évolutifs*), les réacteurs de 4e génération devraient se baser sur des concepts complètement nouveaux. Ces nouveaux modèles pourraient, si tout se passe bien pour eux, présenter par exemple les caractéristiques suivantes :

- refroidissement au sodium (au lieu d'eau dans les modèles actuels)
- température d'exploitation de 1000 °C (au lieu de 300 °C)
- combustible à base de thorium et/ou de plutonium (au lieu d'uranium)
- réacteurs dits à neutrons rapides consommant et produisant simultanément du combustible.

Il faut préciser que ces concepts existent tous depuis des décennies, mais qu'un certain nombre d'obstacles techniques n'ont toujours pas pu être surmontés. Tous les modèles de la 4e génération se

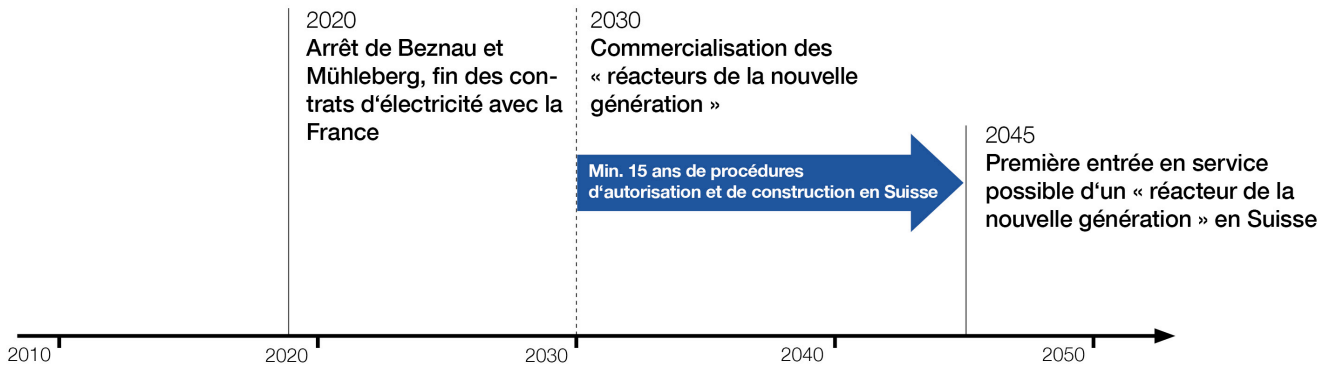
trouvent donc encore en phase de recherche et de développement. L'OCDE considère que les premières installations commerciales seront disponibles en 2040 [1].

Thorium: c'est un élément naturel qui pourrait être utilisé à la place de l'uranium. Le thorium est donc un combustible nucléaire et pas un concept de réacteur. Il pourrait être utilisé dans des réacteurs de 4e génération, soit à partir de 2040.

Small and Modular Reactors (SMR): terme générique pour les réacteurs de petite puissance¹ destinés à une construction modulaire. Ils devraient être utilisés pour alimenter de petits réseaux électriques (dans des pays en développement) et dans des régions reculées. Les SMR sont encore en phase de développement et ne seront pas commercialisés avant 2030. Le projet «Terrapower» de Bill Gates est un exemple d'utilisation de SMR. Le concept existe depuis les années 1950, mais n'a été jusqu'ici que simulé sur ordinateur. Cette mini-centrale nucléaire devrait produire de l'électricité en utilisant de l'uranium et du plutonium comme combustible.

Fusion nucléaire: cette technologie se distingue fondamentalement des concepts résumés ci-dessus. Elle fait l'objet de recherches depuis les années 1950 et, contrairement à la 4e génération, elle ne repose pas sur la fission nucléaire, mais sur la fusion nucléaire pour produire de l'énergie. Une fois sa construction terminée, le réacteur de recherche ITER sera le plus grand réacteur de fusion nucléaire. La première utilisation commerciale est espérée au plus tôt pour 2050 [3].

¹ L'AIEA définit comme SMR les réacteurs ayant une puissance jusqu'à 300 MW [4] (Mühleberg a 355 MW).



Sources : [1][5]

En Suisse, seulement à partir de 2045

L'illustration ci-dessus montre quand la nouvelle génération de réacteurs devrait être commercialisée. En Suisse, il faut en outre compter avec une procédure d'autorisation et de construction de 15 ans (flèche bleue). Un réacteur de nouvelle génération ne pourrait donc pas entrer en service avant 2045. Mais l'industrie électrique indique que Beznau 1 et 2, ainsi que Mühleberg seront arrêtés vers 2020; les contrats de fourniture de courant nucléaire français se termineront à la même époque [5]. De nouveaux concepts de réacteurs nucléaires ne seront donc pas à même d'assurer l'approvisionnement électrique de la Suisse.

Non concurrentiels

Les coûts exacts de production de courant des réacteurs de nouvelle génération – qu'ils soient de 4e génération, SMR, alimentés au thorium ou fonctionnant par fusion nucléaire – ne peuvent pas encore être chiffrés. Mais si l'on compte que de tels modèles pourraient entrer en service en Suisse au plus tôt en 2045, il est peu probable qu'ils soient rentables :

- depuis la première génération de réacteurs, les coûts de production de l'électricité d'origine nucléaire ont notablement augmenté. Les coûts de construction – le principal facteur de coûts – ont quintuplé [6]. Cette augmentation est principalement due au nécessaire renforcement des normes de sécurité.
- les coûts de construction des deux réacteurs EPR actuellement en chantier à Olkiluoto (Finlande) et Flamanville (France) ont explosé; les coûts de l'EPR finlandais ont pratiquement doublé en 2011 – soit deux ans avant

la fin prévue des travaux – et son passé d'EUR 3 milliards à EUR 5.6 milliards [7]. L'EPR constitue pourtant un développement des réacteurs à eau pressurisée existants précédemment. Lors de sa construction, une génération de réacteurs entièrement nouvelle ne pourra pas bénéficier des expériences du passé.

- les conclusions de la catastrophe de Fukushima et les résultats des essais de stress actuellement en cours amèneront un nouveau renforcement des mesures de sécurité. Les coûts supplémentaires que cela provoquera concerneront aussi les nouveaux modèles de réacteurs.
- parallèlement, les coûts des énergies renouvelables baissent continuellement. D'ici 2020, on s'attend à une réduction des coûts d'un facteur quatre [8].

Le risque résiduel reste

La fission nucléaire produit des matières radioactives. C'est une loi de la physique. Même s'il est envisageable (surtout théoriquement, sans avoir jamais été prouvé) qu'une fusion du cœur soit impossible dans un nouveau réacteur, une émission de radioactivité ne peut jamais être complètement exclue, même avec les normes de sécurité les plus élevées (p. ex. lors d'un incendie, d'un attentat ou d'utilisation inappropriée de matières radioactives).

Ce risque résiduel continue d'exister même dans la technologie de la fusion nucléaire. Même si cette technologie exclut une fusion du cœur, la quantité de matières radioactives dans un réacteur de fusion est toutefois comparable à celle

présente dans un réacteur de fission de la même puissance [9].

Les déchets radioactifs sont toujours là

La recherche nucléaire espère que les nouveaux concepts de réacteurs produiront moins de déchets radioactifs. Mais même les développeurs de la 4e génération sont d'avis que ces nouveaux réacteurs continueront de générer des déchets radioactifs de longue durée de vie [10]. La question des déchets radioactifs n'est donc toujours pas résolue :

- Les réacteurs à neutrons rapides et les cycles de combustibles qualifiés de fermés devraient permettre selon certains concepts de réutiliser les déchets comme combustible. Mais cela nécessite l'extension des capacités de retraitement. Le retraitement sépare les catégories de déchets radioactifs, mais ne les élimine pas. Il est en outre très cher et a de très graves conséquences pour l'environnement et la santé publique, comme le montre la situation autour des usines de retraitement de plutonium de La Hague, Mayak et Sellafield.
- L'utilisation de thorium comme combustible produit aussi des déchets radioactifs, p. ex. du proactinium-231 (demi-vie de 32'000 ans). L'extraction de thorium produit des poussières et des boues radioactives, comme l'extraction d'uranium.

Manque d'acceptation

Il faut s'attendre à ce que dans un système démocratique comme le connaît la Suisse, les réacteurs de 4e génération rencontrent une grande opposition.

- Les concepts de réacteur d'un nouveau genre signifient aussi un manque d'expérience dans leur construction et leur exploitation. Ni les investisseurs ni la population suisse n'accepteront la construction d'un réacteur qui n'a pas encore fait ses preuves dans une exploitation commerciale. Des années d'expérience à l'étranger seront né-

cessaires, ce qui repoussera encore d'autant une possible mise en service.

- Les SMR vantés par leurs promoteurs ne sont pas adaptés aux conditions suisses. Et ils rencontreraient aussi un problème d'acceptation : les SMR sont prévus pour avoir une puissance de 10 à 300 MW (pour comparer, Mühleberg a une puissance de 355 MW). En fonction du concept choisi, il faudrait entre 10 et 300 réacteurs de ce type pour remplacer la production des cinq réacteurs actuellement en service en Suisse. Les longues procédures d'autorisation et le manque d'acceptation rendent un approvisionnement décentralisé en électricité nucléaire irréalisable.

Réacteurs de nouvelle génération: conclusions

Les réacteurs nucléaires de nouvelle génération ne sont pas une bonne option pour la Suisse parce qu'ils ne pourraient pas entrer en service avant 2045.

Le risque résiduel et les déchets radioactifs sont et resteront le problème fondamental de l'énergie nucléaire.

Des exigences de sécurité plus élevées vont encore renchérir les futurs modèles de réacteurs et la nouvelle génération ne pourra pas être concurrentielle par rapport à d'autres sources d'énergie.

Pour plus d'informations:

Florian Kasser
Dipl. sc. nat. env. EPF
Greenpeace Suisse
Tél. 044 447 41 23
florian.kasser@greenpeace.org

Sources:

- [1] NEA & IEA. (2010). *Technology Roadmap Nuclear Energy*. Nuclear Energy Agency and International Energy Agency, Paris.
- [3] ITER. (2011). *ITER - the way to energy*. Abgerufen am 7.8.2011 von www.iter.org
- [4] IAEA. (2010). *Nuclear Power Technology Development*. Abgerufen am 21.7.2011 von <http://www.iaea.org/NuclearPower/SMR/>
- [5] Axpo. (2010). *Strom für heute und morgen. Stromperspektiven 2020 - neue Erkenntnisse*.
- [6] Grubler. (2010). The costs of the French nuclear scale-up: A case of negative learning by doing. *Energy Policy*, 38 (9).
- [7] WISE. (Juli 2011). Flamanville, Olkiluoto; More Problems EPR. *Nuclear Monitor*.
- [8] NET. (2009). *Würdigung des SET FOR 2020 Reports der EPIA /AT Kearney aus Schweizer Sicht*. St. Ursen.
- [9] TAB. (2002). *Kernfusion Sachstandsbericht*. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin.
- [10] GIF. (2011). *Frequently asked questions: Generation IV defined*. (G. I. Forum, Herausgeber) Abgerufen am 3. 8 2011 von <http://www.gen-4.org/GIF/About/faq/faq-definition.htm>

FK / 25.08.2011