



Kernkraft  
werk  
Bugey

Reaktor Nr. 3

Départementale Straße 20  
01 150 Saint-Vulbas



Öffentliche Anhörung zum Bericht über die **vierte** regelmäßige Überprüfung nach mehr als <sup>35</sup> Betriebsjahren des Kernreaktors Nr. 3 der Kernkraftanlage Nr. 78, die sich im Kernkraftwerk Bugey in der Gemeinde Saint-Vulbas im Departement Ain befindet.

DOKUMENT

1

# Präsentationsnotiz

## Präambel

In Frankreich wird die Genehmigung zum Bau eines Kernreaktors durch einen Erlass des Premierministers nach Stellungnahme der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR)<sup>1</sup> erteilt. Diese Genehmigung wird ohne Begrenzung der Betriebsdauer erteilt. Allerdings wird alle 10 Jahre eine gründliche Überprüfung der Anlage, die sogenannte periodische Überprüfung, durchgeführt<sup>2</sup>, um die Bedingungen für den weiteren Betrieb in den folgenden 10 Jahren zu bewerten.

Für die regelmäßigen Überprüfungen von Kernreaktoren, die länger als 35 Jahre in Betrieb sind, sieht das Umweltgesetzbuch eine öffentliche Anhörung zum Bericht<sup>3</sup> über die Überprüfung vor.

Diese Präsentationsnotiz ist Teil 1 der Unterlagen zur öffentlichen Anhörung über den Bericht zur vierten regelmäßigen Überprüfung des Reaktors Nr. 3 des Kernkraftwerks Bugey (Bugey 3) der EDF. Sie wurde gemäß Artikel R. 593-62-4 des Umweltgesetzbuchs erstellt.

Im ersten Teil werden die Kontaktdaten des Betreibers von Bugey 3 angegeben, der Gegenstand der öffentlichen Untersuchung erläutert und die verschiedenen Unterlagen der Untersuchungsakte in den allgemeinen Kontext der vierten regelmäßigen Überprüfung dieses Reaktors eingeordnet, wobei ein Zeitstrahl den Ablauf über mehrere Jahre hinweg veranschaulicht.

Der zweite Teil enthält Einzelheiten zum Kernkraftwerk Bugey.

Der dritte Teil enthält Informationen zum Verständnis der Funktionsweise und der nuklearen Sicherheit eines Reaktors. Er vermittelt technische Grundlagen zu Reaktoren der 900-MWe-Klasse im Hinblick auf die in den Unterlagen zur öffentlichen Anhörung vorgestellten Elemente.

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Schlussfolgerungen der vierten Überprüfung sowie die wichtigsten Maßnahmen vorgestellt, die EDF seit der dritten regelmäßigen Überprüfung von Bugey 3 ergriffen oder vorgeschlagen hat, um den Schutz der im Umweltgesetzbuch genannten Interessen zu verbessern: Sicherheit, Gesundheit und öffentliche Gesundheit, Natur- und Umweltschutz. Die Hauptgründe, aus denen EDF diese vorschlägt, werden ebenfalls dargelegt. Dazu gehören beispielsweise Maßnahmen, die die Lehren aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi (Japan) berücksichtigen, oder auch die wichtigsten Maßnahmen, die EDF im Rahmen der vierten Überprüfung vorgeschlagen hat. Diese Präsentation greift die Struktur und die Themen des Berichts zur vierten Überprüfung von Bugey 3 auf; dabei werden nacheinander die Aspekte Risiken, Nachteile und langfristige Aufrechterhaltung des Betriebs der Anlagen behandelt. In einer für ein breites Publikum verständlichen Sprache bietet diese Präsentation somit eine Zusammenfassung des Überprüfungsberichts, der Gegenstand der öffentlichen Anhörung ist.

Nach einer Schlussfolgerung findet der Leser am Ende des Dokuments ein Glossar, das ihm das Verständnis der verschiedenen Teile der Unterlagen zur öffentlichen Untersuchung erleichtert.

---

<sup>1</sup> Die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR), die durch das Gesetz über die Organisation der Governance der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes vom 21. Mai 2024 geschaffen wurde, hat am 1. Januar 2025 ihre Arbeit aufgenommen. Sie ist aus dem Zusammenschluss der Behörde für nukleare Sicherheit (ASN) und des Instituts für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (IRSN) hervorgegangen.

<sup>2</sup> Siehe Art. L593-18 des Umweltgesetzbuches.

<sup>3</sup> Der Überprüfungsbericht (RCR) ist ein technischer Vermerk, den EDF nach jeder regelmäßigen Überprüfung erstellt und an die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz sowie an den für nukleare Sicherheit zuständigen Minister übermittelt (siehe § 1 Einleitung).

	Seiten
<b>1. Einleitung: Die öffentliche Anhörung und ihr Kontext</b>	<b>3</b>
<b>2. Das Kernkraftwerk Bugey der EDF</b>	<b>9</b>
<b>3. Kernreaktoren – Funktionsweise und Sicherheit</b>	<b>11</b>
3.1. Funktionsweise eines Kernkraftwerks	11
3.2. Grundlagen der Sicherheit	13
3.2.1. Die drei Sicherheitsbarrieren	13
3.2.2. Die drei Sicherheitsfunktionen	14
3.2.3. Die Verteidigung in der Tiefe	15
3.3. Sicherheit vor Ort	16
3.3.1. Lehren aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi	16
3.3.2. Sicherheit im Reaktorgebäude	18
3.3.3. Sicherheit im Brennelementlagergebäude	20
3.3.4. Sicherheit bei einer Kernschmelze	22
<b>4. Risikobereich der Überprüfung von Bugey 3</b>	<b>24</b>
4.1. Konformität der Anlage	24
4.1.1. Management der Konformität	25
4.1.2. Prüfung der Konformität der Blöcke (ECOT)	25
4.1.3. Das Programm für ergänzende Untersuchungen (PIC)	26
4.1.4. Die Überprüfung der Systemkonformität	26
4.1.5. Besondere Prüfungen	27
4.2. Neubewertung des Niveaus der nuklearen Sicherheit	28
4.2.1. Die wichtigsten Bestimmungen des „harten Kerns“	29
4.2.2. Unfälle ohne Kernschmelze	32
4.2.3. Angriffe	34
4.2.4. Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente	41
4.2.5. Unfälle mit Kernschmelze	43
<b>Abschnitt „Nachteile“ der Überprüfung von Bugey 3</b>	<b>47</b>
<b>5. Maßnahmen im Hinblick auf die geltenden Vorschriften und die gewonnenen Erfahrungen</b>	<b>50</b>
5.1.1. Einhaltung der Vorschriften	50
5.1.2. Bilanz der gewonnenen Erfahrungen und wichtigste Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung	50
5.2. Bestimmungen zur Aktualisierung der Bewertung der Nachteile	56
<b>Aufrechterhaltung der Anlagen über einen längeren Zeitraum</b>	<b>59</b>
<b>6. Beherrschung von Alterung und Veralterung</b>	<b>59</b>
6.1. Beherrschung von Alterung und Veralterung	59
6.2. Für Unfallbedingungen qualifizierte Materialien	62
<b>Schlussfolgerung</b>	<b>64</b>
<b>7. Glossar</b>	<b>66</b>



# 1. EINLEITUNG: DIE ÖFFENTLICHE ANHÖRUNG UND IHR KONTEXT

Kernkraftwerk Bugey, Ain Copyright EDF /  
BERNARD Gaëtan

In Frankreich wird die Genehmigung zum Bau eines Kernreaktors durch einen Erlass des Premierministers nach Stellungnahme der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR) erteilt. Diese Genehmigung wird ohne Begrenzung der Betriebsdauer erteilt; die Vorschriften sehen alle 10 Jahre eine gründliche Überprüfung der Anlage vor<sup>2</sup>, die sogenannte periodische Überprüfung, um die Bedingungen für den weiteren Betrieb für die folgenden 10 Jahre zu bewerten.

Der Bericht über die <sup>vierte</sup> regelmäßige Überprüfung des Reaktors Nr. 3 des EDF-Kernkraftwerks Bugey (Bugey 3) an der Departementsstraße 20 in Saint-Vulbas (01150) wird einer öffentlichen Anhörung unterzogen<sup>4</sup>. Diese Anhörung dient dazu, die Öffentlichkeit zu informieren und ihr die Möglichkeit zu geben, Stellungnahmen und Vorschläge einzureichen.

<sup>4</sup> Für Überprüfungen nach dem <sup>35</sup> Betriebsjahr des Reaktors sieht das Umweltgesetzbuch eine öffentliche Anhörung zum Bericht über diese Überprüfungen vor.

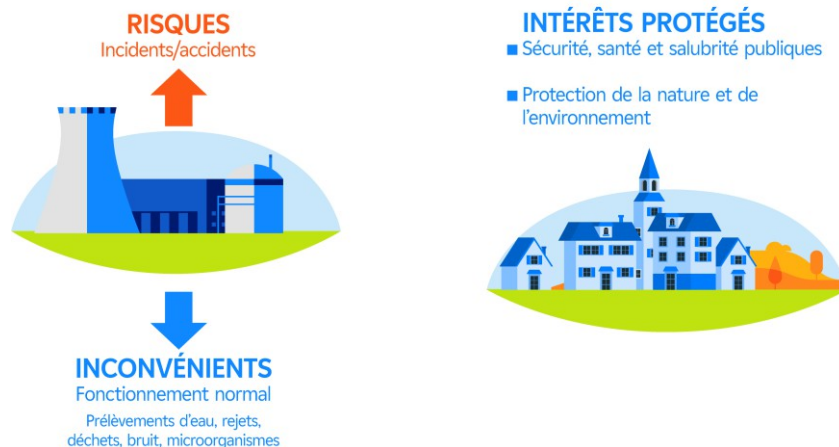


## Ziele der Überprüfung: Einhaltung der Vorschriften und Verbesserung der nuklearen Sicherheit

Im Rahmen der regelmäßigen Überprüfung stellt der Betreiber sicher, dass seine Anlage unter Einhaltung der geltenden Vorschriften weiterbetrieben werden kann. Er muss außerdem insbesondere durch Maßnahmen zur nuklearen Sicherheit den Schutz der im Umweltgesetzbuch genannten Interessen verbessern: Sicherheit, Gesundheit und öffentliche Gesundheit, Schutz der Natur und der Umwelt.

Die regelmäßigen Überprüfungen umfassen einen Teil „Risiken“ und einen Teil „Nachteile“. Der Teil „Risiken“ betrifft die Prävention von Zwischenfällen oder Unfällen und die Begrenzung ihrer potenziellen radiologischen (radioaktive Ableitungen) oder nicht-radiologischen (thermische, mechanische oder toxische Auswirkungen) Folgen. Der Aspekt „Nachteile“ befasst sich mit der Kontrolle der Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die durch die Anlage im Normalbetrieb aufgrund von Wasserentnahmen und -ableitungen, Abfällen sowie möglichen Belästigungen (Lärm, Vibrationen, Gerüche, Staubaufwirbelungen oder Verbreitung pathogener Mikroorganismen) entstehen können.

### PROTECTION DES INTÉRÊTS CONTRE LES RISQUES ET INCONVÉNIENTS



## Eine regelmäßige Überprüfung in zwei sich ergänzenden Phasen

Der französische Kernkraftwerkspark besteht aus mehreren Typen von Druckwasserreaktoren (DWR), die in Serie gebaut wurden und sich hauptsächlich durch die an das Stromnetz gelieferte Leistung unterscheiden. Seit der Einführung regelmäßiger Überprüfungen bei der Inbetriebnahme der französischen Kernkraftwerke nutzt EDF die Standardisierung seiner Reaktoren nach Leistungsstufen (900 MWe, 1300 MWe, 1450 MWe), um diese Überprüfungen in zwei sich ergänzenden Phasen durchzuführen. Die erste, sogenannte generische Phase, befasst sich mit Themen, die für ähnliche Reaktoren einer Stufe gemeinsam sind. Die zweite Phase berücksichtigt die Besonderheiten jeder einzelnen Anlage.

Für die <sup>vierte</sup> periodische Überprüfung der 900-MWe-Reaktoren (RP4 900) begann die generische Phase Ende 2013 mit der Erstellung des Dossier d'Orientations du Réexamen (DOR, Leitfaden für die Überprüfung) durch EDF. Darin werden die in der Überprüfung behandelten Themen sowie die von EDF festgelegten Ziele beschrieben. Die Prüfung des DOR wurde von der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR, [www.asnr.fr](http://www.asnr.fr)) durchgeführt, die ihren technischen Experten hinzuzog und die ständigen Expertengruppen (GPE)<sup>5</sup> konsultierte. Dieser Teil „Leitlinien“ der Phase

<sup>5</sup> Bei der Vorbereitung ihrer wichtigsten Entscheidungen zu Fragen der nuklearen Sicherheit, des Strahlenschutzes oder der Umwelt stützt sich die ASNR auf die Stellungnahmen und Empfehlungen ständiger Expertengruppen.

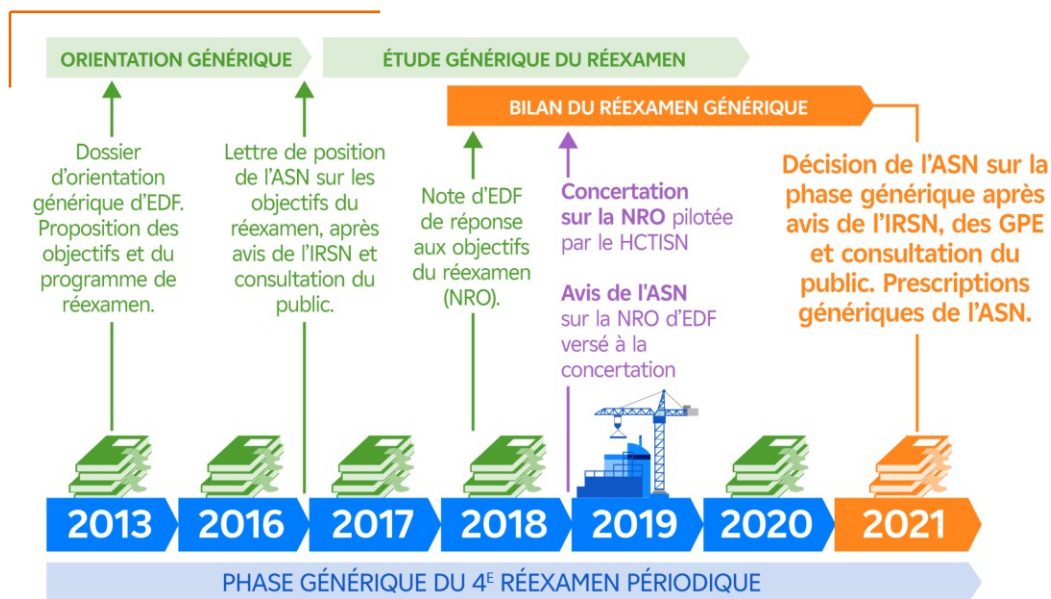
Die allgemeine Überprüfung wurde im April 2016 mit einer Stellungnahme der ASNR zu den allgemeinen Leitlinien der RP4 900 abgeschlossen, verbunden mit Forderungen an den Betreiber <sup>EDF6</sup>.

Für die <sup>vierte</sup> periodische Überprüfung der 900-MWe-Kernkraftwerke (RP4 900) hat EDF als allgemeine Leitlinie festgelegt, die Ziele der nuklearen Sicherheit der Reaktoren der neuesten Generation anzustreben, deren Referenzreaktor von EDF der EPR-Flamanville 3 ist. Diese Ausrichtung wurde von der ASNR bestätigt.

Anschließend führte EDF allgemeine Studien zu den ausgewählten Themen durch und ermittelte den Bedarf an allgemeinen Maßnahmen, die im Hinblick auf die Ziele umgesetzt werden müssen. Diese Phase wurde 2018 mit dem Antwortschreiben zu den Zielen (NRO) abgeschlossen, in dem die von EDF vorgeschlagenen Maßnahmen zur Erreichung der Ziele des RP4 900 und zur Erfüllung der von der ASNR zum Zeitpunkt der Leitlinien formulierten Anforderungen vorgestellt wurden.

Auf Initiative des Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN, [www.hctisn.fr](http://www.hctisn.fr)) wurde eine öffentliche Konsultation zur allgemeinen Phase des RP4 900 organisiert. Sie fand vom 6. September 2018 bis zum 31. März 2019 statt und hatte zum Ziel, die Öffentlichkeit zu informieren und ihre Meinung zu den von EDF vorgeschlagenen Bestimmungen einzuholen. Die Website <https://concertation.suretenucleaire.fr> bleibt weiterhin zugänglich, um den Zugang zu den Archiven der Treffen und des Austauschs im Rahmen der Konsultation zu ermöglichen. Im Anschluss daran hat EDF gemäß den Empfehlungen des HCTISN die Lehren aus dieser öffentlichen Konsultation gezogen und sie veröffentlicht hat<sup>7</sup>.

Die generische Phase endete mit der Veröffentlichung der Stellungnahme der ASNR am 23. Februar 2021 zusammen mit <sup>generischen</sup> Vorschriften<sup>8</sup>, die zuvor Gegenstand einer öffentlichen Konsultation waren.



<sup>6</sup> ASNR – Allgemeine Leitlinien des RP4 900 – CODEP -DCN-2016-007286 vom 20. April 2016.

<sup>7</sup> Dokument Nr. 4 der Akte der öffentlichen Untersuchung

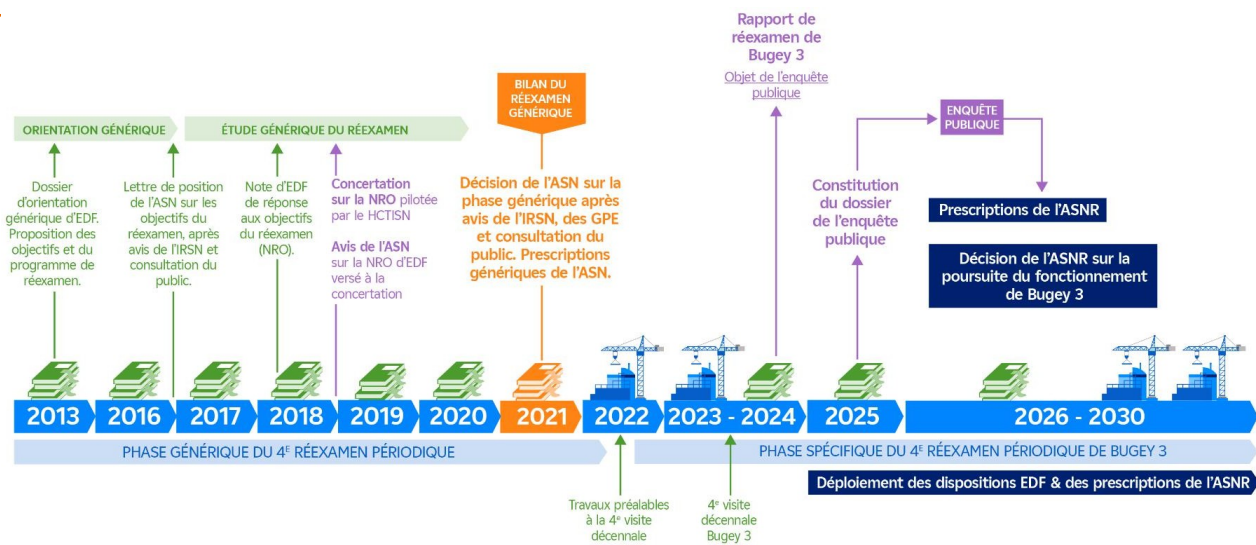
<sup>8</sup> ASNR – Generische Phase des RP4 900 MWe – Untersuchungsbericht – CODEP-DCN-2021-007968 vom März 2021.

ASNR – Entscheidung Nr. 2021-DC-0706 der ASNR vom 23. Februar 2021, geändert durch die Entscheidung Nr. 2023-DC-0774 vom 19. Dezember 2023, mit der EDF die Vorschriften für 900-MWe-Reaktoren unter Berücksichtigung der Schlussfolgerungen der generischen Phase ihrer 4. periodischen Überprüfung auferlegt wurden. <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/la-poursuite-de-fonctionnement-des-reacteurs-de-900-mwe-au-dela-de-40-ans>

ASNR – Schreiben an EDF – Stellungnahme der ASNR zur generischen Phase der RP4 900 MWe – CODEP-DCN-2021-009580 vom 23. Februar 2021.

## Die regelmäßige Überprüfung des Reaktors Bugey 3

Diese vierte regelmäßige Überprüfung wird in zwei sich ergänzenden Phasen durchgeführt: einer allgemeinen Phase, die für alle Reaktoren der 900-MWe-Klasse gilt, und einer spezifischen Phase für den Reaktor Nr. 3 des Kernkraftwerks Bugey. Nach Abschluss der allgemeinen Phase folgen über einen Zeitraum von etwa zehn Jahren (von 2019 bis 2031) die Überprüfungen aller 32 Reaktoren der 900-MWe-Kernkraftwerke. Ein Überprüfungsbericht (RCR) wird von EDF an die Regierung und die ASN übermitteln. Dieser wird nach der zehnjährigen Inspektion des Reaktors erstellt, bei der Änderungen sowie Kontroll- und Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Während dieser Abschaltung werden zehnjährige Tests durchgeführt, wie z. B. die Inspektion des Reaktorbehälters, die hydraulische Prüfung des Hauptprimärkreislaufs zur Überprüfung seiner Dichtheit sowie die Prüfung des Reaktorgebäudes zur Überprüfung seines mechanischen Verhaltens und seiner Eindämmungskapazitäten. Die folgende Zeitleiste zeigt die wichtigsten Etappen der vierten regelmäßigen Überprüfung von Bugey 3.



## Die öffentliche Anhörung zum Bericht über die vierte Überprüfung von Bugey 3

Die vierte Zehnjahresüberprüfung (VD4) von Bugey 3 fand vom 11. November 2023 bis zum 9. September 2024 statt. Der Abschlussbericht der vierten periodischen Überprüfung (RCR) wurde am 30. April 2024 von EDF an den für nukleare Sicherheit zuständigen Minister und an die ASN übermitteln.

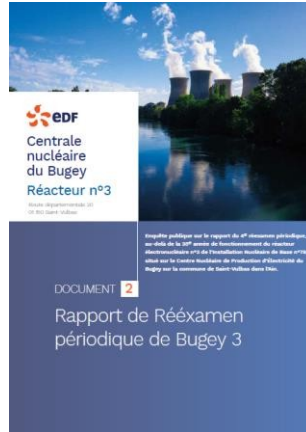
Die Unterlagen zur öffentlichen Anhörung zur vierten regelmäßigen Überprüfung von Bugey 3 umfassen folgende Dokumente:

### Dokument 1



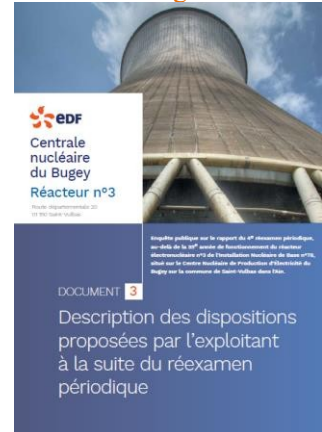
Präsentationsnotiz  
[das vorliegende Dokument]

### Dokument 2



Bericht zur regelmäßigen  
Überprüfung von Bugey 3  
[Gegenstand der öffentlichen  
Anhörung]

### Anlage 3



Beschreibung der vom Betreiber  
nach der regelmäßigen  
Überprüfung vorgeschlagenen  
Maßnahmen

### Dokument 3 Bis



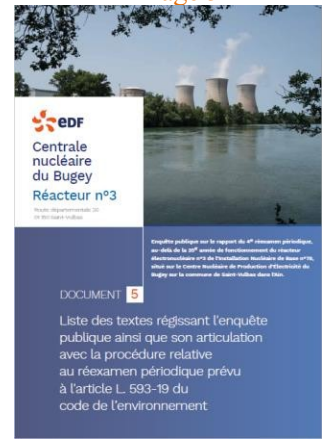
Dokument über die  
Umweltauswirkungen im  
Zusammenhang mit  
den Betrieb des Reaktors in den  
nächsten zehn Jahre

### Anlage



Erkenntnisse von EDF aus den  
Konsultationen zur allgemeinen  
Phase der 4. regelmäßigen  
Überprüfung 900 MWe

### Anlage 5



Liste der Texte, die  
die öffentliche Anhörung sowie deren  
Verknüpfung mit dem Verfahren zur  
regelmäßigen Überprüfung gemäß  
Artikel L. 593-19 des  
Umweltgesetzbuchs



Es ist anzumerken, dass die Reaktoren Nr. 2, 4 und 5 des Kernkraftwerks Bugey bereits vom 6. Februar 2023 bis zum 8. März 2023 Gegenstand dieses öffentlichen Untersuchungsverfahrens waren.



Dieses Dokument (Anlage 1) enthält die wichtigsten Maßnahmen, die EDF in Bugey 3 seit der <sup>dritten</sup> Überprüfung zur Verbesserung des Schutzes der Interessen ergriffen hat, darunter insbesondere diejenigen, die während der <sup>vierten</sup> zehnjährigen Inspektion umgesetzt wurden. Sie sind mit dem Piktogramm „Realisiert“ gekennzeichnet.



Er enthält auch die wichtigsten Bestimmungen, die EDF im Anschluss an die Überprüfung vorgeschlagen hat. Diese sind mit dem Symbol „Vorgeschlagen“ gekennzeichnet.

Nach Abschluss der öffentlichen Anhörung berücksichtigt die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz die Ergebnisse der öffentlichen Anhörung in ihrer Analyse des Berichts zur Überprüfung von Bugey 3 und in den von ihr erlassenen Vorschriften.



Das Kernkraftwerk Bugey der EDF liegt am rechten Ufer der Rhône und am südwestlichen Rand des Bugey-Massivs. Es befindet sich in der Gemeinde Saint-Vulbas im Département Ain und in unmittelbarer Nähe des Départements Isère in der Region Auvergne-Rhône-Alpes. Der Reaktor Nr. 3 befindet sich in der Gemeinde Saint-Vulbas.

Die wichtigsten Ballungsräume in der Nähe des Kraftwerks sind der 25 km entfernte Großraum Lyon, L'Isle d'Abeau (Isère) in 30 km Entfernung, Ambérieu-en-Bugey in 19 km Entfernung, Lagnieu in 12 km Entfernung, Charvieu-Chavagneux in 10 km Entfernung, Crémieu in 9 km Entfernung und Loyettes in 5 km Entfernung vom Kraftwerk.

Das Kernkraftwerk umfasst fünf Reaktoren, von denen vier in Betrieb sind, eine Basis der Force rapide d'action nucléaire (FARN, schnelle nukleare Eingreiftruppe), eine Anlage zur Konditionierung und Lagerung radioaktiver Abfälle (ICEDA) und ein interregionales Brennstofflager (MIR).

Der Reaktor Nr. 1 des Kraftwerks, der auf einer Technologie mit natürlichem Uran, Graphit und Gas basiert, ist seit 1994 abgeschaltet. Er wird derzeit stillgelegt.

Die vier in Betrieb befindlichen Druckwasserreaktoren (DWR) mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe wurden 1978 und 1979 in Betrieb genommen. Die Reaktoren Nr. 2 und 3 werden mit Wasser aus der Rhône in einem offenen Kreislauf gekühlt (siehe §3). Die Reaktoren Nr. 4 und 5 werden in einem sogenannten „geschlossenen“ Kreislauf gekühlt und verfügen jeweils über zwei Kühltürme. Der Reaktor Nr. 3 wurde 1979 in Betrieb genommen.

Bis 2024 hat das Kernkraftwerk Bugey mehr als 18,5 Milliarden Kilowattstunden kohlenstoffarmen Strom produziert, was den Stromverbrauch von 4 Millionen Haushalten und einem Drittel der Region Auvergne-Rhône-Alpes deckt.

Das Kraftwerk ist einer der größten Arbeitgeber der Region mit mehr als 2000 Mitarbeitern vor Ort, darunter EDF-Mitarbeiter und festangestellte Dienstleister, zu denen noch zwischen 600 und 2000

Mitarbeiter von Partnerunternehmen, um die regelmäßigen Wartungsarbeiten an den Produktionseinheiten durchzuführen.

Eine Zehnjahresinspektion umfasst:

- 6 Monate Arbeit bei abgeschaltetem Reaktor, denen 18 Monate Arbeit bei in Betrieb befindlichem Reaktor vorausgehen,
- mehr als 4.000 Mitarbeiter,
- 250 Millionen Euro Investitionen,
- und etwa 80 Verbesserungsmaßnahmen.

Die mit lokalen Unternehmen (Ain, Isère, Rhône) abgeschlossenen Verträge machen mehr als 50 % des Gesamtvolumens der Verträge mit mehr als 348 lokalen Unternehmen aus.

Das Kraftwerk engagiert sich stark in der Ausbildung junger Menschen: So wurden im Jahr 2024 249 Auszubildende und Praktikanten am Standort aufgenommen.

Das Kraftwerk ist seit jeher fest im Leben seiner Region verankert und unterstützt zahlreiche Initiativen und Vereine, die sich für die Umwelt, die Artenvielfalt, sanfte Mobilität, Solidarität und Integration einsetzen. Darüber hinaus leistet es 2024 einen Beitrag zu den lokalen Steuereinnahmen in Höhe von 45,7 Millionen Euro, was mehr als der Hälfte seiner jährlichen Steuerlast entspricht.

Jedes Jahr empfängt es fast 5000 Besucher, die seine Anlagen und ganz allgemein die Mittel zur Stromerzeugung entdecken möchten.

## CENTRALE NUCLEAIRE DU BUGEY (AIN)



### Les grandes villes et axes de communication



- Préfecture de région
- Préfecture départementale
- Sous-préfecture
- Autre ville
- Chef-lieu de canton





Dieser Abschnitt behandelt Begriffe im Zusammenhang mit dem Betrieb von Kernkraftwerken und der nuklearen Sicherheit, um ein besseres Verständnis der in den Abschnitten 4 bis 6 dieses Dokuments sowie in den anderen Unterlagen enthaltenen Bestimmungen zu ermöglichen.

## 3.1. Funktionsweise eines Kernkraftwerks

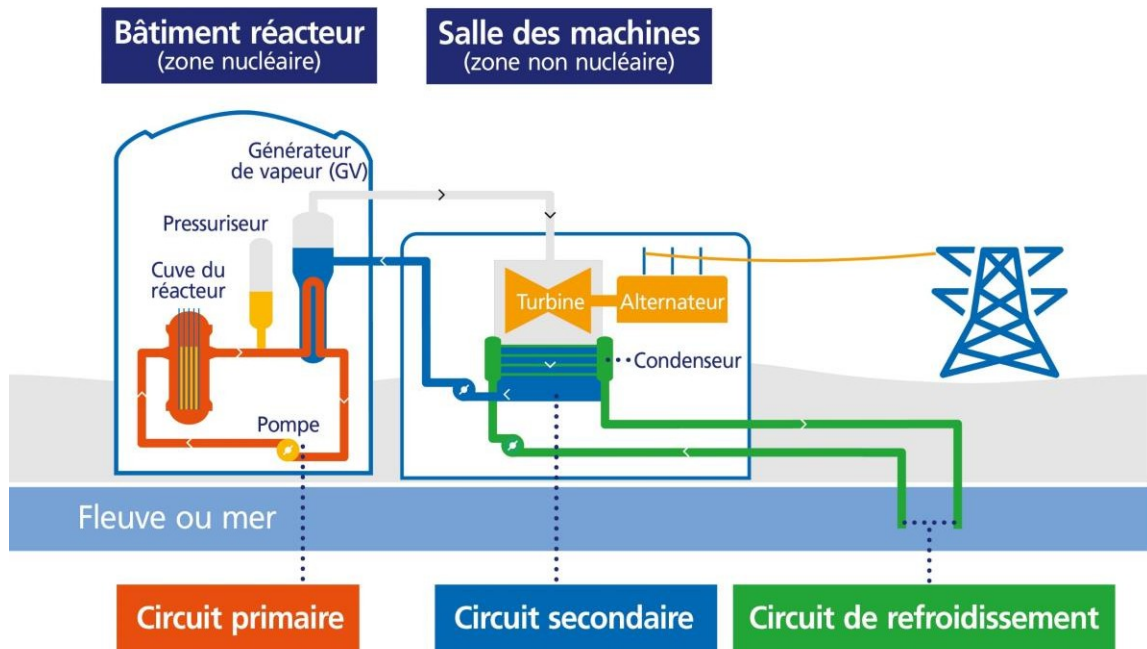
Die Funktionsweise eines Kernkraftwerks vom Typ Druckwasserreaktor (DWR), wie das Kraftwerk Bugey, basiert auf **drei voneinander unabhängigen und untereinander dichten Wasserkreisläufen**, die den Wärmeaustausch gewährleisten und gleichzeitig jegliche Freisetzung radioaktiver Stoffe nach außen verhindern:

1. Der **Primärkreislauf**: Im Reaktor erzeugt die Spaltung der Uranatome eine große Menge Wärme, die das um die Brennelemente zirkulierende Wasser auf 320 °C erhitzt. Das Wasser des Primärkreislaufs wird unter Druck gehalten, damit es nicht zu kochen beginnt. Es gibt seine Wärme an das Wasser eines zweiten geschlossenen Kreislaufs ab.
2. Der **Sekundärkreislauf**: Der Wärmeaustausch zwischen dem Wasser des Primärkreislaufs und dem Wasser des Sekundärkreislaufs erfolgt über Dampferzeuger. Das Wasser des Sekundärkreislaufs wird dabei in Dampf umgewandelt. Der Druck dieses Dampfes treibt eine Turbine an, die einen Generator antreibt. Ein Transformator erhöht die Spannung des vom Generator erzeugten Stroms, damit dieser leichter über große Entfernungen in Hochspannungsleitungen transportiert werden kann.
3. Der **Kühlkreislauf**: Am Ausgang der Turbine wird der Dampf des Sekundärkreislaufs mithilfe eines Kondensators, durch den kaltes Wasser aus dem Meer oder einem Fluss zirkuliert (wie es bei den Reaktoren des Kraftwerks Bugey der Fall ist), wieder in Wasser umgewandelt. Dieser dritte Kreislauf wird als Kühlkreislauf bezeichnet. Im Kernkraftwerk Bugey wird das Wasser dieses <sup>dritten</sup> Kreislaufs bei Bugey 2 und Bugey 3 direkt durch einen offenen Kreislauf am Fluss gekühlt, während es bei Bugey 4 und 5 durch Kontakt mit Luft in Kühltürmen gekühlt wird.



## LA CENTRALE NUCLÉAIRE

### Principe de fonctionnement, sans aéroréfrigérant



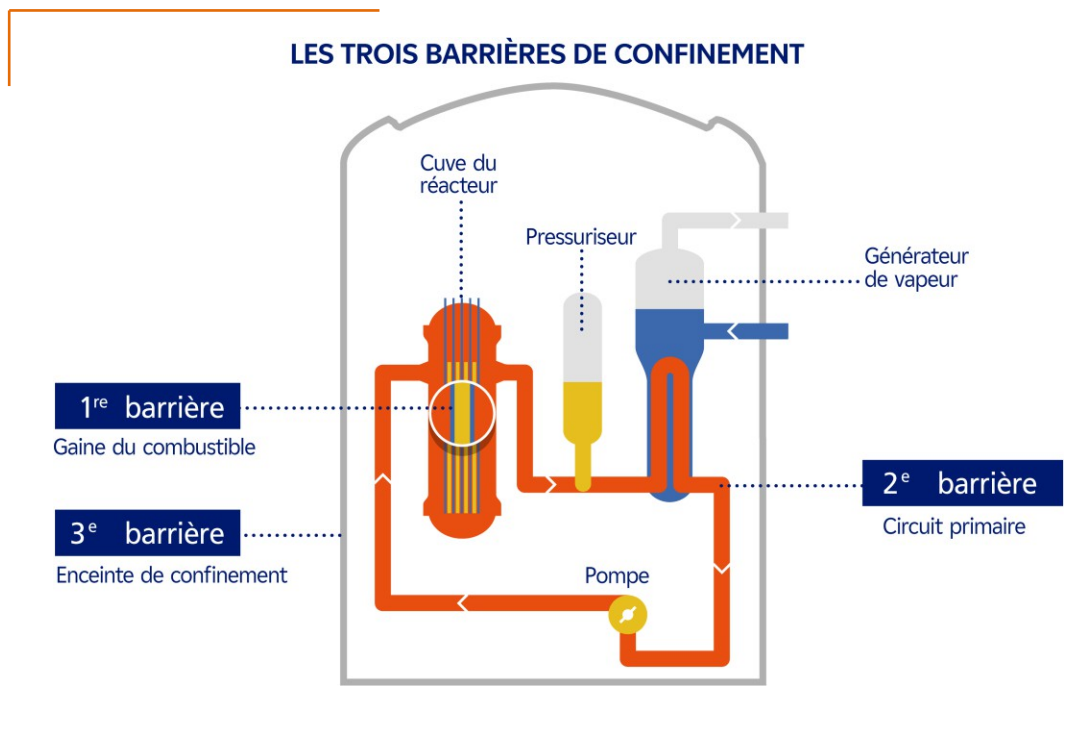
## 3.2. Die Grundlagen der Sicherheit

### 3.2.1. Die drei Sicherheitsbarrieren

In einem Kernkraftwerk besteht das allgemeine Ziel der nuklearen Sicherheit darin, einen wirksamen Schutz aufzubauen und aufrechtzuerhalten, um Unfälle zu verhindern und deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu begrenzen. Die zu diesem Zweck getroffenen Konstruktions- und Betriebsvorkehrungen dienen der Prävention, um das Auftreten einer abnormalen Situation zu verhindern, und dem Schutz, um die Folgen eines möglichen Unfalls zu begrenzen.

So tragen drei physikalische, widerstandsfähige, dichte und voneinander unabhängige Barrieren zur Eindämmung der Radioaktivität bei:

- die Hülle der Brennstäbe,
- die Hülle des Primärkreislaufs,
- die Sicherheitshülle.



### 3.2.2. Die drei Sicherheitsfunktionen

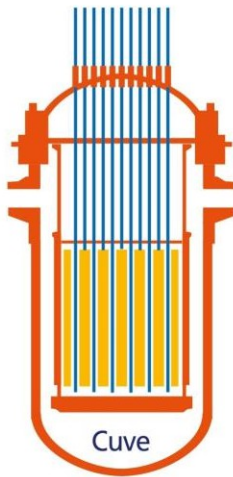
Um eine Beschädigung der Sicherheitsbarrieren zu vermeiden und die radiologischen Folgen einer möglichen Beschädigung zu begrenzen, werden bei der Konzeption spezielle Materialien und Systeme vorgesehen und im Betrieb eingesetzt: Sie gewährleisten die drei „Sicherheitsfunktionen“.

#### LES TROIS FONCTIONS DE SÛRETÉ

**1**

##### Contrôler la réaction en chaîne

- Position des grappes de commande
- Concentration du bore dans l'eau

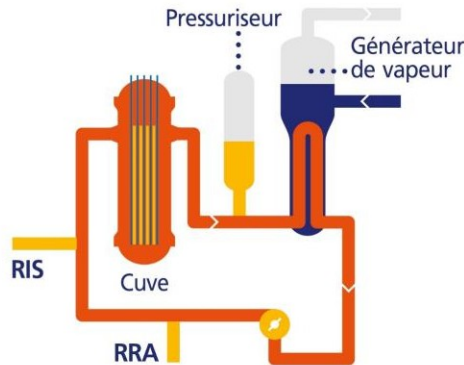


**2**

##### Refroidir le combustible

Évacuation de la chaleur :

- par les générateurs de vapeur en fonctionnement normal,
- par le circuit de réfrigération à l'arrêt du réacteur (RRA),
- par les systèmes d'injection de sécurité (RIS).

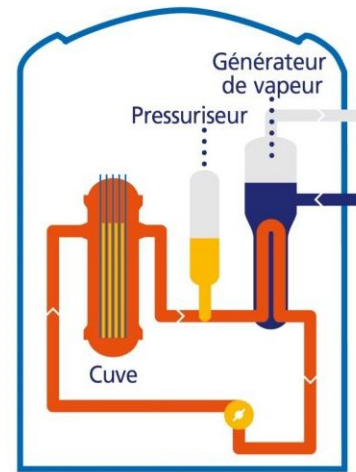


**3**

##### Confiner la radioactivité

Par les trois barrières :

- gaine du combustible
- circuit primaire
- enceinte de confinement



Die zur Gewährleistung dieser drei grundlegenden Sicherheitsfunktionen getroffenen Maßnahmen ermöglichen auch den Schutz von Menschen und Umwelt vor ionisierender Strahlung, eine zusätzliche Sicherheitsfunktion, die durch den geänderten Erlass vom 7. Februar 2012 zur Festlegung der allgemeinen Vorschriften für kerntechnische Grundanlagen, den sogenannten „INB-Erlass“, eingeführt wurde.

Der „sichere“ Zustand eines Reaktors ist durch die Beherrschung der drei **Sicherheitsfunktionen** gekennzeichnet:

- Kontrolle der Kernkettenreaktion im Reaktor,
- Kühlung des Brennstoffs,
- Eindämmung der Radioaktivität

sowie die ordnungsgemäße Funktion der Systeme, die zur Aufrechterhaltung dieser Bedingungen erforderlich sind.

### 3.2.3. Die Verteidigung in der Tiefe

Die nukleare Sicherheit basiert auf dem Konzept der tief gestaffelten Sicherheit, bei dem aufeinanderfolgende Sicherheitsstufen zum Einsatz kommen, die ausreichend unabhängig voneinander sind, um menschliches, technisches und organisatorisches Versagen zu verhindern.

Bei der Auslegung und im Betrieb umfasst die Verteidigung in der Tiefe fünf Ebenen, die darauf abzielen:

**1. Verhindern von Zwischenfällen.** Diese erste Stufe basiert auf einer robusten Konstruktion und einer hohen Fertigungsqualität. Die Organisation des Betriebs gewährleistet, dass die Anlage innerhalb der Grenzen des Normalbetriebs bleibt. Auf materieller Ebene ermöglichen Automatismen und Regelsysteme, die Anlage innerhalb dieser Grenzen zu halten.

**2. Erkennen von Störfällen,** Ergreifen von Maßnahmen, um zu verhindern, dass diese zu einem Unfall führen, und Wiederherstellung eines normalen Betriebszustands oder, falls dies nicht möglich ist, Erreichen und Aufrechterhalten eines sicheren Zustands der Anlage.

Diese zweite Stufe dient insbesondere dazu, die Integrität der Brennstoffhülle (erste Barriere) und des Primärkreislaufs (zweite Barriere) durch die Umsetzung von Schutzmaßnahmen und -systemen zur Kontrolle der Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten: automatische Abschaltung des Reaktors, zusätzliche Wasserzufuhr zur Kühlung des Reaktors usw.

**3. Unvermeidbare Unfälle beherrschen,** ihre Verschlimmerung begrenzen, die Anlage wieder in einen sicheren Zustand versetzen und diesen aufrechterhalten.

Diese dritte Stufe basiert auf den Sicherungssystemen (Sicherheitseinspritzsystem des Primärkreislaufs, Sprinkleranlage des Behälters, Notstromversorgung der Dampferzeuger) sowie auf den Verfahren für den Unfallfall und der nationalen Krisenorganisation.

**4. Bewältigung schwerer Unfälle mit Kernschmelze, die** nicht so unter Kontrolle gebracht werden konnten, dass die Folgen für Mensch und Umwelt begrenzt werden konnten.

Diese vierte Stufe zielt darauf ab, die Integrität des Sicherheitsbehälters, der dritten Barriere, zu erhalten. Um dieses Ziel zu erreichen, stützt sich das Management von Unfällen mit Kernschmelze auf materielle Vorkehrungen: passive Rekombinatoren zur Beseitigung der Gefahr einer Explosion von Wasserstoff, der bei der Schmelze von Brennstoffhüllen entsteht, mobile Mittel wie Pumpen mit ihrer Stromversorgung oder auch die ultimative Filtervorrichtung für radioaktive Ableitungen, die beim Öffnen des Sicherheitsbehälters zum Einsatz kommt, sowie auf die Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN, schnelle Eingreiftruppe für nukleare Notfälle), die aus den Erfahrungen nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi hervorgegangen ist.

Zu den Stufen 3 und 4 gehören auch die sogenannten „Hardcore“-Ausrüstungen (siehe Abschnitt 4.2.1), wie beispielsweise die Vorrichtung zur Stabilisierung des Coriums oder eine zusätzliche Stromversorgung.

Der „harte Kern“ ist eine Reihe fester und robuster materieller Mittel, die durch mobile Mittel ergänzt werden, um massive radioaktive Freisetzungen und dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt in Extremsituationen nach einer extremen externen Naturkatastrophe zu vermeiden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Erdbeben, externe Überschwemmungen und damit verbundene Phänomene (Blitzschlag, Hagel, starke Winde, Starkregen) oder auch Tornados.

**5. Schutz der Bevölkerung.** Diese fünfte Stufe der tief gestaffelten Verteidigung fällt in den Zuständigkeitsbereich der Behörden und entspricht der Umsetzung des Sonderinterventionsplans (PPI) (Abschottung, Einnahme von Jodtabletten, Evakuierungen usw.).



## 3.3. Sicherheit vor Ort

Die Grundlagen der nuklearen Sicherheit werden in der Praxis durch die Umsetzung von Bestimmungen umgesetzt, die bei der Konzeption vorgesehen und im Laufe des Betriebs ergänzt wurden, insbesondere bei regelmäßigen Überprüfungen, wobei die Erfahrungen aus Kernkraftwerken in Frankreich und im Ausland sowie der aktuelle Wissensstand berücksichtigt werden.

Für die <sup>vierte</sup> Überprüfung der 900-MWe-Kraftwerke werden daher Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit umgesetzt und geplant, um den Erkenntnissen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi Rechnung zu tragen und ganz allgemein extreme Unfallsituationen zu antizipieren und zu bewältigen, um massive radioaktive Freisetzungen und dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden (siehe § 3.3.1).

Zur Veranschaulichung werden in §3.3.2, §3.3.3 und §3.3.4 die Beanspruchungsarten der wichtigsten Sicherheitsvorkehrungen im Reaktorgebäude und im Brennelementlagergebäude unter normalen Betriebsbedingungen, bei Störfällen oder Unfällen sowie bei extremen externen Einwirkungen dargestellt.

### 3.3.1. Lehren aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi

Nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 in Japan hat EDF eine Reihe von Maßnahmen zur Verstärkung seiner Anlagen geprüft, um Naturkatastrophen zu bewältigen, deren Ausmaß weit über die Auslegungsannahmen der Reaktoren hinausgeht. Diese Maßnahmen gliedern sich wie folgt:

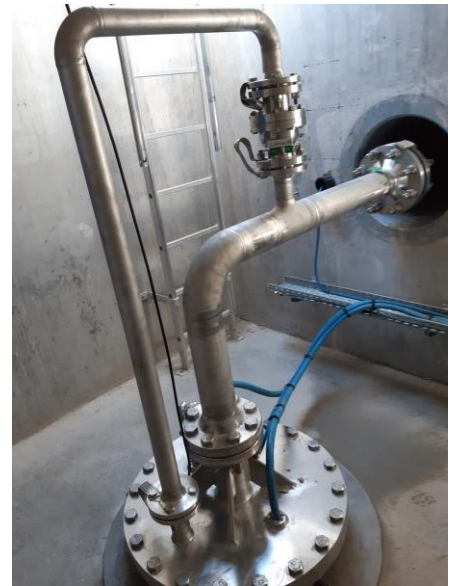
- eine Reaktionsphase von 2012 bis 2015, in der EDF Folgendes umgesetzt hat:
  - die schnelle Eingreiftruppe für Nuklearunfälle (FARN), bestehend aus 300 geschulten EDF-Mitarbeitern, die innerhalb von maximal 24 Stunden nach Beginn des Unfalls an jedem französischen Kernkraftwerksstandort einsatzbereit sind; der Standort Bugey ist einer der vier Stützpunkte der FARN.
  - Lokale ortsfeste und mobile Anlagen mit standardisierten Anschlussstellen („Feuerwehranschluss“) zur Wasserversorgung der Anlagen im Falle eines vollständigen Ausfalls der Notkühlung.
  - einen Notfallplan für den Fall eines Unfalls, von dem mehrere Reaktoren betroffen sind.
- eine Phase zur Einrichtung „dauerhafter Vorkehrungen“ für die Wasser- und Stromversorgung, insbesondere mit:
  - eine zusätzliche Notstromquelle für jeden Reaktor: den Notstromdiesel (DUS),
  - eine diversifizierte Wasserquelle (SEG) durch die Nutzung bestehender Wasserspeicher mit großer Kapazität,
  - Verstärkung der Reaktorsteuerungsteams (+ 250 Mitarbeiter in Frankreich), die für den Umgang mit unerwarteten Ereignissen geschult sind.



### Notstromdiesellaggregat (DUS) mit 3 MWe



### Diversifizierte Wasserquelle (SEG)



Dank dieser Vorkehrungen kann der Brennstoff, der sich im Reaktorgebäude oder im Lagerbecken im Brennstoffgebäude (BK) befindet, bei einem vollständigen Ausfall der Stromversorgung oder der Kältequelle ohne externe Hilfe drei Tage lang weiter gekühlt werden. Diese Autonomie ermöglicht es der Nationalen Krisenorganisation, darunter auch der FARN, die notwendige Nachlieferung sicherzustellen, bis die Anlagen wiederhergestellt sind.

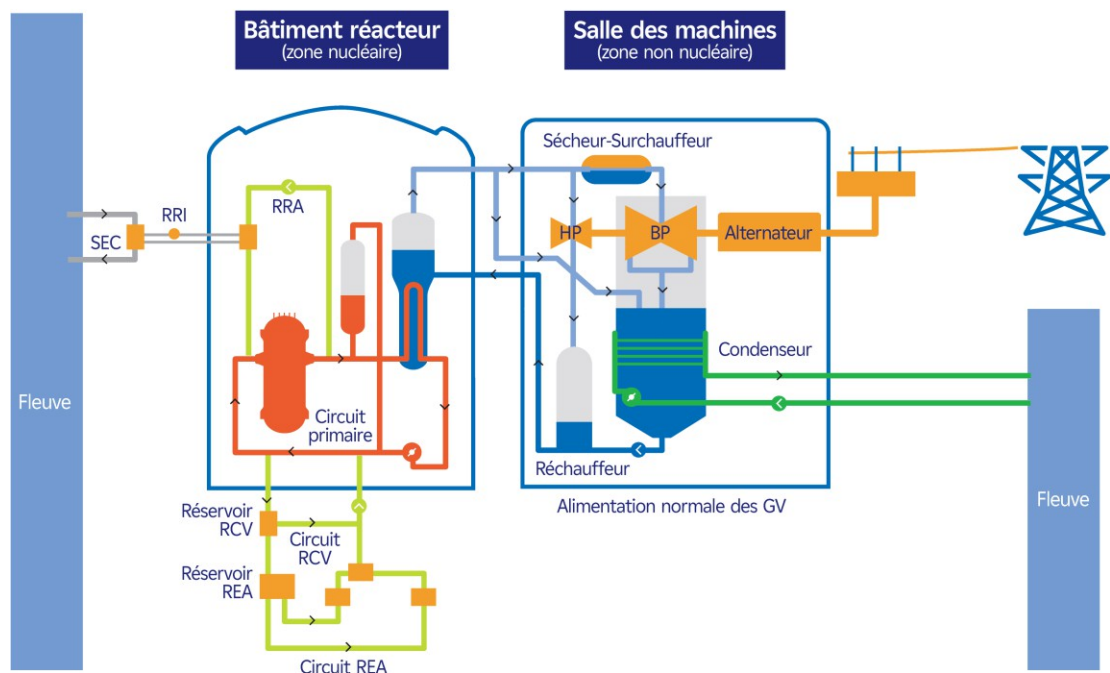
Im Rahmen der Fortsetzung des Betriebs über 40 Jahre hinaus ergreift EDF eine Reihe von materiellen und organisatorischen Maßnahmen, die darauf abzielen, einen Unfall mit Kernschmelze zu verhindern und massive radioaktive Freisetzungen sowie dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt in Extremsituationen, sogenannten „Hard Core“-Situationen, insbesondere infolge einer extremen externen natürlichen Einwirkung, zu vermeiden. Der „Noyau Dur“ wird im Rahmen der 4. periodischen Überprüfung und deren Folgemaßnahmen umgesetzt.

### 3.3.2. Sicherheit im Reaktorgebäude

**Im Normalbetrieb** ist die Kühlung des Brennstoffs eine Sicherheitsfunktion, die unter allen Umständen aufrechterhalten werden muss, um die Integrität der ersten Sicherheitsbarriere zu gewährleisten:

- Bei einem Reaktor unter Last wird die von den Brennelementen abgegebene Wärmeenergie über die Dampferzeuger (GV) an die Turbine und dann über einen Generator an das Stromnetz weitergeleitet. Am Ausgang der Turbine wird der Dampf des Sekundärkreislaufs mithilfe eines mit Wasser aus der Rhône gekühlten Kondensators wieder in Wasser umgewandelt, um den Kreislauf in Richtung Dampferzeuger fortzusetzen.
- Wenn der Reaktor abgeschaltet ist, beträgt die von den Brennelementen erzeugte Restwärme etwa einige Prozent der Nennleistung und nimmt mit der Zeit ab. Die von den Brennelementen erzeugte Restwärme wird über den Kühlkreislauf des abgeschalteten Reaktors (RRA) abgeführt, der wiederum durch die „Kältequelle“ (Wasser aus der Rhône) über den Zwischenkühlkreislauf (RRI) und den Not-Rohwasserkreislauf (SEC) gekühlt wird, die aufeinanderfolgende Barrieren gegenüber dem Wasser der Rhône bilden.

#### RÉACTEUR EN FONCTIONNEMENT NORMAL Principaux circuits annexes



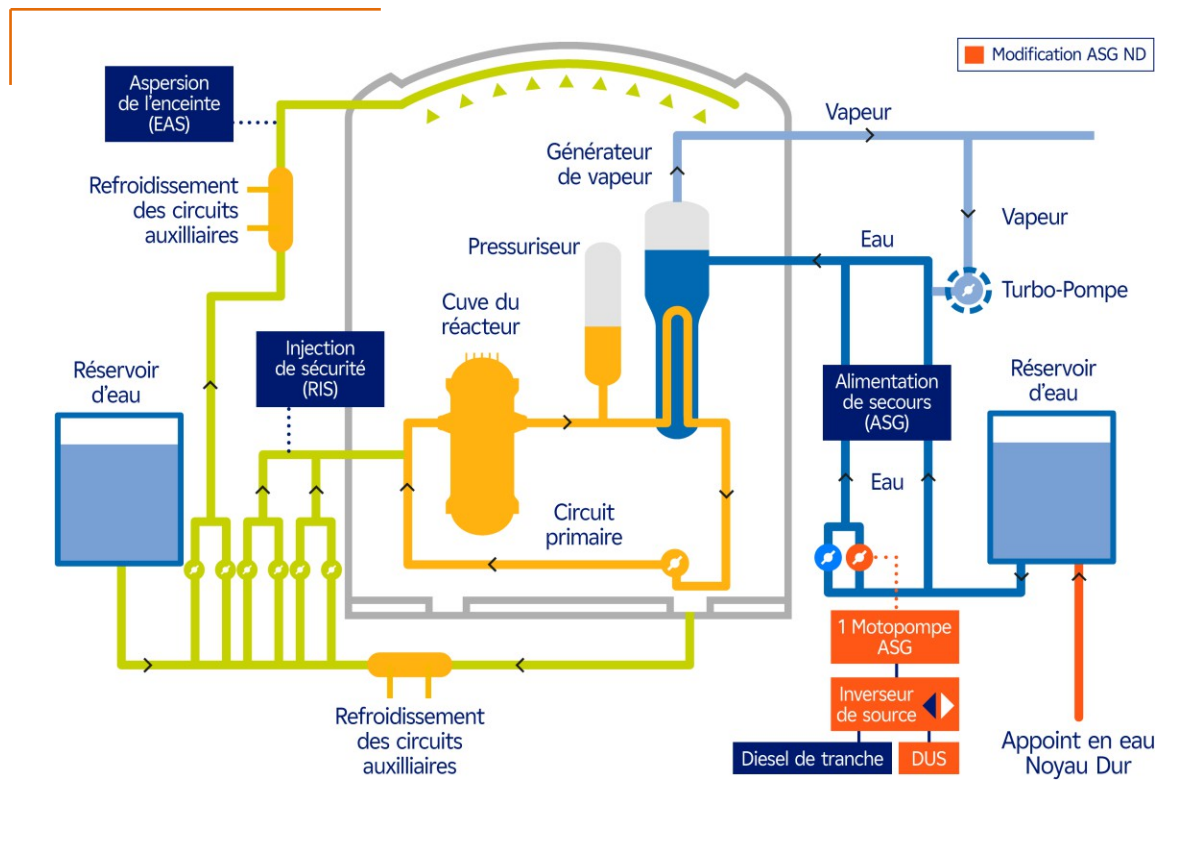
Im Störfall wird die Kühlung des Brennstoffs gewährleistet durch:

- die Dampferzeuger (GV) und anschließend durch den Kühlkreislauf des abgeschalteten Reaktors (RRA) im Zuge der Abkühlung und Druckentlastung des Primärkreislaufs;
- und im Falle eines Bruchs im Primärkreislauf greift das Sicherheitsinjektionssystem (RIS) ein, um den Wasserverlust auszugleichen und die Kühlung des Reaktorkerns fortzusetzen. Das Sprühsystem des Sicherheitsbehälters (EAS) ermöglicht es, den durch die Verdampfung des Wassers aus dem Primärkreislauf im Inneren des Sicherheitsbehälters (BR) verursachten Druck zu reduzieren.

Bei extremen natürlichen äußeren Einflüssen, sogenannten „Hardcore“-Situationen, kann es zu Ausfällen bestimmter Anlagenkomponenten kommen, beispielsweise der Stromversorgung und/oder der Kühlsysteme, die mit der Kältequelle (Wasser aus der Rhône) verbunden sind.

In diesem Fall sind es die Geräte des Noyau Dur, die für die Folgen solcher Extremsituationen qualifiziert und robust sind, die weiterhin die Sicherheitsfunktionen gewährleisten.

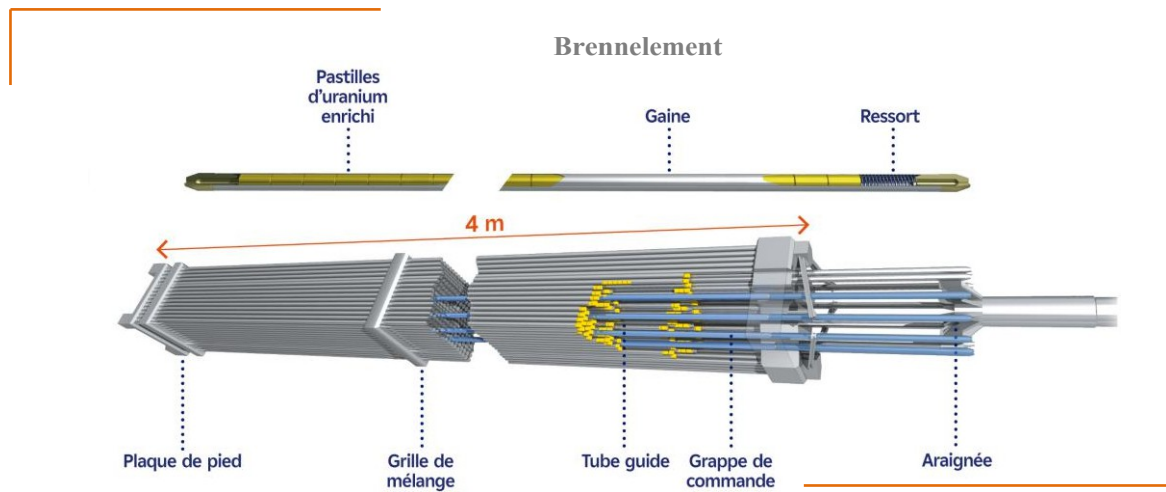
In diesen Extremsituationen wird ein Teil der Notstromversorgung der Dampferzeuger für Hardcore-Situationen qualifiziert, um die **sekundäre Kühlung des Hardcore-Kerns (ASG-ND)** sicherzustellen. Letztere wird elektrisch vom **Notstromdiesel (DUS)** gespeist und mit der **diversifizierten Wasserquelle (SEG)** verbunden, die dann als Ersatzkältequelle dient.



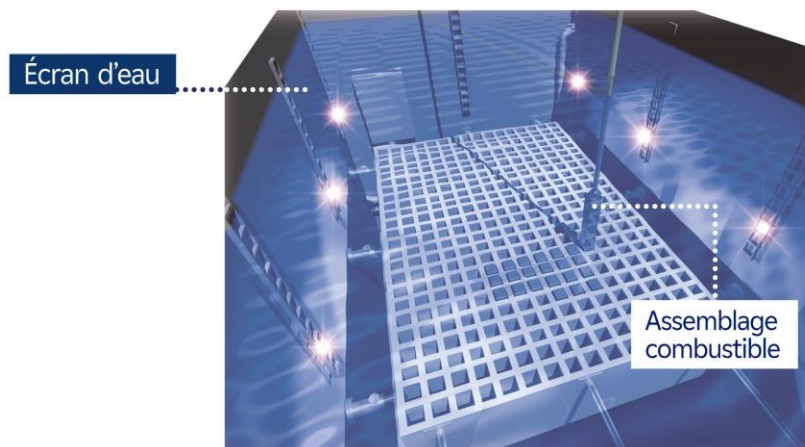


### 3.3.3. Sicherheit im Brennelementlager

Das Lagerbecken des Brennelementgebäudes (BK) nimmt neue Brennelemente auf, bevor diese in den Reaktor geladen werden, sowie bereits verwendete Brennelemente, die auf ihre Entsorgung oder Wiederbeladung warten.



#### BÂTIMENT COMBUSTIBLE Piscine d'entreposage du combustible



#### Im Normalbetrieb:

- Die Restwärme der im Becken gelagerten abgebrannten Brennelemente wird über das Wasseraufbereitungs- und Kühlsystem der Becken (PTR) abgeführt, das über den Zwischenkühlkreislauf (RRI) und den Not-Rohwasserkreislauf (SEC) durch die Kältequelle (Wasser aus der Rhône) gekühlt wird. Das PTR-System besteht aus zwei getrennten, elektrisch gesicherten Kreisläufen (Pumpe, Wärmetauscher), die die Temperatur des Beckens ständig unter 50 °C halten.
- Das Lagerbecken des Brennelementgebäudes (BK) kann beispielsweise beim Be- und Entladen des Reaktors über die Transferleitung mit dem Becken des Reaktorgebäudes (BR) verbunden werden. Auf der Seite des Reaktorgebäudes wird die Kühlung durch den Kühlkreislauf bei Reaktorstillstand (RRA) gewährleistet, der wiederum über die Kreisläufe RRI und SEC durch die Kältequelle (Wasser aus der Rhône) gekühlt wird.

### In Störfall-/Unfallsituationen:

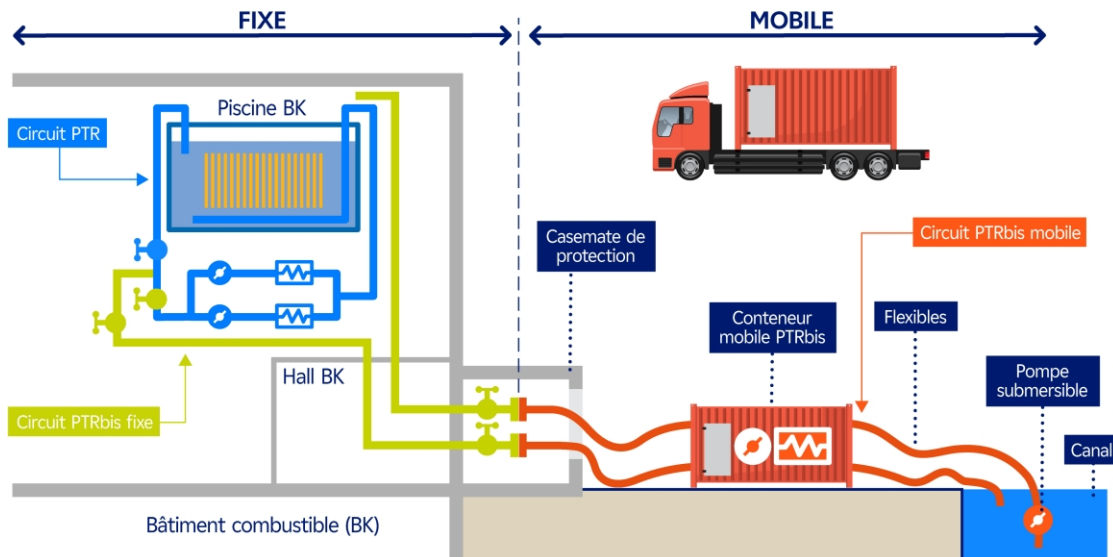
- Wenn der gesamte Brennstoff aus dem Reaktor in das Becken des Brennelementgebäudes entladen wird, kann der Ausfall einer der beiden Pumpen oder eines der beiden Wärmetauscher zu einem Anstieg der Wassertemperatur im Becken auf über 50 °C führen. In diesem Fall wird die Kühlung aufrechterhalten, ohne dass es zum Sieden kommt.
- Bei einer unbeabsichtigten Entleerung des Beckens wird die Saugleitung des Kühlkreislafs automatisch isoliert, um die Brennelemente unter Wasser zu halten.
- Bei einem vollständigen Ausfall der Kühlung durch das PTR-System kann der Pool über das Brandschutznetz oder das Entmineralisierungswassersystem mit Wasser versorgt werden, um die Verdunstung auszugleichen. Die Kühlung des Brennstoffs ist gewährleistet, da die Baugruppen auch bei Siedetemperatur des Poolwassers unter Wasser bleiben.

Bei extremen natürlichen äußeren Einflüssen, sogenannten „Hard Core“-Situationen, kann es zu Funktionsausfällen bestimmter Anlagenkomponenten kommen, die möglicherweise mit einem vollständigen Ausfall der Kühlung verbunden sind. In diesem Fall übernehmen die für solche Extremsituationen qualifizierten und robusten Komponenten des Hard Core die Sicherheitsfunktionen. In diesen Extremsituationen:

- Die **diversifizierte Wasserquelle (SEG)** ergänzt die Hilfsmittel des BK-Beckens mit Wasser- und Stromressourcen, die von den anderen Ressourcen des Blocks unabhängig sind. Diese Hilfsmittel ermöglichen es, die Verdunstung auszugleichen und die Kühlung der Brennelemente aufrechtzuerhalten, indem sie unter Wasser gehalten werden.
- Langfristig ermöglicht **das zusätzliche Kühlsystem (PTR-bis)** die Rückkehr zu einer Kühlsituation des Lagerbeckens des Brennelementgebäudes ohne Siedevorgang.



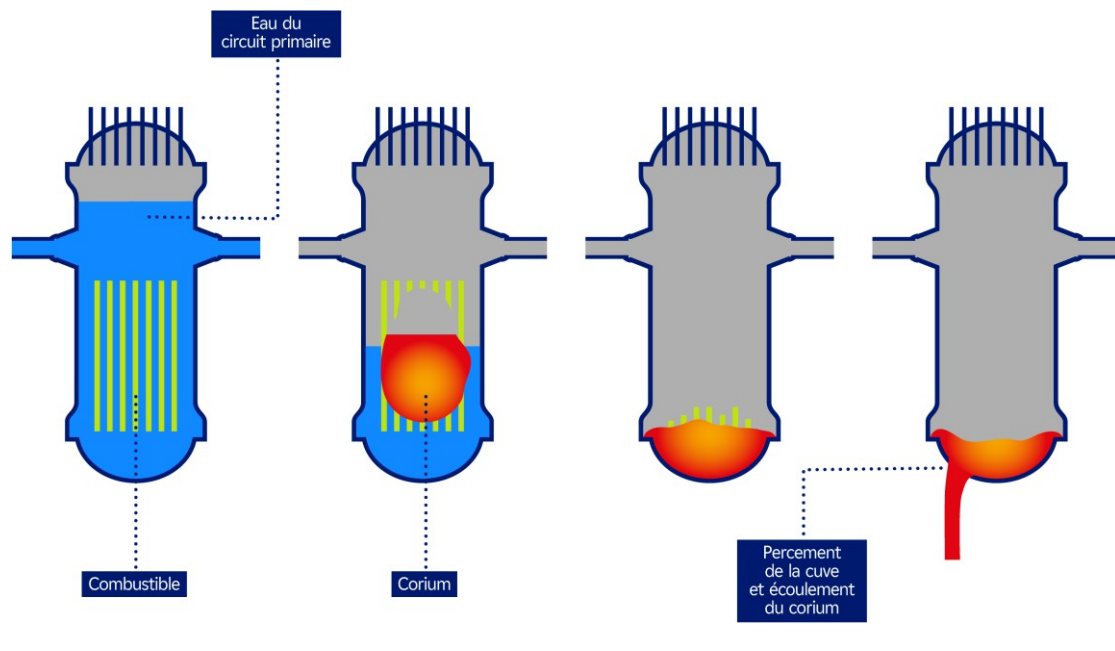
### LE SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT PTRbis



### 3.3.4. Sicherheit im Falle einer Kernschmelze

Ein längerer Ausfall der Kühlung des Reaktorkerns kann bei fehlendem Wasser im Behälter zu Unfällen mit Kernschmelze führen. Der Brennstoff im Behälter könnte nämlich Temperaturen erreichen, die zur Schmelze des Metalls, aus dem er besteht (Brennstofftabletten und Hüllen), aber auch des umgebenden Metalls (Steuerstäbe oder Strukturen) führen, bis der Boden des Behälters durchschmolzen ist. Das aus diesem Prozess entstehende Metallagglomerat in Form einer zähflüssigen Masse wird als **Corium** bezeichnet.

#### Prozess der Beschädigung des Reaktors bei einem Kernschmelzunfall



In dieser Situation sind die ersten beiden Sicherheitsbarrieren beschädigt, und das Sicherheitsziel besteht nun darin, die Dichtheit der <sup>dritten</sup> Barriere, des Sicherheitsbehälters, aufrechtzuerhalten, um die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt zu verhindern.

Die Strategie für den Umgang mit Kernschmelzen orientiert sich am Vorgehen beim EPR. Sie zielt darauf ab, das Corium „trocken“, d. h. ohne Wasser, auf dem Boden des Reaktorgebäudes, der Fundamentplatte, ausbreiten zu lassen. Auf diese Weise bietet es eine große Austauschfläche und kann durch die Zugabe von borhaltigem Wasser stabilisiert werden, das es kühlt und schließlich die gesamte Coriumschicht verfestigt. Diese Strategie zielt darauf ab:

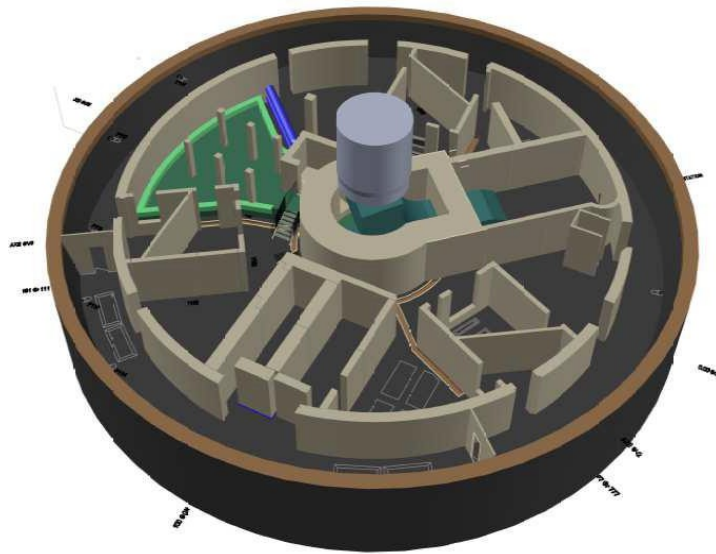
- sicherzustellen, dass die Bodenplatte des Reaktorgebäudes nicht durchbrochen wird. Denn wenn das Corium nicht stabilisiert wird, verursacht es eine Erosion der Bodenplatte;
- den langsamen Druckaufbau im Behälter zu begrenzen und somit das Öffnen des gefilterten Entlüftungsventils des Behälters zur Druckentlastung zu verhindern;
- Beherrschung physikalischer Phänomene bei Unfällen mit Kernschmelze (insbesondere Risiko einer Wasserstoffverbrennung).

Die im Rahmen von VD4 für den Reaktor Nr. 3 in Bugey „umgesetzten“ Maßnahmen sind somit:

- **Die Schaffung eines Trockenausbreitungsbereichs für das Corium** innerhalb einer speziellen Auffangzone unter dem Reaktorbehälter: Bereich „Puits de Cuve“ (Behältergrube) und Instrumentenraum des Reaktorkerns in der Verlängerung.
- **Einrichtung des passiven Corium-Flutungssystems**, bestehend aus einer passiven Klappenvorrichtung, die das zuvor durch das Sprühsystem des EAS-Containments in die Sumpfbecken des Reaktorgebäudes eingespritzte Wasser freigibt, unterstützt durch die beiden Dieselmotoren des Blocks oder, in Extremsituationen, durch die neue Vorrichtung „Noyau Dur“ EAS-ND, das vom Notstromdiesel (DUS) unterstützt wird.



Räume (Behältergruben und Instrumentenraum des Reaktorkerns), die zur Verteilung des Coriums genutzt werden



Mit diesen Vorkehrungen zeigen die durchgeführten Studien für den Reaktor Nr. 3 des Kraftwerks Bugey, dass die Erosion des Betons durch das Corium angesichts der Dicke der Fundamentplatte des Reaktorgebäudes begrenzt bleiben wird.



# 4. TEIL „RISIKEN“ DER ÜBERPRÜFUNG VON BUGEY 3



Kernkraftwerk Bugey, Ain Copyright  
EDF / COLIN Matthieu / TOMA

## 4.1. Konformität der Anlage

Vor der Umsetzung von Sicherheitsverbesserungen stellt EDF sicher, dass die Anlagen den für sie geltenden Vorschriften entsprechen.

Zusätzlich zur Behebung von Konformitätsabweichungen, die während des Betriebs der Anlage festgestellt wurden, setzt EDF bei regelmäßigen Überprüfungen umfangreiche Mittel zur Überprüfung der Konformität der Anlagen ein:

- Konformitätsmanagement,
- Prüfung der Konformität der Blöcke (ECOT),
- Programm für ergänzende Untersuchungen (PIC),
- Programm zur Überprüfung der Systemkonformität,
- Sonderprüfungen.

Diese Maßnahmen führen zu Bestimmungen, die im Rahmen der Überprüfung umgesetzt werden.

### 4.1.1. Konformitätsmanagement

EDF verfügt über eine Organisation, die es ihr ermöglicht, Abweichungen vom erwarteten Zustand zu erkennen, sei es in Bezug auf Material oder Aktivitäten. Sie analysiert diese Abweichungen, um entsprechend ihrer Bedeutung für die geschützten Interessen geeignete Maßnahmen zu ergreifen, insbesondere wenn die festgestellte Situation eine Abweichung im Sinne des Erlasses <sup>INB<sup>9</sup></sup> darstellt.

Anlässlich der regelmäßigen Überprüfungen erstellt EDF eine Bilanz der Abweichungen und überprüft, ob alle Feststellungen und Konformitätsabweichungen vor und während der zehnjährigen Inspektion durch materielle und betriebliche Maßnahmen untersucht und gegebenenfalls behoben wurden. Bei besonderen Schwierigkeiten bei der Behebung einer Abweichung, die Auswirkungen auf die Sicherheit hat, begründet EDF von Fall zu Fall die Akzeptanz der Situation, schlägt gegebenenfalls Ausgleichsmaßnahmen vor und verpflichtet sich zu einem Datum für die Behebung.

Die Analyse zeigt, dass alle Abweichungen, die Gegenstand von sicherheitsrelevanten Ereignissen (ESS) der Stufe 1 oder höher auf der INES-Skala waren, und alle Abweichungen, die Gegenstand eines bedeutenden Ereignisses für die Umwelt (ESE) in Bezug auf die Flüssigkeitsrückhaltung waren, für Block 3 des Kernkraftwerks Bugey spätestens während der Abschaltung zur <sup>vierten</sup> zehnjährigen Inspektion behoben wurden.

### 4.1.2. Die Konformitätsprüfung der Blöcke (ECOT)

Die ECOT ist eine ergänzende Bestimmung zu den Betriebsbestimmungen wie den regelmäßigen Prüfungen (EP), den Basisprogrammen für vorbeugende Wartung (PBMP) oder den Requalifizierungsprüfungen (ER) nach Wartungsarbeiten.

Das Ziel der ECOT ist es, die Konformität einer Liste von Themen mit hoher Bedeutung zu überprüfen, basierend auf:

- Vor-Ort-Kontrollen, die vom Betreiber vor und während der zehnjährigen Inspektion durchgeführt werden,
- eine Prüfung der Betriebsunterlagen, Kontroll- oder Testprogramme, Betriebsverfahren und Anweisungen sowie der zugehörigen Pläne und Schemata.

Für die <sup>vierte</sup> regelmäßige Überprüfung der 900-MWe-Kraftwerke hat EDF den Umfang der ECOT-Überprüfung erweitert und etwa fünfzehn Kontrollthemen ausgewählt, darunter: Bauwesen, Qualifizierung von Materialien unter Unfallbedingungen, Brand- und Überschwemmungsrisiken.

Es wurden Vor-Ort-Besichtigungen von Anlagen durchgeführt, die zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Reaktors beitragen, wie beispielsweise die Kühlturme des primären und sekundären Kreislaufs des Reaktors oder die Notstromdieselaggregate.

Bei Bugey 3 betreffen die während der ECOT festgestellten Abweichungen die Qualifizierung von Anlagen unter Unfallbedingungen und von Anlagen, die zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Reaktors beitragen. Alle festgestellten Abweichungen wurden spätestens während der Stilllegung im Rahmen der <sup>vierten</sup> zehnjährigen Inspektion behoben.

---

<sup>9</sup> Erlass vom 7. Februar 2012 zur Festlegung der allgemeinen Vorschriften für grundlegende kerntechnische Anlagen (INB)

### 4.1.3. Das Programm für ergänzende Untersuchungen (PIC)

Das Ziel des PIC besteht darin, die bereits durchgeführten vorbeugenden Wartungsmaßnahmen zu konsolidieren, indem sichergestellt wird, dass keine Beschädigungen an nicht überwachten Anlagen auftreten, da diese weniger anfällig für Schäden sind. Zu diesem Zweck werden während der VD4 der Blöcke der 900-MWe-Stufe Stichprobenkontrollen durchgeführt. Von einer Beschädigung betroffene Anlagen werden wieder in einen konformen Zustand versetzt; das Wartungsreferenzsystem wird angepasst.

Im Rahmen des RP4 900 wurden folgende Bereiche für den PIC ausgewählt:

- mechanische Ausrüstung des Primär- und Sekundärkreislaufs,
- sonstige mechanische Ausrüstung: Rohrleitungen, Planen, Wärmetauscher, Pumpen, Ventile,
- Tiefbau und Sicherheitsbehälter.

Im Rahmen des Programms für ergänzende Untersuchungen zur vierten periodischen Überprüfung der Produktionsanlage Nr. 3 des Kernkraftwerks Bugey wurden keine Kontrollen verlangt, da diese Anlage keine Besonderheiten hinsichtlich des Zustands der Stufe 900 MWe aufweist.

Im Rahmen der Spannungskorrosion wurden während der Abschaltung VD4 Kontrollen an 11 Schweißnähten des Reaktorblocks Nr. 3 durchgeführt. Diese Kontrollen ergaben keine Abweichungen.

### 4.1.4. Überprüfung der Systemkonformität

Ziel ist es, Konformitätsprüfungen der Sicherheits- und Hilfs- und Unterstützungssysteme des Reaktorkerns durchzuführen, deren Konstruktionsstudien seit der Inbetriebnahme der Anlagen nicht mehr überprüft wurden.

Für die vierte Sicherheitsüberprüfung der 900-MW-Reaktoren hat EDF Konformitätsprüfungen der folgenden Systeme durchgeführt:



- Systeme zur Kühlung und Sicherung des Reaktorkerns oder des im Lagerbecken des Brennelementgebäudes. Diese Überprüfungen wurden auf wichtige unterstützende Funktionen ausgeweitet, wie z. B. solche, die zur Kühlung beitragen;
- Stromquellen: Diese Überprüfung, die die Zuverlässigkeit der bestehenden Stromquellen gewährleisten sollte, konzentrierte sich auf die Integration der im Rahmen der Maßnahmen nach Fukushima (siehe 4.2.1) neu gebauten Anlagen, insbesondere auf den funktionalen Ersatz des Not-Turbogenerators durch Notstromdieselmotoren (DUS) sowie die Notstromversorgung des DUS von Bugey 3 durch den DUS des benachbarten Reaktors (Bugey 2).
- Lüftungssysteme, um sicherzustellen, dass ihre Leistung den Anforderungen der Sicherheitsstandards für hohe Temperaturen, niedrige Temperaturen und interne Explosionsgefahr entspricht.

Diese Überprüfungen führten zu umfangreichen Arbeiten zur Überprüfung insbesondere der Kohärenz der Sicherheitsstandards, der Einstufung bestimmter Materialien und der allgemeinen Betriebsvorschriften unter Berücksichtigung der sukzessiven Entwicklungen während 40 Jahren Betrieb.

Was die Kühlung des Reaktorkerns betrifft, so basiert die Wassenumwälzung im Störfall auf dem Sicherheitsinjektionssystem des Primärkreislaufs und dem Sprühsystem des Behälters. Die entsprechende Überprüfung hat gezeigt, dass alle Systeme und Ausrüstungen, die direkt und indirekt an dieser Funktion beteiligt sind, ordnungsgemäß funktionieren.

Darüber hinaus wird EDF die Menge an Trümmern begrenzen, die im Falle eines Bruchs im Primärkreislauf durch das Wasser transportiert werden können. Durch den Ersatz von faserigen Wärmedämmungen durch metallische Wärmedämmungen wird insbesondere das Risiko einer Verstopfung verringert, die die Wasserzirkulation im Reaktorgebäude beeinträchtigen könnte.



#### 4.1.5. Spezielle Tests

Die Sonderprüfungen werden vor Ort, am Simulator oder im Labor zusätzlich zu den regelmäßigen Prüfungen und den zehnjährigen Prüfungen durchgeführt, um:

- die Vollständigkeit der während des Betriebs durchgeführten regelmäßigen Prüfungen zu bestätigen: z. B. Langzeitbetrieb der Dieselmotoren, der Pumpen des Sprühwasserkreislaufs (EAS) und der Druckluftkreisläufe (SAR);
- die Modellierungsannahmen und die Qualifizierung der wissenschaftlichen Berechnungsinstrumente zu bestätigen: beispielsweise thermische Studien oder Neutronenberechnungen;
- Überprüfung der ordnungsgemäßen Integration wichtiger Bestimmungen der Überprüfung zusätzlich zu den durchgeführten Neuklassifizierungen: Stromverteilung, Hartkern-Kühlsystem für Corium bei einem Unfall mit Kernschmelze (EAS-ND), Hartkern-Notwasserversorgungssystem für Dampferzeuger (ASG-ND) usw.

Diese speziellen Tests werden nur einmal an einem Reaktor für alle Reaktoren derselben Stufe durchgeführt. Im Jahr 2023 wurden Langzeitbetriebstests eines Dieselmotors (über 48 Stunden) am Block 2 sowie Autonomietests des Druckluftkreislaufs (SAR) am Block 3 durchgeführt.



## 4.2. Neubewertung des Niveaus der nuklearen Sicherheit

Die Studien zur Neubewertung des Niveaus der nuklearen Sicherheit zielen darauf ab, den Schutz vor den Risiken der Anlage (Zwischenfälle und Unfälle) zu verbessern, indem neue Anforderungen in das Regelwerk aufgenommen werden, die sich ergeben aus:

- dem Vergleich der geltenden Anforderungen mit denen, die für neuere kerntechnische Anlagen gelten,
- der kontinuierlichen Prüfung wichtiger Erkenntnisse für die nukleare Sicherheit, die aus nationalen und internationalen Erfahrungswerten gewonnen wurden,
- dem Fortschritt des Wissensstands, einschließlich der Erkenntnisse über den Klimawandel und seine Auswirkungen.

Diese neuen Anforderungen können EDF dazu veranlassen, Maßnahmen zur Änderung der Anlagen und ihres Betriebs vorzuschlagen.

Diese Neubewertung wurde anhand von Zielen strukturiert, die sich auf vier große Sicherheitsthemen verteilen :

### ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR

#### Objectifs

- Respecter les critères de sûreté des études d'accidents en intégrant les évolutions des connaissances.
- Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population.

### AGRESSIONS

#### Objectifs

- S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA).
- Viser un risque de fusion du cœur global incluant les agressions de quelques  $10^{-5}$  / année.réacteur.

### ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

#### Objectifs

- Rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.
- Éviter les effets durables dans l'environnement.

### PISCINE COMBUSTIBLE

#### Objectifs

- Rendre le découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable.

### **Deterministische Studien und probabilistische Studien**

Der Nachweis der Sicherheit französischer Kernreaktoren basiert im Wesentlichen auf einem deterministischen Ansatz, d. h. die Auslegungsvorschriften werden durch die Untersuchung einer Liste hypothetischer Unfallszenarien und durch die Anwendung „vorsichtiger“ Regeln und Kriterien, d. h. unter Einbeziehung von Sicherheitsmargen, begründet.

Dieser Ansatz wird durch probabilistische Sicherheitsstudien (EPS) ergänzt, mit denen die mit Kernkraftwerken verbundenen Risiken hinsichtlich der Häufigkeit der befürchteten Ereignisse und ihrer Folgen bewertet werden können.

Angesichts des Umfangs der materiellen und dokumentarischen Änderungen des RP4 900-Programms führt EDF eine übergreifende Analyse der Auswirkungen dieser Änderungen durch, die folgende Bereiche betrifft:

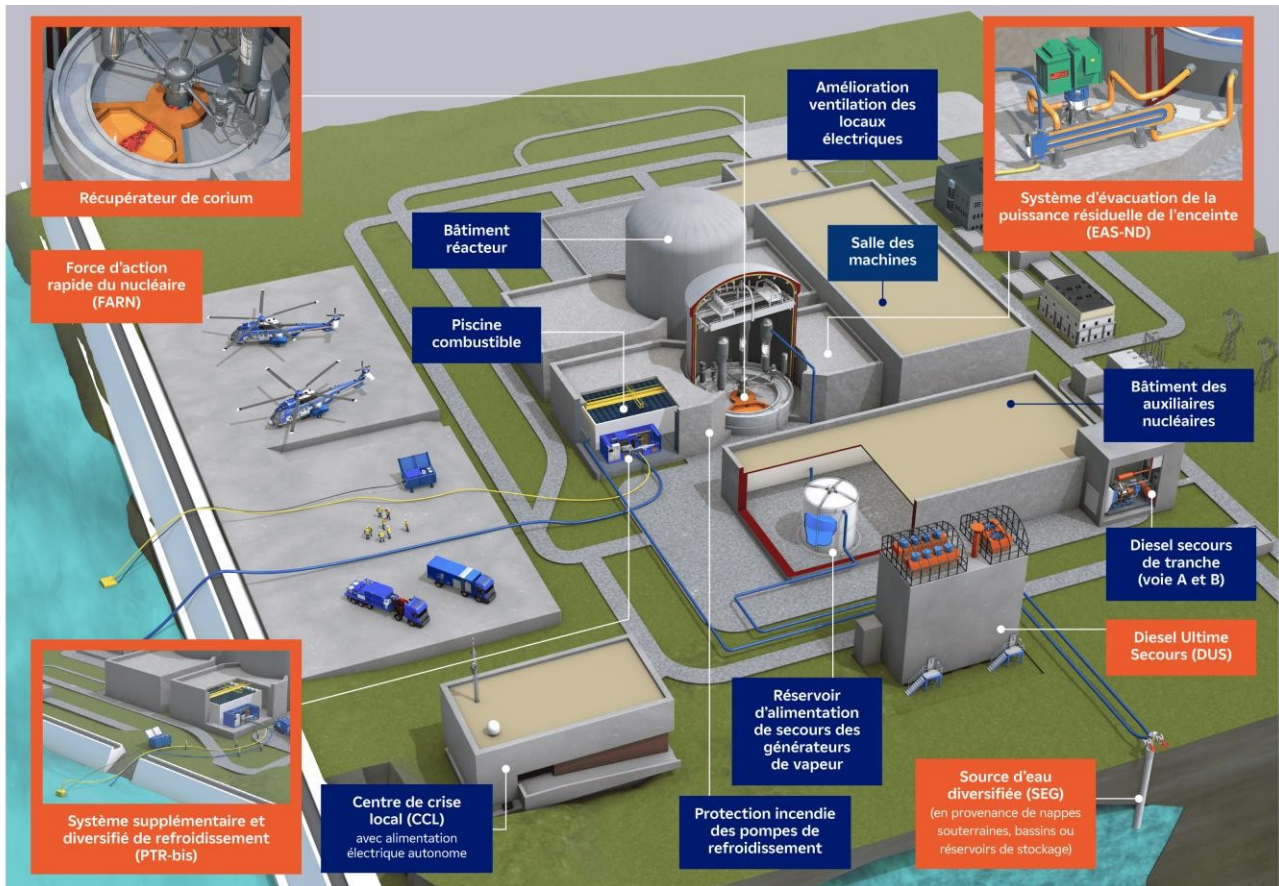
- das Personal: Analyse der sozialen, organisatorischen und menschlichen Auswirkungen an den Standorten,
- die Anlage: Analyse der Vollständigkeit der Tests zur Neuzulassung der Anlage nach Integration der Änderungen.

Nach einer Zusammenfassung der Beiträge der Kernbestimmungen zu den Zielen der Neubewertung des Sicherheitsniveaus werden in den folgenden Abschnitten die wichtigsten Bestimmungen vorgestellt, die den oben genannten vier großen Sicherheitsthemen entsprechen.

#### **4.2.1. Die wichtigsten „Kern“-Bestimmungen**

Die Maßnahmen zur Verstärkung der Kernkraftwerke des EDF-Parks nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 wurden im Rahmen der Neubewertung des Sicherheitsniveaus der <sup>4.</sup> periodischen Überprüfung von Bugey 3 berücksichtigt. Nachstehend werden die wichtigsten Bestimmungen, die als „Kernbereich“ bezeichnet werden, aufgeführt (siehe auch § 3.3).

## Wichtigste Bestimmungen des Kernstücks.



**Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN):** Teams, die für den Transport von Material und Personal zuständig sind, um die Teams des Kraftwerks bei der Bewältigung einer Notfallsituation zu unterstützen

**Dieselmotoren für den Notfall (DUS):** eine zusätzliche Stromversorgung für jeden Reaktor für den Fall, dass alle Stromquellen ausfallen

**Diversifizierte Wasserquelle (SEG):** ermöglicht die Kühlung des Reaktors (über das sekundäre Kühlsystem) und des Lagerbeckens

**Diversifizierung der Kühlung des Brennelement-Lagerbeckens (PTR-bis)**

**System zur Ableitung der Restleistung aus dem Behälter (EAS-ND):** Vorrichtung, die das Untertauchen des Coriums und die Ableitung der Restleistung aus dem Behälter ermöglicht, ohne dass die Druckentlastungs- und Filtrvorrichtung des Behälters geöffnet werden muss

**Mobile diversifizierte Kältequelle:** Kühlkreislauf für die Vorrichtungen EAS-ND oder PTR-bis, der von der FARN bereitgestellt wird

**Stabilisierung des Coriums:** Vorrichtung am Boden des Reaktorgebäudes, um den geschmolzenen Kern auf dem Fundament des Gebäudes zu halten

**Sekundäre Kühlung des Hartkerns:** Verstärkung der Notstromversorgung der Dampferzeuger gegen extreme Einwirkungen, um die Ableitung der Leistung aus dem Sicherheitsbehälter zu ermöglichen

**Lokales Krisenzentrum (CCL):** Gebäude, das die langfristige Bewältigung einer Notfallsituation ermöglicht und im Krisenfall über ausreichende Zugänglichkeit, Autonomie und Wohnbarkeit verfügt

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ

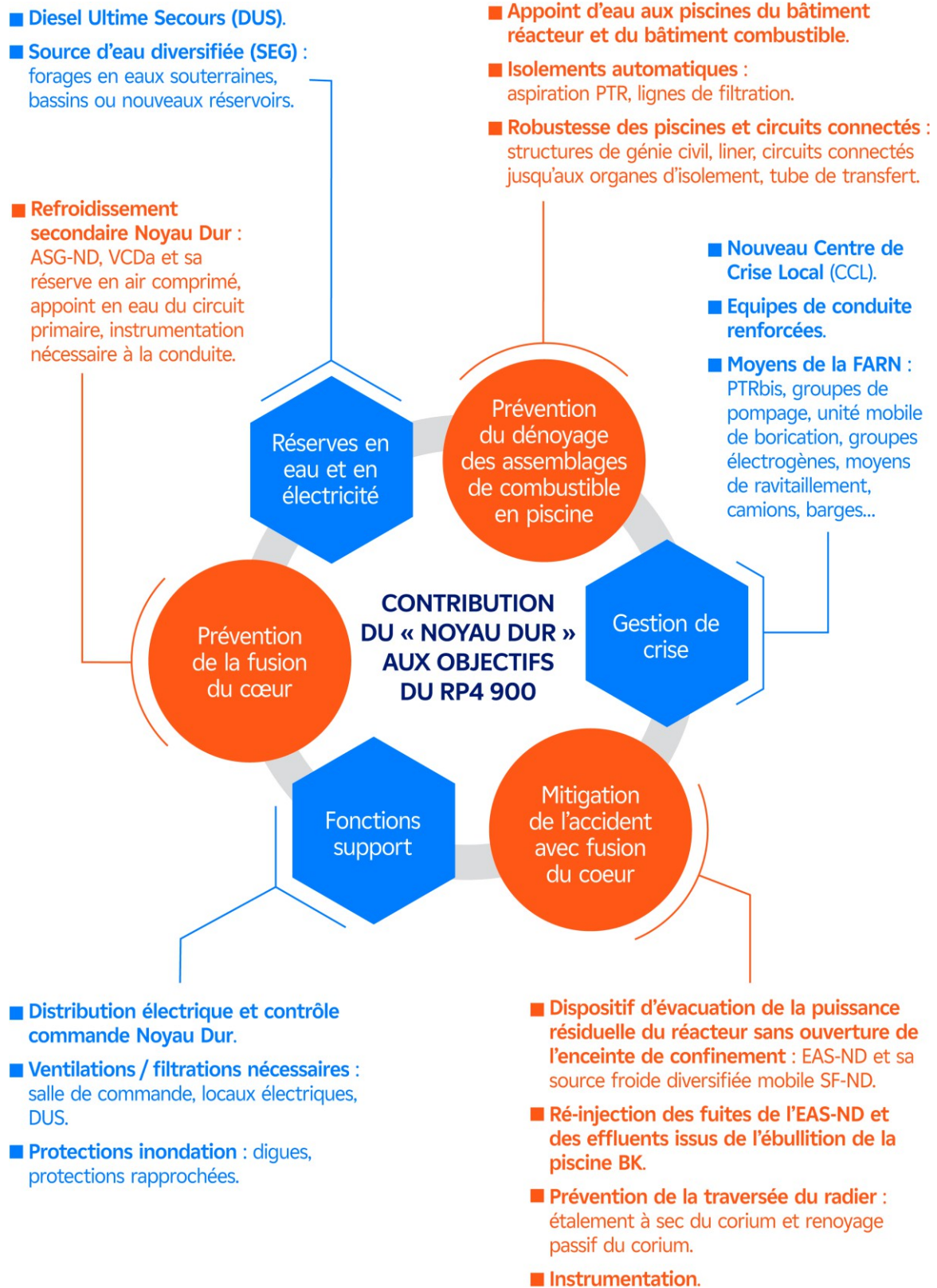
PROPOSÉ

PROPOSÉ



Diese „Kernmaßnahmen“ tragen dazu bei, die verschiedenen Ziele der vier Themenbereiche der 4-periodischen Überprüfung der 900-MWe-Stufe zu erreichen.

### Wichtigste „Kern“-Maßnahmen (ND) nach großen Sicherheitsthemen





## 4.2.2. Unfälle ohne Kernschmelze

### 4.2.2.1. Allgemeiner Rahmen des Themas

Anlässlich der RP4 900 wurden die Unfallstudien des Sicherheitsberichts unter Berücksichtigung des aktuellen Stands der Kenntnisse und Praktiken überprüft.

Um die Einhaltung der Sicherheitskriterien zu überprüfen und ein Niveau der radiologischen Auswirkungen anzustreben, das keine Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung erfordert, werden zwei Arten von Studien durchgeführt:

- Studien zu deterministisch angenommenen Unfallszenarien; insbesondere ermöglichte eine Übung zur Übertragung von Unfallsituationen und Reaktionszeiten der für den Reaktorbetrieb zuständigen Mitarbeiter, die beim EPR FLA 3 berücksichtigt wurden, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Verhaltens der in den 900-MWe-Reaktoren verfügbaren Schutzvorrichtungen;
- probabilistische Sicherheitsstudien zum Risiko einer Kernschmelze, deren Ergebnisse eine Verbesserung gegenüber der <sup>dritten</sup> periodischen Überprüfung mit einer deutlichen Verringerung des Risikos einer Kernschmelze zeigen.

### 4.2.2.2. Darstellung der wichtigsten Maßnahmen

Verstärkung der Wasserressourcen für die Ableitung der Reaktorleistung



#### Wiederbefüllung des ASG-Behälters über das Brandschutznetz

##### Pädagogische Elemente

Im Rahmen des RP4 900 haben die aktualisierten thermohydraulischen Studien unter Einbeziehung konservativerer Annahmen gezeigt, dass in bestimmten Unfallsituationen (Unfälle mit Bruch von Dampfleitungen oder Dampferzeugerrohren) das im Notspeicher der Dampferzeuger (ASG) verfügbare Wasser nicht mehr ausreicht, um den Reaktor in einen sicheren Zustand zu versetzen. Da die verschiedenen vorhandenen Hilfsmittel in solchen Situationen nicht eingesetzt werden können (kumulative erschwerende Umstände, ungeeignete Sicherheitsanforderungen usw.), strebt EDF eine Erhöhung der Wasserressourcen an.

##### Beschreibung der Maßnahme

Die Maßnahme besteht darin, den ASG-Behälter über das Löschwasser zwischen dem Löschwassernetz mit seinen Wasserreserven und der Ventilation zu versorgen. Ein Filter begrenzt das Vorhandensein von Schwebeteilchen im Löschwasser, um den ordnungsgemäßen Betrieb der ASG-Pumpen zu gewährleisten.





### Verringerung der radiologischen Folgen im Falle eines Unfalls

Im Rahmen des RP4 900 verfolgt EDF wie bei den Reaktoren der 3. Generation das Ziel, die Strahlenbelastung der Bevölkerung bei einem Unfall ohne Kernschmelze auf ein ausreichend niedriges Niveau zu senken, das keine Notfallmaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung erforderlich macht<sup>10</sup>.

Um dieses Ziel für den schwerwiegendsten Fall zu erreichen, nämlich den Bruch eines Dampferzeugerrohrs (RTGV) bei gleichzeitig möglicher Freisetzung in die Atmosphäre durch Versagen eines Ventils, werden folgende Maßnahmen umgesetzt:

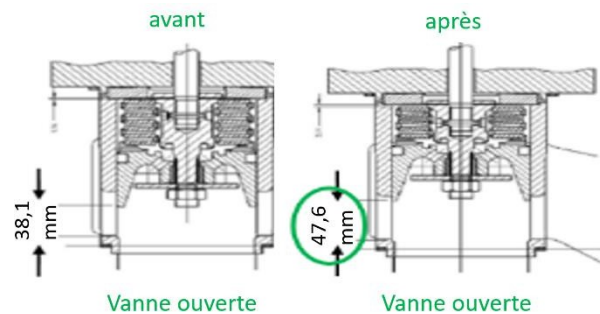
#### Erhöhung der Durchflussmengen der Dampfablassventile

##### **Pädagogische Elemente**

Der als VDCa bezeichnete Kreislauf dient dazu, den von den Dampferzeugern erzeugten Dampf direkt in die Atmosphäre abzulassen; er ermöglicht die Steuerung der Reaktorkühlung durch die GV, wenn der erzeugte Dampf nicht ausreicht, um die Turbine anzutreiben, oder wenn die Turbine nicht verfügbar ist. Er wird somit bei jedem Abschalten oder Anfahren verwendet. Er wird auch in Stör- oder Unfallsituationen zur Kühlung des Reaktors eingesetzt.

##### **Beschreibung der Anordnung**

Um im Falle eines Unfalls die Dauer des Unfalls und die damit verbundenen möglichen radioaktiven Freisetzungen zu begrenzen, wird die Dampfableitungskapazität der Ventile des VCDa-Kreislaufs in die Atmosphäre erhöht, um den Reaktor schneller zu kühlen. Zu diesem Zweck wird die interne Struktur des VCDa-Ventils geändert.



#### Senkung der Radioaktivitätsgrenze für das Wasser des Primärkreislaufs

##### **Beschreibung der Maßnahme**

Durch Betriebsmaßnahmen wird die maximale Jod-131-Konzentration im Wasser des Primärkreislaufs bei Leistungsübergängen von 150 auf 80 GBq/t gesenkt.

Diese Bestimmung ermöglicht es, die Aktivität möglicher radioaktiver Freisetzungen und deren radiologische Folgen (insbesondere Schilddrüsendosen) bei allen Unfällen ohne Bruch der Brennstoffhülle zu reduzieren, darunter auch beim schwerwiegendsten Unfall, dem Bruch eines Dampferzeugerrohrs.

<sup>10</sup> Eine effektive Dosis von 10 mSv für die Evakuierung, 50 mSv für die Räumung und eine äquivalente Dosis für die Schilddrüse von 50 mSv für die Verabreichung von stabilem Jod.

## 4.2.3. Angriffe

### 4.2.3.1. Allgemeiner Rahmen des Themas

Kernkraftwerke sind so ausgelegt, dass sie gegen interne oder externe Einwirkungen durch Naturereignisse oder menschliche Aktivitäten geschützt sind, die zu Schäden an Strukturen, Systemen oder Komponenten führen könnten, die für die Sicherheitsfunktionen erforderlich sind.

Bei der Überprüfung wird das Ausmaß der Einwirkungen unter Berücksichtigung des Stands der Technik und des Wissensstands, insbesondere der Schlussfolgerungen der Berichte des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimawandel (IPCC), neu bewertet.

Die Sicherheitsstudien zu „Angriffen“ bestehen aus einem deterministischen Teil, dessen Ziel es ist, die Möglichkeit nachzuweisen, den Reaktor dauerhaft in einen sicheren Zustand zu versetzen und dort zu halten. Sie werden gegebenenfalls durch einen probabilistischen Teil (probabilistische Sicherheitsstudien „EPS“) ergänzt.

Die betrachteten Störfälle sind diejenigen, die in den Vorschriften (INB-Verordnung) aufgeführt sind:

- interne Störfälle: Brand, Explosion, Überschwemmung, Ausfall von Druckgeräten, Kollision und Herabfallen von Lasten, elektromagnetische Störungen, Freisetzung gefährlicher Stoffe, böswillige Handlungen,
- Äußere Einflüsse (natürlicher oder menschlicher Ursprung): Erdbeben, extreme Wetter- oder Klimabedingungen (Überschwemmungen, Schnee, Hitzewellen, extreme Kälte, starke Winde, Tornados), Einflüsse durch Flüsse oder das Meer (Eisgang, Vereisung, Verschlammung, Ölteppiche, Versandung, Niedrigwasser), Blitzschlag und elektromagnetische Störungen, Brände, industrielle Risiken in der Umgebung (Explosionen, gefährliche Stoffe), Flugzeugabstürze, böswillige Handlungen.

Im Vergleich zur vorherigen Überprüfung wurden die Studien unter Berücksichtigung der von der WENRA<sup>11</sup> festgelegten internationalen Standards durchgeführt. In der Praxis wird die Sicherheitsanalyse noch anspruchsvoller:

- Durchführung von Sensitivitätsstudien, die Ausfälle von Geräten und Angriffe kumulieren,
- Berücksichtigung einer verzögerten Reaktionszeit des Betreibers,
- Analyse des Verhaltens der Anlage bei extremen klimatischen Einflüssen, die weniger als einmal alle 10.000 Jahre auftreten.

Die Einführung des „Hard Core“ im Rahmen der Überprüfung, um extremen Einwirkungen (Erdbeben, Überschwemmungen usw.) standzuhalten, die über die bisher angenommenen Werte hinausgehen, trägt dazu bei, diese Anforderungen an verstärkte Studien zu erfüllen.

---

<sup>11</sup> WENRA: Vereinigung der Kernsicherheitsbehörden der westeuropäischen Länder (Western European Nuclear Regulators Association)

#### 4.2.3.2. Illustrationen der wichtigsten Bestimmungen

Schutz vor Brandgefahr: Umwickeln von Kabeln und Austausch bestimmter Geräte durch solche mit höherer Feuerwiderstandsfähigkeit, um die Brandabschnitte zu verbessern.



##### Verbesserung der Feuerbeständigkeit von Brandabschnittselementen oder Kabeln

###### Pädagogische Elemente

Im Rahmen des RP4 900 besteht das Hauptziel der Verbesserung der Sicherheitsanforderungen für Brandrisiken in der Überprüfung der Brandabschnitte: Aufrechterhaltung der Verfügbarkeit mindestens einer redundanten Funktion. Der deterministische Ansatz wird durch einen probabilistischen Ansatz ergänzt, der eine umfassendere Bewertung der Brandrobustheit der Anlage liefert.



###### Beschreibung der Anordnung

Die geplanten Maßnahmen ermöglichen es, die Feuerbeständigkeit bestimmter Bauteile (Brandschutztüren, Brandschutzabschnitte, Brandschutz für Elektrokabel usw.) zu verbessern oder das Ausmaß oder die Intensität möglicher Brände zu verringern. Diese Maßnahmen bestehen insbesondere darin, Brandschutzelemente (z. B. Brandschutztüren) durch Elemente mit höherer Feuerbeständigkeit zu ersetzen. Sie umfassen auch den Schutz von Kabeln mit feuerbeständigen Ummantelungen oder die Verringerung der Brandlast.



Schutz vor Explosionsgefahr:

- Verstärkung der Erdbebensicherheit des Belüftungssystems der Batterieräume, um die Gefahr einer Wasserstoffansammlung zu vermeiden,
- Verdopplung der Wasserstoffdetektion in den Räumen des Gebäudes für nukleare Hilfsanlagen (BAN).

Schutz vor der Gefahr einer „externen Überschwemmung“:

- Enger Schutz des Reaktorkerns vor einer externen Überschwemmung,
- Beseitigung der Risiken einer Umgehung des volumetrischen Schutzes,
- Vorrichtungen, die bei Hochwasser, das über die Situationen des Noyau Dur hinausgeht, eine Wasserauffüllung des Speicherbeckens ermöglichen,
- Schutz der Kraftwerksplattform vor Überschwemmung durch Schwellen, Dammbalken in Verbindung mit Betonmauern.



Hochwasserschutz-Tor

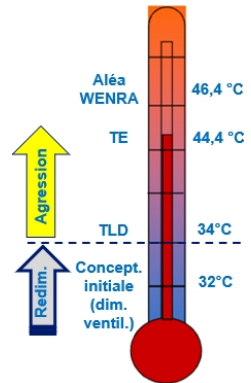


Abnehmbare Hochwasserschutzwand

### Schutz vor dem Risiko „großer Hitze“:

Nach den Hitzewellen von 2003 und 2006 hat EDF das Projekt „Grands Chauds“ ins Leben gerufen, um den Temperaturveränderungen bis zum Jahr 2030 Rechnung zu tragen. Dabei wurden insbesondere zwei Lufttemperaturstufen definiert, denen die Anlagen standhalten müssen

- die Langzeit-Temperatur (TLD), die für die Überprüfung der Dimensionierung anstelle der bei der ursprünglichen Auslegung berücksichtigten Temperaturen verwendet wird. Sie entspricht einer auf die nächsten 30 Jahre hochgerechneten Höchsttemperatur, bei der alle sicherheitsrelevanten Materialien akzeptable Umgebungsbedingungen aufweisen. Die für den Standort Bugey festgelegte TLD der Luft beträgt 34 °C.
- die außergewöhnliche Temperatur (TE), die für Studien zur Hitzeeinwirkung verwendet wird, um die Grenzen des Bereichs zu dimensionieren. Die für den Standort Bugey festgelegte TE der Luft beträgt 44,4 °C.



Die wichtigsten Bestimmungen dieses Projekts wurden zwischen 2013 und 2017 umgesetzt:

- Änderung der Verschmutzungsüberwachung der RRI/SEC-Wärmetauscher zur Verbesserung der Kühlung durch die Kältequelle (Wasser aus der Rhône),
- Ersatz oder Schutz temperaturempfindlicher Geräte durch Hitzeschilde: Dieselsventile, Stromwandler, Kabel, Sensoren, Brandmeldezentrale usw.
- Hinzufügen oder Ersetzen von Kühlaggregaten (siehe unten),
- Notstromversorgung und seismische Verstärkung der Lüftungskreise.



Im Rahmen der 4. periodischen Überprüfung werden zusätzliche Maßnahmen umgesetzt:

- Verbesserung der Klimatisierung von Gebäuden, die für die nukleare Sicherheit wichtige Elemente enthalten, durch Erhöhung der Lüftungsleistung und/oder der Kühlkapazität und Installation von Klimaanlage.

### Ersatz von Kühlaggregaten

#### Pädagogische Elemente

Nach der Hitzewelle im Sommer 2003 hat EDF einen Aktionsplan aufgestellt, der insbesondere Folgendes umfasst:

- materielle Änderungen wie die Erhöhung der Kapazitäten der Kühlaggregate, die Installation zusätzlicher Klimaanlage, Änderungen an den Anlagen, um deren Funktionstüchtigkeit auch bei Temperaturen zu gewährleisten, die über den bei der Konzeption festgelegten Werten liegen,
- oder organisatorische Maßnahmen wie die Einführung besonderer Verhaltensregeln für Zeiten mit niedrigem Wasserstand (Kältequelle) oder Hitzewellen („Grands Chauds“).

#### Beschreibung der Maßnahme

In RP4 900 werden neue, leistungsstärkere Kühlaggregate installiert, um eine höhere Kühlleistung für das Reaktorgebäude (BR) und das Gebäude für nukleare Hilfsanlagen (BAN) zu gewährleisten.



Schutz vor dem Risiko „Starke Winde und durch starke Winde verursachte Projektile“ (PGGV):

- Einbau von Metallkonstruktionen und Schutzvorrichtungen an den Filteranlagen der Kältequelle für PGGV.

### Schutz vor dem Risiko „starker Winde und durch starke Winde verursachter Projektile (PGGV)“

RÉALISÉ

PROPOSÉ

#### Pädagogische Elemente

Im Rahmen der <sup>dritten</sup> regelmäßigen Überprüfung hat EDF die Widerstandsfähigkeit seiner Anlagen gegenüber möglichen herumfliegenden Gegenständen bei starken Windböen verbessert. In RP4 900 wurden die Windgeschwindigkeiten für die Anlagen des „Noyau Dur“ (Hartkern)

#### Beschreibung der Anordnung

Die Anordnung besteht darin,  
- „Projektilschutzgitter“ an bestimmten - -Lüft- oder um bestimmte Geräte herum.



Schutz vor Erdbebenrisiken:

- Erdbebensicherung der Kabelkanäle und Rohrleitungen, die zu den Funktionen des harten Kerns beitragen (siehe unten), auf dem Niveau des harten Kerns („SND“)

RÉALISÉ

PROPOSÉ

### Verstärkung der Kabelkanäle beim Erdbeben Noyau Dur (SND)

#### Pädagogische Elemente

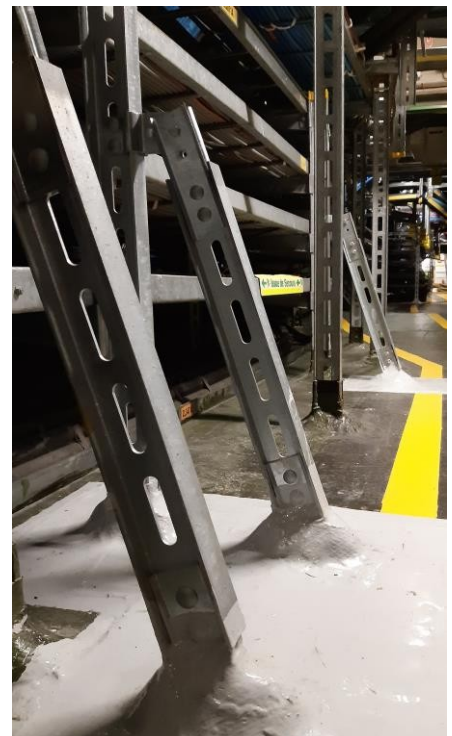
Die Merkmale der für das Erdbebenrisiko herangezogenen Referenzbeben (SMHV und SMS) werden bei jeder regelmäßigen Überprüfung anhand der neuesten Erkenntnisse (seismotechnische Zoneneinteilung, Merkmale historischer Erdbeben, neue Erdbeben) neu bewertet und gegebenenfalls Verstärkungen vorgenommen.

Nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi (2011) wurde ein Hard-Core-Erdbebenrisiko (SND) definiert, das sich aus dem um 50 % erhöhten Sicherheits-Erdbeben (SMS) und Erdbeben mit einer Wiederkehrperiode von 20.000 Jahren (probabilistisch bewertet).

#### Beschreibung der Maßnahme

Um die Robustheit gegenüber dem Kern-Erdbeben (SND) zu gewährleisten, umfassen die vorgeschlagenen Anordnungen insbesondere die Verstärkung von Stützen oder Verankerungen oder den Austausch von Materialien durch Materialien, die gegenüber Kern-Situationen robust sind.

Hinzufügen  
Halterungen  
Kabelkanäle  
von  
für





### Schutz vor dem Risiko „Frasil“:

Die in RP4 900 geltenden Sicherheitsanforderungen umfassen einen Schutz vor dem Risiko von Eisbildung für gekühlte Blöcke mit offenem Kreislauf.

## Einrichtung einer Winterumwälzung zum Schutz vor dem „Frasil“-Risiko

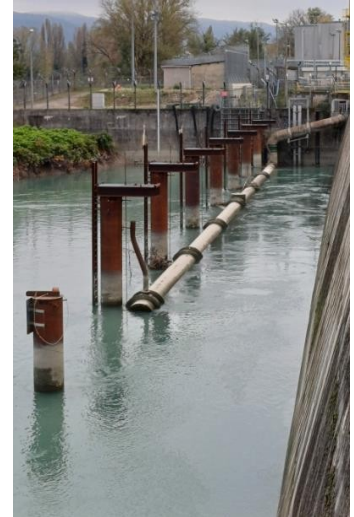
RÉALISÉ

### **Pädagogische Elemente**

Im Winter kann es bei starker Kälte zu einem Eisrisikenphänomen kommen (Eiskristalle oder -fragmente, die von der Strömung mitgerissen werden und auf der Oberfläche der Rhône schwimmen), wodurch die Vorfiltergitter oder Filtertrommeln am Wasseraufnahmepunkt verstopft werden können.

### **Beschreibung der Vorrichtung**

Die Anordnung besteht darin, das warme Wasser, das aus den gemeinsamen Abflussvorrichtungen der vier Blöcke entnommen wird, stromabwärts der Wärmetauscher des Not-Rohwassersystems (SEC) wieder in Umlauf zu bringen und es im Wasserauffangbecken vor den Vorfiltergittern (im Vordergrund auf dem Foto unten links oder auf der detaillierteren Ansicht rechts) zu verteilen.



### Schutz vor Blitzschlag:

- Die in RP4 900 geltenden Sicherheitsanforderungen umfassen neue Anforderungen, die darauf abzielen, im Falle eines Blitzschlags die Erreichung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands der Blöcke zu gewährleisten und radioaktive Freisetzungen zu begrenzen, wobei mögliche Auswirkungen des Blitzschlags berücksichtigt werden.

RÉALISÉ

### Erkenntnisse aus probabilistischen Studien zu Angriffen:

Die seit der Inbetriebnahme der französischen Kernkraftwerke erzielten Fortschritte bei der Beschreibung des Verhaltens der Anlagen in Störfall- und Unfallsituationen ermöglichen es, probabilistische Sicherheitsstudien in einem immer größeren Bereich schrittweise einzusetzen. So wird ab der dritten regelmäßigen Überprüfung der 1300-MWe-Kraftwerke ein probabilistischer Teil in den Nachweis der nuklearen Sicherheit für bestimmte Störfälle aufgenommen. Der RP4 900 markiert einen weiteren Schritt in diesem Prozess mit der Einführung probabilistischer Sicherheitsstudien für ein breites Spektrum von Störfällen: Brand, Erdbeben, interne Überschwemmung, Hochwasser, Meeresspiegelanstieg, interne Explosion.

Die Ereignisse, die maßgeblich zum Risiko einer Kernschmelze beitragen, sind Brände im Elektrischen Gebäude sowie Erdbeben.

Diese probabilistischen Sicherheitsstudien lieferten wichtige Erkenntnisse für die Verbesserung der Anlagensicherheit, beispielsweise:

- die Änderung der Steuerung der Ventile des Druckhalters des Primärkreislaufs, um deren Öffnung im Falle eines durch einen Brand verursachten Fehlauslösens zu verhindern,
- die Verstärkung der Erdbebensicherheit der Heizöltanks der Notstromaggregate,
- die Einrichtung des „Noyau Dur“ (Notstromdiesel, Notwasserreserve, Steuerung des „Noyau Dur“) zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Anlage gegenüber

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ

PROPOSÉ



Angriffen.

## 4.2.4. Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente

### 4.2.4.1. Allgemeiner Rahmen des Themas

EDF hat sich zum Sicherheitsziel gesetzt, die Brennelemente bei einer unbeabsichtigten Entleerung und einem Ausfall der Kühlung unter Wasser zu halten.

Die Sicherheit der Lagerbecken für Brennelemente wurde neu bewertet:

- Verhütung und Beherrschung von Zwischenfällen und Unfällen, die gelagerte oder gehandhabte Brennelemente betreffen,
- Schutz der Kühlsysteme des Brennelementlagers vor internen Einflüssen,
- Verhinderung von Risiken im Zusammenhang mit der Handhabung von Transportbehältern für Brennelemente.

Deterministische Studien haben gezeigt, dass die Sicherheitskriterien für alle im Rahmen des Sicherheitsnachweises berücksichtigten Unfallauslöser dank der bestehenden Vorkehrungen eingehalten werden.

Dieser Ansatz wurde auf interne Störfälle ausgeweitet und hat gezeigt, dass auch in solchen Situationen die Ableitung der Restleistung und der Wasserstand im Brennelementbecken gewährleistet sind.

Zur Ergänzung des deterministischen Ansatzes wurden probabilistische Studien durchgeführt. Diese Studien zeigen, dass das Risiko einer Freilegung des Brennstoffs dank der vorhandenen Schutzvorrichtungen bereits äußerst gering ist:

- in Bezug auf das Risiko einer unbeabsichtigten Entleerung des Pools: automatische Isolierung der Saugleitung des Kühlkreislaufs des Pools (PTR) bei Erreichen eines „sehr niedrigen“ Wasserstands im Pool;
- in Bezug auf das Risiko einer Abkühlung: Wasserzufuhr zum Brennstofflagerbecken durch die Brandbekämpfungsanlage.

Diese Risiken werden durch bereits umgesetzte oder im RP4 900 vorgeschlagene Massnahmen (siehe unten) weiter reduziert.

### 4.2.4.2. Illustrationen der wichtigsten Bestimmungen

#### Brand

Um im Brandfall den Ausfall beider Kühlkreisläufe<sup>12</sup> zu vermeiden, hat EDF die Installation einer Flammensperre vorgesehen, die das Risiko einer Ausbreitung des Brandes von einer Pumpe des Kühlkreislaufs auf die andere verhindert



#### Kühlung des „PTR bis“-Beckens

Im Rahmen der Maßnahmen nach Fukushima ermöglicht die diversifizierte Wasserquelle (SEG) die Wassernachspeisung des Beckens des Brennelementgebäudes.



Beim RP4 900 ermöglicht ein neues mobiles Kühlsystem (PTR bis) für das Becken eine Diversifizierung der Kältequelle und gewährleistet im Falle eines Ausfalls des Kühlkreislaufs im Normalbetrieb die Wiederherstellung einer Kühsituation im Brennelementbecken ohne Siedevorgang. Durch diese Art der Anordnung nähert sich die Konstruktion der 900-MWe-Reaktoren derjenigen der Reaktoren vom Typ EPR FLA3 an.



<sup>12</sup> Die Kühlung des Brennelementbeckens wird durch zwei zu 100 % redundante Kühlkreisläufe (Pumpen und Rohrleitungen) gewährleistet, die jeweils als Backup für den anderen dienen. Der Ausfall beider Kreisläufe würde daher die Kühlung des Brennelementbeckens durch dieses System verhindern.

## Einführung eines neuen mobilen Kühlmittels: PTR bis

### Pädagogische Elemente

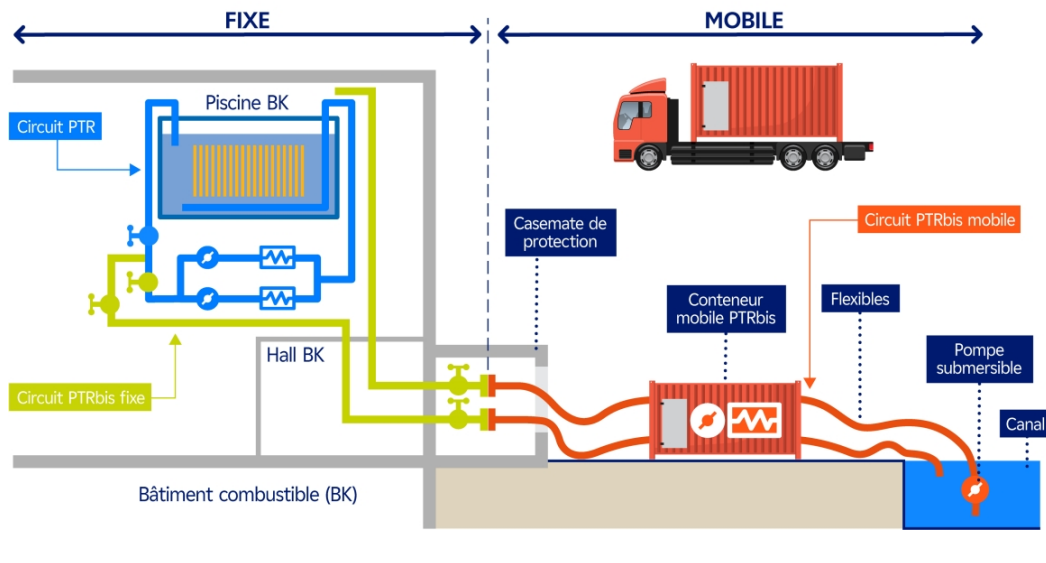
Im Normalbetrieb wird die Kühlung des Wassers im Brennelementbecken durch das PTR-Behandlungs- und Kühlsystem gewährleistet, das über zwei redundante Kanäle verfügt. Bei einem Unfall, der zum Ausfall des PTR-Systems führt, wird die Restleistung der im Becken befindlichen Brennelemente durch Verdampfen des Beckenwassers abgeführt. Durch die manuelle Inbetriebnahme des Brandschutzsystems (JPI) als Zusatzsystem zum Brennelementbecken kann während der gesamten Dauer des Übergangsprozesses verhindert werden, dass die Brennelemente freigelegt werden. Die Rückkehr zur Kühlung des Brennelementbeckens wird durch die Wiederinbetriebnahme eines Kühlkreislaufs des PTR-Systems gewährleistet.

### Beschreibung der Anordnung

Die Hinzufügung einer „PTR bis“-Vorrichtung zielt darauf ab, das Management von Situationen mit Kühlungsverlust im Becken zu verbessern, indem zusätzlich zu den beiden PTR-Kühlkreisläufen eine weitere Möglichkeit zur Kühlung des Brennelementbeckens geschaffen wird, die sich auf eine mobile, diversifizierte Kältequelle stützt. Dieses PTR bis-System umfasst mobile Geräte (in der Abbildung rot dargestellt), die vor Ort transportiert und von der Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) in Rohrleitungen (in der Abbildung grün dargestellt), die an der Vorderseite des Brennelementgebäudes münden, mit dem Brennelementbecken verbunden. Alle mobilen Geräte und die damit verbundene Logistik sind so konzipiert, dass sie den Transport und den Einsatz vor Ort vereinfachen und eine schnelle Inbetriebnahme des Systems ermöglichen.



### LE SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT PTRbis



Auswirkungen der Übertragung von Unfallszenarien auf den EPR FLA3 auf Kraftwerke der 900-MWe-Klasse Die Bewertung des Verhaltens der Brennelementbecken von 900-MWe-Kraftwerken in Bezug auf die für den EPR FLA3 ausgewählten Unfallszenarien, die bei der ursprünglichen Auslegung nicht berücksichtigt wurden, hat gezeigt, dass sie derzeit ein gutes Maß an Robustheit aufweisen. Um diese noch weiter zu verbessern, wurde die Verdopplung des Es wurde eine automatische Absperrvorrichtung für die Saugleitung des normalen Kühlkreislaufs des Schwimmbeckens installiert.



## 4.2.5. Unfälle mit Kernschmelze

### 4.2.5.1. Allgemeiner Rahmen des Themas

Im Rahmen des RP4 900 ist es das Ziel von EDF, bei Unfällen mit Kernschmelze das Risiko früher und erheblicher Freisetzen deutlich zu verringern, um dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden. Zu diesem Zweck strebt EDF an, die Radioaktivität im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze durch folgende Maßnahmen im Gebäude einzuschließen:

- die Stabilisierung des Coriums auf dem Fundament des Reaktorgebäudes durch dessen Verteilung und Nachspeisung,
- die Ableitung der Restwärme des Reaktorkerns ohne Öffnung der Dekompressions- und Filtervorrichtung des Behälters (sogenannte U5-Vorrichtung).



Diese Kernschutzmaßnahmen ermöglichen es auch, die radiologischen Folgen eines Unfalls mit Kernschmelze erheblich zu begrenzen.

### 4.2.5.2. Illustrationen der wichtigsten Maßnahmen

Teil 1 der Maßnahmen: Stabilisierung und Kühlung des Coriums auf dem Fundament des Reaktorgebäudes:

#### Einbau einer Vorrichtung zur „Stabilisierung des Coriums“ unter dem Reaktorbehälter

##### Pädagogische Elemente

Bei einem Unfall mit Kernschmelze kann die Verschmelzung der Brennelemente zur Bildung eines Corumbades<sup>(1)</sup> führen, das schließlich den Reaktorbehälter durchbrechen und zur Erosion des Fundamentblocks<sup>(2)</sup> führen kann. Um ein Durchbrechen des Fundamentblocks (letzte Sicherheitsbarriere) zu verhindern, wird eine Vorrichtung zur „Coriumstabilisierung“ eingesetzt, die dem

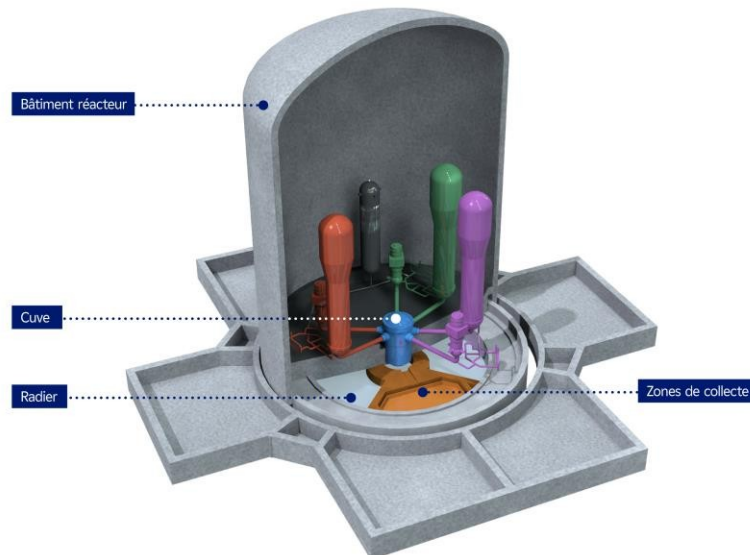
„Core Catcher“ des EPR, eingesetzt.

(1) : Corium ist ein metallisches und mineralisches Magma, das aus geschmolzenen Elementen aus dem Kern des Kernreaktors und aus Mineralien besteht, die es auf seinem Weg aufnehmen kann.

(2) : Das Reaktorgebäude hat ein Fundament auf einer Fundamentplatte, einer mehrere Meter dicken Betonplatte.

##### Beschreibung der Anordnung

Bei einem Unfall mit Kernschmelze und Durchbruch des Reaktorbehälters wird das Corium trocken in dichten Auffangbereichen unter dem Reaktorbehälter verteilt, die zu diesem Zweck eingerichtet wurden. Das Corium wird dann durch die Schwerkraft mit dem Wasser aus den Sumpftanks am Boden des Reaktorgebäudes überflutet, die durch die Sicherheitsinjektionskreisläufe (RIS), das Sprühsystem des Behälters (EAS) oder das Sprühsystem „Noyau Dur“ (EAS-ND) gefüllt werden.





## Einrichtung eines Corium-Kühlsystems „EAS-ND-System“



### Pädagogisches Element

Bei einem Unfall mit Kernschmelze könnte nach dem Durchbrechen des Behälters, dem Ausbreiten und Nachfüllen des Coriums die ohne Kühlung freigesetzte Wärmeenergie zu einem Anstieg des Drucks und der Temperatur im Behälter führen, bis die Öffnungsschwelle des Druckentlastungsfilters des Sicherheitsbehälters erreicht ist.

### Beschreibung der Anordnung

Die Anordnung „EAS-ND“ ermöglicht es, die Restleistung des Coriums ohne Öffnung des Druckentlastungsfilters des Sicherheitsbehälters abzuleiten, wenn die Sicherungssysteme ausgefallen sind.

Diese Anordnung umfasst:

- eine Pumpe, die mit Direkteinspritzung aus dem PTR-Behälter oder mit Rückführung aus den Sumpfbeckern des Reaktorgebäudes betrieben werden kann und mit Dieselmotorkraftstoff DUS gespeist wird,
- ein Wärmetauscher, der die Wärme des von der Pumpe (EAS-ND) geförderten Primärmediums an die Hartkern-Kältequelle (SF-ND) abgibt,

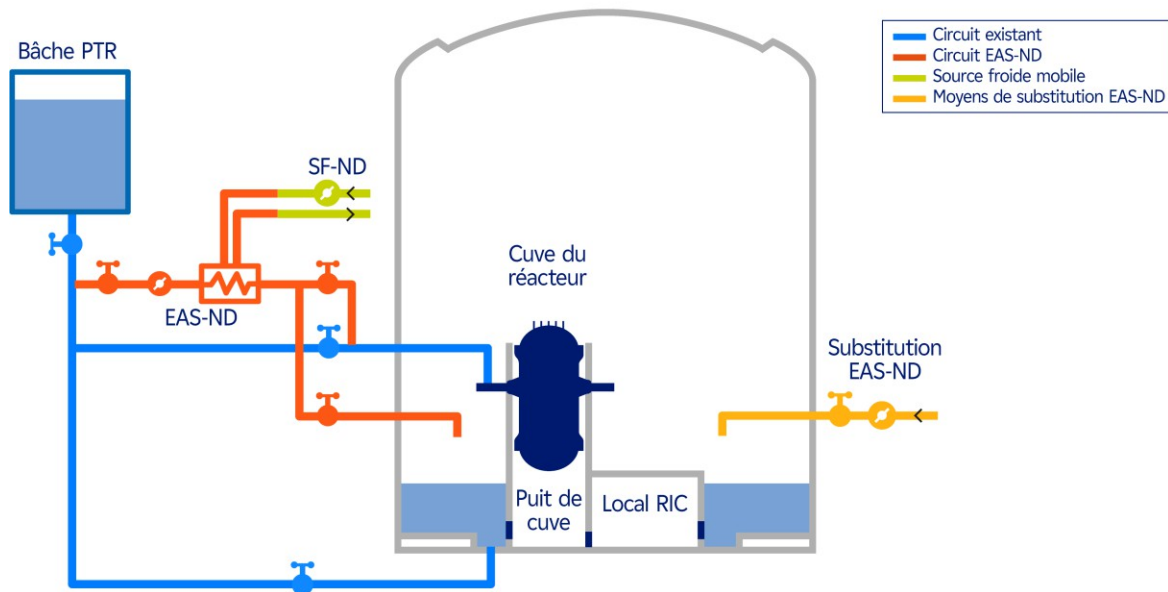


- eine Hartkern-Kältequelle (SF-ND), bestehend aus einer mobilen Pumpvorrichtung, die von der FARN (Dieselaggregate, die Tauchpumpen versorgen) transportiert und eingesetzt wird. Sie ist über flexible Rohrleitungen, die an Anschlüsse am Rand des Reaktorblocks angeschlossen sind, mit dem Kühlkreislauf verbunden.



Anmerkung: Diese EAS-ND-Anordnung ermöglicht auch das Befüllen der Sumpfbeckern des Reaktorgebäudes, die zur Stabilisierung des Coriums erforderlich sind.

## REFROIDISSEMENT EN SITUATION DE FUSION DU CŒUR



Ergänzend und im Anschluss an die Anweisung der ASNR wird EDF eine zusätzliche Maßnahme umsetzen, die eine mittel- bis langfristige Wassernachspeisung im unteren Bereich des Behälters durch mobile Mittel ermöglicht, um die Kühlung des Coriums im Falle eines Ausfalls oder einer Nichtverfügbarkeit des EAS-ND aufrechtzuerhalten.



### Teil 2 der Bestimmungen: Rückführung eventueller Wasserlecks aus dem Corium-Kühlsystem

Das Kühlsystem für das Corium des Hartkerns („EAS-ND“) wurde gemäß sehr hohen Anforderungen hinsichtlich Dichtheit, Strahlungsbeständigkeit und Hochtemperaturbeständigkeit entwickelt. Dennoch berücksichtigt EDF im Rahmen eines vorsichtigen Konstruktionsansatzes und im Anschluss an die Untersuchung der Bestimmungen der RP4 900 mögliche Wasserlecks im Kühlsystem, indem diese Leckagen aus dem Hartkernkreislauf aufgefangen und wieder in das Reaktorgebäude zurückgeführt werden.

### Rückführung möglicher Wasserlecks aus dem EAS-ND-System in das Reaktorgebäude



#### Pädagogische Elemente

Das Management von Unfällen mit Kernschmelze erfolgt über das EAS-ND-System, das sich im Brennelementlagergebäude (BK) befindet. Dieses System ist als Erweiterung der dritten Sicherheitsbarriere konzipiert. Im Falle von Leckagen könnte es jedoch zu einer Ansammlung von kontaminiertem Wasser am Boden des BK kommen, was das Risiko einer Freisetzung radioaktiver Stoffe mit sich bringt.

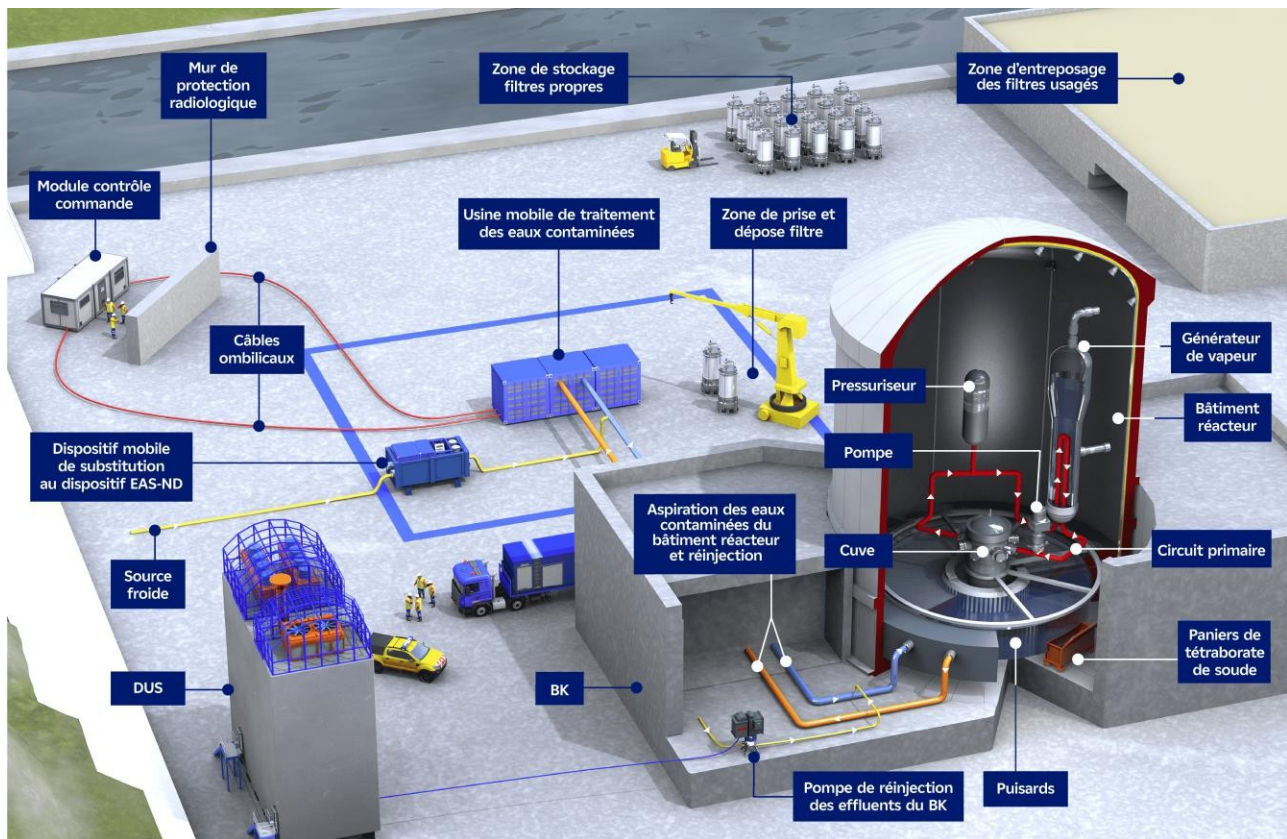
#### Beschreibung der Anordnung

Die Maßnahme besteht darin, Sammel- und Pumpvorrichtungen, Rohrleitungen und Armaturen zu installieren, die für die ungünstigsten Bedingungen ausgelegt sind, um das in den Sammelbecken am Boden des Brennelementgebäudes aufgefangene Leckwasser wieder in das Reaktorgebäude (BR) zurückzuleiten.

Teil 3 der Maßnahmen: Dekontaminierung des Wassers im Reaktorgebäude

Die Strategie für den Umgang mit dem nach einer Kernschmelze kontaminierten Wasser aus den Reaktorkreisläufen besteht darin, es im unteren Teil des Reaktorgebäudes einzuschließen. Es wird eine Vorrichtung zur Dekontaminierung des so gelagerten Wassers vorgeschlagen.

PROPOSÉ





# 5. ABSCHNITT „NACHTEILE“ DER ÜBERPRÜFUNG VON BUGEY 3



Kernkraftwerk Bugey, Ain Copyright EDF /  
BERNARD Gaëtan



Dieser Teil der regelmäßigen Überprüfung von Bugey 3 bezieht sich auf die Beherrschung der Nachteile, die durch den normalen Betrieb der Anlage aufgrund von Wasserentnahmen, Ableitungen, Abfällen sowie den damit verbundenen Belästigungen (Verbreitung von Mikroorganismen, Lärm, Vibrationen, Gerüche oder Staubaufwirbelungen) entstehen können.

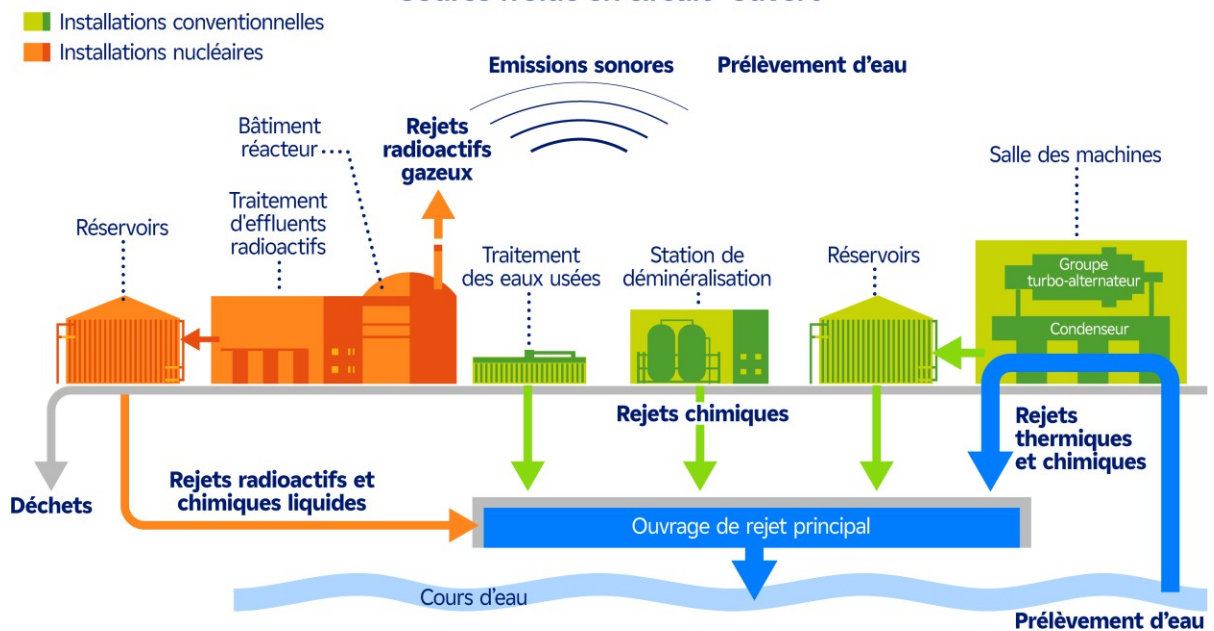
Diese Nachteile sind Gegenstand gesetzlicher Vorschriften, in denen insbesondere Grenzwerte festgelegt sind, die einzuhalten sind. Diese Grenzwerte gelten für den gesamten Standort, weshalb sich die meisten der nachstehend dargestellten Schlussfolgerungen auf das gesamte Kraftwerk und nicht nur auf den Reaktor Nr. 3 beziehen.

Die folgenden vereinfachten Schemata zeigen die wichtigsten Nachteile, die mit dem normalen Betrieb verbunden sind:

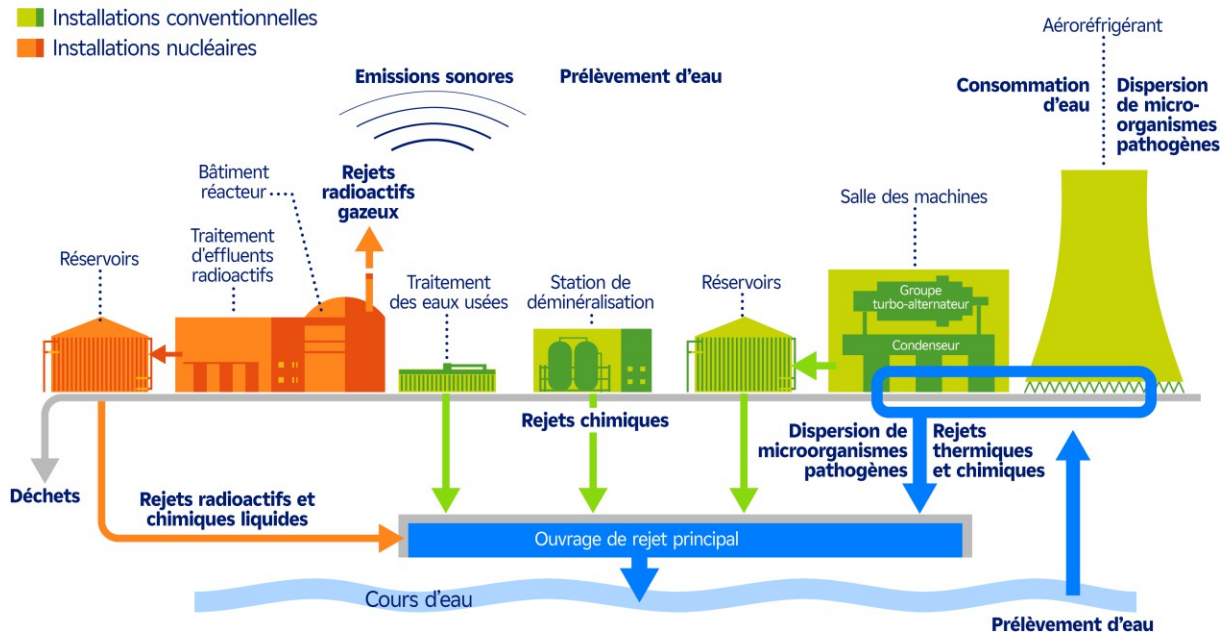
- Reaktoren Nr. 2 und 3 des Kernkraftwerks Bugey (mit Kühlung durch Wasser aus der Rhône in einem offenen Kreislauf);
- die Reaktoren Nr. 4 und 5 (mit Kühlung in einem sogenannten „geschlossenen“ Kreislauf durch jeweils zwei Kühltürme).

Das Kernkraftwerk Bugey ist das einzige Kernkraftwerk in Frankreich, das sowohl Reaktoren mit offener Kühlung als auch Reaktoren mit sogenannter „geschlossener“ Kühlung aufweist.

### REPRÉSENTATION DES INCONVÉNIENTS SELON LES PARTIES DE L'INSTALLATION Source froide en circuit "ouvert"



## REPRÉSENTATION DES INCONVÉNIENTS SELON LES PARTIES DE L'INSTALLATION Source froide en circuit "fermé"



Gemäß den gesetzlichen Anforderungen umfasst der Abschnitt „Nachteile“ der Überprüfung:

- zum einen eine Bestandsaufnahme der Konformität der Anlage mit den geltenden Vorschriften sowie eine Zusammenfassung der Erfahrungen aus ihrem Betrieb im letzten Jahrzehnt,
- andererseits eine Aktualisierung der Bewertung der Nachteile, die die Anlage im Normalbetrieb für die Gesundheit und die Umwelt mit sich bringt, unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse, einschließlich derjenigen zum Klimawandel und seinen Auswirkungen.

## 5.1. Maßnahmen im Hinblick auf die geltenden Vorschriften und die Erfahrungen

Die Konformität der Anlagen und Aktivitäten der Anlage bei der regelmäßigen Überprüfung wird anhand der geltenden gesetzlichen Anforderungen bewertet. Diese Analyse wird durch die Auswertung der Erfahrungen aus zehn Betriebsjahren ergänzt, wobei bedeutende Ereignisse sowie die Kontrolle der Wasserentnahme und des Wasserverbrauchs, der Ableitungen, der Umweltbelastungen und der Abfallentsorgung berücksichtigt werden.

Zur Erinnerung: Die nachstehend dargestellten Schlussfolgerungen beziehen sich auf das gesamte Kraftwerk und nicht nur auf den Reaktor Nr. 3.

### 5.1.1. Einhaltung der Vorschriften

Die wichtigsten spezifischen Rechtsvorschriften zu den Nachteilen sind das Umweltgesetzbuch, der INB-Erlass, die allgemeinen Entscheidungen der ASNR zum Abfallmanagement, die Kontrolle von Belästigungen und Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt sowie die Einzelentscheidungen der ASNR für die vier Reaktoren des Kernkraftwerks Bugey über die Modalitäten und Grenzwerte für Wasserentnahmen und -ableitungen.

Ergänzend zu den jährlichen Überprüfungen im Rahmen der Zertifizierung nach ISO 14001 des Umweltmanagementsystems am Standort Bugey wurde im August 2023 im Rahmen des RP4 900 eine umfassende Bilanz der Einhaltung der Vorschriften erstellt. Von insgesamt etwa 5000 Anforderungen waren im August 2023 noch 347 Anforderungen zu analysieren. Die Analyse dieser 347 Anforderungen wurde seit August 2023 durchgeführt. Bei 34 Anforderungen wurde festgestellt, dass zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind; diese Maßnahmen werden unter Einhaltung der ihnen zugewiesenen Fristen durchgeführt.

Im Rahmen des RP4 900 durchgeführte Kontrollen haben bestätigt, dass die erforderlichen Wartungs-, Kontroll- und Prüfvorschriften für Anlagen, die für den Schutz vor Nachteilen wichtig sind (EIPI), ordnungsgemäß umgesetzt wurden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die im Rahmen der periodischen Überprüfung von Bugey 3 durchgeführten Analysen bestätigen, dass das Kraftwerk so organisiert ist, dass die Einhaltung der geltenden Vorschriften jederzeit gewährleistet ist. Es sind keine zusätzlichen Verbesserungsmaßnahmen erforderlich.

### 5.1.2. Bilanz der gewonnenen Erfahrungen und wichtigste Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung

#### Bedeutende Ereignisse

Zwischen Januar 2013 und Dezember 2022 meldete das Kernkraftwerk Bugey 16 bedeutende Ereignisse im Zusammenhang mit Nachteilen. Alle diese Ereignisse hatten keine nachweisbaren erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt (gemäß ASN-Leitfaden vom 21. Oktober 2005). Sie führten jedes Mal zur Umsetzung von Korrektur- und Präventivmaßnahmen, deren Wirksamkeit überprüft wurde. Diese Analyse der Erfahrungen aus 10 Jahren Betrieb bestätigt, dass das Management bedeutender Ereignisse korrekt in das Managementsystem des Kernkraftwerks Bugey integriert ist.

## Wasserentnahme und -verbrauch

Über einen Zeitraum von 10 Jahren blieben die Wasserentnahmen und der Wasserverbrauch des Kraftwerks insgesamt stabil.

Für den Betrieb der vier Reaktoren vom Typ 900 MWe hat das Kernkraftwerk Bugey durchschnittlich etwa 2,7 Milliarden <sup>Kubikmeter</sup> Wasser pro Jahr aus der Rhône entnommen. Dieses Wasser wurde zu 99 % in die Rhône zurückgeleitet; die restlichen 1 % der entnommenen Menge entsprechen der Wassermenge, die durch die Kühltürme des Kühlkreislaufs der Blöcke 4 und 5 verdunstet ist, sowie der Menge, die für die Herstellung des für den Betrieb der Reaktoren erforderlichen demineralisierten Wassers verbraucht wurde.

Das Kraftwerk nutzt auch Grundwasser für Inbetriebnahme- und Funktionstests der Notstromversorgung.

Schließlich wird das Kernkraftwerk für den normalen Bedarf (Verpflegung, Trinkbrunnen, Sanitäranlagen und Waschküche) über das Netz von Saint-Vulbas mit Trinkwasser versorgt.

## Einrichtung einer mobilen Kläranlage

### **Pädagogische Elemente**

Eine gute Wasserqualität im Sekundärkreislauf ist unerlässlich, um die Korrosion der vorhandenen Metalle zu begrenzen. Um beim Wiederanfahren der Reaktoren die erforderliche Wasserqualität zu erreichen, muss daher eine erhebliche Menge Wasser aus dem Sekundärkreislauf durch Zugabe von demineralisiertem und aufbereitetem Wasser erneuert werden.

### **Beschreibung der Anordnung**

Zwischen 2018 und 2019 wurden die vier Reaktoren des Kernkraftwerks Bugey mit einer mobilen Reinigungsanlage ausgestattet, die über eine dauerhafte Verbindung an den Sekundärkreislauf angeschlossen werden kann. Beim Wiederanfahren der Reaktoren ermöglicht diese Anlage, die mit verschiedenen Filterstufen ausgestattet ist, sehr schnell die richtigen Eigenschaften des Wassers im Sekundärkreislauf zu erreichen, wodurch die

Wasserzusätze sowie die Abwasserableitungen aus dem Sekundärkreislauf erheblich reduziert werden. Dies trägt dazu bei, die für den industriellen Verbrauch entnommene Wassermenge zu reduzieren.



RÉALISÉ

## Bilanz der Abwasserableitungen

Die Analyse der radioaktiven und chemischen Abwasserableitungen des Kraftwerks über einen Zeitraum von 10 Jahren zeigt eine allgemeine Stabilität auf niedrigem Niveau, die auf die Optimierung der Betriebsabläufe und verschiedene Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung zurückzuführen ist, zum Beispiel:

- Seit einigen Jahren haben Maßnahmen zur Verbesserung der Dichtheit der Brennstoffhüllen und der Kreisläufe, in denen radioaktive Gase transportiert werden, sowie gegebenenfalls zur Verringerung der Aktivität von Radionukliden durch Aufschub ihrer Freisetzung zu niedrigen Emissionswerten geführt.
- Zwischen 2011 und 2013 wurde eine Optimierung des Hydrazin-Einspritzsystems (ein Produkt, das insbesondere zur Verhinderung von Korrosion in den Kreisläufen verwendet wird) vorgenommen und die Dichtheit der Pumpen in den vier Reaktoren verbessert, was zu Ableitungen in der Größenordnung von einigen hundert Gramm pro Reaktor und Jahr führt.
- Seit 2022 wird das Wasser im Sekundärkreislauf der Reaktoren des Kernkraftwerks Bugey nicht mehr mit Morpholin, sondern mit Ethanolamin aufbereitet, das eine höhere Wirksamkeit aufweist und weniger Emissionen verursacht und biologisch abbaubar ist.

RÉALISÉ

RÉALISÉ

RÉALISÉ



## Verbesserung der Durchflussmessung in Kaminen von Gebäuden für nukleare Hilfsanlagen



### Pädagogische Elemente

Das Belüftungssystem des Gebäudes der nuklearen Hilfsanlagen ermöglicht es, eine Innenraumluftqualität aufrechtzuerhalten, die mit dem Zugang des Personals, dem ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen sowie der Containment

Anlagen im Falle eines Unfalls. Die belüftete Luft wird anschließend nach Filterung und Kontrolle über den Schornstein abgeleitet. Die Aufrechterhaltung eines bestimmten Luftdurchsatzes im Belüftungssystem wird durch Messung des Durchsatzes am Schornstein des Gebäudes überwacht.

### Beschreibung der Anordnung

Im Rahmen der Verbesserung der Durchflussmessung am Schornstein der Gebäude der nuklearen Hilfsanlagen wurden die Durchflusssensoren in allen Gebäuden der nuklearen Hilfsanlagen der Reaktoren am Standort Bugey verdoppelt.



### Bilanz der Wärmeabgaben

Über den Zehnjahreszeitraum entsprechen die Ableitungen den gesetzlichen Vorschriften; die durchschnittliche Erwärmung zwischen stromaufwärts und stromabwärts nach der Vermischung beträgt 2,1 °C.

EDF führt seit 2009 Messungen zur Überwachung der thermischen Ausbreitung durch. Diese haben gezeigt, dass sich die thermischen Ableitungen des Kraftwerks in den ersten Kilometern flussabwärts schnell verdünnen, wobei es am linken Ufer nicht erwärmte Bereiche gibt, und dass sich die Ableitungen am Zusammenfluss mit dem Ain gleichmäßig verdünnen, sodass keine besonderen Maßnahmen erforderlich sind. Eine im Rahmen des RP4 900 durchgeführte prospektive Studie auf der Grundlage von IPCC-Daten zeigt einen erwarteten Anstieg der Lufttemperatur um etwas mehr als 1 °C bis zum Jahr 2035 im Vergleich zum historischen Referenzzeitraum (1982-2012). Die Rhône würde dann bis 2035 einen Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur um weniger als 1 Grad und eine geringfügige Veränderung der Durchflussmenge (im Durchschnitt um +/-1 %) erfahren, gemessen an der Genauigkeit der verwendeten Modelle. Diese Entwicklungen erfordern keine zusätzlichen Maßnahmen hinsichtlich dieser Nachteile.

## Abfallbilanz

Im Bereich der Abfallentsorgung war der Zeitraum 2013-2022 durch die Einführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Kontrolle der Lagerung von konditionierten oder in Konditionierung befindlichen radioaktiven Abfällen gekennzeichnet, wodurch die Auslastung von etwa 50 % im Jahr 2009 auf 20 % im Jahr 2022 zu senken. So konnte die Auslastung des Lagers für sehr schwach radioaktive Abfälle (TFA) am Standort Bugey um 60 % reduziert werden.



Auf nationaler Ebene wurde ein Aktionsplan ins Leben gerufen, um alte Abfälle aus den Lagerbereichen zu entfernen und Marge für die sogenannten „Grand Carénage“-Maßnahmen zurückzugewinnen. Diese Entsorgungskampagnen werden von der mobilen Einsatzgruppe UMIS (Unité Mobile d'Intervention sur Site) durchgeführt. In Bugey konnten durch die zwischen 2019 und 2022 durchgeführten UMIS-Kampagnen 24 Container für den Bereich TFA und den Bereich AOC (Lagerbereich für kontaminierte Werkzeuge) entsorgt werden. Diese Kampagnen wurden über das Jahr 2022 hinaus fortgesetzt.

Im Zeitraum 2013-2022 hat die Anlage außerdem alle regulierten konventionellen Abfälle (Verpackungen, Öle, Batterien) verwertet und eine Verwertungsquote von über 95 % für nicht gefährliche konventionelle Abfälle (grüne Liste mit Abfällen, die als wenig oder gar nicht umweltschädlich gelten) erreicht.

## Abfallentsorgungsanlage des



## Umweltmanagement

Die ISO 14001-Zertifizierung aller Kernkraftwerke, einschließlich des Kraftwerks Bugey, wurde 2023 erneuert.

Das Umweltmanagement stützt sich täglich auf einen Prozess, dessen Ziel es ist, Auswirkungen auf die Umwelt zu identifizieren, zu verhindern und zu kontrollieren und zur kontinuierlichen Verbesserung der Leistung unter Einhaltung der Umweltvorschriften beizutragen. Dies hat beispielsweise zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Ersetzung der verschiedenen IT-Anwendungen zur Verwaltung der Umweltaktivitäten von Kernkraftwerken durch das Informationssystem für Ableitungen und die Umwelt im Nuklearbereich von EDF (SIRENe);
- die Überarbeitung des Umweltreferenzsystems, die 2021 abgeschlossen sein wird.



## Umweltüberwachung

Seit der Inbetriebnahme der Kernkraftwerke von EDF wurde ein Programm zur Umweltüberwachung eingerichtet, und EDF setzt einen Prozess zur kontinuierlichen Verbesserung der Umweltüberwachungssysteme um. Tägliche, wöchentliche und monatliche Kontrollen werden im terrestrischen Ökosystem, in der Umgebungsluft, im Oberflächenwasser und im Grundwasser durchgeführt: Jedes Jahr führt das Kernkraftwerk Bugey mehr als 20.000 Messungen durch, deren Ergebnisse an die Behörden weitergeleitet und in Dokumenten oder Medien für die Öffentlichkeit verwendet werden.



Labor des Kernkraftwerks Bugey, Ain  
Copyright EDF / BEAUMONT Romain



Umweltmessungen, Ain Copyright  
EDF / BEAUMONT Romain



## Biodiversität

Als Nutzer von Land- und Wasserflächen und als Grundstückseigentümer ist EDF direkt von Fragen der Biodiversität betroffen. Das Kraftwerk Bugey hat eine wichtige Partnerschaft mit dem Conservatoire des Espaces Naturels Rhône Alpes AURA (<https://www.cen-rhonealpes.fr/les-territoires/ain/>) geschlossen, das gemeinsam mit dem Militärlager Valbonne für die Verwaltung des NATURA-2000-Gebiets „Steppes de la Valbonne“ zuständig ist.

### Visualisierung des NATURA-2000-Gebiets „Steppes de la Valbonne“

<https://inpn.mnhn.fr/viewer-carto/espaces/I098FR8201639>



Diese Partnerschaft beinhaltet eine Kofinanzierung des LIFE-Projekts Valbonne, dessen Ziel es ist,

- Erhaltung der Steppenwiesen und endemischen Arten des Camps de La Valbonne;
- Sensibilisierungsmaßnahmen, die vom Kraftwerk Bugey geplant sind;
- Unterstützung von Maßnahmen zur Wiederansiedlung der Zwergtrappe.



Kleinstrauß, Copyright Aurélien  
AUDEVARD

Im Jahr 2018 wurde am Standort Bugey eine Vorab-Diagnosestudie durchgeführt. Diese ermöglichte es, die wichtigsten Herausforderungen auf dem Grundstück Bugey zu aktualisieren:

- das Vorhandensein von Wasser- und Feuchtgebieten,
- eine Wiese, die eine Vielzahl von geschützten Pflanzenarten beherbergen kann und Lebensraum für eine interessante Vogelart, die Grauhammer, bietet,
- das Vorkommen von Schwalbennestern.



## 5.2. Bestimmungen zur Aktualisierung der Bewertung der Nachteile

Gemäß dem INB-Beschluss und der „Umwelt“-Entscheidung der ASNR<sup>13</sup> wird im Rahmen der Nachteile-

Komponente der regelmäßigen Überprüfung eine Aktualisierung der Bewertung der Nachteile durchgeführt, die die Anlagen für die geschützten Interessen mit sich bringen.

### Analyse der Leistungsfähigkeit der Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der durch das Kernkraftwerk Bugey verursachten Auswirkungen und Belästigungen:

Die Vermeidung und Reduzierung von Nachteilen und Abfällen wird durch eine Reihe von Maßnahmen in den Bereichen Konzeption, Betrieb und Überwachung gewährleistet, die im Laufe der Jahre optimiert wurden, um den Entwicklungen in den Bereichen Umwelt, Technik und Vorschriften Rechnung zu tragen. Ihre Auswahl ist das Ergebnis einer Analyse, deren Ziel es war, unter Berücksichtigung aller umwelttechnischen und technischen Auflagen, gesetzlichen Anforderungen und Kosten ein optimales Gesamtkonzept zu definieren. Die Durchführung einer Technologiebeobachtung sowie die Kenntnis und Analyse internationaler Praktiken und anerkannter Leitfäden haben es ermöglicht, die technischen und strategischen Entscheidungen von EDF für das Kernkraftwerk Bugey zu validieren: Angesichts der ökologischen Herausforderungen und lokalen Auflagen können die insgesamt erzielten Umweltleistungen als den besten verfügbaren Techniken gleichwertig angesehen werden.

### Analyse des chemischen und radiologischen Zustands der Umwelt:

Die Analyse des chemischen Zustands der Umwelt in der Umgebung des Kraftwerks basiert auf Messungen der chemischen, physikalisch-chemischen und biologischen Parameter, die über einen Zeitraum von 10 Jahren an Messstationen durchgeführt wurden, die unter oder außerhalb des Einflussbereichs der Ableitungen des Kraftwerks liegen. Was die aquatische Umwelt in der Umgebung des Kraftwerks betrifft, so führen die thermischen Ableitungen des Kraftwerks zu leicht niedrigeren Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff stromabwärts, ohne jedoch Auswirkungen auf die Fischfauna zu haben. Abgesehen von einer leichten Erwärmung am rechten Ufer zeigt die Analyse aller Daten zur Überwachung der aquatischen Umwelt in der Umgebung des Standorts im Zehnjahreszeitraum 2009–2018 keine Auswirkungen des Standorts Bugey auf das Ökosystem der Rhône und somit auch keine Notwendigkeit für spezifische Maßnahmen in diesen Punkten.

Radioökologische Untersuchungen des Bodens und des Wassers in der Umgebung des Kraftwerks im Zeitraum 2009-2018 zeigen, dass überwiegend Radioaktivität natürlichen Ursprungs (Kalium 40 und Beryllium 7) vorhanden ist. Die künstliche Radioaktivität ist hauptsächlich auf den globalen atmosphärischen Niederschlag aus Atomtests und dem Unfall von Tschernobyl sowie auf die genehmigten Ableitungen radioaktiver Abwässer aus dem Standort Bugey und den stromaufwärts gelegenen Anlagen an der Rhône zurückzuführen. Die Umweltauswirkungen der Einleitung radioaktiver Abwässer aus dem Standort Bugey, die unter Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte erfolgt, sind vernachlässigbar.

Das Grundwasser wird regelmäßig überwacht, wobei durchschnittlich etwa 5000 Analysen pro Jahr an 44 Piezometern durchgeführt werden. Einige chemische (Natrium, Sulfate, Leitfähigkeit) und radiologische (Tritium) Markierungen waren Gegenstand von Korrekturmaßnahmen. Sie wurden innerhalb des Standorts beobachtet, und die Überwachung vor Ort hat bestätigt, dass es sich um lokale Vorkommen handelt.

Was die Böden betrifft, so sind sie Gegenstand von Untersuchungskampagnen. Insbesondere wurden Untersuchungsgebiete entsprechend den aktuellen und früheren Aktivitäten an der Oberfläche festgelegt. Im Jahr 2019 wurden etwa 70 Bohrungen bis zu einer Tiefe von 5 Metern für chemische und radiologische Analysen durchgeführt und etwa 300 Bodenproben entnommen. Es wurden einige Markierungen identifiziert, die keine Maßnahmen erfordern, mit Ausnahme von zwei Kohlenwasserstoffmarkierungen, die

<sup>13</sup> Entscheidung Nr. 2013-DC-0360 der ASNR, konsolidiert am 22. Dezember 2016, über die Kontrolle der Belästigungen und Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt durch kerntechnische Grundanlagen.

Überwachung durch zwei 2021 installierte Piezometer, um sicherzustellen, dass keine Migration in das Grundwasser stattfindet.



Piezometrische Messung, Kraftwerk Bugey, Ain  
Copyright EDF / BEAUMONT Romain



Labor des Kraftwerks Bugey, Ain Copyright  
EDF / BEAUMONT Romain

Die Überprüfung der Einleitungsgrenzwerte auf der Grundlage der Erfahrungen aus dem Zeitraum 2013-2022 hat deren Vereinbarkeit mit den Betriebsbedingungen des Kraftwerks bestätigt, mit Ausnahme des Grenzwerts für den Gesamtmetallfluss, für den die Einleitungsgrenzwerte gemäß einer Entscheidung der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz aktualisiert wurden.

Darüber hinaus wird die Ableitung radioaktiver Flüssigabfälle aus dem Kraftwerk durch zwei unabhängige Messketten überwacht, die bei einer Anomalie in einer der beiden Ketten die Ableitung automatisch stoppen, was angesichts des Risikos einer Ableitung außerhalb der Grenzwerte den Erwartungen entspricht.

#### Abfälle

Im Zeitraum 2013-2022 wurden im Rahmen der Bestimmungen für radioaktive Abfälle mehr als 32.000 Gebinde auf dem Standort konditioniert. Etwa 0,1 % davon wiesen Eigenschaften auf, die mit den Behandlungs- oder Lagerungsverfahren nicht vereinbar waren. Sie wurden einer besonderen Untersuchung unterzogen, die je nach Fall zur Wiederaufnahme der Verpackung oder zur Berücksichtigung einer Abklingzeit mit einem Zeitplan für den frühestmöglichen Versand vom Standort führte.

#### Lärmemissionen

Im Oktober 2019 wurde am Standort eine Reihe von Lärmmessungen durchgeführt. Dabei wurde überprüft, ob die gesetzlichen Grenzwerte für den Lärmpegel am Standort und den zusätzlichen Lärm, den der Standort in den von ihm betroffenen Wohngebieten verursacht, eingehalten werden. Somit sind keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich.

# 6. REHALTUNG DER ANLAGEN

Kernkraftwerk Bugey, Ain  
Maschinenraum, Arbeiten am Stator. Zehnjahresinspektion. Copyright EDF  
/ CONTY Bruno /interner Fotograf

## 6.1. Kontrolle von Alterung und Veralterung

Der Ansatz zur Beherrschung der Alterung und zum Umgang mit der Veralterung der in Betrieb befindlichen Reaktoren von EDF basiert auf:

- der Kontrolle der Alterung von Systemen, Strukturen und Komponenten,
- der Wartung,
- dem Umgang mit der Veralterung von Materialien und Ersatzteilen.



Die wichtigsten vom Betreiber in diesem Bereich getroffenen oder vorgeschlagenen Maßnahmen dienen zwei Zielen:



- Nachweis der Funktionsfähigkeit nicht ersetzbarer Materialien nach 40 Jahren:
  - Was den Reaktorbehälter betrifft, so wurde im Rahmen der 4 periodischen Überprüfung der 900-MWe-Stufe
    - Die für die vollständige Neuzulassung des Hauptprimärkreislaufs (CPP) von Bugey 3 durchgeführte hydraulische Prüfung ist zufriedenstellend.
    - Es wurden zusammenfassende Unterlagen erstellt, um die Betriebsfähigkeit nach einem konservativen deterministischen Ansatz (Neutronik, Werkstoffe, Mechanik usw.) nachzuweisen. Sie befassen sich sowohl mit der theoretischen Untersuchung des größten hypothetischen nicht nachweisbaren generischen Defekts (für alle Behälter der 900-MWe-Kraftwerke) als auch mit spezifischen Untersuchungen für jeden einzelnen Behälter auf der Grundlage der Ergebnisse der bei der VD4 durchgeführten Kontrollen.
    - Durch die Einführung von Hafnium, einem neutronenabsorbierenden Material, in die Brennelemente des Reaktors von Bugey 3 gegenüber den Bereichen des Behälters, die am stärksten durch , ermöglicht eine Verringerung der Neutronenflussdichte (integrierter Neutronenfluss während der Betriebsdauer des Reaktors), der auf den Behälter einwirkt.
  - Was die Sicherheitsbehälter betrifft, so wird deren mechanische Leistungsfähigkeit kontinuierlich durch Überwachungsvorrichtungen (z. B. Verformungsmessungen) und eine Druckprüfung des Behälters bei jeder zehnjährigen Inspektion überwacht. Diese Prüfung wurde vom 5. bis 7. Mai 2024 am Sicherheitsbehälter von Bugey 3 durchgeführt, wobei die Ergebnisse den Erwartungen entsprachen.
- Nachweis der Funktionsfähigkeit der austauschbaren Materialien nach 40 Jahren oder deren Austausch bzw. Erneuerung.

Komponenten, deren Leistung aufgrund ihrer Alterung nachlassen kann und deren Ausfall Auswirkungen auf die Sicherheit haben kann, werden dokumentiert und regelmäßig überprüft: Analyseblatt zur Alterung nach Material und Zusammenfassung der Eignung für den weiteren Betrieb pro Reaktor. In diesem Zusammenhang wurden während der VD4 Inspektionen sowie Kontrollen und Wartungsarbeiten an den folgenden Systemen, Strukturen und Komponenten durchgeführt: Bauwerke, Steuerungs- und Kontrollsysteme, für den Einsatz in kerntechnischen Anlagen zugelassene elektrische Kabel, elektrische Durchführungen, mechanische und elektromechanische Ausrüstung, elektrische Ausrüstung und Instrumentierung. Die aus den Ergebnissen dieser Studien abgeleiteten materiellen Maßnahmen wurden im Rahmen des RP4 900 umgesetzt, dessen wichtigste Bestimmung im Folgenden vorgestellt wird.

## Austausch des gemeinsamen Primärabfallbehälters der Reaktoren 2 und 3

### Pädagogische Elemente

Die Sammlung der Primärabfälle erfolgt in einem Behälter, bis diese Abfälle wiederaufbereitet werden (z. B. zur Erzeugung von Borwasser für die Nachspeisung des Primärkreislaufs). Der Behälter unterliegt regelmäßigen behördlichen Kontrollen.

### Beschreibung der Anordnung

Der gemeinsame Sammelbehälter für Primärabfälle der Reaktoren 2 und 3 von Bugey wurde während der Abschaltung VD4 von Bugey 2 ersetzt.



Im Rahmen des Ende 2021 begonnenen Verfahrens wegen „Spannungskorrosion“ an den Hilfsleitungen des Hauptprimärkreislaufs (CSC) haben Untersuchungen an den verschiedenen Reaktoren des Parks gezeigt, dass 900-MW-Reaktoren wie die in Bugey kaum oder gar nicht anfällig für das CSC-Phänomen sind. Eine Behandlungsstrategie für den Kernkraftwerkspark und ein damit verbundenes Kontrollprogramm wurden in Absprache mit der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz festgelegt und werden regelmäßig überprüft. Bei Kontrollen von 11 Schweißnähten des Produktionsblocks Nr. 3 des Kernkraftwerks Bugey im Rahmen seiner <sup>4</sup>. Zehnjahresinspektion wurden keine Abweichungen festgestellt, die eine Reparatur erforderlich gemacht hätten.

## 6.2. Für Unfallbedingungen qualifizierte Materialien

Die Qualifizierung für Unfallbedingungen ist ein Prozess, der sicherstellen soll, dass die erforderlichen Materialien in der Lage sind, ihre Sicherheitsfunktionen in Unfallsituationen zu erfüllen, denen sie möglicherweise ausgesetzt sind (Druck, Temperatur, Feuchtigkeit, Strahlungswerte, Erdbeben usw.). Ursprünglich wurde die Qualifizierung von Materialien für Unfallbedingungen unter der Annahme einer Betriebsdauer von 40 Jahren festgelegt.

Das Industrieprogramm von EDF besteht im Rahmen der vierten regelmäßigen Überprüfung darin, nachzuweisen, dass die Qualifizierung der Materialien für Unfallbedingungen nach 40 Jahren weiterhin gegeben ist, oder diese zu ersetzen oder zu renovieren.

Bei den mechanischen Anlagen konnten durch Gutachten bestätigt werden, dass die an Armaturen und Pumpen festgestellten Alterungserscheinungen den Erwartungen entsprechen und keine neuen Alterungsmechanismen festgestellt wurden. Die Gebrauchstauglichkeit dieser Geräte nach 40 Jahren wird durch die Fortsetzung der Wartungsmaßnahmen bestätigt, die darauf abzielen, alterungsempfindliche nichtmetallische Komponenten regelmäßig zu ersetzen.

Was die elektrischen Anlagen betrifft, so wird die Aufrechterhaltung der Qualifikation unter Unfallbedingungen durch verschiedene Nachweismethoden sichergestellt, die von der Analyse über die Entnahme von Proben für Tests bis hin zum Austausch reichen. Das Ergebnis dieses abgestuften

und umfassenden Vorgehens führt zu präventiven Austauschmaßnahmen an sicherheitsrelevanten Systemen, die während der VD4 durchgeführt wurden.



### Renovierung von Aktivitätsmessketten

#### Pädagogische Elemente

Um Maßnahmen zur Eindämmung von Anlagen zu überwachen und einzuleiten, werden Aktivitätsmessketten an die Bediener weitergeleitet, Alarmer ausgelöst oder automatische Maßnahmen eingeleitet.

#### Beschreibung der Anordnung

Renovierung der Hochfluss-Gammastrahlungsmesskette in Reaktorgebäude.

Renovierung der Aktivitätsmesskette in der Zuluft des Kontrollraums.



## Ersatz von elektrischen Komponenten

RÉALISÉ

### Beschreibung der Anordnung

Ersatz von:

- Niederspannungsmotoren,
- Komponenten in Niederspannungsschalttafeln (230 V, 125 V, 48 V, 30 V Gleichstrom und 220 V Wechselstrom),
- Hilfskontakte in Niederspannungsschalttafeln,
- Relais des Reaktorschutzsystems,
- Relais der Schränke für die Alarmverwaltung im Kontrollraum,
- Niederspannungstransformatoren,
- Schütze in Hilfsschränken von Dieselgeneratoren.







Für die <sup>vierte</sup> periodische Überprüfung der 900-MWe-Reaktoren hat EDF als allgemeine Leitlinie festgelegt, die für Reaktoren der <sup>dritten</sup> Generation festgelegten Ziele für die nukleare Sicherheit anzustreben, wobei der Referenzreaktor von EDF der EPR-Flamanville 3 ist.

Die Umsetzung dieses allgemeinen Ziels beginnt mit einer Überprüfung der Konformität der Anlagen mit den geltenden Vorschriften, mit einer entsprechenden Anzahl von Kontrollen vor Ort und der reaktiven Bearbeitung etwaiger Feststellungen.

Die Überprüfung wird fortgesetzt mit der Definition und Umsetzung der von EDF vorgesehenen Maßnahmen zur Erreichung der Sicherheitsverbesserungsziele, die nach den vier Hauptthemenbereichen definiert sind:

- **Unfälle ohne Kernschmelze:** Verringerung der radiologischen Folgen unter die Schwellenwerte für die Umsetzung von Notfallmaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung
- **Angriffe:** Berücksichtigung von Angriffen höherer Schweregrade, insbesondere Dürre, Hitzewelle, Überschwemmung, Erdbeben, und Einrichtung von „Hard Core“-Ausrüstungen zur Verstärkung der Robustheit der Anlagen gegenüber extremen Angriffen wie Erdbeben, Tornados und Überschwemmungen.
- **Brennstoffbecken:** Einrichtung einer zusätzlichen Kühlvorrichtung, die unabhängig von den bestehenden Anlagen ist.
- **Unfälle mit Kernschmelze:** Hinzufügung von Vorkehrungen, darunter die sogenannten „Hard Core“-Anlagen, um frühzeitige und erhebliche Freisetzungen äußerst unwahrscheinlich zu machen und dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden.

Es handelt sich um eine groß angelegte Sicherheitsmaßnahme für den in Betrieb befindlichen Kernkraftwerkspark mit wesentlichen Änderungen in der Konzeption und im Betrieb, die Gegenstand eingehender Folgenabschätzungen waren. Außerdem wurden Schulungs- und Begleitmaßnahmen für die Teams eingeführt, die die neuen Vorkehrungen anwenden werden.

Darüber hinaus hat EDF die Nachteile der Anlage (Auswirkungen auf die Umwelt im Normalbetrieb) erneut geprüft: Überprüfung der Einhaltung der Vorschriften, mehrjährige Bilanzen der Wasserentnahme und des Wasserverbrauchs, der Einleitungen, der Umweltbelastungen und der Abfallbewirtschaftung. Angesichts der ökologischen Herausforderungen und lokalen Gegebenheiten des Kraftwerks Bugey wurden in den vergangenen Jahren Maßnahmen auf der Grundlage der besten verfügbaren Techniken ergriffen. Darüber hinaus hat die Analyse der chemischen, ökologischen und radiologischen Überwachungsdaten keinen signifikanten Einfluss der Anlage auf die Umwelt ergeben.

Schließlich umfasst die <sup>vierte</sup> periodische Überprüfung einen Teilbereich, der sich mit der langfristigen Erhaltung der Anlagen befasst: Alterung, Veralterung und Eignung der Materialien unter Unfallbedingungen. Sie stützt sich auf ein umfangreiches Programm zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Materialien, wobei einige dieser Materialien ersetzt werden.

Nach Abschluss der öffentlichen Anhörung wird EDF die beschlossenen Maßnahmen für die weitere Überprüfung von Bugey 3 während der nächsten geplanten Stilllegungen der Anlage umsetzen.

GLOSSAR<sup>14</sup>



Abkürzungen	Bezeichnung
<sup>4</sup> . RP 900	4 Periodische Überprüfung der 900-MWe-Reaktoren
AAC	Heißer Stopp
AAR	Automatische Abschaltung des Reaktors
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation (auf Englisch IAEA: International Atomic Energy Agency)
AIP	Wichtige Aktivität zum Schutz der Interessen
ANCCLI	Nationaler Verband der lokalen Informationskommissionen und -ausschüsse
ANDRA	Nationale Agentur für die Entsorgung radioaktiver Abfälle
ANG	Normale Versorgung der Dampferzeuger (GV)
AN/GV	Normale Abschaltung des Dampferzeugers (GV)
AN/RRA	Normale Abschaltung am RRA
AP	Affaire Parc
APG	Spülsystem für Dampferzeuger
API	Stopp für Eingriff
API NSO	Stopp wegen unzureichend geöffneter Primärintervention
API SO	Stopp für Primäreingriff ausreichend geöffnet
APR	Stopp wegen Nachladen
APRP	Unfall mit Verlust von Primärkühlmittel
ASG	Notstromversorgungssystem für Dampferzeuger
ASG-ND	Sekundärkühlsystem „Hard Core“
ASNR	Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz
ATEX	Explosionsfähige Atmosphäre
BAN	Gebäude für nukleare Hilfskräfte

<sup>14</sup> Glossar für die gesamte öffentliche Untersuchungsakte.

BANG	Gebäude für allgemeine nukleare Hilfsanlagen
BK	Brennbares Gebäude
BL	Gebäude für elektrische Anlagen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (explosionsartige Verdampfung nach dem Bersten eines Behälters, der eine Flüssigkeit enthält, deren Temperatur deutlich über ihrer Siedetemperatur bei atmosphärischem Druck)
BONNA (Rohrleitungen)	Betonrohr Kern Blech
BR	Gebäude Reaktor
BT	Niederspannung
BTE	Abwasseraufbereitungsgebäude
BUG	Kernkraftwerk Bugey
BUG2, 3, 4 und 5	Produktionseinheiten Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5 des Kernkraftwerks Bugey
BW	Gebäude der Nebenräume des BR
Cb	Bor-Konzentration
CC ND	Leit- und Steuerungssystem „Noyau Dur“
CCL	Lokales Krisenzentrum
CDU	Einzelnes Ausfallkriterium
CEA	Kommissariat für Atomenergie und alternative Energien
CEM	Elektromagnetische Verträglichkeit
CEPP	Dichtungskreislauf der Primärpumpen
CGB	Hochwasser im großen Einzugsgebiet
CLA	Klappern
CNCE	Nationale Gesellschaft der Untersuchungsbeauftragten
CNDP	Nationale Kommission für öffentliche Debatten
CNEPE	Nationales Zentrum für Stromerzeugungsanlagen
CNI	Kette der nuklearen Instrumentierung Mittleres Niveau
CNP	Kerninstrumentierungskette Leistungsstufe
CNPE	Kernkraftwerk
CNS	Kerninstrumentierungskette Niveau Quelle
CP0 (Lager)	Reaktorgruppe mit 900 MWe ähnlicher Bauart – umfasst die 4 in Betrieb befindlichen Reaktoren des Kraftwerks Bugey
CPB	Hochwasser im kleinen Einzugsgebiet
CPP	Hauptprimärkreislauf
CPY	Reaktorgruppe mit 900 MWe ähnlicher Bauart (umfasst die Stufen CP1 und CP2)
CSA	Lagerstätte Centre de Stockage de l'Aube (ANDRA)
CSC	Spannungskorrosion
CSP	Hauptsekundärkreislauf
DA	Änderungstrag
DAC	Verhaltensanalyseakten
DAO	Optimale Auskultationsvorrichtung
DAPE	Dossier zur Eignung für die Fortsetzung des Betriebs
DC	Ergänzender Bereich oder Ergänzende Bestimmung
DCC-LH	Gemeinsame Ursache für den Ausfall von LH-Schalttafeln
DDOCE	Beschädigung oder Fehlfunktion von Bauwerken, Schaltkreisen oder Ausrüstungen
DIPDE	Abteilung für Kernkraftwerks- und Umwelttechnik
DOR	Leitfaden für die regelmäßige Überprüfung
DP	Sonderantrag
DPN	Direktion für Kernenergieproduktion (EDF)
DRR	Regulatorische Referenzunterlagen
DUS	Diesel für den Notfall



DUV	Belüftungssystem für die Räumlichkeiten des DUS
DVx	Lüftung und Klimatisierung (der Buchstabe x wird je nach den betroffenen Räumen durch einen oder zwei Buchstaben ersetzt). Insbesondere: DVLd: Belüftung der Elektroräume, DVLe: Belüftung und Beheizung der Zugänge und verschiedenen Räume des Elektroraums, DVNd: Belüftung des BK.
EAS	Wassersprühsystem im Sicherheitsbehälter
EAS-ND	System zur Ableitung der Restleistung aus dem Sicherheitsbehälter
EAU	Instrumentierungssystem des Behälters (Auskultation und seismische Messungen)
EBA	Belüftungssystem mit offenem Kreislauf bei Stillstand des Reaktorgebäudes
EC	Konformitätsabweichung
ECOT	Prüfung der Konformität der Tranchen
ECS	Ergänzende Sicherheitsbewertungen
EDA	Ausrüstung für die Beseitigung von Angriffen
EDF	Electricité de France
EDG	Auswurf eines Clusters
Dominoeffekte	Ein gefährliches Ereignis, das eine oder mehrere Anlagen eines Betriebs betrifft und ein weiteres Ereignis in einer benachbarten Anlage oder einem benachbarten Betrieb auslösen könnte, was zu einer allgemeinen Verschlimmerung der Auswirkungen des ersten Phänomens
Klippeneffekt	Plötzliche Veränderung des Verhaltens einer Anlage, die ausreicht, um eine geringfügige Änderung des für einen Unfall vorgesehenen Szenarios aus, wodurch sich die Folgen erheblich verschlimmern.
EF2 – EF4	Intensitätsstufen auf der Enhanced Fujita-Skala (die Enhanced Fujita-Skala, kurz EF, ist eine Skala zur Einstufung der Stärke von Tornados anhand der verursachten Schäden)
EIP	Wichtiges Element für den Schutz der Interessen
EIPI	Wichtiges Element für den Schutz der Interessen gegenüber Nachteilen
EIPR	Wichtiges Element für den Schutz der Interessen gegenüber konventionellen Risiken
EIPS	Wichtiges Element für den Schutz der Interessen gegenüber Sicherheitsrisiken (radiologische Zwischenfälle und Unfälle)
END	Zerstörungsfreie Prüfung
EP	Regelmäßige Prüfung
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
EPP	Abdichtung der Durchführungen der Umzäunung – Leckagekontrolle
EPR	European Pressurised Reactor – Druckwasserreaktor. Gehört zur dritten Generation der Kernreaktoren.
EPRESSI	Methode zur Bewertung der tatsächlichen Leistung von Brandschutzelementen
EPRI	Electric Power Research Institute (Forschungsinstitut für elektrische Energie) ist ein Institut, das Forschungen für die Stromerzeugungsindustrie in den Vereinigten Staaten)
EPS	Probabilistische Sicherheitsstudien
ER	Requalifizierungstest
ESP	Einwandige Wand
ESPN	Nukleare Druckausrüstung
ESS	Sicherheitsrelevantes Ereignis
ETY	Druckentlastungssystem für den Behälter – Kontrolle des Wasserstoffgehalts im Falle eines Unfalls
EVF	Internes Belüftungs- und Filtersystem des Reaktorgebäudes
FARN	Schnelle Eingreiftruppe für Nuklearunfälle
FAV	Altersanalyseblatt

FE	Abweichungsblatt
FLA3	Produktionseinheit Nr. 3 (EPR) des Kernkraftwerks Flamanville
FPPI	Verlängerter Betrieb bei mittlerer Leistung
GC	Bauwesen
GES	Notstromaggregat
GHE	System Öl zur Abdichtung der Lichtmaschine
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimawandel
GMPP	Primäre Motorpumpengruppe
GNU	Gaspark
GP/GPE	Ständige Expertengruppe
GPO	Ständige Gruppe für Leitlinien
GPR	Ständige Expertengruppe für Reaktoren
GRV	System zum Befüllen und Entleeren von Dihydrogen (H <sub>2</sub> ) aus dem Generator
GV	Dampferzeuger
H1	Vollständiger Ausfall der Kältequelle
H2	Vollständiger Ausfall der Stromversorgung der Dampferzeuger
H3	Vollständiger Ausfall der Stromversorgung
H4	Einrichtung einer gegenseitigen Notversorgung der Pumpen für die Sicherheitsinjektion und die Sprühflut in Unfallsituationen
HCTISN	Oberster Ausschuss für Transparenz und Information über nukleare Sicherheit
HT	Hochspannung
ICB	Wechselwirkung zwischen Corium und Beton
ICPE	Als umweltschutzrelevant eingestufte Anlage
IEM	Elektromagnetische Störungen
IOTA	Anlagen, Bauwerke, Arbeiten und Einrichtungen
IGALL	International Generic Ageing Lessons Learned (Integriertes Programm der IAEO zum Umgang mit Alterungsprozessen)
INB	Grundlegende kerntechnische Anlage
INES	Internationale Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse (International Nuclear Event Scale)
INSAG	Internationale Beratungsgruppe für nukleare Sicherheit
IPG	Wechselwirkung zwischen Pastille und Hülle
IPS	Wichtig für die Sicherheit, Sicherheitsklassifizierung
IPS-NC	Wichtig für die Sicherheit, nicht als sicherheitstechnisch eingestuft
IRSN	Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit
IS	Sicherheitsinjektion
ISBP	Niederdruck-Sicherheitsinjektion
ISHP	Hochdruck-Sicherheitsinjektion
JDT	Brandmeldesystem
JPx	Brandschutzsystem (Produktion, Wasserverteilung, Löschung)
KHY	Wasserstoffdetektionssystem im Gebäude für nukleare Hilfsanlagen
KIS	Seismisches Messsystem
KRG	Allgemeines Regelsystem
KRT	Strahlenschutz-Messsystem
KSC	Instrumentierungssystem für den Kontrollraum
KUS	Steuerungs- und Kontrollsystem für das LHU-System
LAA	230-V-Gleichstromerzeugung zur unterbrechungsfreien Versorgung der 220-VAC-Wechselrichter LNE

LBi	Erzeugung und Verteilung von 125 V Gleichstrom
LCi	Erzeugung und Verteilung von 48 V Gleichstrom
LGi	Verteilung 6,6 kV ohne Notstromversorgung
LHA/B	Verteilung 6,6 kV Wechselstrom mit Notstromversorgung
LHC	6,6-kV-Verteilung mit Notstromversorgung
LHG/H	Notstromversorgung mit 6,6 kV Wechselstrom (Stromaggregate)
LHT	Diesel-Notstromversorgung
LHU	Notstromversorgung 6,6 kV (autonome Quelle – DUS)
LKi	380-V-Verteilung ohne Notstromversorgung
LIE	Untere Explosionsgrenze
LLi	380-V-Versorgung mit Notstromversorgung
LLS	Notstrom-Turbogenerator
LNi	Erzeugung und Verteilung 220 V Wechselstrom
LUU	Notstromerzeugung und -verteilung 380 V
MCG	Cluster- Steuerungsmechanismen
MDTE	Externe Spannungsunterbrechung
MLC	Lokale Krisenmaßnahmen
MOX	Gemischter Kernbrennstoff auf Basis von abgereichertem Uranoxid und Plutoniumoxid (UO <sub>2</sub> und PuO <sub>2</sub> ) aus der Wiederaufbereitung
MQCA	Für Unfallbedingungen qualifizierte Ausrüstung
MRI	Beherrschung des Brandrisikos
MTD	Beste verfügbare Technik
N4	Gruppe von Reaktoren mit einer Leistung von 1450 MWe und ähnlicher Bauweise
ND	Kern
NRO	Bewertung der Zielerreichung
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PA	Aktivierungsprodukte
PAI	Brandschutzplan
PAV	Lüftungsaktionsplan
PBES	Niedrigste Sicherheitswasserstände
PBMP	Grundlegendes Programm zur vorbeugenden Wartung
PCC	Plant Condition Category (Betriebszustandskategorien)
PEE	Testdurchführungsverfahren
PEPSSI	Bewertungsgrundsatz für die Angemessenheit der Brandabschnittsunterteilung
PF	Spaltprodukte
PFG	Möglichkeit eines Flächenbrandes
PFL	Möglichkeit eines lokalen Brandes
PGGV	Durch starken Wind verursachte Projektile
PGVE	Durch extreme Winde erzeugte Projektile
PIC	Programm für ergänzende Untersuchungen
PIJ-ND	Injektionspumpe an den Verbindungsstellen der primären Motorpumpengruppen „Noyau Dur“
PLMV	Lokales Programm zur Alterungskontrolle
PLU	Lokale Regenfälle
PMC	Brennstoffhandhabungssystem
PMOX	PARITÄT MOX – Brennstoffmanagement
Pn	Nennleistung des Reaktorkerns
PNPP/PE/RL xxxx	Referenzen der Änderungsunterlagen
PPR	Programm zur Neuklassifizierung
PSCC	Zusätzliche Anzeige- und Bedienfelder
PSPR	Überwachungsstelle für Risikoprävention
PT ASNR	Technische Vorschrift ASNR
PTAE	Vollständiger Ausfall der externen Stromversorgung und der Hauptdieselmotoren

PTC	Vollständiger Verlust der Last und/oder Auslösung der Turbine
PTR	System zur Aufbereitung und Kühlung von Schwimmbadwasser
PTR-bis	Zusätzliches System zur Aufbereitung und Kühlung von Schwimmbadwasser
PUI	Interner Notfallplan
PV	Volumetrischer Schutz
PZR	Druckerhöhungsanlage
F&E	Forschung und Entwicklung
R1GP	Entfernen einer Leistungsregelungsgruppe
RAG	Alkali-Granulat-Reaktion
RAM	Stromversorgungssystem für die Steuerungsmechanismen der Cluster
RAP	Passive autokatalytische Rekombinatoren
RAZ	System zur Speicherung und Verteilung von Stickstoff (für nukleare Zwecke)
RCD	Vollständig entladener Reaktor
RCR	Bericht über die Schlussfolgerungen der regelmäßigen Überprüfung
RCP	Primärkreis
RCV	System zur chemischen und volumetrischen Kontrolle des Wassers im Primärkreislauf
RDI	Risiko interner Dominoeffekte
RDP	Druckausgleichsbehälter
RDS	Sicherheitsbericht
REA	Wasser- und Bor-Nachspeisesystem
RECS	Ergänzende Sicherheitsbewertungsberichte
REU	Risiko einer einzelnen Explosion
REX	Erfahrungsrückfluss
RFC	Risiko einer Kernschmelze
RFS	Grundlegende Sicherheitsregel
RGE	Allgemeine Betriebsregeln
RGL	Steuerungssystem für die Kontrollbündel des Reaktors
RGV	Ersatz des Dampferzeugers
RIC	Internes Instrumentierungssystem des Reaktorkerns
RIE	Explosionsgefahr durch einen großflächigen Brand externer Ursache
RIS	Sicherungs- und Schutzsystem für den Primärkreislauf (Sicherheitseinspritzung)
RNP	Anstieg des Grundwasserspiegels
ROR	Bruch eines Staudamms
RP	Regelmäßige Überprüfung
RP4	4. regelmäßige Überprüfung
RP4 900	4 Regelmäßige Überprüfung der 900-MWe-Reaktoren
RP	Leistungsreaktor
RPC	Besondere Verhaltensregeln
RPN	System zur Messung der Kernleistung
RRA	Reaktorkühlsystem im Stillstand
RRB	Bore-Wiedererwärmungssystem
RRI	Zwischenkühlsystem
RSI	Interne Sulfat-Reaktion
RTE	Bruch einer Haupttrinkwasserleitung
RTGV	Bruch eines Dampferzeugerrohrs
RTHE	Bruch einer Hochenergie-Rohrleitung
RTV	Bruch einer Dampfleitung
SAPA	Empfangsstation für kleine Anwendungen
SAR	Druckluftverteilungssystem mit Regelung
SDC	Kontrollraum
SDD	Auslegungserdbeben
SEB	Rohwassersystem
SEC	Not-Rohwassersystem



SEG	Diversifiziertes Wasserversorgungssystem
SEL	Seismic Equipment List (Liste der seismischen Ausrüstung)
SELS	Schwelle für signifikante tödliche Auswirkungen
SER	System zur Speicherung und Verteilung von demineralisiertem Wasser
SEU	Letzte Wasserquelle
SF-ND	Kaltquelle mit hartem Kern
SGZ	Gasspeichersystem
SIP	Prozessinstrumentierungssystem
SIRENE	Informationssystem für Ableitungen und die Umwelt im Nuklearbereich der EDF
SMHV	Historisch wahrscheinlich verstärktes Erdbeben
SMS	Sicherheitsrelevantes Erdbeben
SND	Hartkernbeben
SOH	Soziale, organisatorische und menschliche Faktoren
SRI	Referenzsituation für das Hochwasserrisiko
SSC	Systeme, Strukturen und Komponenten
TA	Hilfstransformator
TAC	Verbrennungsturbine
TAM	Hardwarezugriffspuffer
TAS	Notstromgenerator
Td	Verfügbarkeitstemperatur des Materials
TE	Außergewöhnliche Temperatur
TEG	System zur Behandlung gasförmiger Abwässer
TEP	Primäres Abwasserbehandlungssystem
TEPCO	Tokyo Electric Power Company – Japanisches Stromversorgungsunternehmen
TER	System zur Lagerung und Kontrolle von Abwässern vor der Einleitung
TEU	System zur Behandlung von Abwasser
TFA	Sehr schwach aktiv
THE	Hochenergie-Rohrleitungen
TLD	Langzeit-Temperatur
TOR	Alles oder nichts
TP	Haupttransformator
Scheibe	Produktionseinheit
TRICE	Giftig Radioaktiv Entzündlich Ätzend Explosiv
TS	Entnahmestromrichter
TSD	Terme Quelle Trümmer
TTS	Serienkopf
U3	Letztes Verfahren Nr. 3 – Einrichtung mobiler Notfallmaßnahmen für die Systeme EAS und ISBP
U5	Letztes Verfahren Nr. 5 – Druckentlastung und Filterung der Abgase, wird angewendet bei langsamen Druckanstieg im Behälter nach einem Unfall mit Kernschmelze
UNIE	Technische Betriebsabteilung
UTO	Technische Betriebseinheit
VCDa	Bypass-System der Hauptturbine mit direkter Ableitung des von den Dampferzeugern erzeugten Dampfes in die Atmosphäre
VD2-900	Zweite Zehnjahresinspektion der 900-MWe-Reaktoren
VD3-900	Dritte Zehnjahresinspektion der 900-MWe-Reaktoren
VD4-900	Vierte Zehnjahresinspektion der 900-MWe-Reaktoren
VP	Teilweise Inspektion
WANO	World Association of Nuclear Operators (Weltverband der Kernkraftwerksbetreiber)
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association (Verband der WENRA)
ZII	Zones d’Inondation Interne





EDF SA  
22-30 avenue de Wagram  
75382 Paris cedex 08 - Frankreich  
Kapital von 2.084.365.041 EC Ros  
552 081 317R.C.S. Paris