


# FRANCE : CONSULTATION SUR LES CONDITIONS DE POURSUITE DE L'EXPLOITATION DES RÉACTEURS DE 900 MWE AU-DELÀ DE 40 ANS

Avis d'experts

Oda Becker  
Manfred Mertins  
Gabriele Mraz

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

Élaboré pour le compte du  
Ministère fédéral de la Protection du climat, de l'Environnement, de l'Énergie,  
de la Mobilité, de l'Innovation et de la Technologie  
Département VI/9 Coordination générale des affaires nucléaires  
Numéro de dossier : GZ: BMNT-UW.1.1.2/0019-I/6/2018

**pulswerk**  
Das Beratungsunternehmen des  
Österreichischen Ökologie-Instituts

RAPPORT  
RAP-0753

Wien 2021

## ZUSAMMENFASSUNG

In Frankreich sind 56 Kernkraftwerke (KKW) in Betrieb, darunter 32 Reaktoren zu je 900 MegaWatt, deren Laufzeit demnächst 40 Jahre erreicht oder schon erreicht hat. Alle zehn Jahre muss eine Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchgeführt werden um den Weiterbetrieb der KKW zu ermöglichen. Die nun durchgeführte vierte PSÜ ist von besonderer Wichtigkeit, da das ursprüngliche Design der Reaktoren nur auf eine Laufzeit von 40 Jahren ausgelegt war. Sie umfasst einen generischen Teil, der für die ganze 900-MW-Flotte gilt, und anlagenspezifische Ergänzungen. Die generische Phase der PSÜ wird mit der gegenständlichen öffentlichen Konsultation, die Ende 2020 begonnen hat, abgeschlossen. Im nächsten Schritt erfolgen bis 2031 die PSÜ für die einzelnen Reaktoren, wofür regionale Konsultationsverfahren durchgeführt werden.

Frankreich führt seit 2018 ein freiwilliges Beteiligungsverfahren für die Öffentlichkeit an der generischen Phase der PSÜ durch. Die nun vorliegende Beteiligungsmöglichkeit seit 3. Dezember 2020 bezieht sich auf die von der französischen Nuklearaufsichtsbehörde ASN im Entwurf vorgeschlagenen Bedingungen für den Weiterbetrieb von 900-MWe-Reaktoren über 40 Jahre hinaus.

Das französische Verfahren ist keine Strategische Umweltprüfung (SUP) und auch kein Umweltverträglichkeitsverfahren (UVP) im Sinne der Espoo und der Aarhus Konvention. Gerade vor dem Hintergrund neuer Entwicklungen im Rahmen der Espoo und Aarhus Konvention, in denen die UVP-Pflicht für Laufzeitverlängerungen von KKW geregelt wird, ist dies jedoch zu hinterfragen.

Österreich hat sich bereits in der ersten Phase dieser Konsultation beteiligt. Im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz erstellte das Umweltbundesamt eine Fachstellungnahme. ([Umweltbundesamt 2019](#)) Die damals gewonnenen Erkenntnisse zu Sicherheitsanforderungen werden anhand der neu aufgelegten Dokumente überprüft, Schlussfolgerungen bezüglich möglicher nachteiliger Auswirkungen der Laufzeitverlängerungen auf Österreich werden gezogen. Ziel der österreichischen Beteiligung ist es, die vorgeschlagenen Änderungen an den Reaktoren dahingehend zu überprüfen, ob diese mögliche erhebliche Folgen von schweren Unfällen auf Österreich minimieren oder wenn möglich verhindern können.

### **Analyse der wichtigsten sicherheitsrelevanten Aspekte – Unfälle ohne Kernschmelze**

Die bisher vom Betreiber Électricité de France (EDF) durchgeführten und im Weiteren vorgesehenen Nachrüstmaßnahmen tragen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit von Strukturen, Systemen und Komponenten der 900-MW-Reaktoren bei. Die Maßnahmen konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Beseitigung von erkannten Schwachstellen, das Erkennen von Problemen des Verhaltens und der Alterung an Strukturen, Systemen und Komponenten, deren Verfolgung und wo möglich deren Beseitigung, sowie auf einzelne Verbesserungen zur Erhöhung der Robustheit gegen interne und externe Einwirkungen, insbesondere durch Installation des „Hardened Safety Cores“ („noyau dur“) und des „ultimate containment residual heat removal device“ („EASu“). Diese Systeme sollen insbesondere im Falle auslegungsüberschreitender Anlagenzustände, also bei Zuständen der Sicherheitsebene 4, die erforderliche Abfuhr der Wärme sicherstellen.

Bestehende grundlegende Defizite bei den 900-MW-Reaktoren gegenüber den von ASN angegebenen Anforderungen an die Sicherheit als Voraussetzung für einen Betrieb über die ursprüngliche Laufzeit von 40 Jahren hinaus bleiben jedoch weiterhin bestehen.

Angesichts der festgestellten Defizite bei der zentral wichtigen Beherrschung von Ereignissen auf der Sicherheitsebene 3 besteht gegenüber dem EPR, einem Reaktortyp der 3. Generation, der gerade in Flamanville im Bau ist, ein deutlich erhöhtes Risiko dafür, dass es zu auslegungsüberschreitenden Ereignissen der Sicherheitsebene 4 mit der Konsequenz einer Gefährdung der Rückhaltung radioaktiver Stoffe kommen kann.

Es ist jedoch anzumerken, dass viele der im ASN-Bescheidentwurf angeführten Änderungen erst durch weitere Studien untermauert werden müssen, deren Ergebnisse von ASN in weiterer Folge noch abgenommen werden müssen. Somit liegt zum Ende der 4. PSÜ der insgesamt erforderliche Nachrüstumfang nicht konkret verifiziert vor.

### **Analyse der wichtigsten sicherheitsrelevanten Aspekte – Unfälle mit Kernschmelze**

Die Überprüfung durch die Nuklearaufsichtsbehörde ASN im Bereich Kernschmelzunfälle zeigt eine Reihe von Defiziten in den von EDF bislang vorgelegten Konzepten. ASN fordert nun die Umsetzung von signifikanten Verbesserungen der Konzepte.

Das von EDF vorgeschlagene Konzept zur Verhinderung des Durchschmelzens des Fundaments kann noch nicht als effektiv bezeichnet werden. Bei der Hälfte der KKW ist ein Durchschmelzen der (sehr kieselhaltigen) Fundamente zu erwarten. Eine Entscheidung zu der erforderlichen Verstärkung der entsprechenden Fundamente ist noch nicht getroffen. Ob die in einigen Jahren zwischen ASN und EDF vereinbarten Maßnahmen ausreichend sind, kann derzeit noch nicht bewertet werden.

Die Überprüfung der ASN zeigte, dass das wesentliche Sicherheitssystem EASu in unterschiedlichen Unfallsituationen ausfallen kann. Zahlreiche weitere Komponenten und Maßnahmen sind aus Sicht von ASN erforderlich, damit das System zur Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Sicherheitsbehälter eingesetzt werden kann. Ob sich diese Anforderungen alle umsetzen lassen, ist zudem fraglich.

Eine wichtige Modifikation zur Verhinderung einer großen radioaktiven Freisetzung soll erst in Phase B (vier Jahre nach der PSÜ) ausgeführt werden.

Aber auch im Falle einer erfolgreichen Umsetzung aller geforderten Komponenten und Maßnahmen, entspricht das EASu nicht aktuellen Sicherheitsanforderungen, da es Aufgaben in mehreren Sicherheitsebenen übernehmen soll.

Das Gelingen des Severe Accident Management (SAM) hängt zudem von schnellen, zielgerichteten Handlungen der Betriebsmannschaft ab. Laut ASN (2020b) hat EDF bisher nicht nachgewiesen, dass dieses grundsätzlich möglich ist.

Die Nachrüstungen der U5-Filteranlage hinsichtlich fehlender Auslegung gegen Erdbeben und mangelnder Iodfilterung sind noch nicht erfolgt, obwohl die erheblichen Sicherheitsdefizite bereits seit 2011 bekannt sind.

Auch die Entwicklung einer ausreichend wirkungsvollen Maßnahme für die Begrenzung der Ausbreitung von kontaminiertem Wasser in die Umwelt und zu Kosten, die als verhältnismäßig angesehen werden, dauert noch an.

Die Bewertung der vorgelegten Konzepte im Bereich Kernschmelzunfälle für die französischen 900-MW-Reaktoren verdeutlichte die technischen (und wirtschaftlichen) Grenzen für die Erreichung des Sicherheitsniveaus des EPR.

Insgesamt ist das gesetzte Ziel der Begrenzung der radiologischen Auswirkungen während eines schweren Unfalls nicht erreicht.

### **Lagerung der abgebrannten Brennelemente**

Am Ende der Umsetzung der im Rahmen der 4. PSÜ geplanten Nachrüstungen sollen als Teil des „Hardened Safety Core“ ein zusätzliches Kühlsystem des Brennelementlagerbeckens (SFP), ein Nachspeisewassersystem und eine Notwasserquelle implementiert sein. Mit diesen erheblichen Nachrüstungen kann das Risiko einer Brennelementfreilegung in vielen Unfallsituation reduziert werden.

ASN kritisiert jedoch die begrenzte Zielsetzung für das zu erreichende Sicherheitsniveau. Der Untersuchungsumfang von EDF zu möglichen Unfallsituationen im SFP ist bisher nicht ausreichend. EDF muss die Liste an Situationen, die zu einem Wasserverlust oder zu mangelnder Kühlung der Brennelemente im SFP führen könnten, vervollständigen, um etwaige umzusetzende Maßnahmen zu identifizieren.

ASN fordert umfangreiche Nachreichungen, schränkt aber hinsichtlich der erforderlichen Nachrüstungen bereits ein, dass diese „verhältnismäßig“ sein müssen. Das dann schlussendlich erreichte Sicherheitsniveau kann daher noch nicht bewertet werden.

Um langfristig die Freisetzung aus dem SFP im Falle eines schweren Unfalls zu vermeiden, ist das Erreichen eines sicheren Zustands ohne Sieden des Wassers erforderlich. Ob dieser Zustand für alle Unfallszenarien erreicht werden kann, muss EDF noch nachweisen.

Hinsichtlich eines Brandes entspricht das durch Nachrüstung erreichte Sicherheitsniveau nicht dem heutzutage geforderten Sicherheitsniveau. Für Unfallsituationen durch Explosionen und Leckagen stehen noch weitere Studien und ggf. Nachrüstungen aus, erst dann kann das erreichte Sicherheitslevel bewertet werden.

EDF hat auch die Folgen des Absturzes eines Flugzeugs der allgemeinen Luftfahrt auf das Brennstoffgebäude untersucht. Laut EDF führt dies nicht zu einer Freilegung der Brennelemente im SFP. Diese Aussage ist auf Basis der bereits vorliegenden Studien zum Flugzeugabsturz nicht nachvollziehbar und kann ohne Darlegung der für die Studie verwendeten Annahme (z.B. zum Flugzeugtyp) nicht bewertet werden.

Ob die noch zu bestimmenden weiteren Nachrüstungen das von ASN gesteckte Sicherheitsniveau erreichen werden, ist zurzeit noch fraglich. Die bedeutendste Schwachstelle, die Verwundbarkeit des SFP gegenüber externen Einwirkungen, würde im Falle einer Betriebsverlängerung weitere 20 Jahre bestehen bleiben, da Maßnahmen zur Behebung dieser Schwachstelle nicht vorgesehen sind.

Insgesamt sind unfallbedingte Freisetzungen aus dem Brennelementlagerbecken mit erheblichen Auswirkungen auch auf Österreich nicht ausgeschlossen.

### **Analyse der Regelkonformität bei wichtigen sicherheitsrelevanten Strukturen, Systemen und Komponenten**

Seitens ASN sollen sich die Neubewertung der Reaktoren und die sich daraus ergebenden Verbesserungen an den neuen Reaktorgenerationen, wie dem EPR, orientieren, dessen Design deutlich verstärkte Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Die vorliegenden Informationen im Bescheidentwurf, wie auch den ebenso veröffentlichten Begleitbericht, sind jedoch nicht ausreichend und geeignet, um nachzuvollziehen, inwieweit die den Stand von Wissenschaft und Technik reflektierenden Anforderungen mit den angedachten Nachrüst- und Verbesserungsmaßnahmen erreicht werden können. Entweder sind Anforderungen (wie z.B. Redundanz von Sicherheitssystemen im Abgleich mit den EPR Anforderungen, Maßnahmen zum praktischen Ausschluss von Dampferzeuger-Heizrohren) überhaupt nicht angesprochen oder die jeweiligen Darlegungen lassen eine genaue Prüfung nicht zu. Letzteres betrifft z.B. Nachweis des erforderlichen Konservatismus in der Störfall- und Unfallanalyse, Nachweise zum Ausschluss von cliff-edge Effekten aufgrund geringfügig veränderter Parameter ausgelöste große Kippeffekte in den Anlagenbedingungen, Nachweis der Widerstandsfähigkeit der Strukturen, Systeme und Komponenten gegen extreme anlagenexterne Einwirkungen. Demgemäß ist es nicht möglich, eine vollständige Konformität mit den anzuwendenden Regeln festzustellen.

## SUMMARY

In France, a total of 56 nuclear power plants (NPP) is in operation, 32 of them are 900 MW reactors, which will soon reach or have already reached a life-time of 40 years. To enable continued operation of the NPPs, a Periodic Safety Review (PSR) needs to be performed every ten years. The fourth PSR which is currently being performed is of specific importance, because originally the reactors were designed for a life-time of only 40 years. This PSR involves a generic part to be applied for the entire 900-MW fleet with plant-specific additions. The generic phase of the PSR is now being completed with this public consultation which started at the end of 2020. In the next step until 2031, the PSR for individual reactors will be undertaken, involving regional consultative procedures.

Since 2018 France has been conducting for the generic PRS phase a voluntary participation procedure for the public. The current possibility for public participation since December 3 2020 is referring to conditions the French Nuclear Regulator ASN proposed in the draft for the continued operation of the 900 MW reactors beyond 40 years.

The French procedure is not a Strategic Environmental Assessment (SEA) or Environmental Impact Assessment (EIA) according to the Espoo and Aarhus Conventions. However, the new developments in the framework of the Espoo and Aarhus Convention which clarified the EIA obligation for NPP life-time extensions call this approach into question.

Austria already took part in the first phase of this consultation. The Austrian Environment Agency was commissioned by the Federal Ministry for Climate Action to prepare an expert statement. ([Umweltbundesamt 2019](#)) The findings on safety requirements made then are now re-viewed based on the newly published documents and conclusions are made regarding possibly adverse impact of the life-time extensions on Austria. The Austrian participation serves to assess whether the proposed changes in the reactors can minimize or even prevent significant impacts of severe accidents on Austria.

### **Analysis of most important safety-relevant aspects – accidents without core-melt**

The upgrade measures which were conducted and are foreseen in the future by the operator Électricité de France (EDF) contribute to improving the reliability of structures, systems and components of the 900 MW reactors. The measures essentially focus on eliminating the weaknesses, the identification of the problems of obsolescence and aging of structures, systems and components, tracking and possible removal. Also some improvements to increase robustness against internal and external impacts are foreseen, in particular the installation of „Hardened Safety Cores“ („noyau dur“) and „ultimate containment residual heat removal device“ („EASu“). Those systems should ensure the necessary heat removal in particular in cases of beyond design basis plant conditions, i.e. conditions of Safety Level 4.

Existing basic deficits of the 900 MW reactors compared to the safety requirements tabled by ASN as preconditions for operation beyond the original life-time of 40 years will however remain.

The identified deficits in the essentially important control of events on the Safety Level 3 exist in comparison to the EPR, the Generation III reactor type, which is under construction in Flamanville, and pose a significantly increased risk for the occurrence of events beyond design basis accident on Safety Level 4 which can proceed so far that retaining the radioactive materials is not secured any longer.

It should be noted that many changes which are listed in the ASN draft order need to be proven with the results of several more studies, which first have to be approved by ASN. For this reason the full scale of needed retrofitting measures will not be verified in concrete terms at the end of the fourth PSR.

### **Analysis of most important safety-relevant aspects – core-melt accidents**

The ASN review in the field of core melt accidents revealed several deficits in the concepts presented by EDF so far. ASN now demands the implementation of significant improvements of the concepts.

The concept which EDF proposed as means to prevent a melt-through of the foundations cannot be called effective. A melt-through of the (very silicious) foundations has to be expected for half of all NPP. The decision to undertake the necessary enforcement of the affected foundations has not yet been taken. At this point it cannot be assessed whether the measures which ASN and EDF will agree upon in the next years will be sufficient.

The ASN review showed that the key safety system EASu can fail under different accident situations. According to ASN, numerous additional components and measures are needed to use the residual heat removal system in the containment. Also it remains questionable whether all those requirements can be implemented.

An important modification intended to prevent large radioactive release shall be implemented only in phase B (four years after the PSR).

Also in case of a successful implementation of all required components and measures, the EASu does not comply with current safety demands, because it should deal with tasks on several safety levels.

Furthermore the success of the Severe Accident Management (SAM) is dependent on the fast targeted actions of the plant team. According to ASN (2020b), EDF so far has not proven that this is possible in principle.

Though the significant safety deficits have been known since 2011, the retrofit of the U5 filter system, which is necessary due to the deficits in the design against earthquakes and iodine filters has not yet been performed.

Also the development of sufficiently effective measures to limit the spread of contaminated water into the environment at reasonable costs is still ongoing.

The assessment of the concepts for the 900 MW reactors in the area of accidents with melt-down clearly pointed to the technical (and economic) limits of achieving an EPR safety level.

The overall goal of achieving a limit to the radiological effects during a severe accident has not been reached.



### **Storage of spent fuel elements**

As part of the „Hardened Safety Core“ an additional cooling system for the spent fuel pond (SFP), make-up water system and an emergency water source should be implemented as a result of the 4<sup>th</sup> PSR. Those significant upgrades could reduce the risk of uncovering the spent fuel assemblies in many accident situations.

ASN however criticized the limited target which was set for the intended safety level. EDF's range of investigations on possible accident situations in the SFP is insufficient so far. EDF has to complete the list of situations which can lead to a loss of water or to insufficient cooling of the fuel assemblies in the SFP with the goal of identifying possibly necessary measures.

ASN demands extensive submissions, however already limited the necessary upgrades by calling them “proportionate”. Therefore it is not possible to assess the safety level which will finally be achieved at this point.

To avoid a release from the SFP in case of a severe accident in the long-term, it is necessary to establish a safe status without the water boiling. EDF has yet to prove whether this status can be achieved for all accident scenarios.

Also concerning fires the safety level which was reached with upgrades does not fulfill currently required safety levels. For accident situations due to explosions and leakage further studies and possible upgrades are expected; only then the achieved safety level can be evaluated.

EDF also investigated the consequences of the crash of a commercial airplane on the spent fuel building. According to EDF it would not lead to an uncovering of the spent fuel assemblies in the SFP. This statement cannot be justified with the existing studies on airplane crashes and cannot be assessed with an explanation of the assumptions (e.g. on the airplane type) the study used.

Whether those yet to be determined further upgrades will reach the safety goal defined by ASN is questionable at this point. The chief weakness – the SFP's vulnerability against extreme impact – would persist for another 20 years, because no measures are foreseen for this weakness.

Overall, releases from the spent fuel pond as consequences of accidents with significant impacts also on Austria cannot be excluded.

### **Analysis of compliance with the regulatory body for safety-relevant structures, systems and components**

Concerning a re-evaluation of the reactors and the resulting improvement, ASN should use the new reactor generation like the EPR as a guiding line, because its design fulfills significantly higher safety requirements.

The presented information in the draft order and the published accompanying report however is not sufficient and not adequate for a comprehensive understanding of how the requirements which reflect the state-of-the-art of science and technology can be achieved with the suggested upgrade and improvement measures. Either the requirements (such as e.g. redundancy of safety systems compared to the EPR requirements, measures for the practical elimination of steam generator heating pipelines) are not even addressed or the respective explanations do not make a detailed examination possible. This is the case for e.g. evidence of sufficiently applied conservative approach for incident and accident



analysis, elimination of cliff-edge effects (due to marginally changed parameters triggered large tilt effects in installation conditions), evidence for the robustness of structures, systems and components against extreme plant-external impacts). For this reason it is impossible to determine a full conformity with the valid regulations.

## RÉSUMÉ

En France, 56 centrales nucléaires sont en exploitation, dont 32 réacteurs de 900 mégawatts qui atteindront bientôt ou ont déjà atteint 40 ans de fonctionnement. Un réexamen périodique de sécurité (RPS) doit être effectué tous les dix ans pour garantir la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires. Le quatrième RPS en cours de réalisation revêt une importance particulière, car la conception originale des réacteurs n'était prévue que pour une durée de 40 ans. Le réexamen comprend une partie générique, qui s'applique à l'ensemble des centrales 900 MWe, et des suppléments spécifiques à chaque centrale. La phase générique du RPS sera complétée par la présente consultation publique qui a débuté à la fin de l'année 2020. Dans une prochaine étape, des RPS seront réalisés pour les différents réacteurs d'ici 2031, pour lesquels des procédures de consultation régionales seront mises en œuvre.

La France mène un processus d'association volontaire du public dans la phase générique du RPS depuis 2018. L'offre d'association maintenant ouverte depuis le 3 décembre 2020 se base sur les conditions proposées dans une ébauche de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) pour la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans.

La procédure française n'est ni une évaluation environnementale stratégique (EES) ni une étude d'impact environnemental (EIE) au sens des conventions d'Espoo et d'Aarhus. Toutefois, il convient de s'interroger sur ce point, notamment dans le contexte des nouveaux développements dans le cadre des conventions d'Espoo et d'Aarhus qui réglementent l'obligation en matière d'EIE pour les extensions de durée de vie des centrales nucléaires.

L'Autriche a déjà pris part à la première phase de cette consultation. L'Umweltbundesamt (Agence fédérale autrichienne de l'environnement) a préparé un avis d'experts au nom du Ministère fédéral autrichien de la Protection du climat. ([Umweltbundesamt 2019](#)) Dans ce document, les résultats concernant les exigences de sécurité obtenus à cette date sont examinés sur la base des documents réévalués et des conclusions sont tirées concernant les éventuels effets négatifs sur l'Autriche des prolongations de la durée de vie. L'objectif de l'association de l'Autriche est d'examiner les modifications proposées pour les réacteurs afin de déterminer si elles peuvent minimiser ou, si possible, prévenir les conséquences significatives potentielles d'accidents graves sur l'Autriche.

### **Analyse des aspects les plus importants en matière de sécurité – accidents sans fusion du cœur**

Les mesures de modernisation réalisées jusqu'à présent par l'opérateur Électricité de France (EDF) et celles prévues pour l'avenir contribuent à améliorer la fiabilité des structures, des systèmes et des composants des réacteurs 900 MWe. Les mesures se concentrent principalement sur l'élimination des points faibles identifiés, l'identification des problèmes d'obsolescence et de vieillissement des structures, des systèmes et des composants, leur suivi et, si possible, leur élimination, ainsi que sur les améliorations individuelles visant à accroître la robustesse face aux agressions internes et externes, notamment par l'installation du noyau dur et du dispositif d'évacuation de la chaleur résiduelle de l'enceinte ultime (« EASu », système d'aspersion enceinte ultime). Ces systèmes

sont destinés à assurer l'évacuation nécessaire de la chaleur, en particulier dans les cas où l'état de l'installation dépasse le niveau de conception, c'est-à-dire lorsque l'état atteint le niveau 4 de sûreté.

Toutefois, il subsiste des lacunes fondamentales dans les réacteurs de 900 MWe par rapport aux exigences de sûreté énoncées par l'ASN en tant que condition préalable à une exploitation au-delà de la durée de vie initiale de 40 ans.

Compte tenu des déficits identifiés dans le contrôle centralisé des événements au niveau 3 de sûreté, il existe un risque sensiblement accru par rapport à l'EPR, un type de réacteur de troisième génération actuellement en construction à Flamanville, que des événements au-delà du dimensionnement au niveau 4 de sûreté puissent se produire, ce qui mettrait en danger la rétention de matières radioactives.

Toutefois, il convient de noter que bon nombre des changements mentionnés dans le projet de décision de l'ASN doivent être justifiés par des études complémentaires dont les résultats devront être acceptés ultérieurement par l'ASN. Ainsi, à la fin du 4<sup>e</sup> RPS, l'étendue de la modernisation requise n'est pas concrètement déterminée.

### **Analyse des aspects les plus importants pour la sécurité – accidents avec fusion du cœur**

L'examen de l'ASN dans le domaine des accidents de fusion du cœur révèle un certain nombre de lacunes dans les concepts présentés par EDF jusqu'à présent. L'ASN appelle maintenant à apporter des améliorations significatives à ces concepts.

Le concept proposé par EDF visant à prévenir la fonte des fondations ne peut pas encore être décrit comme efficace. La fonte des fondations (très siliceuses) est à prévoir dans la moitié des centrales nucléaires. Aucune décision n'a encore été prise concernant le renforcement nécessaire des fondations concernées. Il n'est pas encore possible d'évaluer à ce stade si les mesures convenues entre l'ASN et EDF dans quelques années seront suffisantes.

L'examen de l'ASN a révélé que le système de sécurité essentiel EASu pouvait tomber en panne dans différentes situations d'accident. De nombreux autres composants et mesures sont nécessaires du point de vue de l'ASN afin de pouvoir utiliser le système pour évacuer la puissance résiduelle de l'enclume de confinement. Il n'est pas encore certain qu'il soit possible de satisfaire à toutes ces exigences.

Une modification importante visant à prévenir un rejet radioactif important est prévue à partir de la phase B (quatre ans après le RPS).

Cependant, même dans le cas où toutes les composantes et mesures requises seraient mises en œuvre, le système EASu ne répondrait pas aux exigences de sécurité actuelles, car il est censé accomplir des tâches à plusieurs niveaux de sûreté.

Le succès de la gestion des accidents graves (GAG) dépend également d'une action rapide et ciblée de l'équipe d'exploitation. D'après l'ASN (2020b), à ce jour, EDF n'a pas démontré que cela est en principe possible.

La modernisation de l'installation de filtration « U5 » pour corriger ses faiblesses structurelles en cas de tremblements de terre et remédier à l'absence de filtration de l'iode n'a pas encore été réalisée, bien que ces déficits de sécurité considérables soient connus depuis 2011.

L'élaboration d'une mesure suffisamment efficace pour limiter la propagation de l'eau contaminée dans l'environnement à un coût jugé raisonnable est également toujours en cours.

L'évaluation des concepts présentés dans le domaine des accidents de fusion du cœur pour les réacteurs français de 900 MWe a mis en évidence les limites techniques (et économiques) empêchant d'atteindre le niveau de sûreté de l'EPR.

Dans l'ensemble, l'objectif fixé de limiter l'impact radiologique en cas d'accident grave n'a pas été atteint.

### **Stockage des combustibles usagés**

À la fin de la mise en œuvre des améliorations prévues dans le cadre du 4<sup>e</sup> RPS, un système de refroidissement supplémentaire de la piscine de stockage du combustible usagé (SFP, spent fuel pool), un système d'eau d'appoint et une source d'eau d'urgence doivent être mis en place comme partie intégrante du noyau dur. Ces améliorations considérables permettraient de réduire le risque de découverture des éléments combustibles dans de nombreuses situations d'accident.

Cependant, l'ASN critique l'objectif limité du niveau de sûreté à atteindre. La portée de l'enquête menée par EDF sur les éventuelles situations d'accident au sein de la SFP a jusqu'à présent été insuffisante. EDF doit compléter la liste des situations qui pourraient entraîner une perte d'eau ou un manque de refroidissement des éléments combustibles dans la SFP afin d'identifier les éventuelles mesures à mettre en œuvre.

L'ASN préconise des modernisations importantes, mais limite déjà les modernisations requises en précisant qu'elles doivent être « proportionnées ». Le niveau de sécurité final ne peut donc pas être évalué à ce stade.

Afin d'éviter à long terme les fuites de la SFP en cas d'accident grave, il est nécessaire d'atteindre un état sûr sans que l'eau ne bouille. EDF doit encore démontrer si cette condition peut être remplie pour tous les scénarios d'accident.

En ce qui concerne les incendies, le niveau de sûreté offert par la modernisation ne correspond pas au niveau de sûreté exigé aujourd'hui. Pour les situations d'accident dues à des explosions et à des fuites, d'autres études et mises à niveau sont encore en cours ; ce n'est que suite à ces mesures que le niveau de sûreté atteint pourra être évalué.

EDF a également étudié les conséquences du crash d'un avion de l'aviation générale sur le bâtiment à combustible. Selon EDF, cela ne conduirait pas à un découverture des éléments combustibles dans la SFP. Compte tenu des études déjà disponibles sur les accidents d'avion, cette déclaration n'est pas compréhensible et ne peut être évaluée sans une explication de l'hypothèse utilisée pour l'étude (par exemple le type d'avion).

Il est encore impossible de savoir si les modernisations devant encore être déterminées permettront d'atteindre le niveau de sécurité fixé par l'ASN. La fai-

blesse la plus importante, à savoir la vulnérabilité de la SFP aux agressions extérieures, subsisterait encore pendant 20 ans en cas de prolongation de l'exploitation, car aucune mesure n'est prévue pour remédier à cette faiblesse.

Dans l'ensemble, on ne peut exclure qu'un découverture de la piscine d'entreposage du combustible lié à un accident ait également des répercussions considérables sur l'Autriche.

### **Analyse de la conformité à la réglementation des structures, systèmes et composants importants pour la sécurité**

D'après l'ASN, la réévaluation des réacteurs et les améliorations qui en résultent doivent être orientées vers les nouvelles générations de réacteurs, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté sensiblement accrues.

Toutefois, les informations disponibles dans le projet de décision ainsi que dans le rapport d'accompagnement également publié ne sont pas suffisantes et appropriées pour déterminer si les mesures de modernisation et d'amélioration indiquées permettront de répondre aux exigences reflétant l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques. Soit ces exigences (telles que la redondance des systèmes de sûreté conformément aux exigences de l'EPR, les mesures d'exclusion pratique des tubes de chauffage des générateurs de vapeur) ne sont pas du tout abordées, soit les déclarations à cet égard ne permettent pas un examen détaillé. Ces dernières concernent par exemple la justification du conservatisme requis dans l'analyse des incidents et des accidents, certificats concernant l'exclusion des effets faibles (graves effets de basculement des conditions de la centrale déclenchés par une légère modification des paramètres), la justification concernant la résistance des structures, des systèmes et des composants contre les agressions extrêmes extérieures à la centrale. Par conséquent, il n'est pas possible d'établir le respect intégral des règles applicables.

## ZUSAMMENFASSUNG

In Frankreich sind 56 Kernkraftwerke (KKW) in Betrieb, darunter 32 Reaktoren zu je 900 MegaWatt, deren Laufzeit demnächst 40 Jahre erreicht oder schon erreicht hat. Alle zehn Jahre muss eine Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchgeführt werden um den Weiterbetrieb der KKW zu ermöglichen. Die nun durchgeführte vierte PSÜ ist von besonderer Wichtigkeit, da das ursprüngliche Design der Reaktoren nur auf eine Laufzeit von 40 Jahren ausgelegt war. Sie umfasst einen generischen Teil, der für die ganze 900-MW-Flotte gilt, und anlagenspezifische Ergänzungen. Die generische Phase der PSÜ wird mit der gegenständlichen öffentlichen Konsultation, die Ende 2020 begonnen hat, abgeschlossen. Im nächsten Schritt erfolgen bis 2031 die PSÜ für die einzelnen Reaktoren, wofür regionale Konsultationsverfahren durchgeführt werden.

Frankreich führt seit 2018 ein freiwilliges Beteiligungsverfahren für die Öffentlichkeit an der generischen Phase der PSÜ durch. Die nun vorliegende Beteiligungsmöglichkeit seit 3. Dezember 2020 bezieht sich auf die von der französischen Nuklearaufsichtsbehörde ASN im Entwurf vorgeschlagenen Bedingungen für den Weiterbetrieb von 900-MWe-Reaktoren über 40 Jahre hinaus.

Das französische Verfahren ist keine Strategische Umweltprüfung (SUP) und auch kein Umweltverträglichkeitsverfahren (UVP) im Sinne der Espoo und der Aarhus Konvention. Gerade vor dem Hintergrund neuer Entwicklungen im Rahmen der Espoo und Aarhus Konvention, in denen die UVP-Pflicht für Laufzeitverlängerungen von KKW geregelt wird, ist dies jedoch zu hinterfragen.

Österreich hat sich bereits in der ersten Phase dieser Konsultation beteiligt. Im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz erstellte das Umweltbundesamt eine Fachstellungnahme. ([Umweltbundesamt 2019](#)) Die damals gewonnenen Erkenntnisse zu Sicherheitsanforderungen werden anhand der neu aufgelegten Dokumente überprüft, Schlussfolgerungen bezüglich möglicher nachteiliger Auswirkungen der Laufzeitverlängerungen auf Österreich werden gezogen. Ziel der österreichischen Beteiligung ist es, die vorgeschlagenen Änderungen an den Reaktoren dahingehend zu überprüfen, ob diese mögliche erhebliche Folgen von schweren Unfällen auf Österreich minimieren oder wenn möglich verhindern können.

### **Analyse der wichtigsten sicherheitsrelevanten Aspekte – Unfälle ohne Kernschmelze**

Die bisher vom Betreiber Électricité de France (EDF) durchgeführten und im Weiteren vorgesehenen Nachrüstmaßnahmen tragen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit von Strukturen, Systemen und Komponenten der 900-MW-Reaktoren bei. Die Maßnahmen konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Beseitigung von erkannten Schwachstellen, das Erkennen von Problemen des Verhaltens und der Alterung an Strukturen, Systemen und Komponenten, deren Verfolgung und wo möglich deren Beseitigung, sowie auf einzelne Verbesserungen zur Erhöhung der Robustheit gegen interne und externe Einwirkungen, insbesondere durch Installation des „Hardened Safety Cores“ („noyau dur“) und des „ultimate containment residual heat removal device“ („EASu“). Diese Systeme sollen insbesondere im Falle auslegungsüberschreitender Anlagenzustände, also bei Zuständen der Sicherheitsebene 4, die erforderliche Abfuhr der Wärme sicherstellen.

Bestehende grundlegende Defizite bei den 900-MW-Reaktoren gegenüber den von ASN angegebenen Anforderungen an die Sicherheit als Voraussetzung für einen Betrieb über die ursprüngliche Laufzeit von 40 Jahren hinaus bleiben jedoch weiterhin bestehen.

Angesichts der festgestellten Defizite bei der zentral wichtigen Beherrschung von Ereignissen auf der Sicherheitsebene 3 besteht gegenüber dem EPR, einem Reaktortyp der 3. Generation, der gerade in Flamanville im Bau ist, ein deutlich erhöhtes Risiko dafür, dass es zu auslegungsüberschreitenden Ereignissen der Sicherheitsebene 4 mit der Konsequenz einer Gefährdung der Rückhaltung radioaktiver Stoffe kommen kann.

Es ist jedoch anzumerken, dass viele der im ASN-Bescheidentwurf angeführten Änderungen erst durch weitere Studien untermauert werden müssen, deren Ergebnisse von ASN in weiterer Folge noch abgenommen werden müssen. Somit liegt zum Ende der 4. PSÜ der insgesamt erforderliche Nachrüstumfang nicht konkret verifiziert vor.

### **Analyse der wichtigsten sicherheitsrelevanten Aspekte – Unfälle mit Kernschmelze**

Die Überprüfung durch die Nuklearaufsichtsbehörde ASN im Bereich Kernschmelzunfälle zeigt eine Reihe von Defiziten in den von EDF bislang vorgelegten Konzepten. ASN fordert nun die Umsetzung von signifikanten Verbesserungen der Konzepte.

Das von EDF vorgeschlagene Konzept zur Verhinderung des Durchschmelzens des Fundaments kann noch nicht als effektiv bezeichnet werden. Bei der Hälfte der KKW ist ein Durchschmelzen der (sehr kieselhaltigen) Fundamente zu erwarten. Eine Entscheidung zu der erforderlichen Verstärkung der entsprechenden Fundamente ist noch nicht getroffen. Ob die in einigen Jahren zwischen ASN und EDF vereinbarten Maßnahmen ausreichend sind, kann derzeit noch nicht bewertet werden.

Die Überprüfung der ASN zeigte, dass das wesentliche Sicherheitssystem EASu in unterschiedlichen Unfallsituationen ausfallen kann. Zahlreiche weitere Komponenten und Maßnahmen sind aus Sicht von ASN erforderlich, damit das System zur Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Sicherheitsbehälter eingesetzt werden kann. Ob sich diese Anforderungen alle umsetzen lassen, ist zudem fraglich.

Eine wichtige Modifikation zur Verhinderung einer großen radioaktiven Freisetzung soll erst in Phase B (vier Jahre nach der PSÜ) ausgeführt werden.

Aber auch im Falle einer erfolgreichen Umsetzung aller geforderten Komponenten und Maßnahmen, entspricht das EASu nicht aktuellen Sicherheitsanforderungen, da es Aufgaben in mehreren Sicherheitsebenen übernehmen soll.

Das Gelingen des Severe Accident Management (SAM) hängt zudem von schnellen, zielgerichteten Handlungen der Betriebsmannschaft ab. Laut ASN (2020b) hat EDF bisher nicht nachgewiesen, dass dieses grundsätzlich möglich ist.

Die Nachrüstungen der U5-Filteranlage hinsichtlich fehlender Auslegung gegen Erdbeben und mangelnder Iodfilterung sind noch nicht erfolgt, obwohl die erheblichen Sicherheitsdefizite bereits seit 2011 bekannt sind.



Auch die Entwicklung einer ausreichend wirkungsvollen Maßnahme für die Begrenzung der Ausbreitung von kontaminiertem Wasser in die Umwelt und zu Kosten, die als verhältnismäßig angesehen werden, dauert noch an.

Die Bewertung der vorgelegten Konzepte im Bereich Kernschmelzunfälle für die französischen 900-MW-Reaktoren verdeutlichte die technischen (und wirtschaftlichen) Grenzen für die Erreichung des Sicherheitsniveaus des EPR.

Insgesamt ist das gesetzte Ziel der Begrenzung der radiologischen Auswirkungen während eines schweren Unfalls nicht erreicht.

### **Lagerung der abgebrannten Brennelemente**

Am Ende der Umsetzung der im Rahmen der 4. PSÜ geplanten Nachrüstungen sollen als Teil des „Hardened Safety Core“ ein zusätzliches Kühlsystem des Brennelementlagerbeckens (SFP), ein Nachspeisewassersystem und eine Notwasserquelle implementiert sein. Mit diesen erheblichen Nachrüstungen kann das Risiko einer Brennelementfreilegung in vielen Unfallsituation reduziert werden.

ASN kritisiert jedoch die begrenzte Zielsetzung für das zu erreichende Sicherheitsniveau. Der Untersuchungsumfang von EDF zu möglichen Unfallsituationen im SFP ist bisher nicht ausreichend. EDF muss die Liste an Situationen, die zu einem Wasserverlust oder zu mangelnder Kühlung der Brennelemente im SFP führen könnten, vervollständigen, um etwaige umzusetzende Maßnahmen zu identifizieren.

ASN fordert umfangreiche Nachreichungen, schränkt aber hinsichtlich der erforderlichen Nachrüstungen bereits ein, dass diese „verhältnismäßig“ sein müssen. Das dann schlussendlich erreichte Sicherheitsniveau kann daher noch nicht bewertet werden.

Um langfristig die Freisetzung aus dem SFP im Falle eines schweren Unfalls zu vermeiden, ist das Erreichen eines sicheren Zustands ohne Sieden des Wassers erforderlich. Ob dieser Zustand für alle Unfallszenarien erreicht werden kann, muss EDF noch nachweisen.

Hinsichtlich eines Brandes entspricht das durch Nachrüstung erreichte Sicherheitsniveau nicht dem heutzutage geforderten Sicherheitsniveau. Für Unfallsituationen durch Explosionen und Leckagen stehen noch weitere Studien und ggf. Nachrüstungen aus, erst dann kann das erreichte Sicherheitslevel bewertet werden.

EDF hat auch die Folgen des Absturzes eines Flugzeugs der allgemeinen Luftfahrt auf das Brennstoffgebäude untersucht. Laut EDF führt dies nicht zu einer Freilegung der Brennelemente im SFP. Diese Aussage ist auf Basis der bereits vorliegenden Studien zum Flugzeugabsturz nicht nachvollziehbar und kann ohne Darlegung der für die Studie verwendeten Annahme (z.B. zum Flugzeugtyp) nicht bewertet werden.

Ob die noch zu bestimmenden weiteren Nachrüstungen das von ASN gesteckte Sicherheitsniveau erreichen werden, ist zurzeit noch fraglich. Die bedeutendste Schwachstelle, die Verwundbarkeit des SFP gegenüber externen Einwirkungen, würde im Falle einer Betriebsverlängerung weitere 20 Jahre bestehen bleiben, da Maßnahmen zur Behebung dieser Schwachstelle nicht vorgesehen sind.

Insgesamt sind unfallbedingte Freisetzungen aus dem Brennelementlagerbecken mit erheblichen Auswirkungen auch auf Österreich nicht ausgeschlossen.

### **Analyse der Regelkonformität bei wichtigen sicherheitsrelevanten Strukturen, Systemen und Komponenten**

Seitens ASN sollen sich die Neubewertung der Reaktoren und die sich daraus ergebenden Verbesserungen an den neuen Reaktorgenerationen, wie dem EPR, orientieren, dessen Design deutlich verstärkte Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Die vorliegenden Informationen im Bescheidentwurf, wie auch den ebenso veröffentlichten Begleitbericht, sind jedoch nicht ausreichend und geeignet, um nachzuvollziehen, inwieweit die den Stand von Wissenschaft und Technik reflektierenden Anforderungen mit den angedachten Nachrüst- und Verbesserungsmaßnahmen erreicht werden können. Entweder sind Anforderungen (wie z.B. Redundanz von Sicherheitssystemen im Abgleich mit den EPR Anforderungen, Maßnahmen zum praktischen Ausschluss von Dampferzeuger-Heizrohren) überhaupt nicht angesprochen oder die jeweiligen Darlegungen lassen eine genaue Prüfung nicht zu. Letzteres betrifft z.B. Nachweis des erforderlichen Konservatismus in der Störfall- und Unfallanalyse, Nachweise zum Ausschluss von cliff-edge Effekten aufgrund geringfügig veränderter Parameter ausgelöste große Kippeffekte in den Anlagenbedingungen, Nachweis der Widerstandsfähigkeit der Strukturen, Systeme und Komponenten gegen extreme anlagenexterne Einwirkungen. Demgemäß ist es nicht möglich, eine vollständige Konformität mit den anzuwendenden Regeln festzustellen.

## SUMMARY

In France, a total of 56 nuclear power plants (NPP) is in operation, 32 of them are 900 MW reactors, which will soon reach or have already reached a life-time of 40 years. To enable continued operation of the NPPs, a Periodic Safety Review (PSR) needs to be performed every ten years. The fourth PSR which is currently being performed is of specific importance, because originally the reactors were designed for a life-time of only 40 years. This PSR involves a generic part to be applied for the entire 900-MW fleet with plant-specific additions. The generic phase of the PSR is now being completed with this public consultation which started at the end of 2020. In the next step until 2031, the PSR for individual reactors will be undertaken, involving regional consultative procedures.

Since 2018 France has been conducting for the generic PRS phase a voluntary participation procedure for the public. The current possibility for public participation since December 3 2020 is referring to conditions the French Nuclear Regulator ASN proposed in the draft for the continued operation of the 900 MW reactors beyond 40 years.

The French procedure is not a Strategic Environmental Assessment (SEA) or Environmental Impact Assessment (EIA) according to the Espoo and Aarhus Conventions. However, the new developments in the framework of the Espoo and Aarhus Convention which clarified the EIA obligation for NPP life-time extensions call this approach into question.

Austria already took part in the first phase of this consultation. The Austrian Environment Agency was commissioned by the Federal Ministry for Climate Action to prepare an expert statement. ([Umweltbundesamt 2019](#)) The findings on safety requirements made then are now re-viewed based on the newly published documents and conclusions are made regarding possibly adverse impact of the life-time extensions on Austria. The Austrian participation serves to assess whether the proposed changes in the reactors can minimize or even prevent significant impacts of severe accidents on Austria.

### **Analysis of most important safety-relevant aspects – accidents without core-melt**

The upgrade measures which were conducted and are foreseen in the future by the operator Électricité de France (EDF) contribute to improving the reliability of structures, systems and components of the 900 MW reactors. The measures essentially focus on eliminating the weaknesses, the identification of the problems of obsolescence and aging of structures, systems and components, tracking and possible removal. Also some improvements to increase robustness against internal and external impacts are foreseen, in particular the installation of „Hardened Safety Cores“ („noyau dur“) and „ultimate containment residual heat removal device“ („EASu“). Those systems should ensure the necessary heat removal in particular in cases of beyond design basis plant conditions, i.e. conditions of Safety Level 4.

Existing basic deficits of the 900 MW reactors compared to the safety requirements tabled by ASN as preconditions for operation beyond the original life-time of 40 years will however remain.

The identified deficits in the essentially important control of events on the Safety Level 3 exist in comparison to the EPR, the Generation III reactor type, which is under construction in Flamanville, and pose a significantly increased risk for the occurrence of events beyond design basis accident on Safety Level 4 which can proceed so far that retaining the radioactive materials is not secured any longer.

It should be noted that many changes which are listed in the ASN draft order need to be proven with the results of several more studies, which first have to be approved by ASN. For this reason the full scale of needed retrofitting measures will not be verified in concrete terms at the end of the fourth PSR.

### **Analysis of most important safety-relevant aspects – core-melt accidents**

The ASN review in the field of core melt accidents revealed several deficits in the concepts presented by EDF so far. ASN now demands the implementation of significant improvements of the concepts.

The concept which EDF proposed as means to prevent a melt-through of the foundations cannot be called effective. A melt-through of the (very silicious) foundations has to be expected for half of all NPP. The decision to undertake the necessary enforcement of the affected foundations has not yet been taken. At this point it cannot be assessed whether the measures which ASN and EDF will agree upon in the next years will be sufficient.

The ASN review showed that the key safety system EASu can fail under different accident situations. According to ASN, numerous additional components and measures are needed to use the residual heat removal system in the containment. Also it remains questionable whether all those requirements can be implemented.

An important modification intended to prevent large radioactive release shall be implemented only in phase B (four years after the PSR).

Also in case of a successful implementation of all required components and measures, the EASu does not comply with current safety demands, because it should deal with tasks on several safety levels.

Furthermore the success of the Severe Accident Management (SAM) is dependent on the fast targeted actions of the plant team. According to ASN (2020b), EDF so far has not proven that this is possible in principle.

Though the significant safety deficits have been known since 2011, the retrofit of the U5 filter system, which is necessary due to the deficits in the design against earthquakes and iodine filters has not yet been performed.

Also the development of sufficiently effective measures to limit the spread of contaminated water into the environment at reasonable costs is still ongoing.

The assessment of the concepts for the 900 MW reactors in the area of accidents with melt-down clearly pointed to the technical (and economic) limits of achieving an EPR safety level.

The overall goal of achieving a limit to the radiological effects during a severe accident has not been reached.

### **Storage of spent fuel elements**

As part of the „Hardened Safety Core“ an additional cooling system for the spent fuel pond (SFP), make-up water system and an emergency water source should be implemented as a result of the 4<sup>th</sup> PSR. Those significant upgrades could reduce the risk of uncovering the spent fuel assemblies in many accident situations.

ASN however criticized the limited target which was set for the intended safety level. EDF's range of investigations on possible accident situations in the SFP is insufficient so far. EDF has to complete the list of situations which can lead to a loss of water or to insufficient cooling of the fuel assemblies in the SFP with the goal of identifying possibly necessary measures.

ASN demands extensive submissions, however already limited the necessary upgrades by calling them “proportionate”. Therefore it is not possible to assess the safety level which will finally be achieved at this point.

To avoid a release from the SFP in case of a severe accident in the long-term, it is necessary to establish a safe status without the water boiling. EDF has yet to prove whether this status can be achieved for all accident scenarios.

Also concerning fires the safety level which was reached with upgrades does not fulfill currently required safety levels. For accident situations due to explosions and leakage further studies and possible upgrades are expected; only then the achieved safety level can be evaluated.

EDF also investigated the consequences of the crash of a commercial airplane on the spent fuel building. According to EDF it would not lead to an uncovering of the spent fuel assemblies in the SFP. This statement cannot be justified with the existing studies on airplane crashes and cannot be assessed with an explanation of the assumptions (e.g. on the airplane type) the study used.

Whether those yet to be determined further upgrades will reach the safety goal defined by ASN is questionable at this point. The chief weakness – the SFP's vulnerability against extreme impact – would persist for another 20 years, because no measures are foreseen for this weakness.

Overall, releases from the spent fuel pond as consequences of accidents with significant impacts also on Austria cannot be excluded.

### **Analysis of compliance with the regulatory body for safety-relevant structures, systems and components**

Concerning a re-evaluation of the reactors and the resulting improvement, ASN should use the new reactor generation like the EPR as a guiding line, because its design fulfills significantly higher safety requirements.

The presented information in the draft order and the published accompanying report however is not sufficient and not adequate for a comprehensive understanding of how the requirements which reflect the state-of-the-art of science and technology can be achieved with the suggested upgrade and improvement measures. Either the requirements (such as e.g. redundancy of safety systems compared to the EPR requirements, measures for the practical elimination of steam generator heating pipelines) are not even addressed or the respective explanations do not make a detailed examination possible. This is the case for e.g. evidence of sufficiently applied conservative approach for incident and accident

analysis, elimination of cliff-edge effects (due to marginally changed parameters triggered large tilt effects in installation conditions), evidence for the robustness of structures, systems and components against extreme plant-external impacts). For this reason it is impossible to determine a full conformity with the valid regulations.

## RÉSUMÉ

En France, 56 centrales nucléaires sont en exploitation, dont 32 réacteurs de 900 mégawatts qui atteindront bientôt ou ont déjà atteint 40 ans de fonctionnement. Un réexamen périodique de sécurité (RPS) doit être effectué tous les dix ans pour garantir la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires. Le quatrième RPS en cours de réalisation revêt une importance particulière, car la conception originale des réacteurs n'était prévue que pour une durée de 40 ans. Le réexamen comprend une partie générique, qui s'applique à l'ensemble des centrales 900 MWe, et des suppléments spécifiques à chaque centrale. La phase générique du RPS sera complétée par la présente consultation publique qui a débuté à la fin de l'année 2020. Dans une prochaine étape, des RPS seront réalisés pour les différents réacteurs d'ici 2031, pour lesquels des procédures de consultation régionales seront mises en œuvre.

La France mène un processus d'association volontaire du public dans la phase générique du RPS depuis 2018. L'offre d'association maintenant ouverte depuis le 3 décembre 2020 se base sur les conditions proposées dans une ébauche de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) pour la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans.

La procédure française n'est ni une évaluation environnementale stratégique (EES) ni une étude d'impact environnemental (EIE) au sens des conventions d'Espoo et d'Aarhus. Toutefois, il convient de s'interroger sur ce point, notamment dans le contexte des nouveaux développements dans le cadre des conventions d'Espoo et d'Aarhus qui réglementent l'obligation en matière d'EIE pour les extensions de durée de vie des centrales nucléaires.

L'Autriche a déjà pris part à la première phase de cette consultation. L'Umweltbundesamt (Agence fédérale autrichienne de l'environnement) a préparé un avis d'experts au nom du Ministère fédéral autrichien de la Protection du climat. ([Umweltbundesamt 2019](#)) Dans ce document, les résultats concernant les exigences de sécurité obtenus à cette date sont examinés sur la base des documents réévalués et des conclusions sont tirées concernant les éventuels effets négatifs sur l'Autriche des prolongations de la durée de vie. L'objectif de l'association de l'Autriche est d'examiner les modifications proposées pour les réacteurs afin de déterminer si elles peuvent minimiser ou, si possible, prévenir les conséquences significatives potentielles d'accidents graves sur l'Autriche.

### **Analyse des aspects les plus importants en matière de sécurité – accidents sans fusion du cœur**

Les mesures de modernisation réalisées jusqu'à présent par l'opérateur Électricité de France (EDF) et celles prévues pour l'avenir contribuent à améliorer la fiabilité des structures, des systèmes et des composants des réacteurs 900 MWe. Les mesures se concentrent principalement sur l'élimination des points faibles identifiés, l'identification des problèmes d'obsolescence et de vieillissement des structures, des systèmes et des composants, leur suivi et, si possible, leur élimination, ainsi que sur les améliorations individuelles visant à accroître la robustesse face aux agressions internes et externes, notamment par l'installation du noyau dur et du dispositif d'évacuation de la chaleur résiduelle de l'enceinte ultime (« EASu », système d'aspersion enceinte ultime). Ces systèmes



sont destinés à assurer l'évacuation nécessaire de la chaleur, en particulier dans les cas où l'état de l'installation dépasse le niveau de conception, c'est-à-dire lorsque l'état atteint le niveau 4 de sûreté.

Toutefois, il subsiste des lacunes fondamentales dans les réacteurs de 900 MWe par rapport aux exigences de sûreté énoncées par l'ASN en tant que condition préalable à une exploitation au-delà de la durée de vie initiale de 40 ans.

Compte tenu des déficits identifiés dans le contrôle centralisé des événements au niveau 3 de sûreté, il existe un risque sensiblement accru par rapport à l'EPR, un type de réacteur de troisième génération actuellement en construction à Flamanville, que des événements au-delà du dimensionnement au niveau 4 de sûreté puissent se produire, ce qui mettrait en danger la rétention de matières radioactives.

Toutefois, il convient de noter que bon nombre des changements mentionnés dans le projet de décision de l'ASN doivent être justifiés par des études complémentaires dont les résultats devront être acceptés ultérieurement par l'ASN. Ainsi, à la fin du 4<sup>e</sup> RPS, l'étendue de la modernisation requise n'est pas concrètement déterminée.

### **Analyse des aspects les plus importants pour la sécurité – accidents avec fusion du cœur**

L'examen de l'ASN dans le domaine des accidents de fusion du cœur révèle un certain nombre de lacunes dans les concepts présentés par EDF jusqu'à présent. L'ASN appelle maintenant à apporter des améliorations significatives à ces concepts.

Le concept proposé par EDF visant à prévenir la fonte des fondations ne peut pas encore être décrit comme efficace. La fonte des fondations (très siliceuses) est à prévoir dans la moitié des centrales nucléaires. Aucune décision n'a encore été prise concernant le renforcement nécessaire des fondations concernées. Il n'est pas encore possible d'évaluer à ce stade si les mesures convenues entre l'ASN et EDF dans quelques années seront suffisantes.

L'examen de l'ASN a révélé que le système de sécurité essentiel EASu pouvait tomber en panne dans différentes situations d'accident. De nombreux autres composants et mesures sont nécessaires du point de vue de l'ASN afin de pouvoir utiliser le système pour évacuer la puissance résiduelle de l'enclume de confinement. Il n'est pas encore certain qu'il soit possible de satisfaire à toutes ces exigences.

Une modification importante visant à prévenir un rejet radioactif important est prévue à partir de la phase B (quatre ans après le RPS).

Cependant, même dans le cas où toutes les composantes et mesures requises seraient mises en œuvre, le système EASu ne répondrait pas aux exigences de sécurité actuelles, car il est censé accomplir des tâches à plusieurs niveaux de sûreté.

Le succès de la gestion des accidents graves (GAG) dépend également d'une action rapide et ciblée de l'équipe d'exploitation. D'après l'ASN (2020b), à ce jour, EDF n'a pas démontré que cela est en principe possible.

La modernisation de l'installation de filtration « U5 » pour corriger ses faiblesses structurelles en cas de tremblements de terre et remédier à l'absence de filtration de l'iode n'a pas encore été réalisée, bien que ces déficits de sécurité considérables soient connus depuis 2011.

L'élaboration d'une mesure suffisamment efficace pour limiter la propagation de l'eau contaminée dans l'environnement à un coût jugé raisonnable est également toujours en cours.

L'évaluation des concepts présentés dans le domaine des accidents de fusion du cœur pour les réacteurs français de 900 MWe a mis en évidence les limites techniques (et économiques) empêchant d'atteindre le niveau de sûreté de l'EPR.

Dans l'ensemble, l'objectif fixé de limiter l'impact radiologique en cas d'accident grave n'a pas été atteint.

### **Stockage des combustibles usagés**

À la fin de la mise en œuvre des améliorations prévues dans le cadre du 4<sup>e</sup> RPS, un système de refroidissement supplémentaire de la piscine de stockage du combustible usagé (SFP, spent fuel pool), un système d'eau d'appoint et une source d'eau d'urgence doivent être mis en place comme partie intégrante du noyau dur. Ces améliorations considérables permettraient de réduire le risque de découverture des éléments combustibles dans de nombreuses situations d'accident.

Cependant, l'ASN critique l'objectif limité du niveau de sûreté à atteindre. La portée de l'enquête menée par EDF sur les éventuelles situations d'accident au sein de la SFP a jusqu'à présent été insuffisante. EDF doit compléter la liste des situations qui pourraient entraîner une perte d'eau ou un manque de refroidissement des éléments combustibles dans la SFP afin d'identifier les éventuelles mesures à mettre en œuvre.

L'ASN préconise des modernisations importantes, mais limite déjà les modernisations requises en précisant qu'elles doivent être « proportionnées ». Le niveau de sécurité final ne peut donc pas être évalué à ce stade.

Afin d'éviter à long terme les fuites de la SFP en cas d'accident grave, il est nécessaire d'atteindre un état sûr sans que l'eau ne bouille. EDF doit encore démontrer si cette condition peut être remplie pour tous les scénarios d'accident.

En ce qui concerne les incendies, le niveau de sûreté offert par la modernisation ne correspond pas au niveau de sûreté exigé aujourd'hui. Pour les situations d'accident dues à des explosions et à des fuites, d'autres études et mises à niveau sont encore en cours ; ce n'est que suite à ces mesures que le niveau de sûreté atteint pourra être évalué.

EDF a également étudié les conséquences du crash d'un avion de l'aviation générale sur le bâtiment à combustible. Selon EDF, cela ne conduirait pas à un découverture des éléments combustibles dans la SFP. Compte tenu des études déjà disponibles sur les accidents d'avion, cette déclaration n'est pas compréhensible et ne peut être évaluée sans une explication de l'hypothèse utilisée pour l'étude (par exemple le type d'avion).

Il est encore impossible de savoir si les modernisations devant encore être déterminées permettront d'atteindre le niveau de sécurité fixé par l'ASN. La fai-

blesse la plus importante, à savoir la vulnérabilité de la SFP aux agressions extérieures, subsisterait encore pendant 20 ans en cas de prolongation de l'exploitation, car aucune mesure n'est prévue pour remédier à cette faiblesse.

Dans l'ensemble, on ne peut exclure qu'un découverture de la piscine d'entreposage du combustible lié à un accident ait également des répercussions considérables sur l'Autriche.

### **Analyse de la conformité à la réglementation des structures, systèmes et composants importants pour la sécurité**

D'après l'ASN, la réévaluation des réacteurs et les améliorations qui en résultent doivent être orientées vers les nouvelles générations de réacteurs, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté sensiblement accrues.

Toutefois, les informations disponibles dans le projet de décision ainsi que dans le rapport d'accompagnement également publié ne sont pas suffisantes et appropriées pour déterminer si les mesures de modernisation et d'amélioration indiquées permettront de répondre aux exigences reflétant l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques. Soit ces exigences (telles que la redondance des systèmes de sûreté conformément aux exigences de l'EPR, les mesures d'exclusion pratique des tubes de chauffage des générateurs de vapeur) ne sont pas du tout abordées, soit les déclarations à cet égard ne permettent pas un examen détaillé. Ces dernières concernent par exemple la justification du conservatisme requis dans l'analyse des incidents et des accidents, certificats concernant l'exclusion des effets faibles (graves effets de basculement des conditions de la centrale déclenchés par une légère modification des paramètres), la justification concernant la résistance des structures, des systèmes et des composants contre les agressions extrêmes extérieures à la centrale. Par conséquent, il n'est pas possible d'établir le respect intégral des règles applicables.