

# *Öffentliche Anhörung* **zum Bericht über die 4-regelmäßige Überprüfung**



## **Reaktor Nummer 3**

**Dokument 3a** – Dokument zu den  
Umweltauswirkungen des  
Reaktorbetriebs für die nächsten zehn  
Jahre



# Einleitung

In Frankreich wird die Errichtung eines Kernreaktors durch einen Erlass des für die nukleare Sicherheit zuständigen Ministers genehmigt. Diese Genehmigung enthält keine Begrenzung der Betriebsdauer. Dennoch ist der Betreiber verpflichtet, alle 10 Jahre eine regelmäßige Überprüfung durchzuführen, um den Zustand der Anlage im Hinblick auf die für sie geltenden Vorschriften zu beurteilen und die Bewertung der Risiken und Nachteile, die die Anlage für die Sicherheit, die Gesundheit und der öffentlichen Gesundheit sowie für den Natur- und Umweltschutz, die sogenannten geschützten Interessen, darstellt.

Die vier 900-MWe-Druckwasserreaktoren des Kernkraftwerks Tricastin, die von Électricité de France (EDF, [www.edf.fr](http://www.edf.fr)) betrieben werden, sind Gegenstand ihrer <sup>vierten</sup>periodischen Überprüfung.

Im Anschluss an jede dieser Überprüfungen erstellt EDF einen Prüfungsbericht (RCR), in dem die Schlussfolgerungen der Überprüfung sowie die geplanten Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes der geschützten Interessen dargelegt werden. Die Berichte zu den Reaktoren Nr. 1 bis 4 des Kernkraftwerks Tricastin wurden der Regierung und der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR, [www.asnr.fr](http://www.asnr.fr)) am 14. Februar 2020, 10. November

2021, 3. März 2023 und 17. Juni 2025 an die Regierung bzw. an die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR, [www.asnr.fr](http://www.asnr.fr)) übermittelt.

Nach Ablauf des 35. Betriebsjahres ist der Prüfungsbericht Gegenstand einer öffentlichen Anhörung.

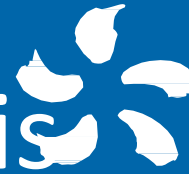
Das vorliegende Dokument ist Teil der Unterlagen für die öffentliche Anhörung, die im Rahmen der <sup>4.</sup>periodischen Überprüfung der Reaktoren von Tricastin durchgeführt wird. Es gilt für alle vier Reaktoren am Standort Tricastin.



Er bezieht sich auf die mit dem Betrieb dieser Reaktoren verbundenen <sup>vierten</sup>Umweltauswirkungen für die zehn Jahre nach ihrer <sup>vierten</sup>periodischen Überprüfung, einschließlich der radiologischen oder nicht, möglicher Zwischenfälle oder Unfälle. In diesem Zusammenhang werden auch mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen beschrieben, da der Bericht gegebenenfalls im Rahmen einer Konsultation an einen angrenzenden ausländischen Staat oder an einen anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union oder an eine Vertragspartei des am 25. Februar 1991 in Espoo unterzeichneten Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen übermittelt wird.

Die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz berücksichtigt die Ergebnisse der öffentlichen Anhörung, einschließlich der in diesem Dokument dargelegten Auswirkungen auf die Umwelt, bei ihrer Analyse des Prüfungsberichts und bei den Auflagen, die sie möglicherweise für die Reaktoren am Standort Tricastin erlassen wird.

# Inhaltsverzeichnis



<b>1</b>	<b>Der Betreiber des Kernkraftwerks Tricastin und der Kontext der periodischen Überprüfung .....</b>	<b>04</b>
-	1.1 Der Betreiber des Kernkraftwerks Tricastin	04
-	1.2 Hintergrund der regelmäßigen Überprüfung und rechtlicher Rahmen .....	05
<b>2</b>	<b>Weiterbetrieb der Reaktoren von Tricastin .....</b>	<b>08</b>
-	2.1 Das Kernkraftwerk Tricastin .....	08
-	2.2 Betrieb des Kraftwerks .....	10
-	2.3 Weiterbetrieb .....	11
<b>3</b>	<b>Verfahren zur öffentlichen Anhörung zur regelmäßigen Überprüfung .....</b>	<b>14</b>
-	3.1 Regulierungsverfahren in Frankreich .....	14
-	3.2 Internationale Konsultation .....	15
-	3.3 Zeitplan des Zulassungsverfahrens .....	16
<b>4</b>	<b>Sicherheit des Kernkraftwerks .....</b>	<b>17</b>
-	4.1 Strahlenschutz .....	17
-	4.2 Nukleare Sicherheit im Betrieb .....	17
-	4.3 Alterungsmanagement und Veralterung .....	22
-	4.4 Nukleare Sicherheit, Reaktor in der endgültige Stilllegung .....	23
<b>5</b>	<b>Bewertung der Auswirkungen des Betriebs auf die Umwelt .....</b>	<b>24</b>
-	5.1 Vorgehensweise .....	24
-	5.2 Methoden zur Bewertung der Auswirkungen .....	24
-	5.3 Unsicherheiten bei der Bewertung der Auswirkungen .....	27
-	5.4 In der Bewertung verwendete Daten .....	27
-	5.5 Aktueller Zustand der Umwelt .....	28
-	5.6 Wechselwirkungen des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt .....	36
-	5.7 10-Jahres-Prognose der Auswirkungen auf die Umwelt .....	45
<b>6</b>	<b>Bewertung der grenzüberschreitenden Auswirkungen .....</b>	<b>59</b>
-	6.1 Anforderungen hinsichtlich der radiologischen Auswirkungen .....	60
-	6.2 Strahlungsfolgen .....	62
-	6.3 Maßnahmen zur Begrenzung radiologischer Risiken .....	67
<b>7</b>	<b>Umweltüberwachung .....</b>	<b>74</b>
-	7.1 Überwachungsmaßnahmen im Zusammenhang im Normalbetrieb .....	74
-	7.2 Überwachungsmaßnahmen im Zusammenhang mit radiologischen Risiken .....	76
	<b>Schlussfolgerung .....</b>	<b>77</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>79</b>



# 1.

## Der Betreiber des Kernkraftwerks *Tricastin* und der Kontext der periodischen Überprüfung „“

### 1.1 Der Betreiber des Kernkraftwerks *Tricastin*

EDF ist der Betreiber des Kernkraftwerks Tricastin und in dieser Eigenschaft für die vierteljährlichen Überprüfungen seiner Reaktoren verantwortlich.

EDF ist eine Aktiengesellschaft, die zu 100 % im Besitz des französischen Staates ist. Das Unternehmen beschäftigt weltweit fast 180.000 Mitarbeiter, davon mehr als 100.000 in Frankreich. Als wichtiger Akteur der Energiewende ist EDF ein integrierter Energiekonzern, der in einer Reihe von Geschäftsbereichen tätig ist: Erzeugung, Verteilung, Handel, Energiedienstleistungen und Energieverkauf. EDF hat einen diversifizierten Erzeugungsmix entwickelt, der hauptsächlich auf Kernenergie und erneuerbaren Energien, darunter Wasserkraft, basiert.

EDF ist der größte Stromerzeuger in Europa mit einer installierten Gesamtleistung von 117 GW im Jahr 2024. Mit einem Anteil von über 94 % CO<sub>2</sub>-freier Erzeugung weist EDF eine der weltweit niedrigsten CO<sub>2</sub>-Intensitäten von 33 gCO<sub>2</sub>/kWh auf, im Vergleich zum europäischen Durchschnitt von 230 gCO<sub>2</sub>/kWh. Im Jahr 2024 betrug die Stromerzeugung der EDF-Gruppe etwa 520 TWh, wovon 78 % aus der Kernenergie stammten.

EDF ist mit einer installierten Leistung von 63 GWe der weltweit größte Kernkraftwerksbetreiber. EDF betreibt 57 Kernreaktoren an 18 Standorten in Frankreich.

Im Jahr 2024 erzeugte das Kernkraftwerk Tricastin fast 21,6 Milliarden Kilowattstunden CO<sub>2</sub>-freien Strom, was dem Stromverbrauch von fast 4,5 Millionen französischen Haushalten entspricht – das sind 6 % der französischen Stromerzeugung aus Kernenergie. Das Kernkraftwerk Tricastin unterstützt die Klimaziele Frankreichs und der Europäischen Union sowie die Sicherheit der Stromversorgung.

Das Kernkraftwerk Tricastin ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in der Region Auvergne-Rhône-Alpes. Es ist einer der größten industriellen Arbeitgeber der Region und beschäftigt ständig mehr als 2000 Mitarbeiter am Standort. Es engagiert sich stark in der Ausbildung junger Menschen und wird im Jahr 2024 mehr als 90 Auszubildende und 190 Praktikanten aufnehmen. Es achtet auf das Leben in der Region und unterstützt zahlreiche Initiativen und Vereine zugunsten der Umwelt und der Biodiversität, der Solidarität, des Sports, der Kultur und der Jugend.

## 121. Das Verfahren der regelmäßigen Überprüfung

Das Kernkraftwerk Tricastin umfasst vier Druckwasserreaktoren (DWR) mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe, die im sogenannten „offenen Kreislauf“ gekühlt werden. Diese Reaktoren wurden zwischen 1980 und 1981 in Betrieb genommen. Seit über 40 Jahren tragen sie zuverlässig zur Erzeugung von CO<sub>2</sub>-freiem Strom bei. EDF führt derzeit die vierte periodische Überprüfung jedes dieser vier in Betrieb befindlichen Reaktoren am Standort Tricastin durch.

Um die im Rahmen dieser Überprüfungen umzusetzenden Verbesserungen zu ermitteln, wurden die behandelten Themen sowie die damit verbundenen Verbesserungsziele von EDF Ende 2013 in einem Leitfaden zur Überprüfung (DOR) festgelegt. Die Prüfung dieses DOR wurde von der ASNR durchgeführt, die ihr technisches Fachwissen einbrachte, die ständigen Expertengruppen (GPE)<sup>1</sup> und anschließend die Öffentlichkeit, bevor sie zu einer Entscheidung gelangte. Die Prüfung dieses Teils „Leitlinien“ der Überprüfung wurde im April 2016 mit einer Stellungnahme der ASNR abgeschlossen, die mit Aufforderungen an den Betreiber EDF<sup>2</sup> verbunden war.



Für die 4-periodische Überprüfung der 900-MWe-Kernkraftwerke hat EDF als allgemeine Leitlinie festgelegt, die Ziele der nuklearen Sicherheit der Reaktoren der neuesten , wobei der EPR Flamanville 3 als Referenzreaktor von EDF dient.

Im Rahmen der periodischen Überprüfung werden die Verbesserungen hinsichtlich der Umweltauswirkungen der Anlagen in zwei Bereichen untersucht:

→ ein „**Risiko**“-Aspekt, der sich auf die Vermeidung von Zwischenfällen oder Unfällen und die Begrenzung ihrer potenziellen radiologischen (radioaktive Freisetzungen) oder nicht-radiologischen (thermische, toxische oder Überdruckeffekte) Folgen bezieht. Man unterscheidet zwei Risikogruppen:

1. **radiologische Risiken**, die mit dem Vorhandensein radioaktiver Stoffe zusammenhängen,
2. **konventionelle Risiken**<sup>3</sup>, die beispielsweise mit der Lagerung und Verwendung von brennbaren Stoffen, Chemikalien oder schwach radioaktiven Stoffen in konventionellen Anlagen zusammenhängen.

→ einen **Aspekt „Nachteile“** in Bezug auf die Beherrschung der Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die durch den Normalbetrieb der Anlage aufgrund von Wasserentnahmen und Ableitungen sowie durch mögliche Belästigungen (Verbreitung pathogener Mikroorganismen, Lärm und Vibrationen, Gerüche oder Staubaufwirbelungen) verursacht werden. Die Abfallbewirtschaftung ist dem Abschnitt „Nachteile“ zugeordnet.

Jeder dieser beiden Bereiche ist in zwei Teile gegliedert:

- **Überprüfung der Übereinstimmung** der Anlage mit den für sie geltenden Vorschriften.
- **Neubewertung der Risiken oder Nachteile im Zusammenhang mit der Anlage**, die dem Ziel, den Schutz der in Artikel L.593-1 des Umweltgesetzbuchs genannten Interessen so weit wie vernünftigerweise möglich zu verbessern, d. h. die öffentliche Sicherheit, Gesundheit und Hygiene oder den Schutz der Natur und der Umwelt.

Die vierte regelmäßige Überprüfung umfasst einen dritten Teil zum Thema „Weiterbetrieb nach 40 Jahren“, der die **Beherrschung der Materialalterung** und die **Aufrechterhaltung der Eignung** der Materialien unter Unfallbedingungen abdeckt.

Die vierte periodische Überprüfung der Reaktoren von Tricastin erfolgte in zwei Phasen:

- eine erste, sogenannte generische Phase, in der Themen behandelt wurden, die den Reaktoren ähnlicher Bauart im französischen Kernkraftwerkpark gemeinsam sind, wie es die französischen Vorschriften zulassen. Die Reaktoren von Tricastin gehören zur Klasse der 900-MWe-Reaktoren dieses Parks. Diese generische Phase wurde mit der Veröffentlichung der Entscheidung Nr. 2021-DC-0706 der ASNR<sup>4</sup> am 23. Februar 2021 über die generische Phase der 4-periodischen Überprüfung der 900-MWe-Reaktoren abgeschlossen, verbunden mit generischen Auflagen, die zuvor Gegenstand einer öffentlichen Konsultation waren;
- eine zweite Phase, die spezifisch für jeden Reaktor des Tricastin-Kraftwerks ist.

Nach Abschluss der Überprüfung<sup>5</sup> übermittelt EDF den RCR für jeden der vier Reaktoren von Tricastin an den für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und an die ASNR. Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Überprüfung im Hinblick auf deren Ziele, eine Zusammenfassung der angewandten Methoden sowie die wichtigsten Ergebnisse.

<sup>1</sup> Zur Vorbereitung ihrer wichtigsten Entscheidungen in Fragen der nuklearen Sicherheit oder des Strahlenschutzes stützt sich die ASNR auf die Stellungnahmen und Empfehlungen ständiger Expertengruppen.

<sup>2</sup> ASNR – Allgemeine Leitlinien des RP4 900 – CODEP - DCN-2016-007286 vom 20. April 2016.

<sup>3</sup> Siehe Glossar

<sup>4</sup> Dieser Beschluss wurde am 19. Dezember 2023 durch den Beschluss 2023-DC-0774

<sup>5</sup> Artikel R.593-62 des Umweltgesetzbuchs sieht vor, dass „die Verpflichtung zur regelmäßigen Überprüfung als erfüllt gilt, wenn der Betreiber dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz seinen Bericht über diese Überprüfung vorlegt“.

Darin werden die von EDF geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit sowie des Gesundheits- und Umweltschutzes dargelegt.

Dieser Bericht, dessen Fertigstellungstermin gesetzlich festgelegt ist, wird in der Regel nach der zehnjährigen Inspektion des betreffenden Reaktors erstellt, bei der Kontroll- und Wartungsarbeiten sowie Änderungen durchgeführt werden, die den Zielen der Überprüfung entsprechen. Alle im Rahmen der Überprüfung erforderlichen Maßnahmen sind Gegenstand eines industriellen Umsetzungsprogramms während der zehnjährigen Inspektion und der darauf folgenden Abschaltungen oder, wenn der Reaktor in Betrieb ist, eines spezifischen Programms (siehe § 3.3).



Für diese 4-periodische Überprüfung der Reaktoren von Tricastin ist der Überprüfungsbericht Gegenstand einer öffentlichen Anhörung.

Die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz wird die Ergebnisse der öffentlichen Anhörung und der Konsultation ausländischer Staaten bei ihrer Analyse des Berichts und gegebenenfalls bei den neuen Auflagen für den weiteren Betrieb der Reaktoren von Tricastin berücksichtigen.

Nach Abschluss der Überprüfung wird der weitere Betrieb der Reaktoren von Tricastin in den kommenden zehn Jahren zur Versorgungssicherheit des Landes mit Strom beitragen, wobei die Klimaziele Frankreichs und der Europäischen Union eingehalten werden.

## 122 Zusammenhang mit dem Verfahren zur endgültigen Stilllegung eines Reaktors

Sollten die Bedingungen für den weiteren Betrieb eines Reaktors, die im Rahmen der regelmäßigen Überprüfungen neu bewertet werden, nicht erfüllt sein, würde EDF dessen endgültige Stilllegung in Betracht ziehen und wäre verpflichtet, dessen Rückbau durchzuführen. In diesem Fall teilt der Betreiber dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der ASNR mindestens zwei Jahre vor dem geplanten Termin seine Absicht mit, seine Anlage endgültig stillzulegen. Er übermittelt der Regierung seine Stilllegungsunterlagen, in denen insbesondere die geplanten Stilllegungsmaßnahmen sowie die Vorkehrungen zur Begrenzung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt dargelegt sind. Der Rückbau der Anlage wird daraufhin durch einen Erlass vorgeschrieben, der nach Stellungnahme der ASNR erlassen wird: den Rückbau-Erlass. Die Phasen des Rückbaus sind wie folgt:

### Vorbereitungsphase: Vorbereitungsmaßnahmen für den Rückbau

Diese Phase, die unmittelbar nach der endgültigen Stilllegung beginnt, ermöglicht:

- Verringerung der Risiken in der Anlage: Entsorgung von abgebrannten und neuen Brennelementen, Abfällen und Abwässern, Entleerung der Kreisläufe, Dekontamination bestimmter Kreisläufe. In dieser Phase wird der Großteil der radioaktiven Stoffe entfernt;
- Vorbereitung der Anlage auf die Rückbauarbeiten: Organisation der Zugänge und Verkehrswege, Anpassung der Hilfsfunktionen, insbesondere Belüftung und Materialtransport, Entfernung bestimmter Materialien;
- Vertiefung der Kenntnisse über den Zustand der Anlage: Bestandsaufnahme gefährlicher Stoffe und Materialien, Asbestortung, Probenahme für radiologische Analysen.

### Schritt 1: Der elektromechanische Rückbau

Diese Phase, für die das Inkrafttreten des Rückbaudekrets erforderlich ist, besteht darin, alle vorhandenen Anlagen zu demontieren, zu zerschneiden und als Abfall zu verpacken. Es bleiben nur die Materialien vor Ort, die für die Durchführung der Sanierungsarbeiten in Phase 2 erforderlich sind. In jedem Gebäude gliedern sich die elektromechanischen Rückbauarbeiten in große Arbeitsschritte. Dies betrifft:

- das Reaktorgebäude (BR) mit dem Zerschneiden und Abtransportieren großer Bauteile sowie dem Rückbau der Primärkreislaufschleifen, der Behälterinnenausrüstung, des Behälters und der übrigen Kreisläufe und Hilfsfunktionen;
- das Brennelementgebäude (BK) mit dem Rückbau der Beckenabschnitte, der verschiedenen Anlagen und der unterstützenden Funktionen;
- die Gebäude für nukleare Hilfsanlagen (BAN) und das Nebengebäude (BW) mit dem Zerlegen und Abtransportieren großer Bauteile sowie dem Rückbau der Anlagen in zwei Phasen, beginnend mit den Funktionen, die für den Rückbau nicht erforderlich sind, gefolgt von den zuletzt vorhandenen Anlagen.

### Schritt 2: Sanierung der Strukturen

Dies betrifft ausschließlich die nuklearen Räume. Die Radioaktivität (Aktivierung, Ablagerung oder Migration von Kontamination), die an den Wänden des Raums vorhanden sein könnte, wird entfernt. Die Arbeiten Sanierungsarbeiten eines Raums können unmittelbar nach Abschluss der elektromechanischen Demontage dieses Raums und nach Zustimmung der ASNR zur Sanierungsmethodik beginnen.

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten und der Überprüfungsmessungen wird der ASNR ein Antrag auf Freigabe der betroffenen Bereiche übermittelt. Wenn ein gesamter Bereich von Räumlichkeiten behandelt wurde, gelten die verbleibenden Elemente als konventioneller Abfall.

### **Schritt 3: Der Abriss der Gebäude.**

Bei konventionellen Gebäuden, die abgerissen werden sollen, kann mit dem Abriss begonnen werden, sobald diese Gebäude für den Rückbau keinen Nutzen mehr haben. Diesem klassischen Abriss muss nicht zwingend eine Phase der Demontage der in den Gebäuden befindlichen Anlagen vorausgehen.

Bei Kernkraftwerken erfolgt der Abriss, nachdem die Unterlagen für die Stilllegung dieser Anlagen bei der ASNR eingereicht wurden. Innerhalb eines Kernkraftwerks können bestimmte Bereiche, die möglicherweise noch nicht saniert wurden, einem vorzeitigen nuklearen Abriss unterzogen werden.

### **Schritt 4: Sanierung des Anlagenstandorts**

Dabei wird sichergestellt, dass der Zustand der Böden mit der künftigen Nutzung vereinbar ist. Bereiche, die chemische oder radiologische Kontaminationen aufweisen, werden geeigneten Maßnahmen unterzogen. Nach Abschluss der Sanierungsphase des Anlagenstandorts wird ein Antrag auf Stilllegung zur Entscheidung an die ASNR gestellt.



# Weiterbetrieb der Reaktoren von *Tricastin*

## 2.

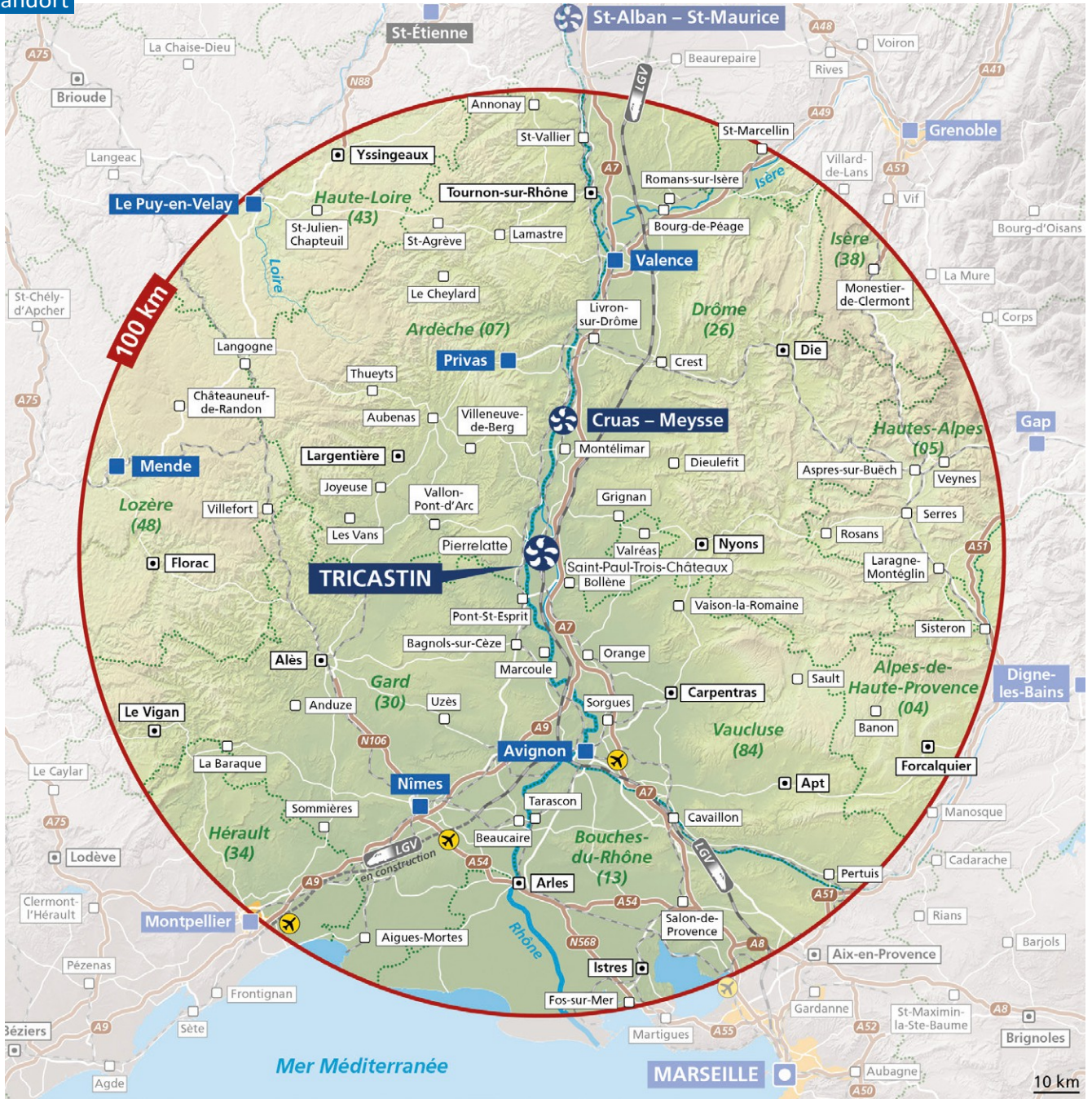
### 2.1 Das Kernkraftwerk Tricastin

Das Kernkraftwerk der EDF befindet sich in der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux und erstreckt sich über die Departements Drôme (26) und Vaucluse (84). Es liegt am Schnittpunkt von vier Departements: Ardèche, Drôme, Gard und Vaucluse, sowie drei Regionen: Auvergne-Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-d'Azur und Okzitanien. Es befindet sich am Ufer des Donzère-Mondragon-Kanals, auf halbem Weg zwischen Montélimar und Orange.

Die wichtigsten Städte in der Nähe des Kraftwerks sind Pierrelatte (10 km), Bagnols-sur-Cèze (20 km), Orange (22 km), Montélimar (25 km) und Avignon (43 km).

Es liegt in der Nähe mehrerer bemerkenswerter Naturgebiete, darunter mehrere NATURA-2000-Gebiete.

Das Kernkraftwerk Tricastin umfasst vier Druckwasserreaktoren (DWR), die zwischen 1980 und 1981 in Betrieb genommen wurden und von den 4-periodischen Überprüfungen betroffen sind.



- Préfecture départementale
- ⊠ Sous-préfecture
- Autre ville

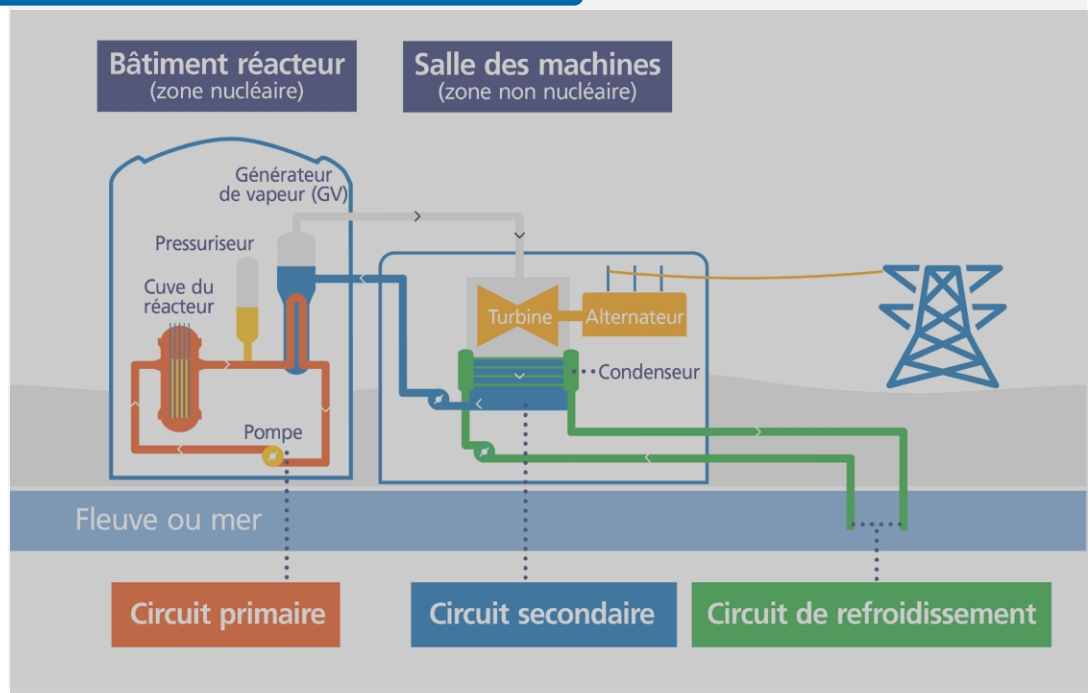


## 2.2 Funktionsweise des Kraftwerks

In einem klassischen thermischen oder Kernkraftwerk ist die Art der Stromerzeugung identisch: Ein Brennstoff erzeugt Wärme, die Wasser in Dampf umwandelt und so eine Turbine und einen Generator antreibt, der Strom erzeugt. In einem konventionellen Wärmekraftwerk stammt die Wärme aus der Verbrennung eines fossilen Brennstoffs (Kohle, Heizöl usw.). In einem Kernreaktor stammt die Wärme aus der Spaltung von Uranatomen.

Das Kernkraftwerk Tricastin umfasst vier Druckwasserreaktoren mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe, die im offenen Kreislauf gekühlt werden. Der Betrieb eines Druckwasserreaktors basiert auf drei voneinander unabhängigen und dicht abgeschlossenen Kreisläufen (siehe Abbildung unten).

### Das Kernkraftwerk Funktionsprinzip, ohne Luftkühlung



- 1. Der Primärkreislauf:** Im Reaktor erzeugt die Spaltung der Uranatome eine große Menge an Wärme, die das Wasser, das um die Brennelemente zirkuliert, auf 320 °C erhitzt. Das Wasser wird unter Druck gehalten, um ein Sieden zu verhindern. Es gibt seine Wärme an das Wasser eines zweiten geschlossenen Kreislaufts ab.
- 2. Der Sekundärkreislauf:** Der Wärmeaustausch zwischen dem Wasser des Primärkreislaufs und dem Wasser des Sekundärkreislaufs erfolgt über Dampferzeuger, in denen das Wasser des Sekundärkreislaufs verdampft wird. Der Druck dieses Dampfes treibt eine Turbine an, die einen Generator antreibt. Dieser erzeugt Wechselstrom. Ein Transformator erhöht die Spannung des erzeugten Stroms, damit er 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, wieder in Wasser umgewandelt. Dieser dritte Kreislauf wird als Kühlkreislauf bezeichnet. Für das Kernkraftwerk Tricastin stammt das Wasser dieses <sup>dritten</sup> Kreislaufs aus dem Kanal von Donzère-Mondragon.

Im Jahr 2024 erzeugte das Kernkraftwerk Tricastin fast 21,6 Milliarden Kilowattstunden CO<sub>2</sub>-freien Strom, was den Stromverbrauch von etwa 3,5 Millionen Haushalten deckt, was 6 % der französischen Stromerzeugung aus Kernkraft entspricht.

## Die Fortsetzung des Betriebs

*„Eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energiezukunft gestalten, die den Schutz unseres Planeten und das Wohlergehen der Menschen in Einklang bringt*

*und Entwicklung, dank Strom und*

*innovativen Dienstleistungslösungen“* ist die

Daseinsberechtigung von EDF; sie trägt zum Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität bei, das von der Europäischen Union für 2050 festgelegt und in Frankreich in der französischen Energie- und Klimastrategie aufgegriffen wurde. In diesem Rahmen spielen die Kernkraftwerke von EDF eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung von CO<sub>2</sub>-freiem, steuerbarem und wettbewerbsfähigem Strom.

Daher beabsichtigt EDF, den Betrieb seiner Reaktoren fortzusetzen und dabei die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um die geltenden Sicherheitsanforderungen zu erfüllen.

### 2.3.1. Die vorgeschlagenen Maßnahmen

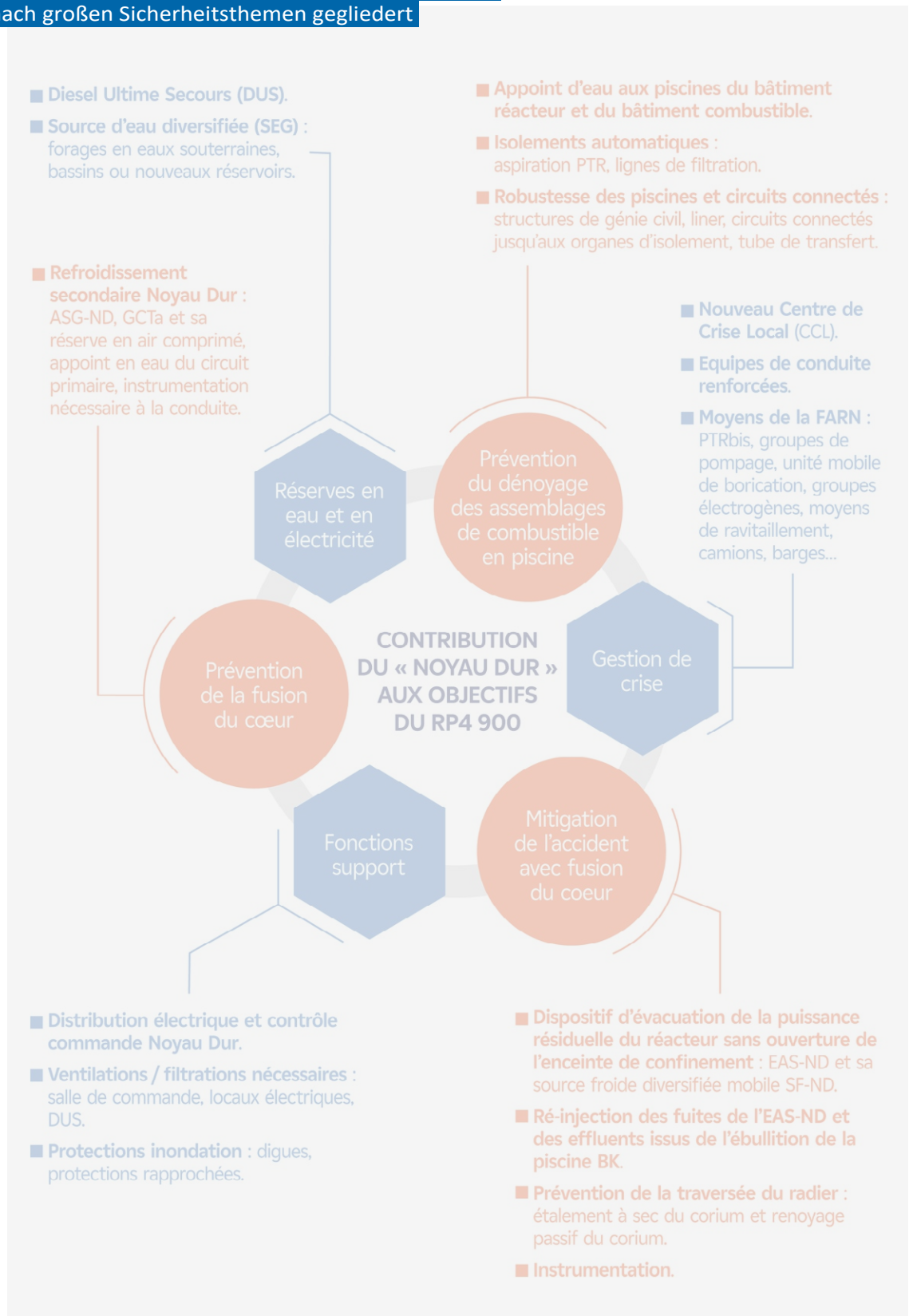
Im Hinblick auf die für die 4-periodische Überprüfung der 900-MWe-Reaktoren festgelegten Verbesserungsziele geht die Verlängerung des Betriebs um 10 Jahre mit der Umsetzung der von EDF im Überprüfungsbericht vorgeschlagenen Maßnahmen einher, ergänzt durch die Vorgaben der ASNR, die die Bedingungen für die Verlängerung des Betriebs regeln.

Die Verbesserungsmaßnahmen bestehen zum einen darin, bei der Sicherheitsnachweisführung der Reaktoren die Maßnahmen zu berücksichtigen, die zur Einbeziehung der Erfahrungen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 getroffen wurden. Dabei werden diese Maßnahmen im Anschluss an die Überprüfung zu einem Maßnahmenpaket namens „Noyau Dur“ (Kernkern) zusammengefasst.



Der „Noyau Dur“ ist ein Komplex aus festen und robusten materiellen Ressourcen, ergänzt durch mobile Ressourcen, die darauf abzielen, massive radioaktive Freisetzungen und dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt in Situationen zu vermeiden, die auf extreme externe Naturkatastrophen zurückzuführen sind. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Erdbeben, externe Überschwemmungen und damit verbundene Phänomene (Blitzschlag, Hagel, starke Winde, heftige Regenfälle) oder auch um Tornados.

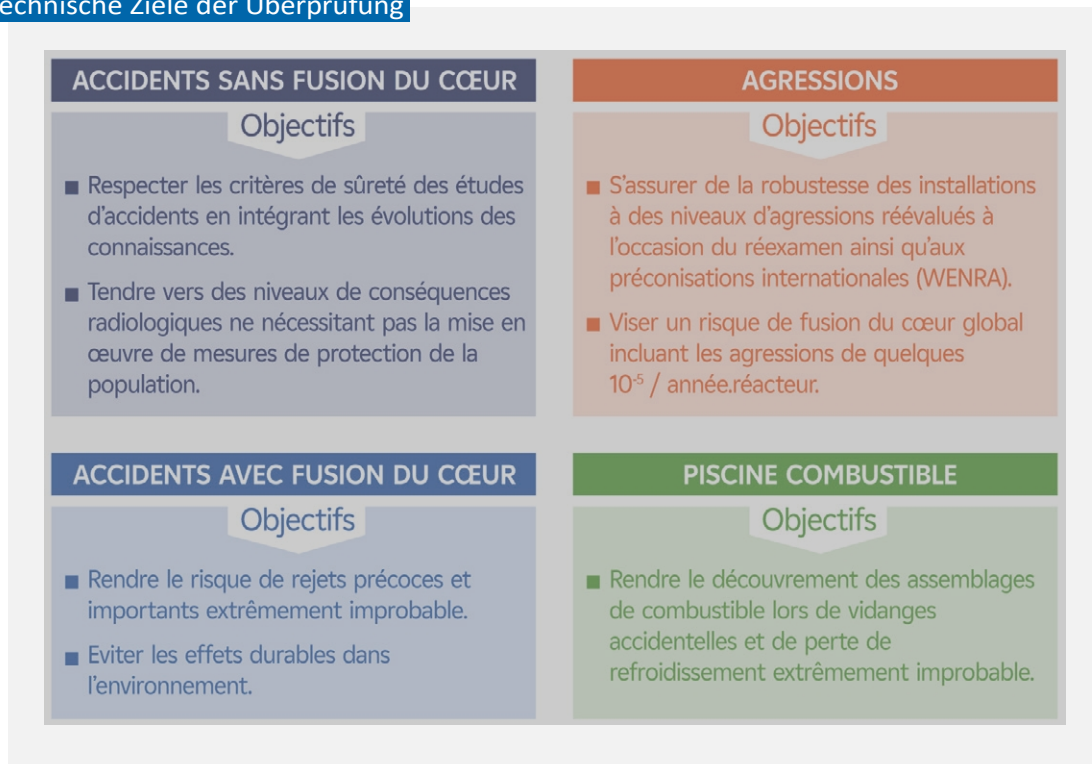
Wichtigste „Noyau Dur“-Maßnahmen (ND)  
nach großen Sicherheitsthemen gegliedert



Andererseits entsprechen die übrigen Verbesserungsmaßnahmen der 4-periodischen Überprüfung von Tricastin der allgemeinen Ausrichtung dieser Überprüfung, die darauf abzielt, die Ziele der nuklearen Sicherheit von Reaktoren

der neuesten Generation, deren Referenzreaktor bei EDF der EPR-Flamanville 3 ist, und die sich in vier Themenbereiche gliedert:

### Technische Ziele der Überprüfung



### 2.3.2 Industrieprogramm im Rahmen der 4-periodischen Überprüfung

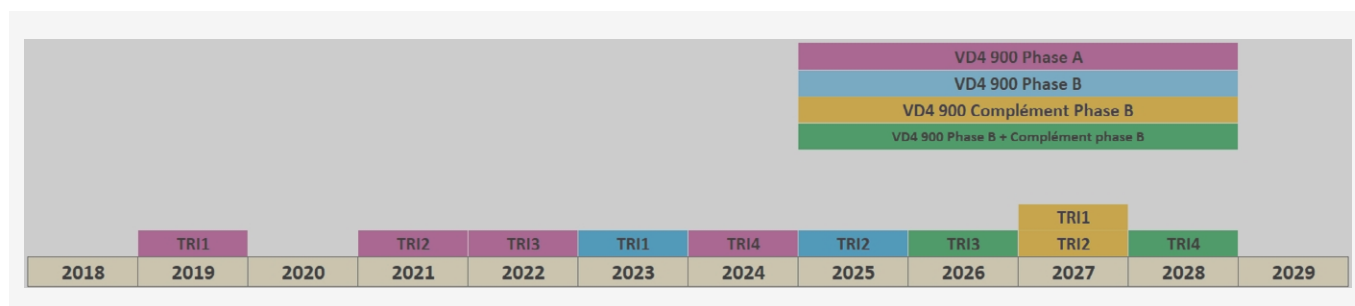
Das Industrieprogramm der 4-periodischen Überprüfung der 900er-Generation gliedert sich in drei Phasen, wobei der Umfang der Maßnahmen und die Auswirkungen auf die Personen und Organisationen an den Kernkraftwerksstandorten berücksichtigt werden<sup>6</sup>:

- Phase A umfasst die Maßnahmen, die während des laufenden Betriebs oder während Stillständen im Rahmen der zehnjährigen Inspektion durchgeführt werden. Diese Maßnahmen gehen mit einer Aktualisierung der Betriebsdokumentation einher;
- Phase B umfasst Maßnahmen, die während des laufenden Betriebs oder während Reaktorabschaltungen spätestens sechs Jahre nach Vorlage des Überprüfungsberichts durchgeführt werden;

→ Die Ergänzung zur Phase B umfasst die Umsetzung bestimmter Maßnahmen, die sich aus der Prüfung der vierten periodischen Überprüfung durch die ASNR ergeben und die aufgrund ihrer Art (wie beispielsweise die Notwendigkeit, neue Ausrüstung unter sehr rauen Umgebungsbedingungen zu qualifizieren) eine Bearbeitungszeit von etwa 5 Jahren erfordern. Sie werden während des laufenden Betriebs der Blöcke oder während der Stillstandszeiten der Blöcke spätestens 8 Jahre nach Vorlage des Überprüfungsberichts durchgeführt.

Die folgende Übersicht zeigt den jährlichen Zeitplan für die Änderungen im Zusammenhang mit der vierten Überprüfung der Reaktoren von Tricastin:

<sup>6</sup> Bei der Erstellung des Zeitplans berücksichtigt EDF auch die in Frankreich sehr angespannte Lage in der Branche, da auch an den anderen Blöcken die alle zehn Jahre fälligen Inspektionen durchgeführt werden müssen. Zu diesem Zweck hat EDF die Überprüfung im Rahmen eines Projektmodus organisiert, und zwar innerhalb des Programms mit dem Namen „Grand Carénage“.





# 3.

## Öffentliches Anhörungsverfahren zur periodischen Überprüfung

### 3.1 Vorschriften in Frankreich

Gemäß Artikel L.593-18 des Umweltgesetzbuchs führt EDF alle zehn Jahre eine regelmäßige Überprüfung seiner Reaktoren durch, um „den Zustand der Anlage im Hinblick auf die für sie geltenden Vorschriften zu beurteilen und die Bewertung der Risiken oder Nachteile, die die Anlage für die in Artikel L. 593-1 genannten Interessen darstellt, zu aktualisieren, wobei insbesondere der Zustand der Anlage, die während des Betriebs gewonnenen Erfahrungen, des Wissensstands, einschließlich der Erkenntnisse über den Klimawandel und dessen Auswirkungen, sowie der für ähnliche Anlagen geltenden Vorschriften. Diese Risikobewertung berücksichtigt die Auswirkungen des Klimawandels auf die externen Einflüsse, die im Rahmen dieser Bewertung zu berücksichtigen sind.“

Artikel R.593-62 des Umweltgesetzbuchs sieht vor, dass „die Verpflichtung zur regelmäßigen Überprüfung als erfüllt gilt, wenn der Betreiber dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz seinen Bericht über diese Überprüfung vorlegt“.

Dieser Bericht enthält „die Ergebnisse der in Artikel L. 593-18 vorgesehenen Überprüfung und gegebenenfalls die Maßnahmen, die er zu ergreifen beabsichtigt, um die festgestellten Mängel zu beheben oder den Schutz der in Artikel L. 593-1 genannten Interessen zu verbessern.“ (Artikel L. 593-19 des Umweltgesetzbuchs)

Gemäß Artikel L. 593-19 gilt: „Bei Überprüfungen nach dem fünfunddreißigsten Betriebsjahr eines Kernreaktors ist der in Absatz 1 dieses Artikels genannte Bericht Gegenstand einer öffentlichen Anhörung.“

In diesem Zusammenhang legen die Artikel R.593-62-2 bis R.593-62-9 des Umweltgesetzbuchs das für diese öffentliche Anhörung zu befolgende Verfahren fest.

## 3.2

# Internationale Konsultation

Im Rahmen dieser öffentlichen Anhörung zum RCR sieht Artikel R.593-62-6 des Umweltgesetzbuchs ein Verfahren zur Konsultation ausländischer Staaten vor. Wenn ein Teil des Hoheitsgebiets eines ausländischen Staates an den Bereich der öffentlichen Anhörung angrenzt oder wenn die Bedingung der Angrenzung nicht erfüllt ist, der Präfekt jedoch von sich aus oder auf Antrag der Behörden eines anderen Mitgliedstaats der Europäischen Union oder einer Vertragspartei des am 25. Februar 1991 in Espoo unterzeichneten Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen der Ansicht ist, dass der Betrieb des Reaktors erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt dieses Staates haben könnte:

- Der Präfekt teilt diesem Staat den Beschluss zur Einleitung des öffentlichen Verfahrens mit und übermittelt ihm insbesondere ein Exemplar der Verfahrensunterlagen.
- In der Mitteilung über den Erlass zur Einleitung der öffentlichen Anhörung wird die Frist festgelegt, innerhalb derer die Behörden dieses Staates ihre Absicht zur Teilnahme an der öffentlichen Anhörung bekunden müssen. Die öffentliche Anhörung kann daher nicht vor Ablauf dieser Frist beginnen.
- Die Unterlagen werden vom Präfekten an den Außenminister weitergeleitet.

Die untenstehende Karte ermöglicht es, das Kernkraftwerk Tricastin zu lokalisieren und seine Entfernung zu den Nachbarstaaten Frankreichs, zumindest bis zu 1000 Kilometern, einzuschätzen.

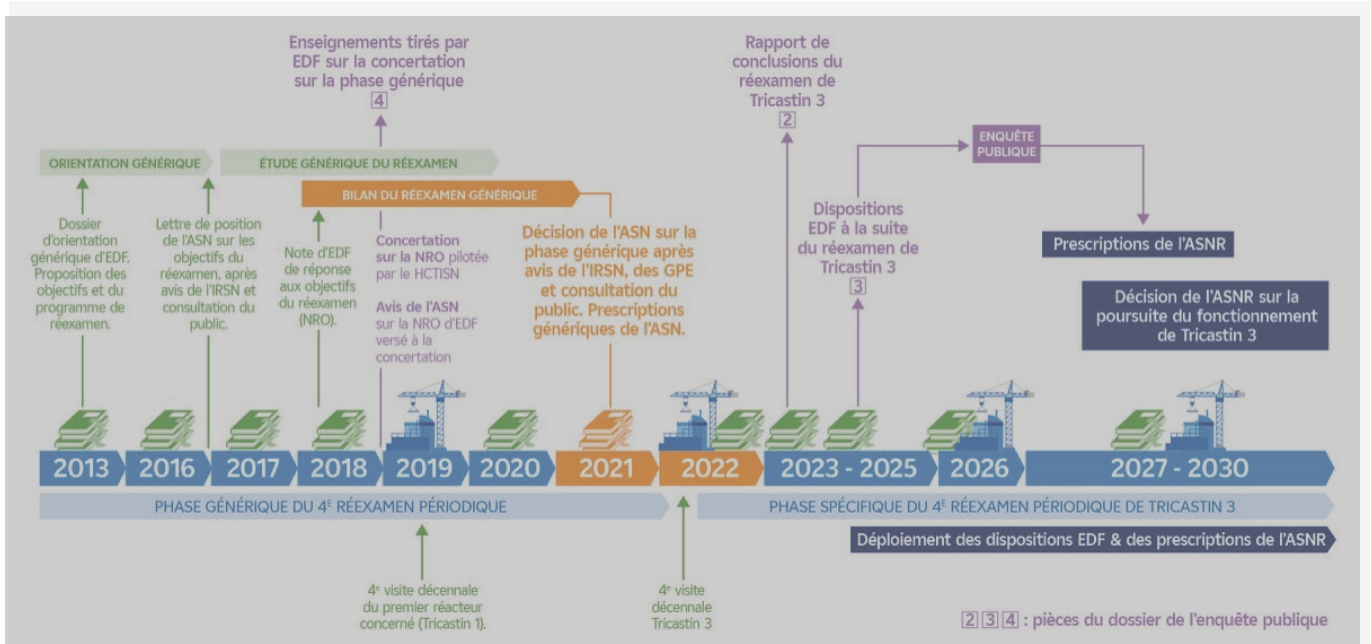
Lage des Kernkraftwerks Tricastin im Verhältnis zu den Nachbarstaaten



## 3.3 Zeitplan des Genehmigungsverfahrens

Der Präfekt des Departements Drôme legt insbesondere den Zeitpunkt des Beginns der Untersuchung sowie deren Dauer fest (Artikel R.123-9 des Umweltgesetzbuchs).

Der Ablauf der regelmäßigen Überprüfung für den Reaktor Nr. 3 von Tricastin wird im Folgenden dargelegt.



Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments könnten die öffentlichen Anhörungen zu den Reaktoren Nr. 3 und 4 voraussichtlich Ende des ersten Halbjahres 2026 stattfinden.

# Sicherheit des Kernkraftwerks

## 4.



### 4.1 Strahlenschutz

**Strahlenschutz** umfasst alle Regeln, Verfahren sowie Präventions- und Überwachungsmaßnahmen, die darauf abzielen, die schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung auf Menschen direkt oder indirekt zu verhindern oder zu verringern, einschließlich der Auswirkungen auf die Umwelt. Er basiert auf drei Grundprinzipien: Rechtfertigung, Optimierung und Begrenzung der Dosen.

→ **Rechtfertigung:** Jede menschliche Tätigkeit, die zu einer Exposition des Menschen gegenüber ionisierender Strahlung führen kann, muss durch den damit verbundenen Nutzen gerechtfertigt sein. Der Nutzen muss die Nachteile überwiegen.

→ **Optimierung:** Für eine bestimmte Strahlenquelle besteht das allgemeine Ziel darin, die individuellen und kollektiven Dosiswerte auf dem niedrigsten Niveau zu halten,

, die unter Berücksichtigung des Stands der Technik und sozioökonomischer Faktoren vernünftigerweise erreichbar sind. Dies ist das ALARA-Prinzip (As Low As Reasonably Achievable<sup>7</sup>).

→ **Dosisbegrenzung:** Die Exposition einer Person gegenüber ionisierender Strahlung, die aus einer „nuklearen Tätigkeit“ resultiert, darf die Summe der aufgenommenen Dosen nicht über die gesetzlich festgelegten Grenzwerte hinaus erhöhen, es sei denn, diese Person ist einer Exposition zu medizinischen oder biomedizinischen Forschungszwecken ausgesetzt

Im weiteren Verlauf dieses Dokuments beziehen sich die Angaben zu radioaktiven Emissionen, deren Auswirkungen und deren Überwachung auf den normalen Reaktorbetrieb oder auf Unfallsituationen.

### 4.2 Nukleare Sicherheit im Betrieb

Als Industrieanlage birgt ein Kernkraftwerk naturgemäß Risiken, die die Gesundheit und die Umwelt beeinträchtigen können. Der Kernreaktor enthält radioaktive Stoffe; die Anlage enthält gefährliche Stoffe (wie Gasflaschen, brennbare Materialien oder Chemikalien), die für ihren Betrieb notwendig sind.

Die Auslegung und der Betrieb von Kernkraftwerken zielen darauf ab, alle Risiken zu beherrschen, indem sowohl die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Anlagenausfällen durch Präventionsmaßnahmen als auch die Folgen dieser Ausfälle

außerhalb des Standorts durch Schutzmaßnahmen. Je größer die identifizierten Auswirkungen sein können, desto geringer muss die Wahrscheinlichkeit des auslösenden Ereignisses sein, damit das Risikoniveau unter wirtschaftlich akzeptablen Bedingungen so niedrig wie vernünftigerweise möglich ist.

Das Risikomanagement ist in den Ansatz zur nuklearen Sicherheit integriert, der während der gesamten Lebensdauer kerntechnischer Anlagen umgesetzt wird; es besteht darin, mehrere aufeinanderfolgende Verteidigungslinien einzurichten, um ein hohes Maß an Risikokontrolle zu erreichen.

<sup>7</sup> So niedrig wie vernünftigerweise möglich.

Bei der Risikoerfassung werden sowohl Ausfälle des nuklearen Teils der Anlage als auch anderer Ausrüstungen berücksichtigt, die für deren ordnungsgemäßen Betrieb erforderlich sind. Für jedes Risiko werden definiert:

- die auslösenden Ereignisse: Fehlfunktion einer Anlage oder Störung durch interne Ursachen (z. B. Rohrbruch) oder externe Ursachen (z. B. Erdbeben),
- die potenziellen Folgen außerhalb des Standorts und für den Betrieb der Anlage selbst.

All diese Risiken sind Gegenstand von Auslegungs- und Betriebsvorschriften im Rahmen der nuklearen Sicherheit und des Umweltschutzes, die durch die Einfügung aufeinanderfolgender Schutzmaßnahmen Folgendes ermöglichen:

- das Auftreten von Störfällen und Unfällen in der Anlage zu verringern,
- die Anlage zu überwachen und in einem sicheren Zustand zu halten,
- die Folgen von Störfällen und Unfällen in der Anlage und in der Umwelt zu begrenzen.

Unter Berücksichtigung ihrer Besonderheiten werden zwei Risikogruppen unterschieden:

1. strahlentechnische Risiken, die mit dem Vorhandensein radioaktiver Stoffe verbunden sind,
2. konventionelle Risiken, die beispielsweise mit der Lagerung und Verwendung von brennbaren Stoffen, Chemikalien oder schwach radioaktiven Stoffen verbunden sind.

Es gibt zwei Arten von Strahlenrisiken:

- die direkte Strahlenexposition, auch externe Exposition genannt,
- die Strahlenexposition durch Verschlucken und/oder Einatmen radioaktiver Stoffe, die als interne Exposition bezeichnet wird.

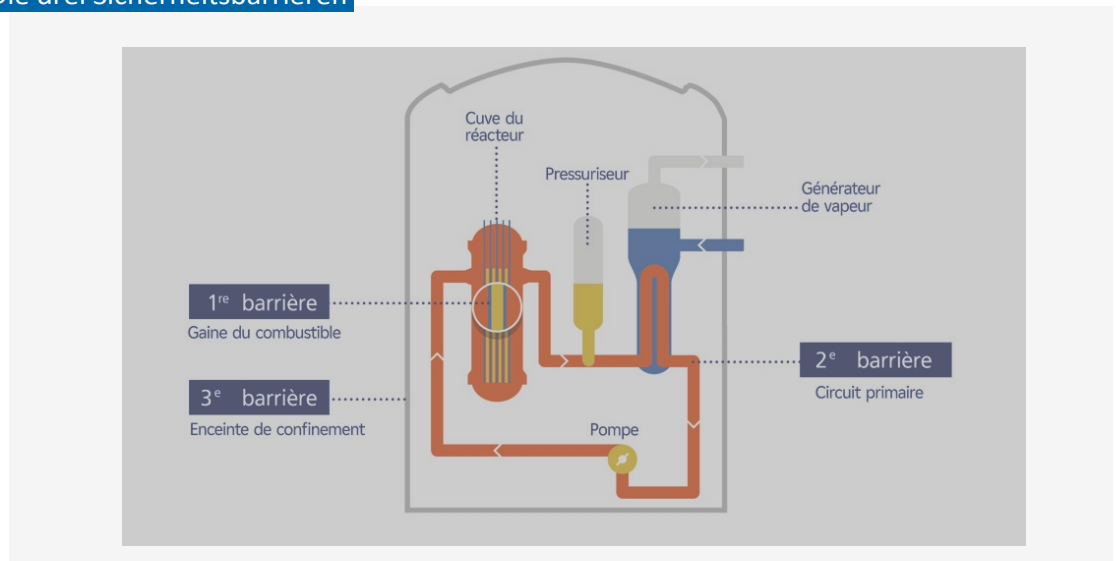
## 421. Beherrschung radiologischer Risiken

Radioaktive Stoffe werden in dichten Behältern untergebracht, die mit der Strahlung angepassten Schutzschilden (oder „biologischen Schutzvorrichtungen“) ausgestattet sind, um sich vor den einer Strahlenexposition und -ausbreitung zu schützen. Die Begrenzungen dieser Behälter werden als Sicherheitsbarrieren bezeichnet. Diese Barrieren sind nach dem Prinzip der Matroschka-Puppen ineinander verschachtelt. Diese Barrieren, die gleichzeitig dicht, widerstandsfähig und unabhängig voneinander sind, bilden eine Reihe von Schutzschichten zwischen dem Brennstoff und der Umwelt.

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

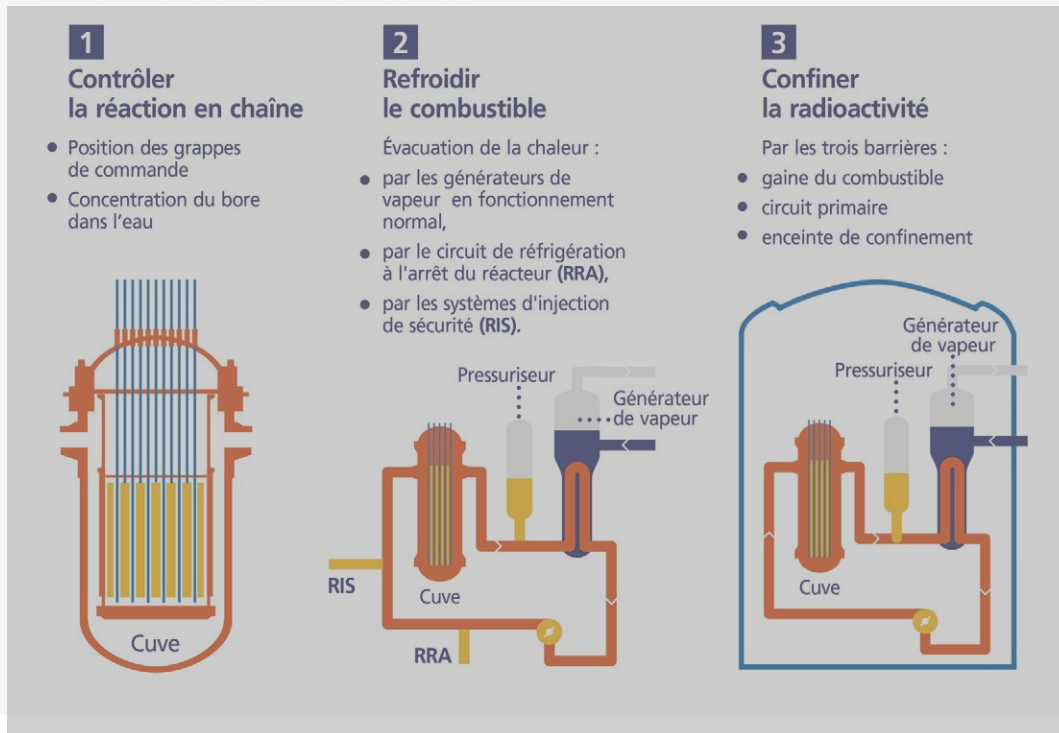
- die Hülle der Brennstäbe,
- die Hülle des Primärkreislaufs,
- der Sicherheitsbehälter.

### Die drei Sicherheitsbarrieren



Die Methode der Risikoanalyse besteht darin, mögliche Ursachen für die Freisetzung radioaktiver Stoffe außerhalb der Sicherheitsbarrieren zu ermitteln und Maßnahmen festzulegen, mit denen das Auftreten und die Schwere der Folgen solcher Ereignisse auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden können.

Um die Wirksamkeit der Sicherheitsbarrieren über die Zeit und in allen Situationen aufrechtzuerhalten, werden Materialien und Systeme so konzipiert, dass sie die drei „Sicherheitsfunktionen“ dauerhaft gewährleisten.



Die zur Gewährleistung dieser drei grundlegenden Sicherheitsfunktionen getroffenen Maßnahmen ermöglichen es, den Schutz von Mensch und Umwelt vor ionisierender Strahlung sicherzustellen und somit dieser vierten Sicherheitsfunktion Rechnung zu tragen, die durch den geänderten Erlass vom 7. Februar 2012 zur Festlegung der allgemeinen Vorschriften für kerntechnische Basisanlagen, den sogenannten „INB-Erlass“, eingeführt wurde.

Bei der Auslegung und im Betrieb gliedert sich die mehrstufige Sicherheitsstrategie in fünf Ebenen:

- 1. Prävention (Stufe 1):** Verhindern, dass der Ausfall eintritt;
- 2. Überwachung oder Erkennung (Stufe 2):** das Auftreten des Ausfalls durch Kontrollen und Tests vorhersehen oder den Ausfall sofort nach seinem Auftreten erkennen, um den Normalbetrieb wiederherzustellen;
- 3. Maßnahmen (Stufe 3):** die Folgen des Ausfalls unter Kontrolle bringen oder, falls dies nicht möglich ist, deren Verschlimmerung zu begrenzen, indem die Kontrolle über die Anlage wiedererlangt wird (Verfahren bei Zwischenfällen und Unfällen);
- 4. Abmilderung (Stufe 4):** Bewältigung von Situationen, um die radiologischen Folgen für Umwelt und Menschen zu begrenzen (letzte Maßnahmen);
- 5. Bevölkerungsschutz (Stufe 5):** Diese fünfte Stufe der tiefgestuften Sicherheit fällt in den Zuständigkeitsbereich der Behörden und entspricht der Umsetzung des spezifischen Einsatzplans (PPI) (Schutzsuche, Einnahme von Jodtabletten, Evakuierungen usw.).

Der Nachweis der Beherrschung der radiologischen Risiken der Reaktoren von Tricastin, der in ihrem Sicherheitsbericht festgehalten ist, besteht darin, zu überprüfen, ob die allgemeinen Sicherheitsziele in allen Stör- und Unfallszenarien eingehalten werden. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche Stör- und Unfallszenarien ausgewählt und entsprechend ihrer Häufigkeit in Kategorien eingeteilt. Die Auslegung der Anlagen muss zudem einen angemessenen Schutz vor Szenarien gewährleisten, die durch eine Häufung von Ausfällen oder durch interne



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

- Kontrolle der Kernkettenreaktion im Reaktor,
- Kühlung des Brennstoffs,
- Einschluss radioaktiver Stoffe sowie das ordnungsgemäße Funktionieren der Systeme, die zur Aufrechterhaltung dieser Bedingungen erforderlich sind.

der Reaktoren auf der Anwendung des Konzepts der tiefen Verteidigung, das die Bereitstellung zusätzlicher Mittel zum Schutz dieser Barrieren und zur Begrenzung der Folgen eines Unfalls auf ein für Mensch und Umwelt akzeptables Maß vorsieht. Durch die Einführung zusätzlicher technischer, personeller oder organisatorischer Maßnahmen werden somit aufeinanderfolgende Verteidigungslinien vorgesehen, die so zuverlässig und unabhängig wie möglich sind und es ermöglichen, solche Unfälle zu vermeiden oder deren Folgen zu begrenzen.

oder von Angriffen, die die grundlegenden Sicherheitsfunktionen beeinträchtigen könnten. Anlässlich ihrer 4-periodischen Überprüfung integrieren die Reaktoren von Tricastin in ihr Referenzsystem eine robuste Auslegung für Unfälle mit Kernschmelze. Die untersuchten Szenarien führen zur Einführung von Maßnahmen<sup>8</sup> zur Begrenzung der Folgen dieser Unfälle unter Wahrung der Integrität der 3 Sicherheitsbarriere.

Die Sicherheitsstudien werden nach einem konservativen Ansatz durchgeführt, d. h. unter strengerer Bewertung der Annahmen oder Einflussparameter hinsichtlich des Zustands der Systeme und ihrer Funktionsweise sowie der mit den Szenarien verbundenen physikalischen Phänomene. Bei Bedarf werden Entkopplungsannahmen herangezogen, um Unsicherheiten zu berücksichtigen. Dies gewährleistet Sicherheitsmargen gegenüber den befürchteten Situationen. Somit ist keine der festgestellten Wissenslücken geeignet, die Schlussfolgerungen dieser Studien in Frage zu stellen.

Die Untersuchung der radiologischen Folgen all dieser Szenarien zielt darauf ab, die Angemessenheit der bei der Auslegung und im Betrieb getroffenen Vorkehrungen zu überprüfen, um die Integrität der Sicherheitsbarrieren für radioaktive Stoffe (Brennstoffhüllen, Primärkreislaufbehälter und Reaktorgebäude) sicherzustellen. Dadurch lässt sich auch überprüfen, ob die Freisetzung radioaktiver Stoffe außerhalb des Kraftwerks infolge dieser Störfälle/Unfälle nur begrenzte Folgen für die Bevölkerung und die Umwelt hat. Dabei wird unterschieden zwischen:

→ die radiologischen Folgen von Auslegungsstörfällen und -unfällen (die bei der Auslegung berücksichtigt wurden),

- die radiologischen Folgen von Unfällen im sogenannten ergänzenden Bereich, die ursprünglich bei der Auslegung nicht vorgesehen waren und Szenarien mit Mehrfachausfällen entsprechen. Diese Unfälle werden untersucht, um die mit der Anlage verbundenen Risiken zu verringern, indem ergänzende Bestimmungen in das Anforderungsreferenzsystem aufgenommen werden. Dies gilt insbesondere für den Unfall eines Dampfleitungsbruchs (RTV) in Verbindung mit mehreren Rohrbrüchen in Dampferzeugern (RTGV),
- die radiologischen Folgen hypothetischer Unfälle mit Kernschmelze.

## 422 Beherrschung konventioneller Risiken

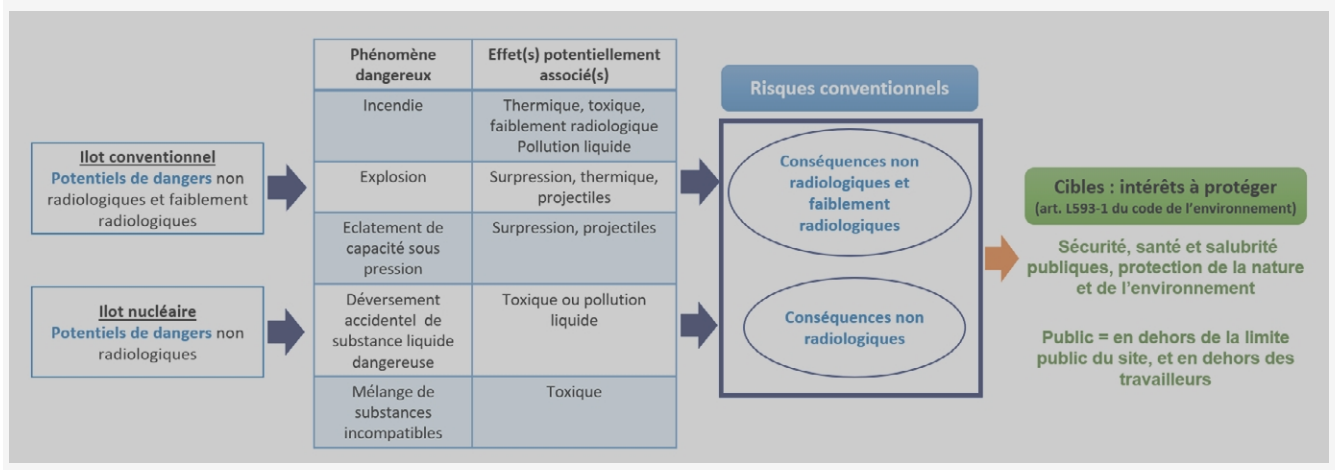
### 422.1. Methodik der Risikoanalyse

Konventionelle Risiken stehen beispielsweise im Zusammenhang mit der Lagerung und Verwendung von brennbaren Stoffen, Chemikalien oder schwach radioaktiven Stoffen in konventionellen Anlagen.

Der Nachweis der nicht-strahlentechnischen Sicherheit soll belegen, dass diese konventionellen Risiken im Hinblick auf die zu schützenden Interessen akzeptabel sind:

- die Bevölkerung: Der Untersuchungsbereich umfasst alle für die Öffentlichkeit zugänglichen Bereiche, die über die Grenzen des Standorts hinausreichen;
- die natürliche Umwelt.

## Die drei Sicherheitsbarrieren



Die potenziellen Auswirkungen dieser konventionellen Risiken nicht-radiologischer oder schwach radiologischer Art außerhalb des Standorts sind folgende:

→ Auswirkungen über die Luft:

- thermische Auswirkungen im Zusammenhang mit einem Brand, einer brennenden Fontäne und einer Explosion,

- toxische Auswirkungen durch die Ausbreitung von Brandrauch in der Atmosphäre, die Verdunstung einer toxischen Flüssigkeitsschicht, das Austreten eines toxischen Gases oder die Vermischung unverträglicher Stoffe,
- Überdruckeffekte infolge einer Explosion oder eines Druckstoßes,

<sup>8</sup> Für die 900-MWe-Stufe sind eine Reihe von Verbesserungen möglich, worauf im weiteren Verlauf des Dokuments gelegentlich eingegangen wird.

- geringfügige radiologische Auswirkungen, die durch die Freisetzung von Radionukliden im Falle eines Brandes in einer geringfügig radiologischen Anlage verursacht werden,
- Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Ausstoß von Projektilen aus rotierenden Maschinen, die durch eine Explosion oder das Bersten eines Behälters verursacht werden.

→ Auswirkungen durch Flüssigkeiten: Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Austritt gefährlicher oder schwach radioaktiver Flüssigkeiten in die Umwelt.

Gefahrenpotenziale werden anhand der Auswirkungen identifiziert und charakterisiert, die sie auf die zu schützenden Interessen haben können. Die identifizierten Gefahrenpotenziale umfassen sowohl die Gefahrenpotenziale, die mit den eingesetzten oder gelagerten Stoffen verbunden sind, als auch die Gefahrenpotenziale, die mit den Tätigkeiten verbunden sind.

**Die Beherrschung konventioneller Unfälle wird durch die Anwendung des Prinzips der tief gestaffelten Verteidigung** und durch die Beherrschung der folgenden Sicherheitsfunktionen **erreicht**:

- die Einschließung gefährlicher und schwach radioaktiver Stoffe,
- den Schutz von Personen und der Umwelt vor toxischen Wirkungen, Überdruckeffekten, thermischen Auswirkungen und den Folgen von Projektilaufprallen.

Die Analyse wird iterativ durchgeführt, bis die Akzeptanz des Risikos nachgewiesen ist, wobei folgende Hebel zum Einsatz kommen:

- Risikominderung an der Quelle: Prüfung der Möglichkeit, die Produktmengen zu reduzieren oder Ersatzprodukte zu verwenden, sofern die betrieblichen Gegebenheiten dies zulassen,
- Ermittlung und Bewertung organisatorischer und technischer Risikokontrollmaßnahmen (Prävention, Überwachung, Schadensminderung) zur Verringerung des Eintritts und/oder der Folgen des Unfallszenarios.

Alle Anlagen, in denen risikobehaftete Tätigkeiten stattfinden oder gefährliche Produkte gelagert werden, unterliegen regelmäßigen Kontrollen. Vorbeugende Wartungsarbeiten werden gemäß den Vorgaben der Hersteller oder auf der Grundlage der mit der Ausrüstung gesammelten Erfahrungen durchgeführt. Jede festgestellte Anomalie ist Gegenstand einer Korrekturmaßnahme zur Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Zustands.

**Dem Brandschutz wird besondere Aufmerksamkeit gewidmet** (Brandschutzplan und Projekt zur Brandrisikokontrolle), und im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses wird eine auf der Grundlage der gewonnenen Erfahrungen aktualisierte Analyse durchgeführt. Die Beherrschung der Brandrisiken stützt sich auf die Verhütung von Brandausbrüchen, die schnelle Erkennung von Brandausbrüchen und deren Löschung sowie die Begrenzung der Ausbreitung und Verschlimmerung eines Brandes.

**Für Auswirkungen durch Flüssigkeiten** im Zusammenhang mit dem versehentlichen Austritt gefährlicher oder schwach radioaktiver Flüssigkeiten wird die Risikokontrolle durch die Einrichtung von Vorrichtungen gewährleistet, die den Austritt der verschütteten Stoffe eindämmen. Einige dieser Vorrichtungen, die die letzte Barriere zum Schutz der Umwelt bilden,

, als wichtige Elemente für den Schutz der Interessen (EIP) definiert, mit den entsprechenden Anforderungen für deren ordnungsgemäße Funktion.

**Die Einhaltung dieser Anforderungen durch den Betreiber ist Gegenstand besonderer Bestimmungen (Überwachung, Kontrolle, Wartung), die somit die Risikokontrolle gewährleisten.**

**Für Auswirkungen über die Luft** ermöglicht eine vorläufige Analyse die Identifizierung von Unfallszenarien, die Auswirkungen außerhalb des Standorts haben könnten, sowie der getroffenen Maßnahmen zur Beherrschung dieser Risiken. Für jedes dieser Unfallszenarien wird eine eingehende Risikoanalyse durchgeführt, um die Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Unfalls sowie die Schwere der Folgen zu bestimmen. Die Maßnahmen, die zur Darstellung der Beherrschung konventioneller Risiken ermittelt wurden, werden dann als Aktivitäten oder Elemente, die für den Schutz der Interessen wichtig sind (AIP und EIP), definiert, mit den damit verbundenen Anforderungen, die für den ordnungsgemäßen Betrieb umgesetzt werden und deren Einhaltung durch den Betreiber Gegenstand besonderer Bestimmungen ist (Überwachung, Kontrolle, Wartung).

Diese Maßnahmen werden im Betrieb überwacht.

## 4.2.2 Zusammenfassung für Tricastin

### Risiken über den Luftweg

Die Risiken über die Luft der betrachteten Unfallszenarien haben, mit Ausnahme der nachstehend genannten Szenarien, keine Auswirkungen außerhalb der Standortgrenzen. Die für das Kernkraftwerk Tricastin durchgeführte Risikoanalyse hat zwei konventionelle Unfallszenarien aufgezeigt, die die zu schützenden Interessen beeinträchtigen könnten:

- Ein Szenario der Ausbreitung einer giftigen Wolke infolge eines Leckages einer Ammoniakflasche in einem Gaslager oder dessen Anlieferungsbereich;
- Ein Szenario einer Überdruckexplosion infolge eines Dichtheitsverlusts einer Acetylenleitung innerhalb eines Labors.
- Die zahlreichen getroffenen Präventionsmaßnahmen tragen dazu bei, solche Unfälle zu vermeiden: Schulung des Einsatzpersonals, Umsetzung detaillierter Verfahren, Anbringung visueller Kennzeichnungen und Einführung von Maßnahmen zur Verbesserung der menschlichen Zuverlässigkeit bei den Tätigkeiten usw. Um sich vor den Risiken zu schützen, die mit dem Verlust der Dichtheit einer Ammoniakflasche im Gaslager oder im Anlieferungsbereich verbunden sind, wurden folgende Vorkehrungen und Mittel als Verteidigungslinien festgelegt:
- Die Betriebsvorschriften begrenzen die Menge und das Fassungsvermögen der zugelassenen Ammoniakflaschen entsprechend den Anforderungen und dem Betrieb des Kernkraftwerks;
- Das ständige Vorhandensein einer Schutzkappe am Ventilkopf während der Handhabung und Lagerung;
- Die Einhaltung der Nutzungs- und Lagerbedingungen für die Flaschen gemäß den Herstellerangaben;

- Die Lagerung der Ammoniakflaschen in betonierten Stellplätzen mit Gitterabdeckung am Eingang;
- Konforme Gasflaschen.



Das Szenario der Ausbreitung einer giftigen Wolke infolge eines Leckages einer Ammoniakflasche in einem Gaslager oder in dessen Lieferbereich weist ein tolerierbares Risikoniveau auf. Die Eintrittswahrscheinlichkeit dieses Ereignisses ist als unwahrscheinlich einzustufen (weniger als einmal alle 1 000 Jahre).

Im Labor wird der Ansatz zur Risikominderung an der Quelle wie folgt umgesetzt:

- Die Anzahl und Kapazität der Acetylenflaschen, die zur Versorgung der Messgeräte des Labors angeschlossen sind, ist begrenzt und entspricht den für den Betrieb der Blöcke des Kernkraftwerks durchzuführenden Analysen;
- Ein niedriger Druck im Acetylen-Versorgungsnetz am Ausgang des Gasraums des Labors, entsprechend dem Betriebsdruck der angeschlossenen Analysegeräte;
- Eine Zwangsbelüftung im Reaktorblocklabor, die im Falle eines Acetylenlecks die Verdünnung fördert;
- In den Räumen, in denen sich die gasbetriebenen Analysegeräte befinden, sind Gasdetektoren installiert. Diese Detektoren sind mit einer ortsfesten Detektionszentrale verbunden, die mit dem Versorgungsventil im Gasversorgungsbereich gekoppelt ist;
- Wartung der Anlagen: Gaswarnsystem, Acetylenleitungen, mit Acetylen betriebene Analysegeräte (Dichtheitsprüfung, einschließlich Schläuche).



Das Explosionszenario infolge eines Dichtheitsverlusts einer Acetylenleitung innerhalb eines Labors stellt ein tolerierbares Risiko dar. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist mit einem unwahrscheinlichen Ereignis verbunden (weniger als einmal alle 1.000 Jahre).

Nach Abschluss des mehrstufigen Sicherheitskonzepts und der Identifizierung mehrerer Hebel zur Risikokontrolle werden alle Risiken für die zu schützenden Interessen als akzeptabel eingestuft.

#### Risiken durch Flüssigtransport

Was Risiken durch Flüssigkeiten betrifft, so wird zur Vorsorge gegen unbeabsichtigte Freisetzungen von gefährlichen oder schwach radioaktiven flüssigen Stoffen in die Umwelt die Eindämmung der ausgetretenen Flüssigkeiten durch die Installation geeigneter Vorrichtungen gewährleistet. Szenarien mit Flüssigkeitsaustritt haben daher keine Auswirkungen auf die Umwelt.

**Die konventionellen Risiken, die das Kernkraftwerk Tricastin für die zu schützenden Interessen darstellt, sind somit unter Kontrolle.**

## 4.3 Alters- und Veralterungsmanagement

Der Ansatz zur Bewältigung der Alterung und zur Behandlung der Veralterung bei den in Betrieb befindlichen Reaktoren der EDF stützt sich auf:

- der Alterungsbeherrschung von Systemen, Strukturen und Komponenten,
- der Instandhaltung,
- dem Umgang mit der Veralterung von Ausrüstung und Ersatzteilen.

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

- den Nachweis, dass nicht austauschbare Materialien ihre Funktion auch nach 40 Jahren noch erfüllen können:
  - Was den Reaktorbehälter von Tricastin betrifft,
    - wird die Wasserdruckprüfung im Rahmen der zehnjährigen Inspektion zur vollständigen Neuzertifizierung des Hauptprimärkreislaufs (CPP) durchgeführt;
    - Es werden Zusammenfassungenunterlagen erstellt, um die Betriebsfähigkeit nach einem konservativen deterministischen Ansatz (Neutronik, Werkstoffe, Mechanik usw.) nachzuweisen. Diese befassen sich sowohl mit der theoretischen Untersuchung des

größten hypothetischen, nicht nachweisbaren generischen Defekts (der alle Reaktorbehälter der 900-MWe-Kraftwerke abdeckt) als auch mit spezifischen Untersuchungen für jeden einzelnen Reaktorbehälter auf der Grundlage der Ergebnisse der bei der<sup>4</sup> Zehnjahresinspektion (VD4) durchgeführten Kontrollen;

- die Einbringung von Hafnium, einem neutronenabsorbierenden Material, in die Brennelemente der Tricastin-Reaktoren gegenüber den am stärksten neutronenbestrahlten Behälterbereichen ermöglicht es, die vom Behälter aufgenommene Neutronenfluenz (integrierter Neutronenfluss über die Betriebsdauer des Reaktors) zu reduzieren.
- Was die Sicherheitsbehälter betrifft, so wird deren mechanischer Zustand kontinuierlich durch Überwachungsvorrichtungen (z. B. Verformungsmessungen) überwacht und bei jeder zehnjährigen Inspektion einer Druckprüfung unterzogen.

→ Nachweis der Funktionsfähigkeit der austauschbaren Bauteile nach 40 Jahren oder deren Austausch bzw. Sanierung.

Komponenten, deren Leistungsfähigkeit aufgrund ihrer Alterung nachlassen kann und deren Ausfall Auswirkungen auf die Sicherheit haben könnte, werden dokumentiert und regelmäßig aktualisiert: Alterungsanalyseblatt pro Anlage und Zusammenfassung der Eignung für den weiteren Betrieb pro Reaktor. In diesem Zusammenhang werden im Rahmen der VD4 der Tricastin-Reaktoren Inspektionen sowie Kontrollen und Wartungsmaßnahmen an den folgenden Systemen, Strukturen und Komponenten durchgeführt: Bauwerke, Leittechnik, für den Einsatz in nuklearen Umgebungen qualifizierte elektrische Kabel, elektrische Durchführungen, mechanische und elektromechanische Ausrüstung, elektrische Ausrüstung und Instrumentierung.

## 4.4

# Nukleare Sicherheit, Reaktor in der endgültigen Stilllegung

Jede Phase des Rückbaus ist mit einem Referenzsystem für nukleare Sicherheit verbunden, das die Durchführung der Arbeiten dieser Phase ermöglicht.

Solange sich Kernbrennstoff in der Anlage befindet, gelten bestimmte im Sicherheitshandbuch für den Betrieb der Anlage beschriebene Ziele der nuklearen Sicherheit weiterhin, insbesondere diejenigen, die sich auf das Lagerbecken des Brennstoffgebäudes beziehen:

- Die Reaktivitätskontrolle der abgebrannten Brennelemente wird durch die Lagerregale gewährleistet, die durch den Einbau von neutronenabsorbierenden Materialien und durch borhaltiges Wasser die Unterkritikalität des Brennstoffs aufrechterhalten.
- Sollte die Kühlung der Becken unterbrochen werden, ist die Ableitung der Restleistung des Brennstoffs kurzfristig nicht beeinträchtigt, da die Leistung sehr gering ist.  
durch die Restwärme des Brennstoffs und die große Wassermenge in den Lagerbecken. Obwohl die Wiederherstellung der Kühlung das Hauptziel ist, könnte die Restwärme auch dadurch abgeführt werden, dass man das Wasser kochen lässt und die Lagerbecken mit Wasser versorgt. Die Wasserzufuhr in das Becken ist über verschiedene Systeme des Kraftwerks möglich, darunter neue Zufuhrvorrichtungen, die nach dem Unfall von Fukushima Daiichi eingerichtet und anschließend in die Sicherheitsrichtlinien der 4-Überprüfung integriert wurden.

Nach der Entsorgung des abgebrannten Brennstoffs beruht die nukleare Sicherheit auf der Beherrschung der Risiken der Freisetzung gefährlicher Stoffe und Substanzen (fest, flüssig oder gasförmig) sowie der Exposition gegenüber gefährlichen Phänomenen (toxische Wirkungen durch flüssige und/oder luftgetragene Freisetzungen, thermische Wirkungen, Überdruck, Projektile, geringfügige Strahlenexposition).

Die zu treffenden technischen Entscheidungen sind solche, die das Prinzip der mehrschichtigen Verteidigung anwenden, indem sie jede größere Freisetzung radioaktiver Stoffe außerhalb des Standorts verhindern und Exposition der Bevölkerung. Sie werden in der Risikomanagementstudie dargelegt, die den gemäß Artikel R. 593-67 des Umweltgesetzbuchs erforderlichen Unterlagen für den Rückbau beizufügen ist.



# 5.

## Bewertung der Auswirkungen des Betriebs auf *die Umwelt*

### 5.1 Vorgehensweise

Abschnitt 5 enthält die Bewertung der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf die Umwelt, sowohl im aktuellen Zustand als auch für die nächsten 10 Jahre.

- die für die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt gewählten Methoden (§ 5.2),
- die mit der Bewertung der Auswirkungen verbundenen Unsicherheiten (§ 5.3),
- die bei der Bewertung verwendeten Daten (§ 5.4),
- den aktuellen Zustand der Umwelt (§ 5.5).

Der Unterabschnitt 5.6 stellt die Wechselwirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt dar, sowohl aktuell als auch für die nächsten 10 Jahre.

In Unterabschnitt 5.7 werden die Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf die Umwelt dargestellt, sowohl aktuell als auch für die nächsten 10 Jahre. Die Auswirkungen einer endgültigen Stilllegung des Kraftwerks werden in Abschnitt 5.7.10 dargestellt.

### 5.2 Methoden zur Bewertung der Auswirkungen

Die nach Bereichen gegliederten Methoden zur Bewertung der Auswirkungen zielen darauf ab, die Folgen des Betriebs des Kraftwerks Tricastin für Gesundheit und Umwelt zu bewerten und dessen Akzeptanz zu begründen.

#### **Luft und klimatische Faktoren**

Die Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf das Klima stützt sich auf die Lebenszyklusanalyse (LCA) der Kernenergie-kWh für den derzeitigen Kraftwerkspark der EDF. Sie wurde von der EDF nach einer standardisierten Methode

und wurde von einem Gremium unabhängiger Experten kritisch geprüft. Sie stützt sich auf die Bestandsaufnahme der Stoff- und Energieflüsse für die verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus, von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Abfallentsorgung.

Die Analyse der Auswirkungen auf die Luftqualität stützt sich auf einen Vergleich der Konzentrationen der freigesetzten Stoffe mit den im Umweltgesetzbuch (R. 221-1) festgelegten Luftqualitätsnormen.

## Oberflächengewässer

Die Bewertung der Auswirkungen der Einleitung flüssiger chemischer Abwässer auf die Qualität des Oberflächenwassers stützt sich auf:

- eine rückblickende Analyse der Auswirkungen früherer und aktueller Einleitungen flüssiger Chemikalien auf der Grundlage von Daten aus der chemischen und hydroökologischen Überwachung, die stromaufwärts und stromabwärts des Kraftwerks durchgeführt wurde;
- eine quantitative Bewertung der Auswirkungen der Einleitung flüssiger Chemikalien für jeden einzelnen Stoff, basierend auf dem Vergleich der in der Umwelt berechneten Konzentrationen mit Referenzwerten (Grenzwerte, Richtwerte, ökotoxikologische Daten usw.).

## Böden und Grundwasser

Die Bewertung der Auswirkungen auf Böden und Grundwasser basiert auf:

- der Erstellung eines Zustandsberichts über Böden und Grundwasser des Kraftwerks, der auf einer Analyse historischer Daten und einer Bilanz der am Standort durchgeführten piezometrischen Überwachung basiert und durch Messkampagnen ergänzt wird;
- dem Vergleich mit Referenzdaten für Böden: Daten zur Bodenqualität der Umgebung (ausgenommen Gebiete, die potenziell von der Anlage beeinflusst werden), Daten aus spezifischen Studien oder nationalen Programmen;
- den Vergleich mit den Wasserqualitätsgrenzwerten für das Grundwasser (Verordnung vom 11. Januar 2007 über Grenzwerte und Qualitätsreferenzwerte für Rohwasser und Wasser für den menschlichen Gebrauch, Verordnung vom 17. Dezember 2008 zur Festlegung der Bewertungskriterien und der Modalitäten zur Bestimmung des Zustands des Grundwassers, WHO-Leitlinien für die Trinkwasserqualität von 2017 sowie Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung von Grundnormen für den Gesundheitsschutz gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlung).

## Radioökologie

Die Bewertung der Auswirkungen der Ableitung flüssiger und atmosphärischer radioaktiver Stoffe auf die Umwelt basiert auf:

- einer rückblickenden Analyse der Auswirkungen der bisher erfolgten Ableitungen unter Berücksichtigung der Ergebnisse des ursprünglichen Referenzzustands, der Zehnjahresbilanzen und der jährlichen Nachverfolgungen;
- einer prospektiven (für die Zukunft gerichteten) Analyse, die mit dem europäischen Tool ERICA (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management) zur Bewertung des radiologischen Risikos für terrestrische und aquatische Ökosysteme im Zusammenhang mit den Ableitungen radioaktiver Abwässer aus dem Kernkraftwerk Tricastin unter Berücksichtigung der zulässigen Ableitungsgrenzwerte durchgeführt wird.

Das Prinzip dieser Bewertung beruht auf einem Vergleich der durch radioaktive Freisetzungen verursachten Dosisleistung mit einem Dosisleistungswert ohne Auswirkungen für jeden Referenzorganismus. Dieser Vergleich führt zur Berechnung eines Risikoindex. Liegt der Risikoindex unter 1, kann davon ausgegangen werden, dass das Risiko vernachlässigbar ist.

## Biodiversität

Die Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf die Biodiversität stützt sich auf:

- der Untersuchung der Naturräume, Lebensräume, Fauna, Flora und ökologischen Funktionen im Untersuchungsgebiet (Literaturrecherchen und Felduntersuchungen);
- der Analyse der Auswirkungen jeder Wechselwirkung des Kernkraftwerks Tricastin mit den Naturräumen, der Fauna, der Flora und den ökologischen Funktionen.

## Bevölkerung und menschliche Gesundheit

**Die dosimetrischen Auswirkungen** der Ableitung radioaktiver Abwässer berücksichtigen die interne und externe Strahlenexposition, die mit der Ableitung flüssiger radioaktiver Abwässer und der Freisetzung in die Atmosphäre verbunden ist.

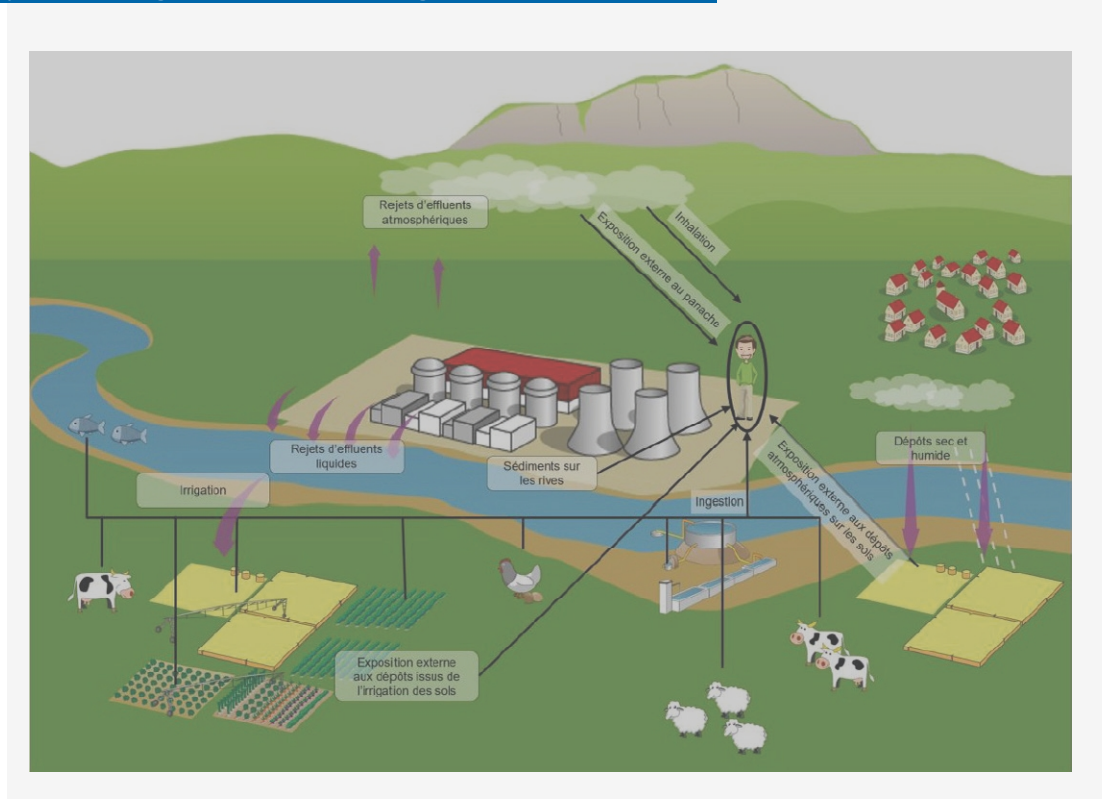
Die folgenden Expositionswege werden berücksichtigt (siehe Abbildung unten):

- externe Exposition gegenüber radioaktiven Abgasen in der Atmosphäre, radioaktiven Ablagerungen aus der Atmosphäre auf dem Boden, Ablagerungen durch Bodenbewässerung sowie Sedimenten an den Ufern;
- interne Exposition durch Einatmen und durch den Verzehr von Lebensmitteln.

Zur Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen der mit dem Betrieb von Kernkraftwerken verbundenen Freisetzungen radioaktiver Stoffe auf die Bevölkerung verfügt EDF über ein vom Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (IRSN) (heute Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz – ASNR) entwickelt wurde.

Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Charakterisierung der Ableitungen radioaktiver Abwässer;
- Charakterisierung der Umgebung des Standorts;
- Bewertung der Verteilung der freigesetzten Radionuklide in den verschiedenen Umweltkompartimenten bis hin zum Menschen: Atmosphäre, Gewässer, Landwirtschaft (Pflanzen, Tiere, Böden);
- Bewertung der Exposition der Anrainer;
- Darstellung der Ergebnisse mit einem Vergleich der von der repräsentativen Person aufgenommenen Gesamtwirksame Dosis mit dem gesetzlichen Grenzwert von 1 mSv/Jahr.



Bei **der Bewertung der Gesundheitsrisiken** im Zusammenhang mit der Ableitung flüssiger chemischer Stoffe stützt sich die angewandte Methodik auf den methodischen Leitfaden des Nationalen Instituts für Umwelt und Risiken (INERIS) „Bewertung des Zustands der Umwelt und der Gesundheitsrisiken“. Der Ansatz gliedert sich in zwei Schritte:

- die Interpretation des Zustands der Umwelt (IEM), die auf der Grundlage von Überwachungsdaten und spezifischen Messungen durchgeführt wird;
- die prospektive Bewertung der Gesundheitsrisiken (EPRS), die auf der Modellierung der dem Standort Tricastin zuzuschreibenden Emissionen basiert. Die EPRS gliedert sich in fünf Schritte:
  - Bestandsaufnahme der freigesetzten Stoffe,
  - Bestandsaufnahme der Risiken und Expositionswege,
  - Identifizierung der Gefahren, Bewertung der Dosis-Wirkungs-Beziehungen und Identifizierung der Gesundheitsrisikomarker,
  - Bewertung der Exposition der Bevölkerung,
  - Risikocharakterisierung.

Die Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit chemischen Emissionen in die Atmosphäre werden qualitativ bewertet, unter Berücksichtigung der geringen Mengen an chemischen Emissionen in die Atmosphäre, ihrer kurzen Dauer, ihres seltenen Auftretens oder des Fehlens eines toxikologischen Referenzwerts (TRW).

Die Bewertung der **Lärmbelastung** durch das Kraftwerk Tricastin stützt sich auf akustische Messkampagnen in der Umgebung, in Gebieten mit geregelter Lärmbelastung und an der Grenze zu

die Einrichtung. Diese Kampagnen stützen sich auf eine Methodik, die auf der Norm NF S 31-010 zur Charakterisierung und Messung von Umgebungslärm basiert.

#### Menschliche Aktivitäten

Die Bewertung der Auswirkungen auf menschliche Aktivitäten erfolgt auf der Grundlage von Umweltaspekten:

- unter Heranziehung öffentlicher und validierter Daten (z. B. Daten zum Straßenverkehr, zur Flächennutzung, zum Wasserverbrauch);
- unter Berücksichtigung der Bewertungen der gesundheitlichen Auswirkungen der Emissionen des Kraftwerks.

#### Abfallwirtschaft

Die Auswirkungen der anfallenden Abfälle stützen sich im Wesentlichen auf die Analyse der umgesetzten Maßnahmen in Bezug auf Abfallzonierung, Charakterisierung, Sortierung, Behandlung, Verpackung und Kontrolle sowie auf die Analyse der Betriebserfahrungen des Kraftwerks.

Die Quantifizierung der anfallenden Abfälle und die Schätzung der voraussichtlichen Abfallmengen für die kommenden Jahre basieren auf den Daten aus den vom Kraftwerk erstellten jährlichen Abfallbilanzberichten. Diese Berichte liefern quantitative und qualitative Daten zu den vom Kraftwerk erzeugten Abfällen und geben an, in welche Entsorgungswege die Abfälle geleitet wurden und werden.

## 5.3

# Unsicherheiten bei der Bewertung der Auswirkungen

Die im vorigen Absatz vorgestellten Methoden zur Folgenabschätzung entsprechen dem aktuellen Stand der Technik und basieren auf den verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Dank wissenschaftlicher Fortschritte können die Umweltüberwachung sowie die Entwicklung von Annahmen und Berechnungsmodellen kontinuierlich verbessert werden.

In die Folgenabschätzungen fließen konservative Annahmen ein. Die wichtigste konservative Annahme besteht darin,

die Wechselwirkungen mit der Umwelt als einen angemessenen Rahmen für die tatsächlich zu beobachtenden Wechselwirkungen zu betrachten. Weitere Sicherheitsmargen werden in die verschiedenen Bewertungen integriert, insbesondere in die Expositionsszenarien. So wird beispielsweise davon ausgegangen, dass die Anrainer ausschließlich Leitungswasser aus der nächstgelegenen Entnahmestelle konsumieren, ohne dass der Abbau der Stoffe berücksichtigt wird.

## 5.4

# In der Bewertung verwendete Daten

Die folgenden Daten wurden zur Bewertung der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin herangezogen:

- Daten zu den Wechselwirkungen des Kraftwerks mit der Umwelt, die in Abschnitt 5.6 näher erläutert werden;
- Daten zum aktuellen Zustand der Umwelt, die größtenteils aus den vom Kernkraftwerk Tricastin durchgeführten Umweltstudien stammen. Diese Daten werden in Abschnitt 5.5 vorgestellt und betreffen:
  - die Luftqualität;
  - die Meteorologie;
  - die Qualität der Oberflächengewässer;
  - den Zustand von Böden und Grundwasser;
  - den radiologischen Zustand der Umwelt;
  - die biologische Vielfalt;
  - Bevölkerung und menschliche Aktivitäten.



Das Kernkraftwerk Tricastin übermittelt regelmäßig Daten zur Überwachung seiner Ableitungen und der Umwelt:

- Die Ergebnisse der Umweltüberwachung rund um das Kraftwerk werden an das Nationale Messnetz für Radioaktivität in der Umwelt übermittelt, das unter der Schirmherrschaft der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz entwickelt wurde. Die Daten sind auf der Website des Nationalen Messnetzes (<https://www.mesure-radioactivite.fr/>) verfügbar.
- Das Kraftwerk veröffentlicht auf seiner Website monatlich Daten zur Überwachung der Ableitungen und der Umwelt.
- Ein jährlicher Bericht zur Umweltüberwachung wird ebenfalls auf der Website zur Verfügung gestellt.

Weitere Informationen finden Sie im Leitfaden „Kernkraftwerke und Umwelt“, der die Wechselwirkungen von Kernkraftwerken mit der Umwelt und die damit verbundenen Überwachungsmaßnahmen beschreibt.

## 5.5 Aktueller Zustand der Umwelt

### 55.1. Luft und klimatische Faktoren

#### Klima

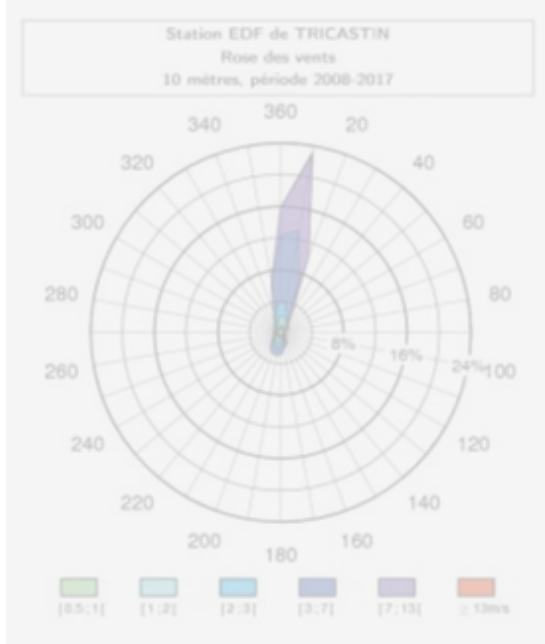
Die Region um das Kernkraftwerk Tricastin weist ein mediterranes Klima auf, das durch milde Winter und heiße, trockene Sommer gekennzeichnet ist. Das Kraftwerk liegt im Rhonetal zwischen dem Piémont Cévenol und dem Nyonsais-Baronnies und unterliegt ganz besonderen Windverhältnissen, wobei der Mistral im Winter deutlich an Stärke zunimmt.

Im Zeitraum von 2008 bis 2017 lagen die monatlichen Durchschnittstemperaturen in Tricastin zwischen 5,5 °C (im Januar) und 24,3 °C (im Juli); es regnet durchschnittlich an 120 Tagen im Jahr; die vorherrschenden Winde kommen aus nördlicher Richtung, die sekundären Winde aus südlicher Richtung.

#### Luftqualität

Die Luftqualität rund um das Kernkraftwerk Tricastin gilt als gut, wobei jedoch die gesetzlichen Zielwerte für Ozon ( $O_3$ ) überschritten werden.

Windrose, gemessen in 10 Metern Höhe an der Wetterstation des Kraftwerks Tricastin, Zeitraum 2013–2022



### 55.2 Oberflächengewässer

#### Hydrologie

Das Kernkraftwerk Tricastin liegt im Einzugsgebiet der Rhône auf dem Gebiet der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux im Département Drôme.

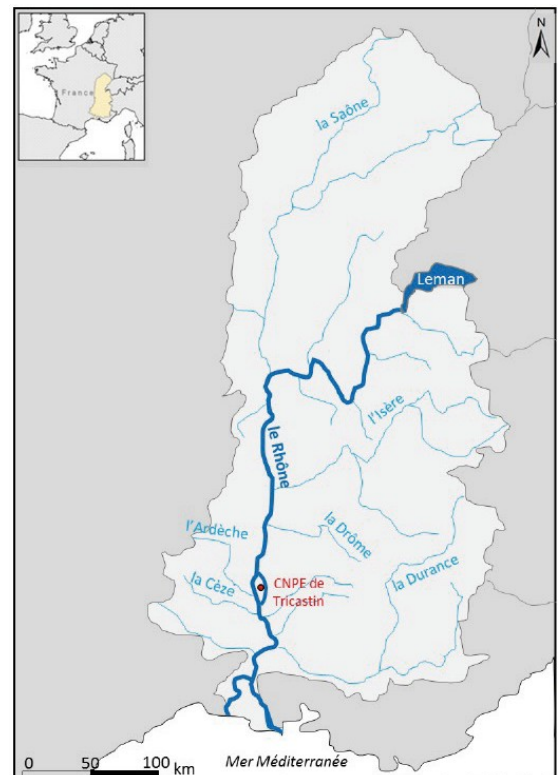
Das Kraftwerk liegt auf einer Insel, die im Westen von der Vieux-Rhône und im Osten vom Donzère-Mon-Dragon-Kanal begrenzt wird. Das Kernkraftwerk befindet sich am Rande des Kanals. Das 1952 errichtete Donzère-Mondragon-Projekt umfasst einen langen Umleitungskanal (ca. 30 km) und das Schleusenkraftwerk Blondel in Bollène (3 km flussabwärts vom Kraftwerk Tricastin). Dieser Kanal befindet sich in einer künstlichen Umgebung mit betonierten Ufern.

Die Aufteilung des Wassers erfolgt bei Donzère, etwa 10 km stromaufwärts des Kraftwerks Tricastin. Vor dem Zusammenfluss nimmt die Rhône das Wasser der Ardèche auf.

Im Bereich des Kraftwerks Tricastin weist die Rhône ein nivopluviales Abflussregime auf, das zudem vom mediterranen Klima beeinflusst wird (kurzzeitige, sehr intensive Hochwasserereignisse im Herbst infolge heftiger Gewitter, die in dieser Jahreszeit im Südosten häufig auftreten). Die Hochwasserperioden finden in der Regel zwischen November und Mai statt.

Der durchschnittliche jährliche Abfluss beträgt in Pont de Viviers (an der Rhône, 18 km stromaufwärts des Kraftwerks) im Zeitraum 1920–2017 1 480 m<sup>3</sup>/s, und von 1.248 m<sup>3</sup>/s im Kanal von Donzère-Mon-Dragon im Zeitraum 1952–2017. Die Rhône dient als Abfluss für den Überschusswasserabfluss des Kanals von Donzère-Mon-Dragon.

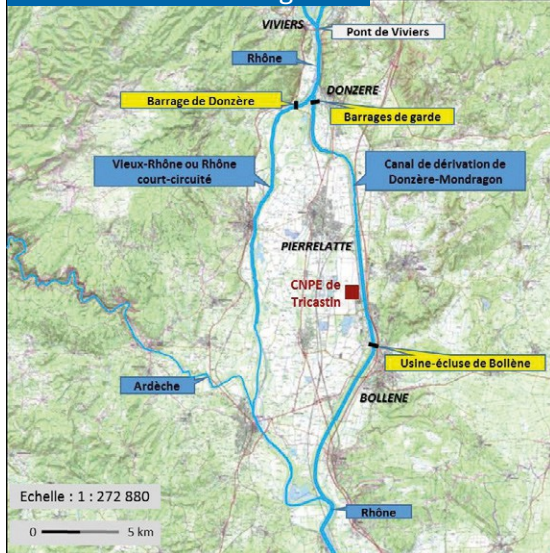
#### Lage des Kraftwerks Tricastin im Einzugsgebiet der Rhône



## Thermisches Regime

Die Analyse des thermischen Regimes der Rhône oberhalb des Kraftwerks Tricastin wurde auf der Grundlage der Aufzeichnungen der Rhône-Temperaturen, die stromaufwärts des Kraftwerks im Zeitraum 1977–2019 gemessen wurden.

### Ausbau von Donzère-Mondragon



Das Ergebnis dieser Analyse lautet wie folgt:

- Die Schwankungen innerhalb eines Tages sind relativ gering, wobei im Sommer höhere Werte zu verzeichnen sind, d. h. durchschnittliche Schwankungen von 0,7 °C (+/- 0,3 °C). Im Winter liegen die durchschnittlichen Schwankungen bei etwa 0,4 °C (+/- 0,2 °C).
- Die saisonale Schwankung ist ausgeprägt, mit Medianwerten von etwa 20 °C im Sommer und 7 °C im Winter. Während der gesamten Sommerperiode (von Juni bis September) liegt die Temperatur in 11 % der Zeit über 23 °C und in etwa 1,2 % der Zeit über 25 °C.
- Die Analyse der beobachteten Schwankungen von Jahr zu Jahr zeigt einen deutlichen Aufwärtstrend der Wassertemperaturen seit Ende der 1970er Jahre 70er Jahren. Die festgestellte durchschnittliche Veränderung beträgt +1,3 °C zwischen den Zeiträumen 1977–1997 und 1998–2019, wobei der Anstieg bei den durchschnittlichen Sommertemperaturen stärker ausgeprägt ist.

### Physikalisch-chemische und biologische Qualität

Das Kernkraftwerk Tricastin entnimmt Wasser aus der Rhône und leitet Abwasser in den Fluss ein, und zwar in dem Gewässerabschnitt zwischen dem Zusammenfluss mit der Isère und der Stadt Avignon. Die 2019 von der Wasserbehörde Rhône Méditerranée Corse für diesen Gewässerabschnitt durchgeführte Bewertung des ökologischen und chemischen Zustands ergab ein **mittleres ökologisches Potenzial** (abwertendes Element: Kieselalgen) und einen **guten chemischen Zustand**.

Die Ergebnisse der hydroökologischen und chemischen Überwachung im Zeitraum 2008–2017 zeigen eine zufriedenstellende Qualität sowohl hinsichtlich der physikalisch-chemischen Parameter als auch der biologischen Indizes, auch wenn die Situation in Bezug auf die Biologie kontrastreicher erscheint

in Bezug auf die Biologie (größere Schwankungen je nach Jahr oder betrachtetem Gewässerabschnitt).



### Der ökologische Zustand eines

Oberflächengewässers im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird anhand der Zusammenfassung mehrerer Kriterien definiert: Elemente der , die die Biologie stützen, spezifische Schadstoffe, hydromorphologische Elemente sowie biologische Elemente (biologische Indizes für Makroinvertebraten, Fische, Makrophyten und Kieselalgen).

Der chemische Zustand eines Oberflächengewässers wird anhand der Konzentration bestimmter Schadstoffe (chemischer Substanzen) in verschiedenen Matrizen (Wasser, Biota und/oder Sedimente) im Vergleich zu den Umweltqualitätsnormen (UQN) bestimmt.

## 5.5.3. Böden und Grundwasser

### Geologie

Das Kernkraftwerk Tricastin zeichnet sich durch eine geotechnische Einhausung aus, die die Produktionsanlagen umgibt. Diese Einhausung schränkt den Austausch im Untergrund zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Einhausung stark ein.

Die natürliche Geländehöhe lag ursprünglich zwischen 48,5 und 51,5 m NGF O. Die Plattform des Kraftwerks wurde auf eine Höhe von 52 m NGF O aufgeschüttet. Außerhalb der Umfriedung wurde diese Aufschüttung bis auf eine Höhe von 51,5 m NGF O mit Hilfe von Aushubmaterial aus den Baugruben und dem Entnahmebereich durchgeführt. Innerhalb der Umfriedung wurde diese Aufschüttung bis auf eine Höhe von 51,5 m NGF O mit Hilfe von Aufschüttungen aus sandig-kiesigem Schwemmland durchgeführt. Zwischen den Höhen 51,5 und 52 m NGF O wurde eine Schicht aus sandig-kiesigem Schwemmland, die systematisch verdichtet wurde, eingebracht, um eine gute Befahrbarkeit zu gewährleisten.

Die Böden des Kraftwerks bestehen somit zwischen den Höhen 38 und 52 m NGF O aus einer Abfolge verschiedener Bodenarten: pleistozäne Aufschüttung des Paläotals der Rhône, grobkörnige Schwemmböden der Rhône, oberflächlicher Schluff und Aufschüttung.

### Hydrogeologie

Im Bereich des Kraftwerks Tricastin fließt das Grundwasser in die Aufschüttungen der Plattform und in die vorhandenen Schwemmböden der Rhône-Ebene. Diese durchlässigen Formationen sind 12 bis 14 m dick und liegen auf den sehr wenig durchlässigen Mergeln aus dem Pliozän.

Chemische Analysen des Grundwassers im Bereich des Kraftwerks haben gezeigt, dass die entnommenen Proben bei den meisten Parametern im Allgemeinen der anthropogenen Hintergrundbelastung entsprechen.

Was die Aktivitäten des Kraftwerks betrifft, so waren diese Ursache für Markierungen im Grundwasser (aufgrund von Verschüttungen oder Leckagen in den Leitungsnetzen). Es wurden Abhilfemaßnahmen ergriffen. Darüber hinaus bieten die geotechnischen Einfassungen zusätzlichen Schutz.

Tatsächlich begrenzt die geotechnische Einfassung den Abfluss innerhalb des alluvialen Grundwasserleiters im Bereich der Kernkraftwerksblöcke. Der Grundwasserspiegel im alluvialen Grundwasserleiter wird innerhalb dieser Einfassung durch regelmäßiges Abpumpen im südwestlichen Bereich der Einfassung auf einem niedrigen Niveau gehalten.

So wurden bei den Probenahmen außerhalb der geotechnischen Einfassung des Kernkraftwerks Tricastin keine Überschreitungen chemischer oder radiologischer Grenzwerte festgestellt.

Außerhalb des Kraftwerks wird das Wasser des Grundwasserspiegels der Ebene von Pierrelatte für den häuslichen, landwirtschaftlichen und industriellen Bedarf sowie für die Trinkwasserversorgung genutzt.

#### **Zustand der Böden**

Der Bau des Kraftwerks hat die Topografie und Geologie des Kraftwerksgeländes verändert und die gesamte Fläche des Kraftwerksgeländes anthropogen geprägt. Der Betrieb des Kraftwerks könnte zu einer Kontamination der Böden mit Kohlenwasserstoffen geführt haben.

Maßnahmen zur Durchführung ergänzender Untersuchungen sind im Gange oder wurden bereits durchgeführt, um die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen zu ermitteln und so gegebenenfalls die Umweltauswirkungen zu begrenzen oder zu beseitigen.

Im Verlauf dieser Untersuchungen zeigten die Ergebnisse der chemischen Analysen, dass die entnommenen Proben bei den meisten Parametern im Allgemeinen dem anthropogenen Hintergrundwert entsprachen.

An bestimmten Bohrstellen wurden für die folgenden Parametergruppen Konzentrationen gemessen, die über den festgelegten Vergleichswerten (für das Kernkraftwerk Tricastin definierte Referenzwerte) lagen: Gesamtkohlenwasserstoffe, Phenole und Naphthalin, Spurenmetalle, Stickstoff- und Phosphatverbindungen, Chloride. Die meisten dieser Überschreitungen sind punktuell (eine einzige Messstelle pro Gebiet), und bei den betroffenen Messstellen zeigten die Bodenproben aus den darunterliegenden Schichten keine Anomalien in der Tiefe. Es handelt sich also um lokale, vereinzelte und sporadische Überschreitungen. Die Ergebnisse zeigten keine radiologische Markierung in den untersuchten Gebieten.

## **5.5.4. Radioökologie**

Die Umgebung im Umkreis des Kernkraftwerks Tricastin ist Gegenstand radioökologischer Studien, die zum einen darauf abzielen, die wichtigsten Radionuklide zu identifizieren, die vor der Inbetriebnahme des Kraftwerks in den verschiedenen Matrizen der terrestrischen und aquatischen Umwelt vorhanden waren, und andererseits langfristig zu bewerten, inwieweit die Ableitungen des Kraftwerks im Vergleich zu anderen identifizierten Quellen zur Radioaktivität in der Umwelt beitragen.

#### **Ursprung der Radioaktivität in der Umwelt**

Bei der Auswertung der Radioaktivitätsmessungen muss zwischen natürlich in der Umwelt vorkommenden Radionukliden (kosmischer und tellurischer Ursprung) und solchen unterschieden werden, die künstlich bei Kernspaltungs- oder Aktivierungsreaktionen entstehen (Atomtests in der Atmosphäre, Nuklearunfälle, Einleitung radioaktiver Abwässer aus Industrie und Krankenhäusern).

#### **Radiologischer Zustand der Umwelt**

Die Auswertung der Ergebnisse der vom Betreiber durchgeführten radioökologischen Untersuchungen in der Umgebung des Standorts Tricastin zeigt, dass die natürliche Komponente der Radioaktivität hauptsächlich auf Kalium-40 und Beryllium-7 zurückzuführen ist.

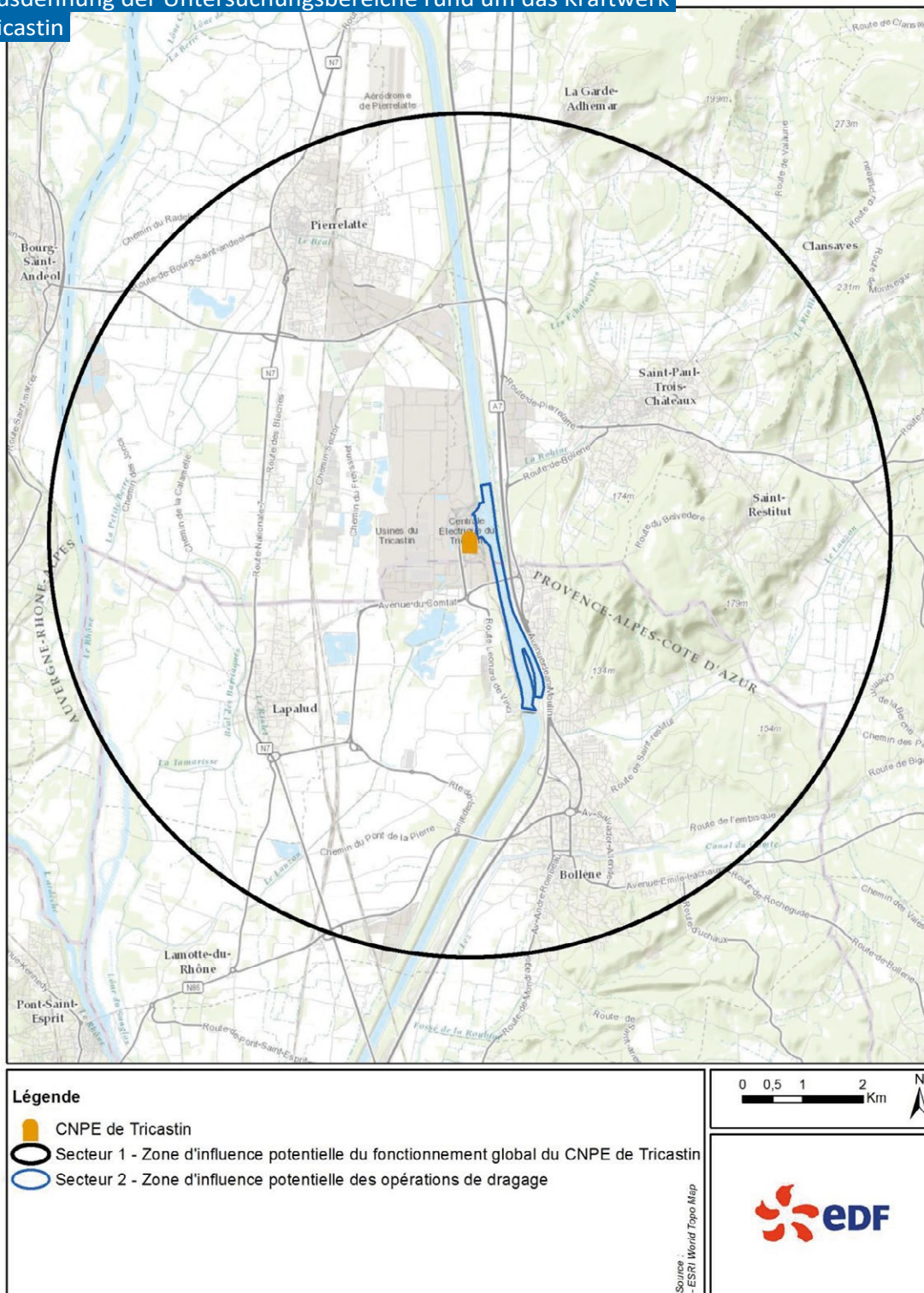
Darüber hinaus stammt die künstliche Radioaktivität überwiegend aus den Nachwirkungen des radioaktiven Niederschlags von Atomtests in der Atmosphäre, den Unfällen von Tschernobyl und in geringerem Maße von Fukushima-Daiichi sowie aus der Ableitung flüssiger radioaktiver Abwässer aus dem Kernkraftwerk Tricastin und den vorgelagerten Anlagen (Kernkraftwerke Bugey, Cruas-Meysses, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil und Standort Marcoule), aber auch aus früheren Einleitungen der Uhrenindustrie stromaufwärts in die Rhône.

## **5.5.5. Biodiversität**

Die Analyse der ökologischen Herausforderungen rund um das Kernkraftwerk Tricastin wurde durchgeführt:

- zunächst durch die Beschreibung der bemerkenswerten Naturräume und ökologischen Funktionen in einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk;
- in einem zweiten Schritt durch die Durchführung einer Studie zu den Auswirkungen auf zwei in diesem Umkreis enthaltene Sektoren:
- Sektor 1 entspricht dem Einflussbereich, der mit dem Gesamtbetrieb des Kraftwerks verbunden ist,
- Sektor 2 entspricht dem Einflussbereich, der insbesondere mit den Instandhaltungsarbeiten an den Wasserentnahmestellen (Ausbaggern) verbunden ist.

## Ausdehnung der Untersuchungsbereiche rund um das Kraftwerk Tricastin



### Bemerkenswerte Naturräume

Die bemerkenswerten Naturräume, die in einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk erfasst wurden, sind folgende:

- vier Gebiete des Natura-2000-Netzwerks;
- zwei sensible Naturräume (ENS);
- ein vom Conservatoire d'Espaces Naturels verwaltetes Gebiet;
- 85 Feuchtgebiete;
- 15 Naturschutzgebiete von ökologischem, faunistischem und floristischem Interesse (ZNIEFF) vom Typ I und 8 vom Typ II.



Die **Naturschutzgebiete von ökologischem, faunistischem und floristischem Interesse**, sogenannte ZNIEFF, entsprechen Gebieten von ökologischem Interesse, die eine biologische Vielfalt von kulturellem Wert beherbergen. Sie dienen als Instrument zum Verständnis der natürlichen Lebensräume.

### Große natürliche Lebensraumkomplexe

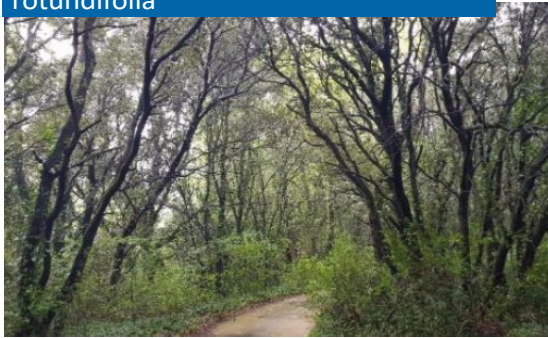
In Sektor 1 nehmen Wald- und Agrarflächen die größte Fläche ein. Die thermophilen Eichenwälder des oberen Mittelmeerraums sind nach wie vor der am stärksten vertretene natürliche (nicht vom Menschen beeinflusste) Lebensraum; sie befinden sich im östlichen Teil des Donzère-Mondragon-Kanals.

In Sektor 2 liegen die ökologischen Herausforderungen hauptsächlich bei der unter Wasser stehenden, im Kanal verwurzelten Vegetation, die eine Herausforderung darstellt, da es sich um einen Lebensraum von gemeinschaftlichem Interesse handelt. Geringere Herausforderungen wurden in den eher xerophilen Gebieten (xerophile Brachflächen, Thymian-Garrigue) festgestellt, den am häufigsten vorkommenden Lebensräumen in diesem Sektor. Die Bereiche mit Steinschüttungen und Strauchgebüsch stellen hingegen eine geringere Herausforderung dar.

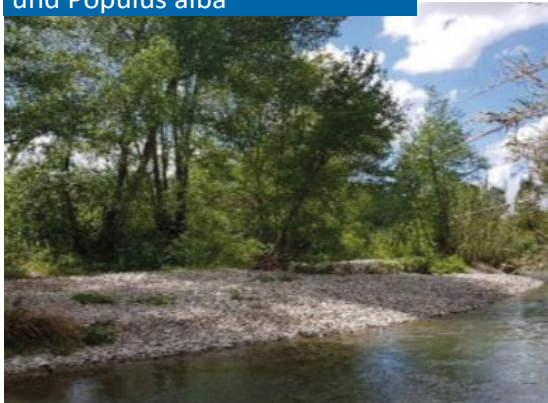
### Vegetation

Die Mehrheit der im Untersuchungsgebiet beobachteten aquatischen, semi-aquatischen und terrestrischen Pflanzenarten ist häufig bis sehr häufig und trägt zur gewöhnlichen Biodiversität bei. Mehr als hundert bemerkenswerte Pflanzenarten könnten im Untersuchungsgebiet vorkommen. Im Untersuchungsgebiet wurden invasive Arten erfasst, insbesondere 7 terrestrische Arten.

### Wälder mit *Quercus ilex* und *Quercus rotundifolia*



### Galerie-Wälder mit *Salix alba* und *Populus alba*



### Fauna

Die meisten Tierarten sind häufig bis sehr häufig und tragen zur allgemeinen Artenvielfalt bei. Die durch Feldinventare ergänzten Literaturdaten haben das Vorkommen von Arten im Untersuchungsgebiet aufgezeigt, die als „bemerkenswert“ bezeichnet werden können. Es ist jedoch anzumerken, dass das Untersuchungsgebiet (Sektoren 1 und 2) keine spezifischen ökologischen Herausforderungen aufweist.

### Europäischer Biber (*Castor fiber*)



### Graslin-Libelle (*Gomphus graslinii* Rambur)



### Ökologische Merkmale

In einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk sind mehrere unterschiedliche Lebensräume vorhanden. Die westliche Hälfte des 10-km-Umkreises wird insgesamt von landwirtschaftlichen Flächen dominiert. Das Gewässernetz ist in der Ebene recht dicht.

Die Hälfte weist ein Landschaftsbild auf, das stärker durch Reliefs geprägt ist, die sich durch ihre Natürlichkeit auszeichnen. Die Heckenlandschaft innerhalb dieser Agrarlandschaften ist zudem dichter, wodurch dieser Hügel mit den umliegenden Hügeln (darunter das Uchaux-Massiv) verbunden ist.

Das Kernkraftwerk Tricastin liegt am Ufer der Rhône und befindet sich in einem vom Menschen geprägten und eingezäunten Gebiet, das von den funktionalen Korridoren des Sektors abgeschnitten ist. Die Tierwelt umgeht das Kraftwerk bereits bei ihren Wanderungen.



**Ökologische Korridore** stellen Verbindungen zwischen Biodiversitätsreservoirs sicher und bieten den Arten günstige Bedingungen für ihre Wanderung und die Vollendung ihres Lebenszyklus.

## Natura-2000-Gebiete

Im Untersuchungsgebiet der Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen von Natura 2000, das der Überlagerung der potenziellen Einflussbereiche auf die terrestrische und aquatische Umwelt entspricht, wurden vier Natura-2000-Gebiete ausgewiesen.

Es handelt sich um das **besondere Schutzgebiet (ZPS)** und die folgenden drei **besonderen Erhaltungsgebiete (ZSC)**:

- das ZPS FR9312006 „Marais de l'Île Vieille und Umgebung“;
- das ZSC FR9301590 „Le Rhône aval“;
- das ZSC FR8201677 „Auengebiete der unteren Rhône“;
- das besondere Schutzgebiet FR8201676 „Sables du Tricastin“.

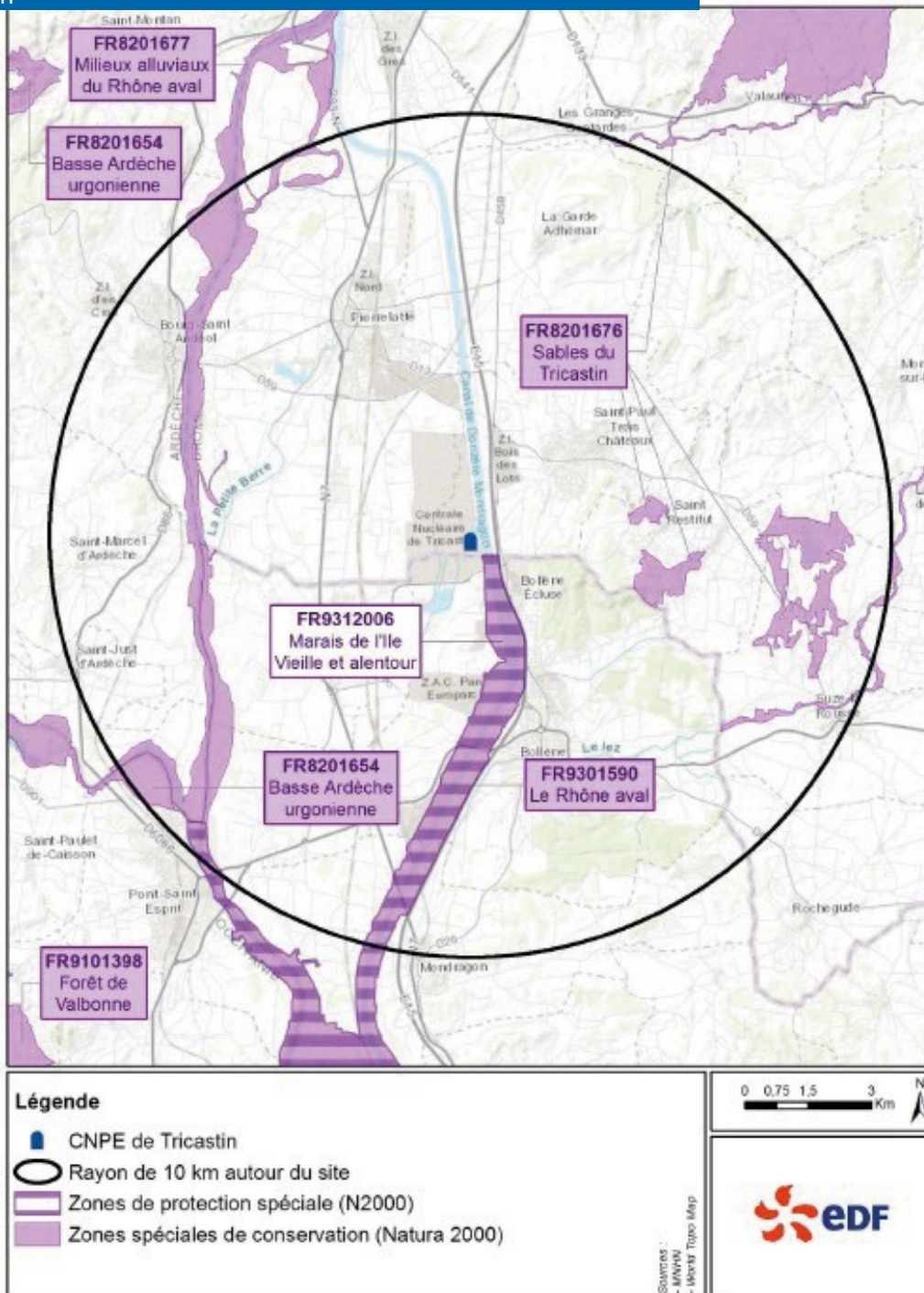


**Natura 2000** ist ein europäisches ökologisches Netzwerk von Naturgebieten, die aufgrund der Seltenheit oder Empfindlichkeit wildlebender Tier- und Pflanzenarten und ihrer Lebensräume ausgewiesen wurden.

Das Netzwerk besteht aus:

- aus besonderen Schutzgebieten (**ZPS**), die der Erhaltung wildlebender Vogelarten dienen;
- Besondere Schutzgebiete (**ZSC**), die dem Schutz von Naturräumen sowie der Flora und Fauna von hohem ökologischem Wert dienen.

## Natura-2000-Gebiete im Umkreis von 10 km um Tricastin



## 5.5.6. Bevölkerung und menschliche Gesundheit

### Bevölkerung

Der auf 50 km erweiterte Untersuchungsbereich soll die Verteilung der Bevölkerung rund um das Kernkraftwerk Tricastin darstellen, während der Bereich in einem Umkreis von 10 km werden die relevanten Populationen ermittelt. Im Umkreis von 50 Kilometern beträgt die durchschnittliche Bevölkerungsdichte etwa 114 Einwohner/km<sup>2</sup>, während sie im Umkreis von 10 Kilometern bei etwa 154 Einwohnern/km<sup>2</sup> liegt.

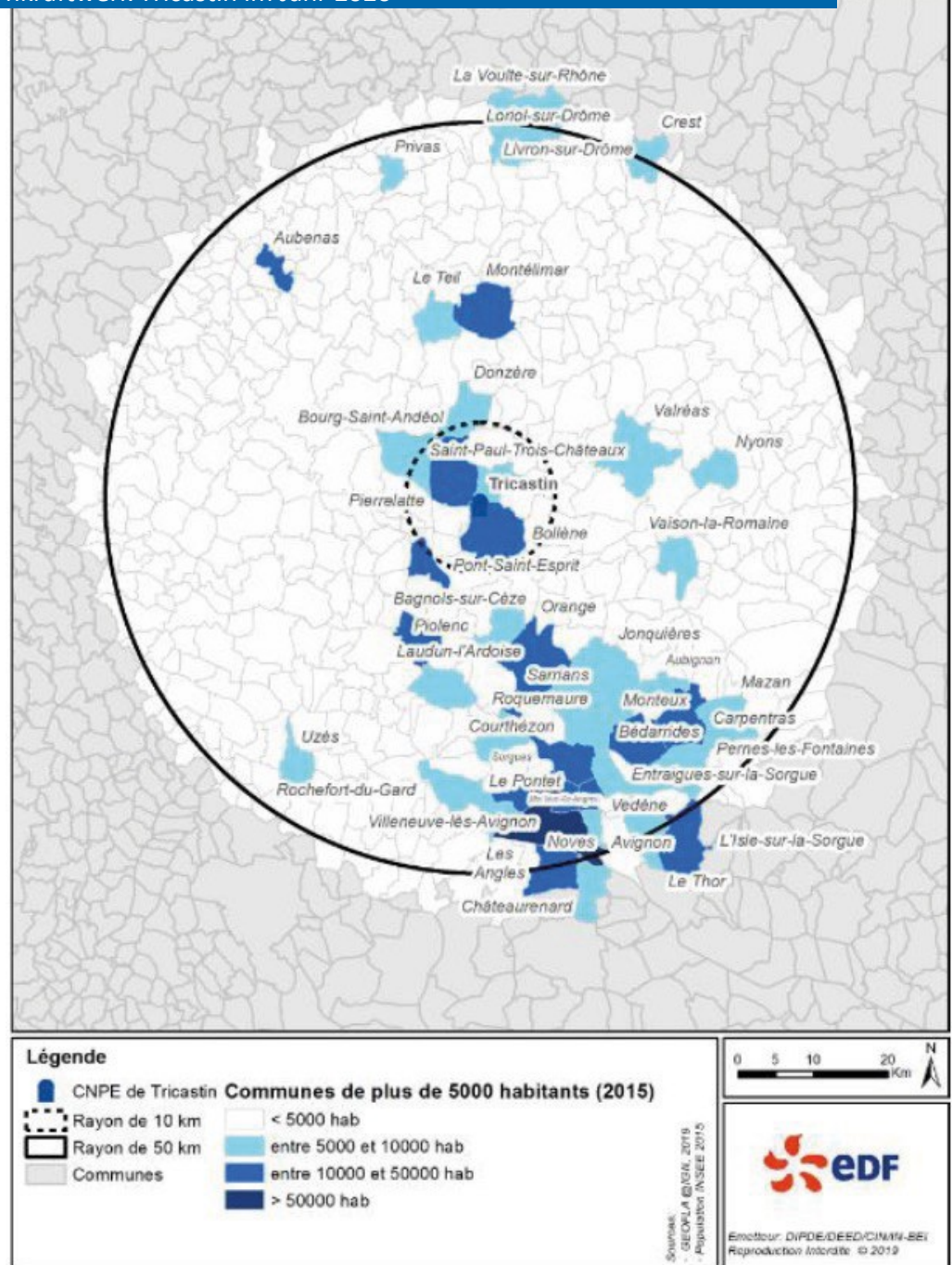
Somit liegt die Bevölkerungsdichte in einem Umkreis von 50 Kilometern nahe am Durchschnittswert im französischen Mutterland (etwa 120 Einwohner/km<sup>2</sup> im Jahr 2020), während die Bevölkerungsdichte in einem Umkreis von 10 Kilometern deutlich über diesem Wert liegt.

Die größten Gemeinden im Umkreis von 50 Kilometern sind Avignon (92.130 Einwohner), Montélimar (38.397 Einwohner) und Orange (29.561 Einwohner).

Innerhalb des begrenzten Untersuchungsgebiets (10 Kilometer) sind Bollène (13.617 Einwohner) und Pierrelatte (13.105 Einwohner) die bevölkerungsreichsten Gemeinden.

Die ersten Wohnhäuser befinden sich etwa 350 Meter südöstlich der Grenzen des Kraftwerks, und die nächstgelegenen gefährdeten Bevölkerungsgruppen (Schulen, Kindertagesstätten, Gesundheits-, medizinisch-soziale und soziale Einrichtungen) etwa 1 Kilometer südöstlich.

Gemeinden mit mehr als 5.000 Einwohnern in einem Umkreis von 50 km um das Kernkraftwerk Tricastin im Jahr 2020



## Lärm- und Lichtbelastung

Im Jahr 2015 wurde am Standort Tricastin eine akustische Messkampagne durchgeführt. Die Lärmpegel am Standort ermöglichen es, die in den Vorschriften festgelegten Ziele zu erreichen.

Die Lichtemissionen in der Umgebung des Kraftwerks Tricastin stammen hauptsächlich aus der öffentlichen Beleuchtung der Gemeinden Bollène und Pierrelatte sowie aus der Beleuchtung der Industrieanlagen in der Nähe des Kraftwerks.

## 5.5.7. Menschliche Aktivitäten

### Landnutzung

Die Flächen im Umkreis von 10 Kilometern um das Kernkraftwerk Tricastin lassen sich in drei Nutzungsarten unterteilen: vor allem landwirtschaftliche Flächen (64 % des Untersuchungsgebiets), gefolgt von Wäldern (23 % des Untersuchungsgebiets) und schließlich bebauten Gebieten (vor allem verstreutes Stadtgebiet sowie Industrie- und Gewerbegebiete: 11 % des Untersuchungsgebiets).

### Landschaft und Kulturerbe

Die landschaftliche Umgebung rund um das Kraftwerk (im Umkreis von 10 km) gliedert sich in acht Landschaftseinheiten. Diese Landschaftskomplexe bestehen mehrheitlich entweder aus Ackerland außerhalb von Bewässerungsgebieten oder aus komplexen Anbauflächen und Parzellenstrukturen, landwirtschaftlichen Flächen, Waldflächen, bebauten Flächen oder Wasserläufen und Gewässern.

In einem Umkreis von 10 km sind vier denkmalgeschützte Stätten und fünf eingetragene Stätten sowie etwa sechzig historische Denkmäler erfasst, die aus künstlerischer, historischer, wissenschaftlicher, legendärer oder malerischer Sicht von allgemeinem Interesse sind. In den Gemeinden im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk Tricastin wurden keine archäologischen Stätten identifiziert.

Die vier denkmalgeschützten Stätten, die in einem Umkreis von 10 Kilometern um das Kernkraftwerk Tricastin erfasst wurden, sind folgende:

- der Weiler Le Barry in Bollène, etwa 2 Kilometer südöstlich des Kraftwerks gelegen;
- der Felsen von Pierrelatte, etwa 4 Kilometer nordwestlich des Kraftwerks gelegen;
- der Opfersteine, etwa 5 Kilometer nordöstlich des Kraftwerks;
- die „Fontaines de Tourne“, etwa 7 Kilometer nordwestlich des Kraftwerks.

Die fünf eingetragenen Stätten, die in einem Umkreis von 10 Kilometern um das Kraftwerk liegen, sind folgende:

- Das Ensemble, das aus dem Weiler Barry in Bollène besteht (die nächstgelegene Stätte, etwa 2 Kilometer südöstlich des Kraftwerks);
- Die Anlage, bestehend aus den Ruinen des Turms Bau-zon und der Kapelle Saint-Blaise;
- Das Schloss von Suze-la-Rousse und seine Umgebung;
- Die Ruinen von Mondragon und ihre Umgebung;
- Das Dorf La Garde-Adhémar.

## Wassernutzung

In den Gemeinden im Umkreis von 10 km um das Kernkraftwerk Tricastin dient die Wasserentnahme drei Verwendungszwecken:

- Trinkwasser: Die erste Entnahmestelle, die sich stromabwärts des Kraftwerks Tricastin befindet, liegt in der Gemeinde Bollène, etwa 600 Meter vom Kraftwerk entfernt; es handelt sich um eine Grundwasserentnahme.
- Wasser für industrielle Zwecke: Die erste Entnahmestelle stromabwärts des Kraftwerks Tricastin befindet sich in der Gemeinde Bollène, etwa 5 Kilometer vom Kraftwerk entfernt.
- Wasser für landwirtschaftliche Zwecke: Die erste Entnahmestelle stromabwärts des Kraftwerks Tricastin befindet sich etwa 5 km entfernt in der Gemeinde Bollène. Es handelt sich um eine Entnahmestelle aus der Rhône.

## Infrastruktur und Verkehrswege

Die beiden Verkehrsachsen Lyon – Marseille (Hauptverkehrsachsen), bestehend aus der Autobahn A7 (durchschnittlich 72.463 Fahrzeuge pro Tag) und der Nationalstraße N7 (durchschnittlich 10.734 Fahrzeuge pro Tag), befinden sich beide östlich des Kraftwerks Tricastin (500 m entfernt für die A7 und etwa 3 km entfernt für die N7).

Vier Eisenbahnstrecken (Güter- und Personenverkehr) verlaufen in der Nähe des Kernkraftwerks Tricastin. Sie befinden sich mehr als 1 km westlich des Kraftwerks.

Ein für den öffentlichen Verkehr freigegebener Flugplatz befindet sich 8 km nördlich des Kraftwerks.

Das Kernkraftwerk Tricastin liegt am Ufer des Kanals von Donzère-Montdragon und etwa 5 km östlich der Rhône. Die Rhône ist die einzige Wasserstraße, die durch das Departement Drôme fließt.

## Industrielles Umfeld

Das Kernkraftwerk Tricastin befindet sich in einem Industriecluster, in dem sich weitere kerntechnische Anlagen befinden. Insbesondere sind in unmittelbarer Nähe des Kernkraftwerks Tricastin folgende Industriebetriebe zu finden:

- Die „Base Chaude Opérationnelle du Tricastin“ (BCOT) der EDF-Gruppe, die die INB Nr. 157 bildet: Diese Anlage wurde Mitte 2020 stillgelegt und soll demontiert werden; sie diente der Wartung sowie der Lagerung von Materialien und Werkzeugen, die im Kernkraftwerk Tricastin verwendet wurden.
- Vier Tochterunternehmen der Orano-Gruppe (Orano Cycle, EURODIF Production, SET und SOCA-TRI), die auf die Umwandlung und Anreicherung von Uran spezialisiert sind und acht INB umfassen (INB Nr. 105, 93, 168, 155, 138, 176, 178 und 179).
- Das Forschungszentrum der CEA im Rhonetal (CEA Valrho): Hierbei handelt es sich um eine Einrichtung der französischen Atomenergiebehörde (CEA), deren Aufgabe die Forschung im Bereich der Urananreicherung ist.

In einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk befinden sich zudem etwa vierzig als umweltschutzrelevant eingestufte Anlagen (ICPE), von denen einige als **SEVESO-Anlagen** der oberen oder unteren Schwelle eingestuft sind.



Seit 2015 verpflichtet die Richtlinie 2012/18/EU vom 4. Juli 2012, die sogenannte „Seveso-3-Richtlinie“, die Mitgliedstaaten der Europäischen Union dazu, Industriestandorte mit dem Risiko schwerer Unfälle, sogenannte „**SEVESO**-Standorte“, zu ermitteln und dort ein hohes Präventionsniveau aufrechtzuerhalten.

Die Region rund um das Kernkraftwerk Tricastin bietet kulturelle und touristische Aktivitäten (Museen, Besichtigungen historischer Stätten). Außerdem kann man dort Outdoor-Sportarten wie Wassersport (Kanu-Kajak), Klettern, Wandern, Mountainbiken, Reiten oder Bogenschießen ausüben. Zudem befinden sich zwei Badeplätze im Umkreis von 10 Kilometern um das Kernkraftwerk Tricastin: der See von Girardes, etwa 2,5 km südwestlich des Kraftwerks in der Gemeinde Lapalud, und der See von Pignedoré, etwa 6 km nordwestlich des Kraftwerks in der Gemeinde Pierrelatte.

#### Energieverbrauch

Im Jahr 2024 erzeugte das Kernkraftwerk Tricastin 21,64 TWh CO<sub>2</sub>-armen Strom. Die Jahresproduktion des Kraftwerks Tricastin deckt den eigenen Strombedarf, der bei etwa 1 TWh liegt.

#### Freizeitbereiche und -aktivitäten

Rund um das Kernkraftwerk Tricastin werden Fischerei und Jagd betrieben. Es wird auf alle Arten von Wild gejagt. Es werden verschiedene Fischarten gefangen, mit Ausnahme von Silberaalen, deren Fang das ganze Jahr über verboten ist.

## 5.6 Wechselwirkungen des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt

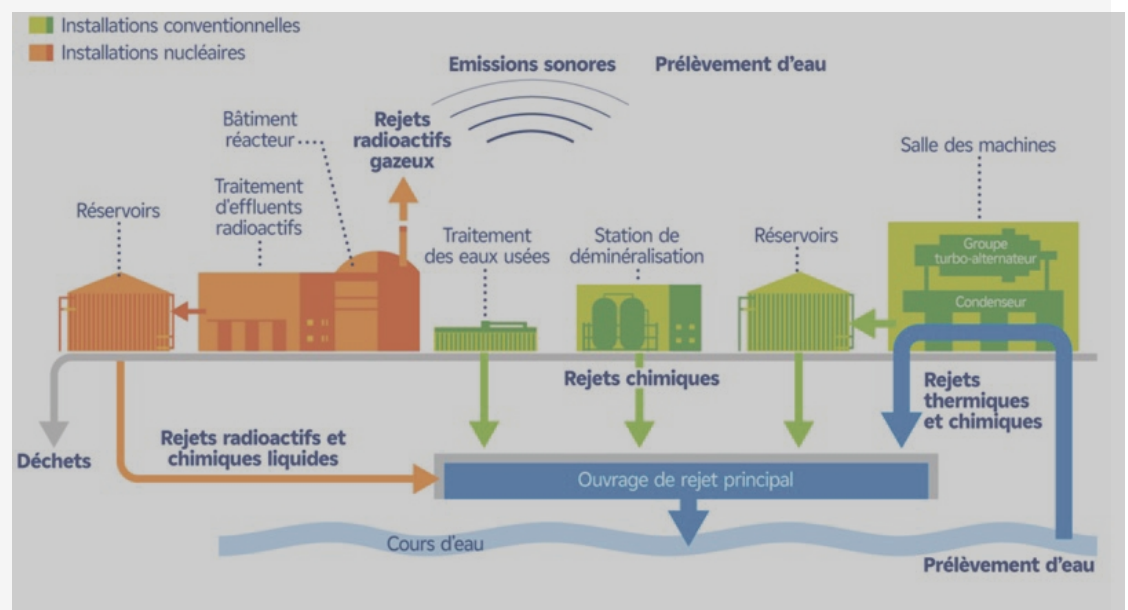
Dieser Unterabschnitt 5.6 stellt die Wechselwirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt dar, sowohl aktuell als auch für die nächsten 10 Jahre. Diese Wechselwirkungen sind in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.

Die Ursachen dieser Wechselwirkungen und ihre Merkmale werden in den Unterabschnitten 5.6.1 bis 5.7.8.

Der Unterabschnitt 5.6.10 stellt die Entwicklung dieser Wechselwirkungen für die nächsten zehn Jahre dar.

### Darstellung der Nachteile nach Anlagenteilen

Kaltwasserquelle im offenen Kreislauf



## 5.61. Wasserentnahme und -verbrauch

Um seinen Wasserbedarf zu decken, greift das Kraftwerk Tricastin auf drei verschiedene Quellen zurück: Oberflächenwasser, Grundwasser und Trinkwasser.

- Grundwasser wird hauptsächlich entnommen, um die Absenkung des internen Grundwasserspiegels zu gewährleisten, der durch den Donzère-Mondragon-Kanal gespeist wird, und in geringerem Maße für verschiedene Zwecke (Wartung der Endwasserpumpenanlagen, Bewässerung der Grünflächen)
- Das Trinkwasser, das aus dem kommunalen Netz von Bollène stammt, wird für den allgemeinen Bedarf (Verpflegung, Trinkwasser, Sanitäranlagen) verwendet.
- Das Oberflächenwasser, das aus dem Donzère-Mondragon-Kanal entnommen wird, wird hauptsächlich zur Kühlung der Kondensatoren der Turbogeneratoren und der Hilfskreisläufe verwendet. Da der Kühlkreislauf des Kraftwerks Tricastin ein offener Kreislauf; das gesamte zur Kühlung entnommene Rohwasser wird zurückgeführt. Das Rohwasser wird auch für den industriellen Wasserverbrauch genutzt, hauptsächlich zur Herstellung von entmineralisiertem Wasser. Die für den industriellen Wasserverbrauch entnommenen Mengen betragen im Durchschnitt etwa 560 000 m<sup>3</sup>/Jahr.
- Die Grenzwerte für die Wasserentnahme werden gesetzlich von der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz festgelegt. Diese Grenzwerte sind Höchstwerte, die nicht überschritten werden dürfen. Sie wurden definiert, um den normalen Betrieb des Kraftwerks unter Berücksichtigung einiger Betriebsrisiken zu ermöglichen und den Schutz der Umwelt zu gewährleisten.



Die Entsalzungsanlage dient der Erzeugung des für die Primär- und Sekundärkreisläufe des Kraftwerks erforderlichen entsalzten Wassers.



Entsalzungsanlage des Kernkraftwerks Tricastin

Die tatsächlich durchgeführten Entnahmen liegen somit weiterhin unter den gesetzlichen Grenzwerten (Beschluss Nr. 2008-DC-0101<sup>9</sup>)

Die folgende Tabelle zeigt die Grenzwerte für die jährlichen Wasserentnahmen aus dem Don-Zère-Mondragon-Kanal und aus dem Grundwasser sowie die Bilanz der über zehn Jahre getätigten Entnahmen.

Für die nächsten zehn Jahre ist keine Veränderung der Wasserentnahmen vorgesehen, und es ist daher nicht zu erwarten, dass eine Änderung der nachstehend dargestellten gesetzlichen Grenzwerte beantragt wird.

<sup>9</sup> Entscheidung Nr. 2008-DC-0101 der Behörde für nukleare Sicherheit vom 13. Mai 2008 zur Festlegung der Vorschriften bezüglich der Modalitäten der Wasserentnahme und des Wasserverbrauchs sowie der Ableitung flüssiger und gasförmiger Abfälle aus kerntechnischen Anlagen in die Umwelt Nr. 87 und Nr. 88, betrieben von Électricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux (Département Drôme)

### Vorgeschriebene Grenzwerte und Bilanz der Wasserentnahmen des Kraftwerks Tricastin

Herkunft der Entnahme	Verwendung	Maximales Volumen	
		Gesetzliche Obergrenze (Jahresmenge)	Durchschnittliche Jahresmengen 2013-2022
Kanal von Donzère-Mondragon	Kühlwasser, Rohwasser für den industriellen Verbrauch	6 060 000 000 m <sup>3</sup>	4 737 958 723 m <sup>3</sup>
Grundwasser	Bewässerung von Grünflächen, Absenkung des Grundwasserspiegels, Versuche und Arbeiten an den Pumpenanlagen für die letzte Wasserzufuhr	454.080 m <sup>3</sup>	153 476 m <sup>3</sup>

## 5.6.2 Einleitung radioaktiver flüssiger und gasförmiger Abfälle

Um seinen Wasserbedarf zu decken, wird das Kraftwerk Der Kernreaktor ist der Ort, an dem radioaktive Stoffe (Radionuklide) entstehen, von denen ein winziger Teil in den Abwässern zu finden ist.

Diese Abwässer werden selektiv gesammelt und anschließend den entsprechenden Aufbereitungs- und/oder Lagerungssystemen zugeführt, bevor sie über zwei Einleitungsstellen am Ufer in den Donzère-Mondragon-Kanal (Flüssigkeiten) oder über die Schornsteine auf den Gebäuden der nuklearen Hilfsanlagen in die Atmosphäre

### Schornstein des Nebenanlagegebäudes des Kraftwerks



Das Kraftwerk leitet fünf Kategorien von Radionukliden ab:

- Kohlenstoff-14 entsteht im Wesentlichen durch neutronische Aktivierung von Sauerstoff-17 und Stickstoff-14, die im Wasser des Primärkreislaufs vorhanden sind, sowie von Sauerstoff-17, der im Brennstoff enthalten ist. Nur ein geringer Teil des Kohlenstoffs 14 gelangt in die flüssigen Abwässer, der größte Teil wird von den Aufbereitungssystemen zurückgehalten. Der in gasförmiger Form freigesetzte Kohlenstoff 14 stammt hauptsächlich aus der Entgasung des Wassers im Primärkreislauf.



**Neutronenaktivierung** ist der Vorgang, bei dem ein oder mehrere in einem Stoff enthaltene Elemente durch Bestrahlung mit einem Neutronenfluss radioaktiv gemacht werden.

- Tritium entsteht durch Kernspaltung in den Brennstäben und durch Aktivierung der Konditionierungsstoffe (Bor und Lithium). Das in den Brennstäben erzeugte Tritium verbleibt fast vollständig dort. Das durch Aktivierung erzeugte Tritium findet sich zum größten Teil in den flüssigen und gasförmigen Abfällen wieder. Derzeit gibt es kein industrielles Verfahren, das

ermöglicht es technisch und wirtschaftlich, es aufgrund seiner geringen spezifischen Aktivität aus diesen Abwässern zu entfernen. So wird Tritium im Laufe seiner Produktion aufgrund seiner geringen radiologischen Auswirkung in die Umwelt freigesetzt.



Die Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Abwässer aus dem Kernkraftwerk Tricastin werden durch die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz gesetzlich festgelegt (Beschluss Nr. 2008-DC-0102<sup>10</sup>).

größten Teil in der Brennstoffhülle. Eine geringe Menge kann jedoch in das Wasser des Primärkreislaufs gelangen, falls die Brennstoffhülle undicht ist und gelangen so in die Abwässer. Die in den flüssigen radioaktiven Abwässern enthaltenen Iode werden von den Abwasseraufbereitungssystemen wirksam zurückgehalten. Sie haben kurze Halbwertszeiten und zerfallen daher schnell.

- Die anderen Spalt- oder Aktivierungsprodukte („andere SP/AP“) sind Radionuklide wie Cäsium 134 und 137, die fast vollständig im Brennstoff eingeschlossen bleiben. Eine geringe Menge kann jedoch bei Undichtigkeiten der Brennstoffhülle in das Wasser des Primärkreislaufs gelangen und anschließend in den Abwässern wiederzufinden sein. Zu diesen anderen Aktivierungsprodukten gehören insbesondere die Kobaltisotope 58 und 60, Mangan-54, Antimon-124 und das metastabile Silber-110. Die in Form von Aerosolen in den atmosphärischen Abgasen vorhandenen „sonstigen PF/PA“ werden durch radioaktiven Zerfall in den Lagerbehältern abgebaut und/oder durch den Durchlauf durch Jodfallen (Aktivkohle) und hocheffiziente Filter zurückgehalten. In den flüssigen Abwässern werden die „anderen PF/PA“ größtenteils durch die Aufbereitungssysteme (Filter oder Harze) des kontinuierlichen Wasseraufbereitungskreislaufs des Primärkreislaufs und des Abwasseraufbereitungskreislaufs zurückgehalten.
- Die in den in die Atmosphäre freigesetzten radioaktiven Abgasen enthaltenen Edelgase sind Spaltprodukte. Sie bleiben größtenteils in der Brennstoffhülle eingeschlossen. Eine geringe Menge kann jedoch bei Undichtigkeiten der Brennstoffhülle in das Wasser des Primärkreislaufs gelangen und so in die atmosphärischen Abgase gelangen. Diese Abgase werden nach ausreichendem radioaktivem Zerfall in Zwischenlagertanks in die Atmosphäre freigesetzt.

<sup>10</sup> Beschluss Nr. 2008-DC-0102 der Behörde für nukleare Sicherheit vom 13. Mai 2008 zur Festlegung der Grenzwerte für die Ableitung flüssiger und gasförmiger Abfälle in die Umwelt aus den von Électricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux (Département Drôme) betrieben werden.



### Zusammenhang zwischen Freisetzungsgrenzwerten und tatsächlichen Freisetzungen

Die Emissionsgrenzwerte werden im Hinblick auf die Akzeptanz ihrer Auswirkungen auf die Umwelt und auf der Grundlage der besten verfügbaren Techniken unter technisch und wirtschaftlich akzeptablen Bedingungen festgelegt, wobei die Merkmale der Anlage, ihr Standort und die lokalen Umweltbedingungen berücksichtigt werden. Sie stellen die Höchstwerte dar, die nicht überschritten werden dürfen. Darüber hinaus erstellt der Betreiber jährlich eine optimierte Emissionsprognose auf der Grundlage der geplanten Aktivitäten, analysiert die Übereinstimmung der tatsächlichen Emissionen mit diesen Leistungszielen und nutzt die gewonnenen Erkenntnisse für die kontinuierliche Verbesserung.

Somit liegt die Bewertung der Auswirkungen der Ableitungen, die auf der Grundlage der gesetzlichen Grenzwerte<sup>11</sup>durchgeführt wird, innerhalb der tatsächlichen Ableitungsmengen des Standorts.

Die für den Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin für die kommenden zehn Jahre prognostizierten Ableitungen werden in derselben Größenordnung liegen wie im vorangegangenen Jahrzehnt und in jedem Fall unter den Ableitungsgrenzwerten bleiben.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vom Kernkraftwerk Tricastin über einen Zeitraum von 10 Jahren freigesetzten radioaktiven Stoffe (Durchschnitt der Freisetzungen von 2013 bis 2022).

### Bilanz der von 2013 bis 2022 freigesetzten flüssigen radioaktiven Stoffe

	Jährliche Grenzwerte (GBq/Jahr)	Durchschnittliche jährliche freigesetzte Aktivität
Tritium	90 000	43 609
Kohlenstoff-14	260	46,6
Jod	0,6	0,0223
Sonstige Spalt- und Aktivierungsprodukte	60	0,9174

### Bilanz der gasförmigen radioaktiven Ableitungen von 2013 bis 2022

	Jahresgrenzwerte (GBq/Jahr)	Durchschnittliche jährliche freigesetzte Aktivität (GBq/Jahr)
Tritium	8 000	1 313
Kohlenstoff-14	2 200	494,5
Edelgase	72.000	2748
Jod	1,6	0,042
Sonstige Spalt- und Aktivierungsprodukte	1,6	0,0031

<sup>11</sup> Die Abwasserableitungen des Kraftwerks Tricastin werden für die kommenden Jahre durch den Beschluss Nr. 2023-DC-0762 der der Behörde für nukleare Sicherheit vom 6. Juni 2023 zur Änderung die Entscheidung Nr. 2008-DC-0102 der der Behörde für nukleare Sicherheit vom 13. Mai 2008 zur Festlegung der Grenzwerte für die Ableitung flüssiger und gasförmiger Abfälle aus kerntechnischen Anlagen in die Umwelt die von Electricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux (Département Drôme) betrieben werden. Diese Grenzwerte gelten jedoch nicht für Einleitungen im Bezugszeitraum 2013–2022, die durch die Entscheidung Nr. 2008-DC-0102 geregelt waren.

### 5.6.3. Einleitung flüssiger und gasförmiger chemischer Abwässer

Der Betrieb eines Kernkraftwerks erfordert den Einsatz chemischer Substanzen und führt zur Einleitung chemischer Abwässer in flüssiger Form (aus Substanzen, die mit der Aufbereitung der Kreisläufe, der Entsalzungsanlage und der Kläranlage in Verbindung stehen) sowie, in geringerem Maße, zu Emissionen in die Atmosphäre (aus dem Betrieb der Kreisläufe und Anlagen).



**In sogenannten „offenen“ Kühlkreisläufen wie in Tricastin sind Maßnahmen erforderlich**, um das Risiko der Ausbreitung pathogener Mikroorganismen durch vorbeugende Wartung der Kreisläufe und den Einsatz von **Biozidbehandlungen** mittels Injektion von Natriumhypochlorit zu kontrollieren.

## Flüssige chemische Abwässer

Die flüssigen chemischen Abwässer aus den Primär- und Sekundärkreisläufen werden je nach Herkunft und Zusammensetzung selektiv gesammelt und kontrolliert, bevor sie in die Umwelt eingeleitet werden.

Die wichtigsten chemischen Stoffe, die in flüssiger Form freigesetzt werden, sind:

- Borsäure und Lithium, die zur Konditionierung des Primärkreislaufs verwendet werden, um die Kernreaktion zu steuern bzw. die Korrosion der Materialien zu begrenzen;
- Hydrazinhydrat, das während der Anlaufphase eingespritzt wird, um den Sauerstoff aus dem Wasser des Primärkreislaufs zu entfernen, und das auch im Sekundärkreislauf verwendet wird, um ein reduzierendes Milieu aufrechtzuerhalten und die Korrosion zu begrenzen;
- Morpholin, Ethanolamin und Ammoniak, die zur Konditionierung des Sekundärkreislaufs verwendet werden, um dessen Korrosion zu begrenzen;
- Natrium, Chloride, Ammonium, Nitrate, Nitrite, an Aktivkohle adsorbierbare halogenierte organische Verbindungen, Gesamt-Restchlor sowie Sulfate, die aus der bioziden und kalkhemmenden Behandlung von Kühlkreisläufen stammen;
- Metalle, die aus Verunreinigungen in handelsüblichen Chemikalien und aus der Korrosion der Kreisläufe stammen (Aluminium, Chrom, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel, Blei, Zink);
- Trinatriumphosphat, das zur Aufbereitung von Zwischenkühlkreisläufen verwendet wird;

- handelsübliche Waschmittel, die frei von Phosphaten und Chelatbildnern wie EDTA sind und für bestimmte routinemäßige Betriebsabläufe wie das Waschen von Arbeitskleidung aus dem Nuklearbereich verwendet werden;
- Eisen, Natrium, Chloride, Sulfate, oxidierbare Stoffe (gemessen anhand des CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf) und Schwebstoffe (SS) aus der Entsalzungsanlage.

Ähnlich wie bei radioaktiven Ableitungen werden für die Akzeptanz ihrer Auswirkungen auf die Umwelt und auf der Grundlage der für den Betrieb des Kraftwerks anwendbaren besten verfügbaren Techniken Höchstwerte für die Ableitung chemischer Stoffe festgelegt. Somit bildet die auf der Grundlage dieser Höchstwerte durchgeführte Bewertung der Auswirkungen der Ableitungen einen Rahmen für die tatsächlichen Ableitungen des Kraftwerks.

Die künftigen Ableitungen dürften in derselben Größenordnung liegen wie die bisherigen Ableitungen und in jedem Fall unter den maximalen Ableitungswerten liegen. Die in diesem Dokument dargestellten Ergebnisse der Bewertung der Auswirkungen der Ableitungen gelten daher für die nächsten zehn Jahre.

**Die folgende Tabelle enthält die maximalen Ableitungswerte (basierend auf den derzeit geltenden Grenzwerten und Modalitäten der ASNR oder ermittelt anhand ergänzender Charakterisierungen auf der Grundlage von Betriebserfahrungsdaten oder Konstruktionsdaten) sowie eine Bilanz der bisherigen Ableitungen von chemischen Stoffen von besonderer Bedeutung über einen Zeitraum von 10 Jahren.**

Stoffe	Jährlicher Eintrag (kg)	
	Maximale Einleitungswerte	Eingeleitete Menge (Durchschnitt 2013–2022)
Borsäure	17 700 24 200 <sup>12</sup>	10 042
Gesamtstickstoff	7.600	2.685
Ethanolamin	1280	37,3 (2014–2022) <sup>13</sup>
Hydrazin	50 <sup>14</sup>	2.701
Morpholin	1185	877 (2010–2014) <sup>15</sup>
Phosphate	1250	176

### In die Atmosphäre abgegebene chemische

**Emissionen** Die wichtigsten in die Atmosphäre abgegebenen chemischen Stoffe sind:

- Abgase aus Notstromanlagen (Schwefel- und Stickoxide);
- Formaldehyd- und Kohlenmonoxid-Emissionen, die von neuen Wärmedämmungen während ihrer ersten Aufheizphase abgegeben werden;
- Ammoniakemissionen aus dem Kondensator-Bypass-System, der Abluft in die Atmosphäre und der thermischen Zerstörung

von Hydrazin, das in der Konservierungslösung der Dampferzeuger beim Wiederanfahren des Kernkraftwerksblocks enthalten ist;

- Freisetzungen von Morpholin oder Ethanolamin;
- Ammoniak aus dem Kreislauf zur Abscheidung nicht kondensierbarer Stoffe aus dem Sekundärkreislauf während der Vakuumhaltung des Kondensators, das über den Schornstein des Gebäudes für nukleare Hilfsanlagen freigesetzt wird;
- Abgase von Fahrzeugen und Lastwagen für die Abfallentsorgung und den Transport von Gütern oder Material (Lieferungen)

<sup>12</sup> Bei einer vollständigen oder teilweisen Entleerung eines Borsäuretanks.

<sup>13</sup> Seit April 2014 wird der Sekundärkreislauf des Kernkraftwerks Tricastin mit Ethanolamin konditioniert. Zuvor erfolgte die Konditionierung mit Morpholin. Somit werden die Ethanolamin-Einleitungen erst seit 2014 ausschließlich vom Kraftwerk vorgenommen.

<sup>14</sup> Seit dem 01.01.2009.

<sup>15</sup> Bis April 2014 wurde der Sekundärkreislauf des Kernkraftwerks Tricastin mit Morpholin. Seit Mai 2014 wird der Sekundärkreislauf auf Ethanolamin. Somit ist das Jahr 2015 nicht repräsentativ für die Morpholin-Einleitungen des Kraftwerks. Die Überwachung der Morpholin-Einleitungen wurde 2016 gemäß der Entscheidung Nr. 2008-DC-0101 der Behörde für nukleare Sicherheit.

und Versand). Aufgrund ihres begrenzten Verkehrsaufkommens auf dem Kraftwerksgelände und dank der Überprüfung ihrer Wartung sind die jährlich emittierten Gasmengen gering;

- Hydrazin-Emissionen in die Atmosphäre aus den Entlüftungsöffnungen der Hydrazinhydrat-Tanks; diese Emissionen sind ebenfalls sehr gering;
- Schwefelsäureemissionen in die Atmosphäre aus den Entlüftungsöffnungen der Tanks der Entmineralisierungsanlagen, die vernachlässigbar sind;
- Staubemissionen in die Atmosphäre aus den mechanischen Werkstätten, deren Menge vernachlässigbar ist.

### 5.6.4. Wärmeemissionen

In einem Kernkraftwerk wird etwa ein Drittel der vom Reaktor erzeugten Wärmeenergie gemäß dem thermodynamischen Carnot-Prinzip in Strom umgewandelt. Der Rest, also etwa zwei Drittel, wird in Form von Wärme über den Kondensator an eine Kältequelle abgegeben, bei der es sich entweder um das Gewässer (sogenannte Kältequelle im

„offenem Kreislauf“), oder die Atmosphäre (über Kühltürme, eine sogenannte „geschlossene“ Kältequelle). Es kommt also zu Wärmeabgaben in die natürliche Umwelt

Die Kühlung der Kondensatoren des Kraftwerks Tricastin erfolgt in einem

„offenem“ Kreislauf: Das Kühlwasser wird aus dem Zuflusskanal entnommen und anschließend vollständig in den Abflusskanal zurückgeleitet.

Die Erwärmung nach der Vermischung durch das Kraftwerk betrug im Zeitraum 2013–2022 durchschnittlich 1,58 °C, wobei ein Höchstwert von 5,5 °C gemessen wurde. Die Temperatur stromabwärts nach der Vermischung lag im Zeitraum 2013–2022 bei durchschnittlich 16 °C, mit einem Höchstwert von 27,9 °C.



Die Wärmeemissionen unterliegen gesetzlichen Vorschriften, die die Erwärmung des Wassers nach der Vermischung im Donzère-Mon-Drac-Kanal begrenzen und eine berechnete durchschnittliche

#### Grenzwerte für die Wärmeabgabe des Kraftwerks Tricastin

	Berechnete Erwärmung vor und hinter dem Kraftwerk nach Vermischung (°C)	Berechnete Temperatur stromabwärts nach Vermischung (°C)
Grenzwert unter normalen klimatischen Bedingungen	4 °C (6 °C bei einer Durchflussmenge des Kanals von weniger als 480 m <sup>3</sup> /s)	28 °C
Grenzwert bei außergewöhnlichen klimatischen Bedingungen	3 °C	29 °C

### 5.6.5. Management der Sedimente im Zusammenhang mit den Wartungsarbeiten am Zuführungskanal

Der Kanal von Donzère-Mondragon wird durch einen Zuführungskanal verlängert, der die Wasserentnahme für das Kraftwerk ermöglicht, um die für den Betrieb des Kraftwerks Tricastin und vor allem für den Kühlkreislauf erforderliche Rohwasserversorgung sicherzustellen.

Er wird so konzipiert, betrieben, gewartet und überwacht, dass die vorgeschriebenen Bedingungen (Sicherheit) für die Versorgung des Kraftwerks mit Kühlwasser gewährleistet sind. Diese Bedingungen sind für den ordnungsgemäßen Betrieb der Reaktoren, aber auch für die Sicherheit der Anlage erforderlich.

Tatsächlich gelangen natürliche Sedimente aus dem Donzère-Mondragon-Kanal in den Zuführungskanal und können so den ordnungsgemäßen Betrieb der Wärmetauscher beeinträchtigen, die für die Kühlung bestimmter Sicherheitsausrüstungen sorgen. Daher werden regelmäßige Baggerarbeiten am Zuführungskanal durchgeführt.

Die Einleitung der bei den Ausbaggerungsarbeiten anfallenden Sedimente erfolgt in der Mitte des Donzère-Mondragon-Kanals, um die Verlagerung des Materials zu den Ufern (bevorzugte Bewegungsachsen junger Fische) zu begrenzen, sowie in die Tiefe, um die Sedimentation zu beschleunigen und den Einflussbereich der Schwebstofffahne (MES) zu verringern.

### 5.6.6. Abfallaufkommen

Der Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin erzeugt radioaktive und konventionelle Abfälle.

Radioaktive Abfälle stammen insbesondere aus der Aufbereitung radioaktiver Abwässer (Filter, Aktivkohle, Verdampfungskonzentrate, Ionenaustauscherharze, Schlämme...), aus laufenden Wartungsarbeiten (ausgemusterte aktive mechanische Teile, Wäscheabfälle...) sowie aus der Handhabung von Brennstoff (Brennstoffbündel, Brennstabbuchsen, Brennelementgerüste...).

Konventionelle Abfälle sind Abfälle, die in Bereichen anfallen, die keine radioaktiven Stoffe enthalten. Sie bestehen aus Inertabfällen (Bauschutt, Erde...), nicht gefährlichen Abfällen (Holz, Verpackungen, Papier, Pappe, Glas, Kunststoff, Metalle...) und gefährlichen Abfällen (Farben, kohlenwasserstoffhaltige Abfälle, Asbest...).



## Kategorien radioaktiver Abfälle und entsprechende Entsorgungswege

Période radioactive* / Activité**	Vie très courte (VTC) (période < 100 jours)	Principalement vie courte (VC) (période ≤ 31 ans)	Principalement vie longue (VL) (période > 31 ans)
Très faible activité (TFA) < 100 Bq/g	 Gestion par décroissance radioactive	 Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA) entre quelques centaines de Bq/g et un million de Bq/g		 Stockage de surface (centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	 Stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA) de l'ordre d'un million à un milliard de Bq/g			 Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA) de l'ordre de plusieurs milliards de Bq/g	Non applicable	 Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)	

\* Période radioactive des éléments radioactifs (radionucléides) contenus dans les déchets.

\*\* Niveau d'activité des déchets radioactifs.

Un déchet peut parfois être classé dans une catégorie définie mais être géré dans une autre filière de gestion du fait d'autres caractéristiques (par exemple sa composition chimique ou ses propriétés physiques).

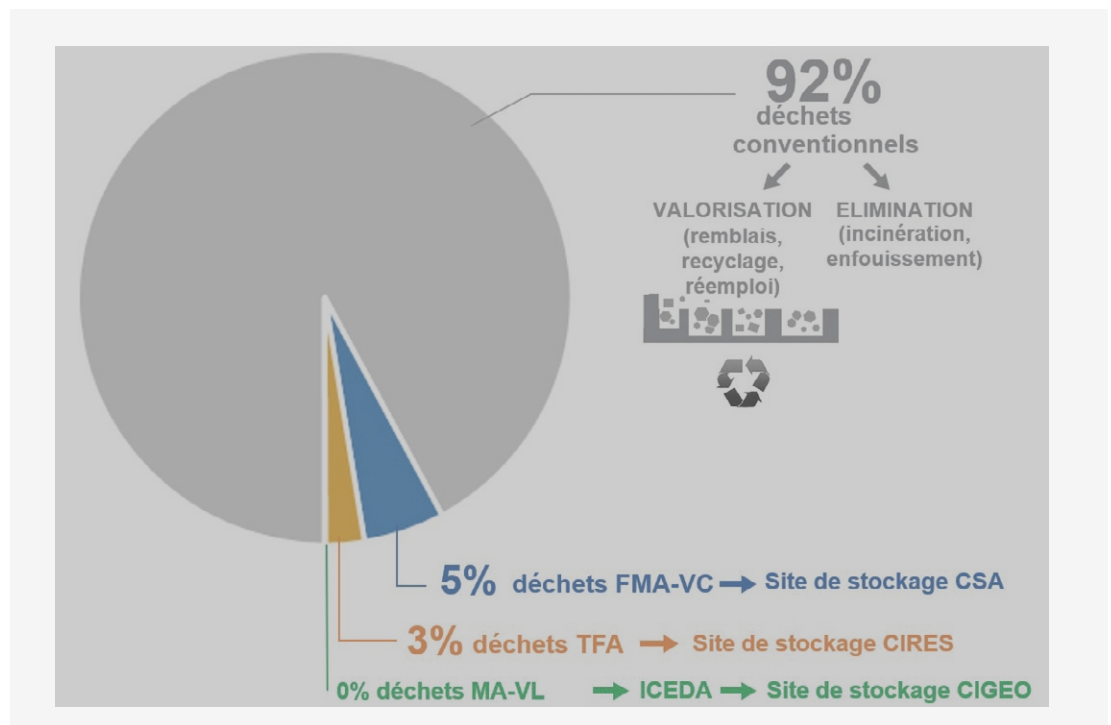
### In Frankreich basiert die Klassifizierung radioaktiver Abfälle auf zwei Kriterien:

→ dem Radioaktivitätsgrad: Hochradioaktiv (HA); Mittelradioaktiv (MA); Niedrigradioaktiv (FA); Sehr niedrigradioaktiv (TFA),

→ die Halbwertszeit, d. h. die Zeit, nach der sich die Radioaktivität halbiert: sehr kurze Halbwertszeit (vtc); kurze Halbwertszeit (vc); lange Halbwertszeit (vl).

Die mit dem Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin verbundenen Tätigkeiten erzeugen

(92 % der anfallenden Abfälle) und radioaktive Abfälle (8 % der anfallenden Abfälle).



Die folgende Tabelle zeigt die Bilanz der vom Kernkraftwerk Tricastin über einen Zeitraum von 10 Jahren erzeugten radioaktiven Abfälle sowie eine Prognose für die kommenden Jahre.

Insgesamt entspricht die Menge der in den nächsten 10 Jahren vom Kernkraftwerk Tricastin erzeugten radioaktiven Abfälle in etwa der Menge der im Referenzzeitraum erzeugten Abfälle.

Die Abfallströme dürften in den kommenden Jahren zunehmen, insbesondere im Hinblick auf das vorläufige Wartungsprogramm im Zusammenhang mit dem Grand Carénage<sup>16</sup>. Hinsichtlich der Art der anfallenden Abfälle oder ihrer Entsorgungswege sind keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten.

<b>Radioaktive Abfälle</b>	<b>Durchschnittliches jährliches Packungsvolumen (m<sup>3</sup>) (Durchschnitt 2013–2022)</b>	<b>Prognostiziertes durchschnittliches jährliches Volumen an Behältern (m<sup>3</sup>) (Durchschnitt 2025–2028)</b>
Im CIRES zu lagernde feste TFA-Abfälle	176	270
Im CSA zu lagernde feste Abfälle der Kategorie MA-VC	187	300
Feste Abfälle FA-VC zur Lagerung im CSA	129	220
Feste Abfälle FA-VC zur Behandlung bei CENTRACO – Schmelze	21	30
Feste Abfälle FA-VC zur Behandlung bei CENTRACO – Verbrennung	590	612
Flüssige Abfälle FA-VC zur Behandlung bei CENTRACO – Verbrennung	0	300

### 5.6.7. Lärm- und Vibrationsemissionen

In einem Kernkraftwerk können, wie in jeder Industrie, bestimmte Anlagen Lärm verursachen. EDF führt Messungen der Lärmemissionen sowie akustische Modellierungen durch, um die Ursachen zu ermitteln.

Die Ergebnisse dieser Analysen zeigen, dass die vom Kraftwerk Tricastin verursachten Lärmemissionen den in den Vorschriften festgelegten Grenzwerten entsprechen.

Darüber hinaus verursacht der Betrieb der Anlagen Vibrationen (hauptsächlich durch rotierende Maschinen). Diese sind innerhalb der Anlagen spürbar, außerhalb des Kraftwerks jedoch aufgrund der Bauweise der Gebäude und der Bodenbeschaffenheit nicht wahrnehmbar. Für die Anwohner besteht daher keinerlei Gefahr einer Belästigung durch die bestehenden Anlagen.

Was mögliche Bauarbeiten im Tiefbau und im Straßen- und Leitungsbau betrifft, die Schwingungen verursachen können, so sind diese auf das Kraftwerksgelände beschränkt, zeitlich begrenzt und finden tagsüber an Werktagen statt, was die potenziellen Belästigungen begrenzt. Angesichts der Entfernung zwischen dem Kraftwerk und den nächstgelegenen Wohnhäusern ist nicht zu erwarten, dass dort Beeinträchtigungen spürbar sind.

Die Aktivitäten des Kraftwerks Tricastin verursachen daher keine Vibrationen, die sich auf die Nachbarschaft auswirken könnten.

### 5.6.8. Flächennutzung

Das Kraftwerk Tricastin erstreckt sich über eine Fläche von 55 Hektar, die ein Gebiet darstellt, auf dem eine industrielle Tätigkeit angesiedelt ist. Der Großteil dieser Fläche ist vom Menschen geprägt (Gebäude, Verkehrswege, Grünflächen (anthropogenen Einflüssen)). Für die nächsten zehn Jahre ist keine Veränderung der für den Betrieb der vier Reaktoren des Kernkraftwerks Tricastin erforderlichen Grundstücksfläche vorgesehen.

### 5.6.9. Sonstige Wechselwirkungen

Die weiteren untersuchten Wechselwirkungen des Kraftwerks Tricastin mit seiner Umgebung sind: Gerüche, Lichtemissionen, Straßen- und Schienenverkehr, Energieverbrauch, Wärme und Strahlung. Für die nächsten zehn Jahre ist keine Veränderung dieser Wechselwirkungen zu erwarten.

### 5.6.10. 10-Jahres-Prognose der Wechselwirkungen des Kraftwerks Tricastin mit der Umgebung

Die bisherigen und aktuellen Wechselwirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt wurden in den Abschnitten

5.6.1 bis 5.6.9 dargestellt.

Wie die folgende Tabelle zeigt, werden die Wechselwirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt in den nächsten zehn Jahren ähnlich bleiben wie im vergangenen Jahrzehnt.

<sup>16</sup> Das Großmodernisierungsprogramm des EDF-Kernkraftwerksparks zielt darauf ab, Investitionen und Modernisierungen durchzuführen, um den Betrieb der bestehenden Anlagen fortzusetzen und die nach Fukushima ergriffenen Maßnahmen umzusetzen und gleichzeitig sicherzustellen, dass der Kraftwerkspark seine Leistungsfähigkeit in Bezug auf Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit beibehält.

Wechselwirkung mit der Umwelt	Bisheriger Betrieb	Prognose für 10 Jahre
Wasserentnahme und -verbrauch	<p>Grundwasser wird insbesondere entnommen, um den Grundwasserspiegel im Bereich des Kraftwerks zu senken.</p> <p>Die für alle vier Reaktoren gemeinsame Oberflächenwasserentnahmestelle befindet sich im Kanal von Donzère-Mondragon.</p> <p>Die Wasserentnahmen aus dem Grundwasser und aus dem Donzère-Mondragon-Kanal lagen stets unter den gesetzlichen Grenzwerten (Beschluss Nr. 2008-DC-0101<sup>17</sup>).</p>	<p>Eine Änderung der Entnahmestelle im Donzère-Mondragon-Kanal ist nicht vorgesehen.</p> <p>Die für den Betrieb des Kraftwerks Tricastin in den kommenden 10 Jahren vorgesehenen Entnahmemengen werden in derselben Größenordnung liegen wie im vorangegangenen Jahrzehnt und die gesetzlichen Grenzwerte einhalten.</p>
Einleitung radioaktiver Abwässer	<p>Die Einleitungsstellen für flüssige radioaktive Abwässer befinden sich im Einleitungskanal des Kraftwerks, der anschließend in den Kanal von Donzère-Mondragon-Kanal unterhalb der Wasserentnahmestelle.</p> <p>Die Einleitungen unterliegen der Entscheidung Nr. 2008-DC-0102<sup>18</sup>.</p>	<p>Eine Änderung des Standorts der Einleitungsstelle im Donzère-Mondragon-Kanal ist nicht vorgesehen.</p> <p>Die für den Betrieb des Kraftwerks Tricastin in den kommenden 10 Jahren vorgesehenen Ableitungen werden in derselben Größenordnung liegen wie im vorangegangenen Jahrzehnt und die gesetzlichen Grenzwerte einhalten.</p>
Einleitung radioaktiver Abwässer in die Atmosphäre	<p>Radioaktive Abgase werden über die Schornsteine der Nebenanlagen in die Atmosphäre abgeleitet.</p> <p>Die Ableitungen unterliegen der geänderten Entscheidung Nr. 2008-DC-0102<sup>18</sup>.</p>	<p>Es sind keine Änderungen an den Ableitungsstellen in die Atmosphäre vorgesehen.</p> <p>Die für den Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin in den kommenden 10 Jahren vorgesehenen Ableitungen werden in derselben Größenordnung liegen wie im vorangegangenen Jahrzehnt und die gesetzlichen Grenzwerte einhalten.</p>
Einleitung flüssiger chemischer Abwässer	<p>Die Einleitungsstellen für flüssige radioaktive Abwässer befinden sich im Einleitungskanal des Kraftwerks, der anschließend in den Kanal von Donzère-Mondragon-Kanal unterhalb der Wasserentnahmestelle mündet.</p> <p>Die Einleitungen unterliegen der geänderten Entscheidung Nr. 2008-DC-0102<sup>18</sup>.</p>	<p>Die für den Betrieb des Kraftwerks Tricastin in den kommenden 10 Jahren vorgesehenen Einleitungen flüssiger chemischer Abwässer werden in derselben Größenordnung liegen wie im vorangegangenen Jahrzehnt und die gesetzlichen Grenzwerte einhalten.</p>
Emissionen chemischer Abgase in die Atmosphäre	<p>Die Einleitung chemischer Abwässer in die Atmosphäre (einschließlich diffuser Emissionen) wird jährlich geschätzt.</p> <p>Die Emissionen unterliegen der geänderten Entscheidung Nr. 2008-DC-0102<sup>18</sup>.</p>	<p>Die für den Betrieb des Kraftwerks Tricastin für die nächsten 10 Jahre , werden in derselben Größenordnung liegen wie im vorangegangenen Jahrzehnt und die gesetzlichen Grenzwerte einhalten.</p>
Wärmeeinleitungen	<p>Die Wärmeeinleitungen unterliegen Vorschriften, die die durchschnittliche tägliche Erwärmung des Wassers zwischen dem Ober- und Unterlauf des Kraftwerks nach Vermischung auf 4 °C unter normalen Bedingungen (6 °C bei Niedrigwasser) begrenzt.</p>	<p>Es ist keine Veränderung der Wärmeabgaben vorgesehen; diese werden weiterhin die gesetzlichen Grenzwerte einhalten.</p>

<sup>17</sup> Entscheidung Nr. 2008-DC-0101 der Behörde für nukleare Sicherheit vom 13. Mai 2008

zur Festlegung der Vorschriften für die Modalitäten der Probenahmen und des Wasserverbrauchs und der Einleitungen in die Umwelt flüssigen und gasförmigen Abfällen der Kernkraftwerke Nr. 87 und Nr.

88, die von Electricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux (Département Drôme).

<sup>18</sup> Entscheidung Nr. 2008-DC-0102 von der vom 13. Mai Sicherheitsbehörde

2008 zur Festlegung der Grenzwerte für die Ableitung von

flüssigen Abwässern und gasförmigen Abgasen aus den Kernkraftwerken Nr. 87 und Nr.

88, die von Electricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Paul-Trois-Châteaux (Département Drôme) betrieben werden.

Wechselwirkung mit der Umwelt	Bisheriger Betrieb	Prognose für 10 Jahre
Entstehung radioaktiver Abfälle	Durchschnittliche jährliche Mengen an radioaktiven Abfällen (m <sup>3</sup> ): - Sehr gering aktive Personen: 140,8 - Gering aktive: 645 - Mäßig aktiv: 148	Die anfallenden Abfallströme dürften in den kommenden Jahren zunehmen, insbesondere im Hinblick auf das vorläufige Wartungsprogramm im Zusammenhang mit der Generalüberholung. Hinsichtlich der Art der anfallenden Abfälle oder ihrer Entsorgungswege sind keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten.
Lärmemissionen	Im Kernkraftwerk Tricastin werden alle zehn Jahre Lärmesskampagnen durchgeführt. Die letzte Messkampagne zeigt, dass die Lärmpegel den in den Vorschriften festgelegten Zielen entsprechen.	Es sind keine wesentlichen Änderungen zu erwarten, jedoch können vorübergehende Geräusche und Vibrationen durch eventuelle Umbauten und Bauarbeiten verursacht werden.
Flächennutzung	Das Gelände von Tricastin erstreckt sich über eine Fläche von 55 Hektar	Für die nächsten zehn Jahre sind keine Änderungen der für den Betrieb der vier Reaktoren des Kraftwerks Tricastin erforderlichen Grundstücksfläche vorgesehen.
Sonstige Wechselwirkungen	Weitere Wechselwirkungen mit der Umwelt sind: Gerüche, Lichtemissionen, Straßenverkehr, Energieverbrauch, sozioökonomische Auswirkungen.	Für die nächsten zehn Jahre sind keine Veränderungen dieser Wechselwirkungen zu erwarten.

## 5.7

# 10-Jahres-Prognose der Auswirkungen auf die Umwelt

Dieser Abschnitt befasst sich mit den tatsächlichen und potenziellen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die das Kernkraftwerk Tricastin im Normalbetrieb in den nächsten zehn Jahren aufgrund von Wasserentnahmen, Ableitungen und Abfällen sowie durch mögliche Belästigungen (Lärm, Lichtemissionen, Energieverbrauch, Wärme- und Strahlungsemissionen, Straßen- und Schienenverkehr, Erschütterungen, Gerüche oder Staubaufwirbelungen). Die Analyse berücksichtigt auch die Maßnahmen, die im Rahmen der 4. periodischen Überprüfung zur Verbesserung des Schutzes der Interessen ergriffen wurden.

Wie in Abschnitt 5.6 dargelegt, werden die Wechselwirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin mit der Umwelt in den nächsten zehn Jahren ähnlich bleiben wie im vorangegangenen Jahrzehnt.

Die Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf die Umwelt werden nach Bereichen dargestellt (Unterabschnitte 5.7.1 bis 5.7.8); sie sind lokal begrenzt und betreffen hauptsächlich die Umgebung des Kraftwerks in Frankreich. Es gibt keine grenzüberschreitenden Auswirkungen des normalen Betriebs des Kraftwerks

(siehe Abschnitt zu den grenzüberschreitenden Auswirkungen von Unfällen). Die vergleichenden Auswirkungen des fortgesetzten Betriebs und der endgültigen Stilllegung auf den Klimawandel (siehe Abschnitt 1.2) werden in Abschnitt 5.7.10 dargestellt.

## 5.7.1. Luft und klimatische Faktoren

### Auswirkungen auf das Klima

**Die** Stromerzeugung aus Kernenergie verursacht nur sehr geringe Mengen an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), **dem** wichtigsten **Treibhausgas**.

Jede von den Kernkraftwerken der EDF in Frankreich erzeugte kWh verursacht laut der EDF-Forschungs- und Entwicklungsstudie „Lebenszyklusanalyse“ Emissionen in Höhe von umgerechnet 4 Gramm CO<sub>2</sub>. Diese Zahl bestätigt den sehr geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß dieser Energieform: Ökobilanz der Kernenergie-kWh.

Die mit dem Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin verbundenen Gasemissionen verändern daher die aktuelle Klimasituation nicht.

Die Analyse der Klimasensitivität (siehe nächste Seite) lässt den Schluss zu, dass

die Auswirkungen der mit dem Betrieb des Kraftwerks verbundenen gasförmigen Emissionen auf das Klima auch für die nächsten 10 Jahre als vernachlässigbar angesehen werden.



Anthropogene **Treibhausgase** sind für die Verstärkung des Treibhauseffekts verantwortlich.

Dieses natürliche Phänomen wird durch das Vorhandensein von Treibhausgasen verursacht, die einen Teil der von der Erde abgegebenen Wärme in der unteren Atmosphäre zurückhalten.

### Auswirkungen auf die Luftqualität

Das Umweltgesetzbuch legt Luftqualitätsnormen fest, deren Ziel es ist, einen wirksamen Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt insgesamt zu gewährleisten. Diese Normen beziehen sich auf Stoffe in der Außenluft, die ein Problem für die Luftqualität darstellen: Schwefel- und Stickoxide, Ozon, Kohlenmonoxid, Feinstaub, Blei, Benzol und Schwermetalle. Diese Stoffe kommen vor allem in Ballungsräumen vor, bedingt durch den Straßenverkehr und andere menschliche Aktivitäten (Heizung, Industrieemissionen).

Von den chemischen Emissionen des Kernkraftwerks Tricastin bei Normalbetrieb unterliegen nur die Emissionen von Stickstoff- und Schwefeloxiden sowie die Kohlenmonoxidausströmungen einer Luftqualitätsnorm. Die Bewertung der Auswirkungen dieser Emissionen auf die Luftqualität zeigt keinen Einfluss des Kraftwerks auf die Luftqualität. Was die Stoffe betrifft, die nicht durch eine Luftqualitätsnorm geregelt sind (wie Formaldehyd, Ammoniak, Ethanolamin, Kältemittel, SF<sub>6</sub>, hypochlorige Säure und Trihalogenmethane (THM)), ist nicht davon auszugehen, dass deren auf das Kraftwerk Tricastin zurückzuführende Konzentrationen in der Umwelt die Luftqualität beeinträchtigen.

Das untersuchte Gebiet fällt nicht unter einen Luftschutzplan (PPA).

### Anfälligkeit gegenüber dem Klimawandel

Die von EDF R&D erstellten lokalen Prognosen zu den wichtigsten Klimafaktoren bestätigen den von Météo-France prognostizierten Aufwärtstrend bei den jährlichen Durchschnittstemperaturen, wobei die Entwicklungen je nach Klimaszenario bis zum Jahr 2030 (Zeitraum 2020–2050) im Vergleich zum gewählten historischen Zeitraum (1982–2012).

Die Charakterisierung der klimatischen Entwicklungen auf dekadischer und lokaler Ebene ist noch Gegenstand wissenschaftlicher Arbeiten, was eine genaue Quantifizierung der Schwankungen der klimatischen Parameter

und deren potenzielle Auswirkungen auf den Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin in den nächsten zehn Jahren.

Abgesehen von einem leicht höheren Kühlbedarf in Dienstleistungs- und Industriegebäuden ändern die oben dargestellten klimatischen Entwicklungen jedoch nichts an der Analyse der Auswirkungen der chemischen Emissionen des Kraftwerks Tricastin in die Atmosphäre auf die Luftqualität und das Klima.

## 5.7.2 Oberflächengewässer

### Auswirkungen auf die Hydrologie

#### → Einfluss auf den Abfluss

Der Bau des Kanals von Donzère-Mon-Dragon beeinflusst den Abfluss der Rhône, der bereits durch die Steuerung anderer, stromaufwärts des Kraftwerks gelegener Wasserbauwerke bestimmt wird.

Die für den Betrieb des Kraftwerks errichteten Wasserentnahme- und -einleitungsanlagen haben keine Auswirkungen auf den Wasserabfluss, da der Donzère-Mondragon-Kanal bereits ein künstliches Gewässer mit betonierten Ufern ist. Für die nächsten zehn Jahre sind keine Veränderungen vorgesehen.

#### → Einfluss auf die Durchflussmenge

Die zur Kühlung des Kraftwerks Tricastin erforderlichen Wasserentnahmen betragen maximal 195 m<sup>3</sup>/s. Der Jahresdurchschnitt im Kanal für den Zeitraum 1952–2017 liegt bei 1 248 m<sup>3</sup>/s. Die vom Kraftwerk entnommene Wassermenge macht somit etwa 16 % der Durchflussmenge des Donzère-Mondragon-Kanals aus. Diese Entnahme, die vollständig in den Fluss zurückgeleitet wird, hat daher einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Durchflussmenge der Rhône und des Donzère-Mondragon-Kanals.

Bei Baggerarbeiten wird eine geringe Wasserentnahme vorgenommen. Diese Arbeiten sind nicht geeignet, die Hydrologie der Rhône zu verändern.

Für die nächsten zehn Jahre sind keine Veränderungen vorgesehen.

### Auswirkungen auf die Oberflächenwassertemperatur

Die Erfahrungswerte des Kraftwerks Tricastin zeigen, dass die durch das Kraftwerk verursachte Erwärmung nach der Vermischung im Zeitraum 2013–2022 durchschnittlich 1,58 °C betrug, wobei ein Höchstwert von 5,5 °C gemessen wurde. Die Temperatur stromabwärts nach der Vermischung beträgt im Zeitraum 2013–2022 durchschnittlich 16 °C, mit einem maximalen Tagesmittelwert von 27,9 °C. Auf lokaler Ebene beschränkt sich der Einfluss der Abwassertemperatur hauptsächlich auf die Umgebung des Abflussskanals, da das Wasser im Rhône-Kanal schnell verdünnt wird. Die thermischen Einleitungen gelten stromabwärts des Kraftwerks Bollène als vollständig verdünnt, unabhängig vom Abfluss der Rhône, d. h. in einer Entfernung von etwa 5 km stromabwärts der Einleitungen des Kraftwerks. Was die Auswirkungen auf die Umwelt betrifft, beschränkt sich der potenzielle Einfluss der Einleitungstemperatur auf die Umwelt auf diese Warmwasserzone beschränkt, die aus dem Abflussskanal stammt und im Rhône-Kanal schnell verdünnt wird.

Auf regionaler Ebene breiten sich die durch das Kraftwerk verursachten Erwärmungen flussabwärts aus und schwächen sich dabei ab, wobei der durchschnittliche Wert der durch den Einfluss des Kraftwerks bedingten Resterwärmung in Arles, etwa 100 km flussabwärts vom Kraftwerk, unter 1 °C liegt.

Für die nächsten zehn Jahre ist keine Veränderung zu erwarten.

#### **Auswirkungen auf die Qualität der Oberflächengewässer**

Die Analyse der Ergebnisse der **hydroökologischen und chemischen Umweltüberwachung** hat gezeigt, dass die physikalisch-chemischen, chemischen und biologischen Veränderungen der Umwelt, die stromaufwärts und stromabwärts des Kraftwerks Tricastin beobachtet wurden, nicht mit den früheren und aktuellen Einleitungen des Kraftwerks zusammenhängen.

**Die stoffspezifische Bewertung** der Auswirkungen der flüssigen chemischen Einleitungen unter Berücksichtigung von Mittel- und Maximalwerten zeigt für alle untersuchten Stoffe keine Umweltauswirkungen auf das Ökosystem der Rhône unterhalb des Kraftwerks Tricastin.

Bei nicht ökotoxischen Stoffen wie Natrium, Sulfaten, Chloriden, BSB5, CSB, Nitraten und Schwebstoffen liegen die durchschnittlichen und maximalen Konzentrationen unter den Referenzwerten. Bei Ammonium und Phosphaten liegen die kumulativen Höchstkonzentrationen unter den festgelegten Referenzwerten.

Bei potenziell ökotoxischen Stoffen wie Aluminium, Chrom, Eisen, Mangan, Nickel, Blei, Zink und Lithium liegen die addierten Höchstkonzentrationen unter den verfügbaren akuten ökotoxikologischen Daten. Bei Kupfer, Borsäure, Hydrazin, Morpholin, Ethanolamin und deren Abbauprodukte (Diethanolamin, Methylamin, Pyrrolidin, Diethylamin, Ethylamin, Nitrosomorpholin, Acetate, Formiate, Glycolate und Oxalate) liegen sowohl im chronischen als auch im akuten Ansatz die kumulierten Durchschnittskonzentrationen in der Rhône unter den Referenzwerten und den verfügbaren ökotoxikologischen Daten oder führen zu Risikokoeffizienten unter 1. Bei den Reinigungsmitteln liegen die maximalen kumulierten Konzentrationen unter den festgelegten Referenzwerten.

**Somit lässt die Analyse der flüssigen chemischen Einleitungen keine Umweltauswirkungen auf das Ökosystem der Rhône unterhalb des Kernkraftwerks Tricastin erkennen.**

*Anmerkung: Die Bewertung der Auswirkungen radioaktiver Einleitungen wird in Abschnitt 5.7.4 dargestellt.*

#### **Auswirkungen auf die Morphosedimentologie**

Durch die Baggerarbeiten wird eine Sedimentmenge in die Umwelt zurückgeführt. Die vom Kraftwerk Tricastin bei diesen Baggerarbeiten eingeleiteten Schwebstoffe machen höchstens 0,76 % des jährlichen Feststofftransports der Rhône aus. Die Menge der zurückgeführten Sedimente wird daher im Vergleich zum jährlichen

an Sedimenten, die in diesem Abschnitt der Rhône in Suspension transportiert werden.

Zudem stellt die Rückführung der ausgebaggerten Sedimente in die Rhône eine Ausgleichsmaßnahme für den Feststoffabfluss des Flusses dar, von dem ein Teil im Zuführungskanal zurückgehalten wurde. Die Rückführung dieser Sedimente trägt zur Aufrechterhaltung der Flusssedimentdynamik bei und gleicht die durch den Zuführungskanal verursachte Beeinträchtigung dieser Dynamik aus.

**Die Rückführung der Baggeredimente hat somit keine nennenswerten negativen Auswirkungen auf die Hydromorphologie der Rhône und fördert den Sedimenttransport der im Zuführungskanal zurückgehaltenen Materialien in die Rhône.**

#### **Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel**

Unter den verschiedenen Klimavariablen, die die Entwicklung der aquatischen Umwelt beeinflussen können, sind die Wassertemperaturen eine der Variablen, bei denen ein Trend nachweisbar ist, insbesondere im Sommer, in Verbindung mit den Veränderungen der Lufttemperaturen.

Die seit Ende der 1970er Jahre durchgeführten Messungen zeigen in der Tat, dass die globale Erwärmung der Rhône anhand einer Reihe statistischer Parameter erkennbar ist.

Darüber hinaus bestätigen die von EDF erstellten Klimaprognosen den Trend zu steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen der Rhône, mit einem Anstieg von durchschnittlich unter oder um +1 °C im Zeitraum 2020–2050 im Vergleich zum gewählten historischen Zeitraum (1982–2012).

Anhand früherer Beobachtungen sowie Prognosen für einen Zeitraum von 30 Jahren lässt sich somit der klimabedingte Anstieg der durchschnittlichen jährlichen Wassertemperatur der Rhône auf etwa +0,3 °C pro Jahrzehnt schätzen.

**Angesichts der in der vorliegenden Studie verwendeten Szenarien (da die Wassertemperatur nicht direkt in die Berechnungen der Auswirkungen auf die aquatische Umwelt einfließt) und dieses geringen Anstiegs auf Jahrzehnteskala wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Entwicklung keine Auswirkungen auf die oben dargelegten Schlussfolgerungen haben wird**

Was die Abflussmengen der Rhône betrifft, so sind die Trends, selbst auf längere Sicht, weniger ausgeprägt als die der Temperaturen, wobei größere Unsicherheiten mit einer komplexeren Modellierung des Wasserkreislaufs in einem Einzugsgebiet verbunden sind.

Die von EDF R&D erstellten Projektionen für das zukünftige Klima zeigen, dass die durchschnittlichen jährlichen Abflussmengen der Rhône im Zeitraum 2020–2050 im Durchschnitt geringer ausfallen würden, jedoch im Hinblick auf die Genauigkeit der verwendeten Modelle (Rückgang in der Größenordnung von -3 % bis -5 % im Jahresdurchschnitt über 2020–2050), bei einer verstärkten Saisonalität der Abflussmengen (geringere Abflussmengen im Sommer und höhere im Winter).

**Es wird daher davon ausgegangen, dass die potenziellen Abnahmen des Abflusses in den kommenden 10 Jahren im Vergleich zu den an der Rhône natürlich auftretenden saisonalen und jährlichen Schwankungen relativ gering sein werden und keinen Einfluss auf die dargelegten Schlussfolgerungen siehe oben.**



#### **Studie zur kumulativen Auswirkung der an der Rhône gelegenen Kraftwerke**

EDF führte 2023 eine Studie zur kumulativen Auswirkung der an der Rhône gelegenen Kernkraftwerke durch. Die Studie wurde nach zwei sich ergänzenden Ansätzen durchgeführt:

- einem qualitativen Ansatz, der sich auf Umweltüberwachungsdaten stromaufwärts und stromabwärts der Standorte stützt, um festzustellen, ob es Veränderungen am Fluss gegeben hat;
- ein quantitativer Ansatz zu den Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, der auf der Modellierung der kumulierten tatsächlichen Einleitungen der Standorte entlang des Flusslaufs in den Jahren 2018 und 2017 basiert, die jeweils ein durchschnittliches Jahr und ein Jahr mit ausgeprägter Niedrigwasserperiode repräsentieren.

Der qualitative Ansatz zeigt, dass flüssige chemische Einleitungen keinen nennenswerten Einfluss auf die Chemie, die physikalisch-chemischen Eigenschaften und Biologie, mit Ausnahme der im Bugey durchgeführten Untersuchungen zu benthischen Makroinvertebraten und Fischbeständen, bei denen Unterschiede in der Bestandszusammensetzung beobachtet wurden, die wahrscheinlich mit thermischen und standortbedingten Faktoren zusammenhängen. Der quantitative Ansatz zeigt keine nennenswerten Auswirkungen auf das Ökosystem der Rhône an den vier untersuchten Messstellen. Diese vier Messstellen sind entlang des Flusses so verteilt, dass eine progressive Kumulierung bis zur Mündung der Rhône durchgeführt werden kann.

Darüber hinaus wurde die Analyse der Auswirkungen der Wärmeeinleitungen nach demselben Prinzip durchgeführt. Die Simulationen lieferten die zeitliche und räumliche Entwicklung der Wassertemperatur der Rhône sowie die Resterwärmung (Differenz zwischen der Wassertemperatur der Rhône bei laufendem Reaktorbetrieb und der Wassertemperatur, wenn alle Kraftwerke stillgelegt wären) im Zusammenhang mit den Wärmeeinleitungen der Standorte. Die durch die Einleitungen der Kraftwerke verursachten Erwärmungen der Rhône addieren sich nicht arithmetisch von stromaufwärts nach stromabwärts, sondern sie schwächen sich allmählich ab: Wenn die Rhône eine zusätzliche Erwärmung erhält, wird diese je nach Wetterbedingungen allmählich abgebaut und

zum Zufluss der Nebenflüsse, insbesondere der Saône und der Isère. In Niedrigwasserzeiten sind die Erwärmungen höher, jedoch mit einer ähnlichen Abschwächung. Veränderungen der thermischen und hydrologischen Bedingungen oder der Wasserqualität beeinflussen die Funktionsweise der Lebensgemeinschaften und des aquatischen Ökosystems. Doch obwohl ökologische Veränderungen mit den festgestellten physikalischen Veränderungen einhergehen, lässt sich der Zusammenhang zwischen diesen Komponenten nicht ohne Weiteres herstellen.

### **5.7.3. Böden und Grundwasser**

#### **Auswirkungen auf den Boden**

Das Kernkraftwerk Tricastin wurde in der Schwemmebene von Pierrelatte errichtet. Für den Bau wurden verschiedene Erschließungsarbeiten durchgeführt, darunter die Errichtung der Kraftwerksplattform auf einer Höhe von 52 m NGF O (was einer Aufschüttungsdicke zwischen 0,5 und 3,5

m über dem natürlichen Gelände) sowie der Bau einer geotechnischen Umhüllung um die Reaktoren.

Im Jahr 2011 wurde eine Untersuchung der historischen und umweltbezogenen Daten des Kernkraftwerks Tricastin durchgeführt. Sie stützte sich auf Aussagen von Mitarbeitern des Kraftwerks sowie Besichtigungen der Anlagen.

Zwischen 2011 und 2018 ergänzten Bodenuntersuchungen und -diagnosen die Erkenntnisse über die Umgebung. Dabei wurden leichte Verunreinigungen des Bodens durch eher schwere, öltartige Kohlenwasserstoffe festgestellt, die wenig flüchtig und im Boden kaum mobil sind. Angesichts der Art der Stoffe und ihrer Konzentration stellen diese Verunreinigungen kein Risiko für die Umwelt oder die Gesundheit dar. Im nordwestlichen Teil des geotechnischen Geländes, wo eine Verunreinigung des Grundwassers durch Kohlenwasserstoffe festgestellt wurde, wurden die Böden charakterisiert, die Verunreinigung eingezielt und Maßnahmen zur Sanierung sind im Gange.

Im Oktober und November 2018 fanden ergänzende Untersuchungen statt. Die Ergebnisse dieser chemischen Analysen zeigten, dass die entnommenen Proben den anthropogenen Hintergrundwerten für die meisten Parameter. An bestimmten Bohrstellen wurden für die folgenden Parametergruppen Konzentrationen gemessen, die über den festgelegten Vergleichswerten (für das Kernkraftwerk Tricastin definierte Referenzwerte) lagen: Gesamtkohlenwasserstoffe, Phenole und Naphthalin, Spurenmetalle, Stickstoff- und Phosphatverbindungen, Chloride. Die meisten dieser Überschreitungen sind punktuell (eine einzige Messstelle pro Gebiet), und bei den betroffenen Messstellen zeigten die Bodenproben aus den darunterliegenden Schichten keine Anomalien in der Tiefe. Es handelt sich also um lokale, vereinzelte und sporadische Überschreitungen.

Schließlich wurden die bei den Bohrungen entnommenen Materialien einer Strahlungsmessung unterzogen, und Bodenproben wurden zur radiologischen Untersuchung an ein Labor geschickt. Die Ergebnisse zeigten, dass in den untersuchten Bereichen keine radioaktive Belastung vorliegt.

Daraus lässt sich schließen, dass der normale Betrieb des Kraftwerks keine Auswirkungen auf die Böden im Bereich des Kraftwerks hat.

Die Aktivitäten des Kraftwerks können aufgrund von Zwischenfällen, beispielsweise durch Leckagen, vorübergehende Auswirkungen auf den Boden haben. In diesem Fall werden jedoch Maßnahmen ergriffen, um mögliche Auswirkungen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Kraftwerks zu minimieren.

#### **Auswirkungen auf das Grundwasser**

Für den Bau des Kraftwerks wurden verschiedene Erschließungsarbeiten durchgeführt, darunter die Errichtung der Kraftwerksplattform auf einer Höhe von 52 m NGF O (d. h. eine Aufschüttungsdicke zwischen 0,5 und 3,5 m über dem natürlichen Gelände) und der Bau einer geotechnischen Umhüllung um die Produktionsreaktoren.

Diese Einfassung schränkt den Grundwassertausch zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Einfassung stark ein.

Seit ihrer Inbetriebnahme wird das Kernkraftwerk Tricastin einer qualitativen und quantitativen Überwachung des Auengrundwassers im Bereich der Anlagen unterzogen. Die Auswertung aller im Rahmen der Grundwasserüberwachung zwischen 2012 und 2018 durchgeführten Messungen umfasste die Ergebnisse von rund 22.000 Analysen an 40 Piezometern. Dabei wurden Überschreitungen der Überwachungsgrenzwerte für das Grundwasser bei folgenden Parametern festgestellt:

- eine Überschreitung des Untersuchungsgrenzwerts für Kohlenwasserstoffe, für die derzeit Bewirtschaftungsmaßnahmen mit monatlicher Überwachung der Markierung durchgeführt werden. Die Quelle wurde identifiziert und beseitigt,
- eine Markierung durch Nitrate (in Verbindung mit Phosphaten), die Gegenstand von Korrekturmaßnahmen war: Reparatur des Abwassersammelnetzes,
- eine Überschreitung des Untersuchungsgrenzwerts für Ammonium, für die eine Kartierung des Grundwasserzustands des Kraftwerks hinsichtlich verschiedener Parameter sowie ergänzende Grundwasseruntersuchungen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden derzeit ausgewertet,
- erhöhte pH-Werte, die auf die Beschaffenheit der Aufschüttungen zurückzuführen sind und zu einer Bodenbehandlung durch Injektion von Zementmörtel geführt haben,
- Überschreitungen des Untersuchungsgrenzwerts für Phosphate, die sowohl auf einen regionalen Trend (beobachtet stromaufwärts des Kernkraftwerks) als auch auf die zuvor erwähnte Markierung durch Nitrate zurückzuführen sind.

Die Ergebnisse der in den letzten Jahren durchgeführten chemischen Analysen zeigen für das Jahr 2021 eine Überschreitung des Aktionsgrenzwerts für Nitrate, Phosphate und Kjeldahl-Stickstoff (NTK) infolge der Undichtigkeit einer Abwasserleitung, die identifiziert und repariert wurde.

Die Ergebnisse der zwischen 2012 und 2018 durchgeführten radiologischen Analysen zeigen eine Überschreitung des Untersuchungsgrenzwerts für Tritium im Bereich zwischen den Reaktoren im Jahr 2013. Diese Markierung war Gegenstand einer Nachverfolgung und von Korrekturmaßnahmen.

Die Ergebnisse der in den letzten Jahren durchgeführten radiologischen Analysen zeigen für die Jahre 2019 und 2021 eine Überschreitung des Aktionsgrenzwerts im Zusammenhang mit einer Tritiummarkierung in der Nähe der Lager- und Kontrollbecken vor der Ableitung radioaktiver Abwässer.

Somit wurde bei den Grundwasserproben, die außerhalb des geotechnischen Schutzbereichs des Kernkraftwerks Tricastin entnommen wurden, keine Überschreitung chemischer oder radiologischer Grenzwerte im Zusammenhang mit dem Betrieb des Kraftwerks festgestellt.

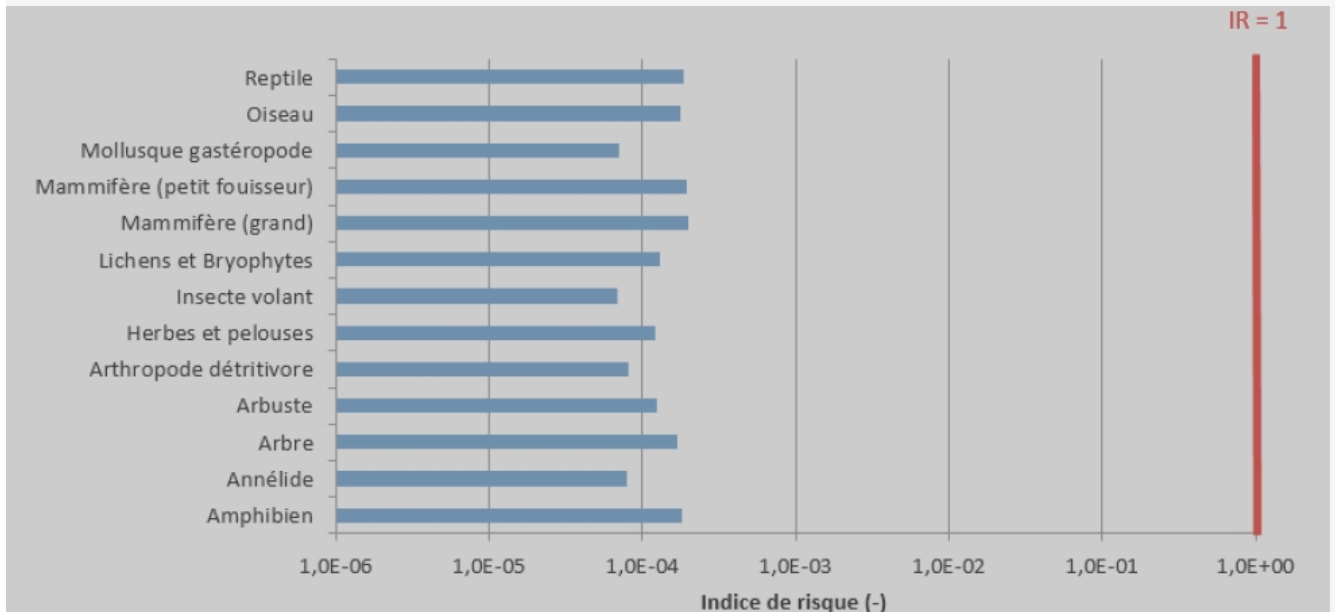
Somit können die Aktivitäten des Kraftwerks aufgrund von Zwischenfällen, beispielsweise Verschüttungen, vorübergehende Auswirkungen auf das Grundwasser haben. In diesem Fall werden jedoch Managementmaßnahmen ergriffen, um mögliche Auswirkungen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Kraftwerks zu minimieren.

### **5.7.4. Radioökologie**

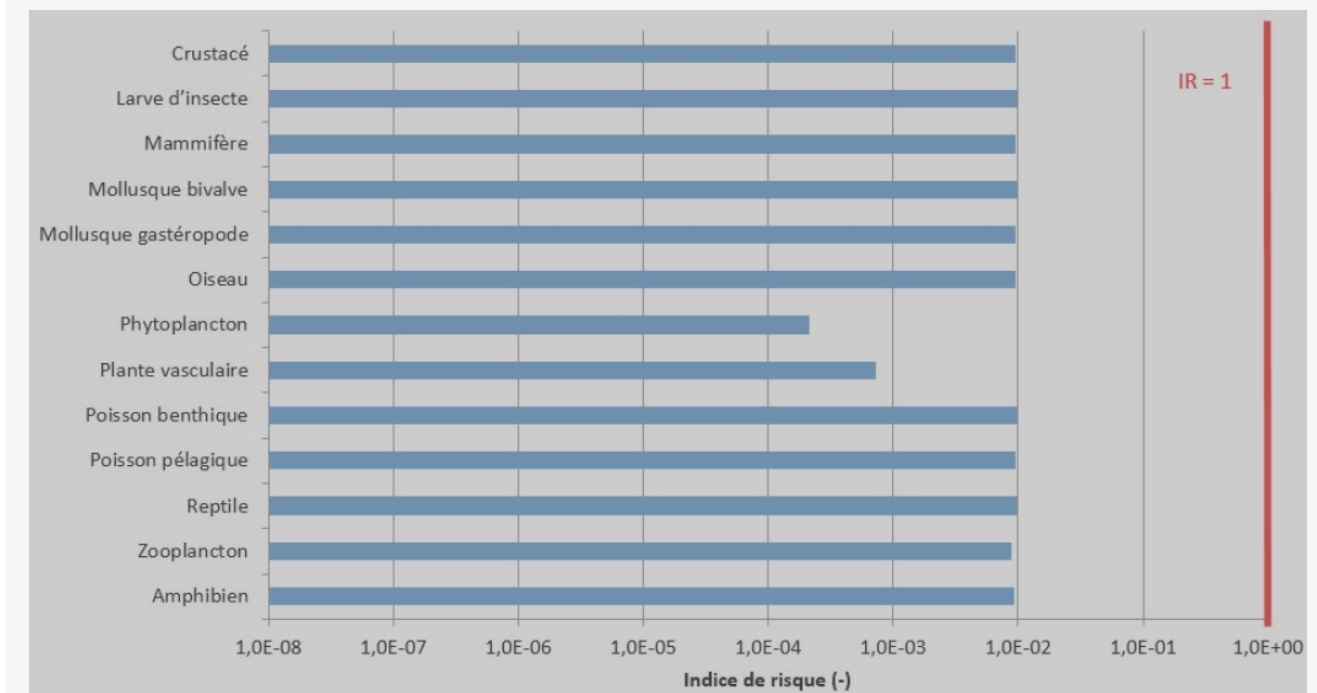
Wie in Abschnitt 5.2 dargelegt, basiert die Bewertung der Umweltauswirkungen radioaktiver Ableitungen auf einem Vergleich der durch die Ableitungen verursachten Dosisleistung mit einem Dosisleistungswert ohne Wirkung für jeden Referenzorganismus. Dieser Vergleich führt zur Berechnung eines Risikoindex. Liegt der Risikoindex unter 1, kann davon ausgegangen werden, dass das Risiko vernachlässigbar ist.

Die folgenden Grafiken zeigen die für die Referenzorganismen in terrestrischen und aquatischen Kompartimenten ermittelten Risikoindizes.

## Berechnete Risikoindizes für Referenzorganismen des terrestrischen Ökosystems



## Berechnete Risikoindizes für Referenzorganismen des aquatischen Ökosystems



Da der Index stets unter eins liegt, ist das Umweltrisiko im Zusammenhang mit der Einleitung flüssiger und atmosphärischer radioaktiver Abfälle aus dem

Kraftwerks Tricastin vernachlässigbar, sowohl derzeit als auch für die nächsten 10 Jahre.



### Untersuchung der kumulativen Auswirkungen der an der Rhône gelegenen Kraftwerke

EDF führte im Jahr 2023 eine Studie zu den kumulativen Auswirkungen der an der Rhône gelegenen Kernkraftwerke durch. Die Studie wurde anhand zweier sich ergänzender Ansätze durchgeführt:

- ein qualitativer Ansatz, der sich auf Umweltüberwachungsdaten stromaufwärts und stromabwärts der Standorte stützt, um festzustellen, ob es Veränderungen am Fluss gegeben hat;
- ein quantitativer Ansatz zu den Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, der auf der Modellierung der kumulierten tatsächlichen Einleitungen der Standorte entlang des Flusslaufs in den Jahren 2018 und 2017 basiert, die jeweils ein durchschnittliches Jahr und ein Jahr mit ausgeprägter Niedrigwasserperiode repräsentieren.

Der qualitative Ansatz zeigt, dass die in der Rhône vorhandene Radioaktivität überwiegend natürlichen Ursprungs ist.

In bestimmten aquatischen Matrizen ist ein Einfluss flüssiger radioaktiver Einleitungen erkennbar, vor allem stromabwärts der Einleitungsstellen. Bei Tritium und Kohlenstoff-14 wird entlang der Rhône in bestimmten Matrizen ein sprunghafter Anstieg der Aktivitätswerte beobachtet. Der quantitative Ansatz zeigt, dass die Risikoindeizes für die Referenzorganismen weit unter dem Referenzwert liegen und das Umweltisiko daher vernachlässigbar ist.

## 5.7.5. Biodiversität

Die zuvor vorgestellte Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf die Luft und klimatische Faktoren, Oberflächengewässer sowie den radiologischen Zustand der Umwelt lässt keine nennenswerten Auswirkungen auf die ökologischen Merkmale der Umwelt erkennen. Der Betrieb des Kraftwerks hat keine Auswirkungen auf die bemerkenswerten Naturräume und beeinträchtigt weder den ordnungsgemäßen Ablauf des biologischen Kreislaufs der Pflanzenarten (aquatische, semi-aquatische oder terrestrische) und Tierarten (Wirbellose, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere) oder die ökologischen Funktionen der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Lebensräume.

Unter allen Lebensräumen und Arten, die die Ausweisung der vier im Untersuchungsgebiet identifizierten Natura-2000-Gebiete begründet haben, sind die Lebensräume und Arten, die potenziell direkt oder indirekt, vorübergehend oder dauerhaft vom Betrieb des Kraftwerks betroffen sind: zehn Lebensräume, fünf Insektenarten, zwölf Säugetierarten, eine Amphibienart, sechs Fischarten und sechsundzwanzig Vogelarten.

Die in den vorangegangenen Abschnitten dargelegten Analysen der Auswirkungen von Entnahmen, Einleitungen und Belastungen lassen keine nennenswerten Auswirkungen des Kraftwerksbetriebs und der Baggerarbeiten auf die Umwelt erkennen. Somit werden die ökologischen Merkmale des Lebensraums, die den ökologischen Reichtum der untersuchten Lebensräume bestimmen, nicht beeinträchtigt.

Zudem werden die Parameter der Luft- und Wasserumwelt, die die ökologischen Merkmale der Lebensräume der untersuchten Arten bestimmen, durch den Betrieb des Kraftwerks nicht beeinträchtigt.

Somit stellt die Analyse der direkten und indirekten, dauerhaften und vorübergehenden Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks Tricastin und der Baggerarbeiten auf die Umwelt den Erhaltungszustand der prioritären Lebensräume und Arten oder der Arten von gemeinschaftlichem Interesse nicht in Frage, der bei der Ausweisung der Natura-2000-Gebiete im Untersuchungsgebiet maßgeblich war.

Darüber hinaus stellen der Betrieb des Standorts Tricastin sowie die Baggerarbeiten die in den Zielvorgaben (DOCOB) dieser Natura-2000-Gebiete festgelegten Bewirtschaftungsziele nicht in Frage.

## 5.7.6. Bevölkerung und menschliche Gesundheit

### Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen auf den Menschen

Die Auswirkungen der Ableitung radioaktiver Abwässer innerhalb der zulässigen Ableitungsgrenzwerte des Kraftwerks Tricastin wurden für repräsentative Personen ermittelt, d. h. für Personen, die voraussichtlich der höchsten Exposition ausgesetzt sind und sich in einem Umkreis von 5 km um das Kraftwerk befinden.

Die jährliche Gesamtwirksame Dosis, die mit der internen und externen Exposition gegenüber den radioaktiven Abwässern des Standorts zusammenhängt, wird geschätzt:

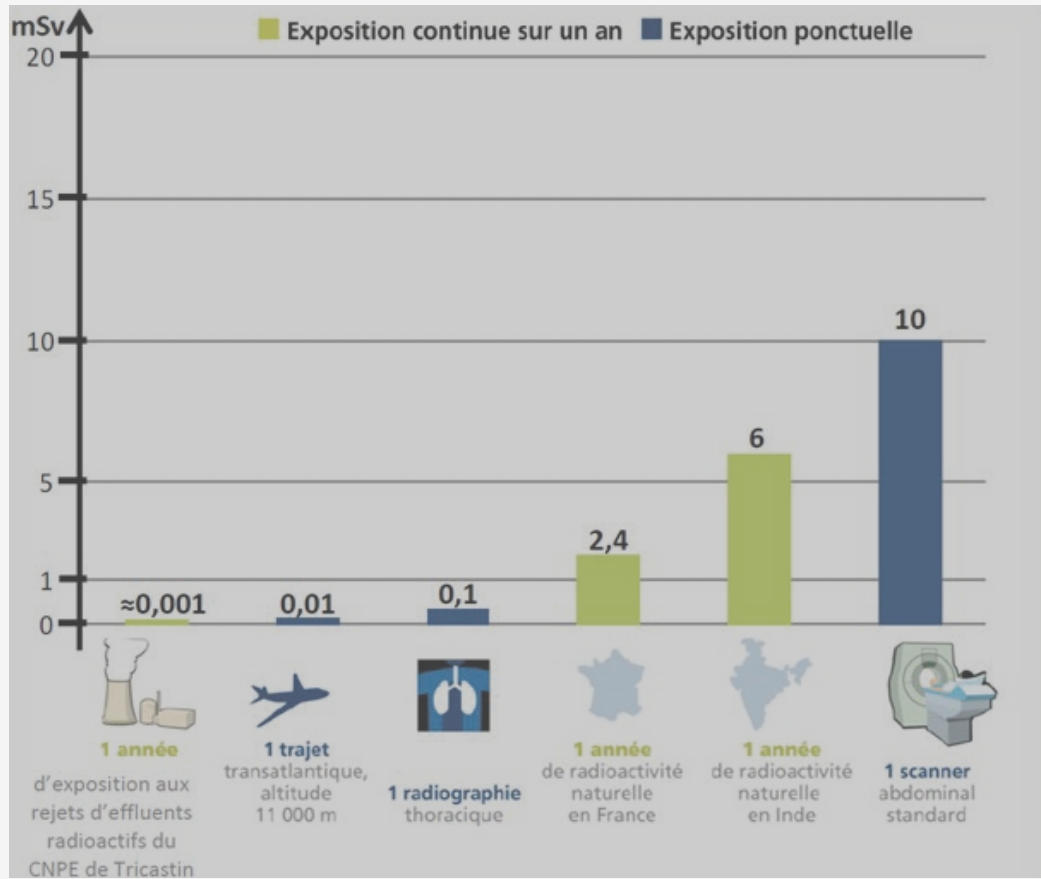
- für Erwachsene auf  $1,3 \times 10^{-3}$  mSv/Jahr, d. h. weniger als 2  $\mu$ Sv/Jahr;
- für das 10-jährige Kind bei  $1,2 \times 10^{-3}$  mSv/Jahr, also weniger als 2  $\mu$ Sv/Jahr;
- für das 1-jährige Kind bei  $1,1 \times 10^{-3}$  mSv/Jahr, also weniger als 2  $\mu$ Sv/Jahr.

Jede dieser Dosen entspricht weniger als 0,2 % der jährlichen Expositionsgrenze für eine Person der Bevölkerung, die im Gesetz über das öffentliche Gesundheitswesen auf 1 mSv festgelegt ist.

Um diese Dosen im Vergleich zu anderen Expositionsarten einzuordnen, zeigt die folgende Abbildung die Größenordnungen der Dosen dargestellt, die aus alltäglichen Situationen resultieren.



Die **effektive Dosis** misst die biologische Wirkung der Radioaktivität. Sie wird in Sievert (Sv) oder häufiger in Millisievert (mSv) oder in Mikrosievert ( $\mu$ Sv) angegeben.



**Bewertung der Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit chemischen Freisetzungen**

Es wurde nachgewiesen, dass die derzeitigen Einleitungen des Kernkraftwerks Tricastin keinen Einfluss auf den chemischen Zustand des Donzère-Mondragon-Kanals und der Rhône haben.

Die prospektive Bewertung der Gesundheitsrisiken (EPRS, vgl. Abschnitt 5.2) lässt kein

ein Gesundheitsrisiko aufgrund der flüssigen chemischen Einleitungen des Kernkraftwerks Tricastin für die benachbarten Bevölkerungsgruppen, die durch den Konsum von Wasser aus dem Donzère-Mondragon-Kanal und von Fischen, die stromabwärts des Kraftwerks gefangen werden, potenziell diesen Stoffen ausgesetzt sind.



**Studie zur kumulativen Auswirkung der an der Rhône gelegenen Kraftwerke**

EDF führte 2023 eine Studie zur kumulativen Auswirkung der an der Rhône gelegenen Kernkraftwerke durch. Die Studie wurde nach zwei sich ergänzenden Ansätzen durchgeführt:

- ein qualitativer Ansatz, der sich auf Umweltüberwachungsdaten stromaufwärts und stromabwärts der Standorte stützt, um festzustellen, ob es Veränderungen am Fluss gegeben hat;
- ein quantitativer Ansatz zu den Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, der auf der Modellierung der kumulierten tatsächlichen Ableitungen der Anlagen und der tatsächlichen Durchflussmenge der Flüsse in den Jahren 2018 und 2017 basiert, die jeweils ein durchschnittliches Jahr und ein Jahr mit ausgeprägter Niedrigwasserperiode repräsentieren.

Strahleneinwirkung auf die Bevölkerung: Die Gesamteffektivdosen im Zusammenhang mit der kumulierten Einleitung radioaktiver Flüssigabfälle betragen weniger als 0,1 % des gesetzlichen Dosisgrenzwerts für die Bevölkerung, der auf 1 mSv/Jahr festgelegt ist.

Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung: Die Auswertung des Zustands der Umwelt kommt zu dem Schluss, dass die kumulierten Einleitungen in die Rhône keinen Einfluss auf die Chemie des Flusses haben und folglich die Eignung des Wassers für die festgelegten Verwendungszwecke nicht verändern. Die quantitative Bewertung der Gesundheitsrisiken zeigt kein Gesundheitsrisiko aufgrund der flüssigen chemischen Einleitungen auf, die auf die an der Rhône gelegenen Kernkraftwerke zurückzuführen sind, für die benachbarten Bevölkerungsgruppen, die potenziell diesen Stoffen ausgesetzt sind.

### **Bewertung der Auswirkungen von Lärm- und Vibrationsemissionen**

Die Ergebnisse der Konformitätsanalyse zeigen, dass die Lärmpegel des Kraftwerks Tricastin die in Artikel 4.3.5 des INB-Erlasses vom 7. Februar 2012 festgelegten Ziele einhalten.

Darüber hinaus verursacht der Betrieb der Anlagen Vibrationen (hauptsächlich durch rotierende Maschinen). Diese sind innerhalb der Anlagen spürbar, außerhalb des Kraftwerks jedoch aufgrund der Bauweise der Gebäude und der Bodenbeschaffenheit nicht wahrnehmbar. Für die umliegende Bevölkerung besteht daher kein Risiko einer Belästigung durch die bestehenden Anlagen.

Was mögliche Bauarbeiten im Tiefbau und im Straßen- und Leitungsbau betrifft, die Schwingungen verursachen können, so sind diese auf das Gelände des Kraftwerks beschränkt, zeitlich begrenzt und finden an Werktagen tagsüber statt, wodurch mögliche Belästigungen minimiert werden. Angesichts der Entfernung zwischen dem Kraftwerk und den nächstgelegenen Wohngebäuden ist zudem nicht zu erwarten, dass dort Beeinträchtigungen spürbar sind.

Die Aktivitäten des Kraftwerks Tricastin verursachen daher keine Vibrationen, die sich auf die Nachbarschaft auswirken könnten.

### **Bewertung der Auswirkungen der Lichtemissionen**

Die Lichtemissionen stehen im Wesentlichen im Zusammenhang mit der Beleuchtung, die der Sicherheit des Kraftwerks dient (Schutz vor unbefugtem Eindringen, Warnung vor Fluggeräten usw.). Sie können daher nicht unterbunden werden, doch die Ausrichtung dieser Beleuchtungsanlagen minimiert die optischen Auswirkungen außerhalb des Kraftwerks.

Die Auswirkungen dieser Lichtemissionen sind daher vernachlässigbar.

## **5.7.7. Menschliche Aktivitäten**

### **Analyse der Auswirkungen auf die Landnutzung**

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und chemischen Ableitungen des Kraftwerks Tricastin lässt kein Gesundheitsrisiko erkennen, das auf den Betrieb des Kraftwerks zurückzuführen ist und die potenziell exponierte Bevölkerung in der Umgebung betrifft (siehe Abschnitt 5.7.6).

Daraus lässt sich schließen, dass keine signifikanten Auswirkungen auf die Landnutzung, insbesondere auf landwirtschaftliche Flächen und Sachwerte (Wohngebäude, Industriegebiete usw.), bestehen.

### **Analyse der Auswirkungen auf die Landschaft und das Kulturerbe**

Der Standort Tricastin wurde 1974 errichtet. Das Kernkraftwerk ist somit seit über 40 Jahren in Betrieb und mittlerweile Teil der Landschaft. Der derzeitige Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin hat keine Auswirkungen auf die Landschaft und das Kulturerbe (denkmalgeschützte Stätten, eingetragene Stätten, historische Denkmäler und archäologische Stätten). Für die nächsten zehn Jahre sind keine Entwicklungen des Kraftwerks vorgesehen, die diese Schlussfolgerungen in Frage stellen würden.

### **Analyse der Auswirkungen auf die Wassernutzung**

Der Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin ist mit unterschiedlichem Wasserbedarf verbunden, wobei der größte Teil zur Kühlung der Kondensatoren dient. Das zur Kühlung aus dem Kanal Donzère-Mondragon entnommene Wasser wird jedoch vollständig zurückgeleitet.

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen radioaktiver und chemischer Ableitungen lässt kein Gesundheitsrisiko erkennen, das auf den Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin zurückzuführen wäre und die potenziell exponierte Bevölkerung in der Umgebung betreffen könnte. Folglich hat der Betrieb des Kernkraftwerks Tricastin keine Auswirkungen auf die Verfügbarkeit der Wasserressourcen, und die Ableitungen sind nicht geeignet, die Wassernutzung in der Nähe des Kernkraftwerks Tricastin zu beeinträchtigen.

### **Analyse der Auswirkungen auf Infrastruktur und Verkehrswege**

Der Betrieb des Kraftwerks Tricastin verursacht ein Verkehrsaufkommen von 1000 PKWs pro Tag und 40 LKWs pro Tag.

Der vom Kraftwerk verursachte Gesamtverkehr macht 1,4 % bzw. 9,7 % (PKW + LKW) des Gesamtverkehrs auf der Autobahn A7 und der Nationalstraße RN7 27 aus.

Der durch das Kraftwerk Tricastin verursachte Verkehr ist daher im Vergleich zum Verkehr auf den nahegelegenen Straßeninfrastrukturen kaum nennenswert.

Bestimmte Materialien werden per Güterverkehr (Schiene) angeliefert oder versandt. Dieser Verkehr umfasst 13 Züge pro Jahr, was vernachlässigbar ist und keine Auswirkungen auf die Eisenbahninfrastruktur hat.

Die Wartungsarbeiten durch Ausbaggern des Zuflusskanals des Kraftwerks haben keine Auswirkungen auf die Schiffbarkeit des Kanals von Donzère-Mon-Dragon.

Hinweis: Die Durchflussmenge im Kanal wird am Staudamm von Donzère, etwa 13 km stromaufwärts des Kraftwerks Tricastin, reguliert, um die Betriebsvorschriften der Anlage einzuhalten, insbesondere eine Mindestdurchflussmenge seit dem<sup>1</sup>Januar 2014. Das Kraftwerk darf bei Erreichen dieser Mindestdurchflussmenge kein Wasser entnehmen, um die Schiffbarkeit des Kanals zu gewährleisten.

Für die nächsten zehn Jahre sind keine Änderungen vorgesehen.

### **Analyse der Auswirkungen auf die industrielle Umwelt**

Abgesehen von den Anlagen im Industriegebiet von Tricastin hat das Kraftwerk Tricastin keine Wechselwirkungen mit den anderen Industrieanlagen im Untersuchungsgebiet, da sich die Tätigkeitsbereiche des Kraftwerks und der Industrien im Untersuchungsgebiet (Bauwesen, Lebensmittelindustrie, chemische Industrie usw.) unterscheiden, und hat daher keine Auswirkungen auf das industrielle Umfeld.

### **Analyse der Auswirkungen auf Freizeitbereiche und -aktivitäten**

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der mit dem Betrieb des Kraftwerks verbundenen radioaktiven und chemischen Ableitungen lässt kein Gesundheitsrisiko erkennen, das auf den Standort Tricastin zurückzuführen wäre und die potenziell exponierte Bevölkerung in der Umgebung betreffen könnte.

Folglich hat der Betrieb des Kraftwerks Tricastin keine Auswirkungen auf Erholungsgebiete und Freizeitaktivitäten.

### **Analyse der Auswirkungen auf den Energieverbrauch**

Der Betrieb des Kraftwerks Tricastin dient der Stromerzeugung: Die für das Jahr 2024 berechnete jährliche Bruttostromerzeugung beläuft sich auf 21,64 TWh.

Der Stromverbrauch des Kraftwerks liegt bei etwa 1 TWh, was weniger als 4,6 % der vom Kraftwerk erzeugten Strommenge entspricht.

Anmerkung: Auf dem Gelände sind Diesel-Notstromaggregate vorhanden. Es werden regelmäßig Tests durchgeführt, um deren ordnungsgemäße Funktion zu überprüfen. Der mit diesen Tests verbundene Kraftstoffverbrauch beläuft sich auf 124 m<sup>3</sup> pro Jahr (Durchschnittsverbrauch von 2014 bis 2017).

Für die nächsten zehn Jahre sind keine Veränderungen vorgesehen.

## **5.7.8. Abfallwirtschaft**

### **5.7.8.1. Anfallende Abfälle**

Durch die Stromerzeugung, die Instandhaltung der Anlagen, die Lagerung von Abfällen und die Logistik fallen beim Betrieb des Kraftwerks Tricastin zwei Arten von Abfällen: radioaktive Abfälle und konventionelle Abfälle.

→ Radioaktive Abfälle werden nach dem Aktivitätsgrad und der Halbwertszeit der darin enthaltenen Radionuklide klassifiziert. Sie können stammen aus:

- der Aufbereitung radioaktiver Abwässer: Filter, Aktivkohle, Verdampfungskonzentrate, Wasserfilter, Ionenaustauscherharze, Schlämme...;
- dem Umgang mit Brennelementen: Brennelementebündel, Hüllrohre, Brennelementgerüste...;
- aus routinemäßigen Wartungsarbeiten: ausgemusterte aktive mechanische Teile, Werkzeuge, Textilabfälle...

→ Konventionelle Abfälle sind Abfälle, die in Bereichen anfallen, die keine radioaktiven Stoffe enthalten. Sie bestehen aus Inertabfällen (Bauschutt, Erde...), nicht gefährlichen Nicht-Inertabfällen (Holz, Verpackungen, Papier, Pappe, Glas, Kunststoff, Metalle...) und gefährlichen Abfällen (Farben, kohlenwasserstoffhaltige Abfälle, Asbest...).



#### **Mehr erfahren über...**

#### **den Kernbrennstoffkreislauf in Frankreich**

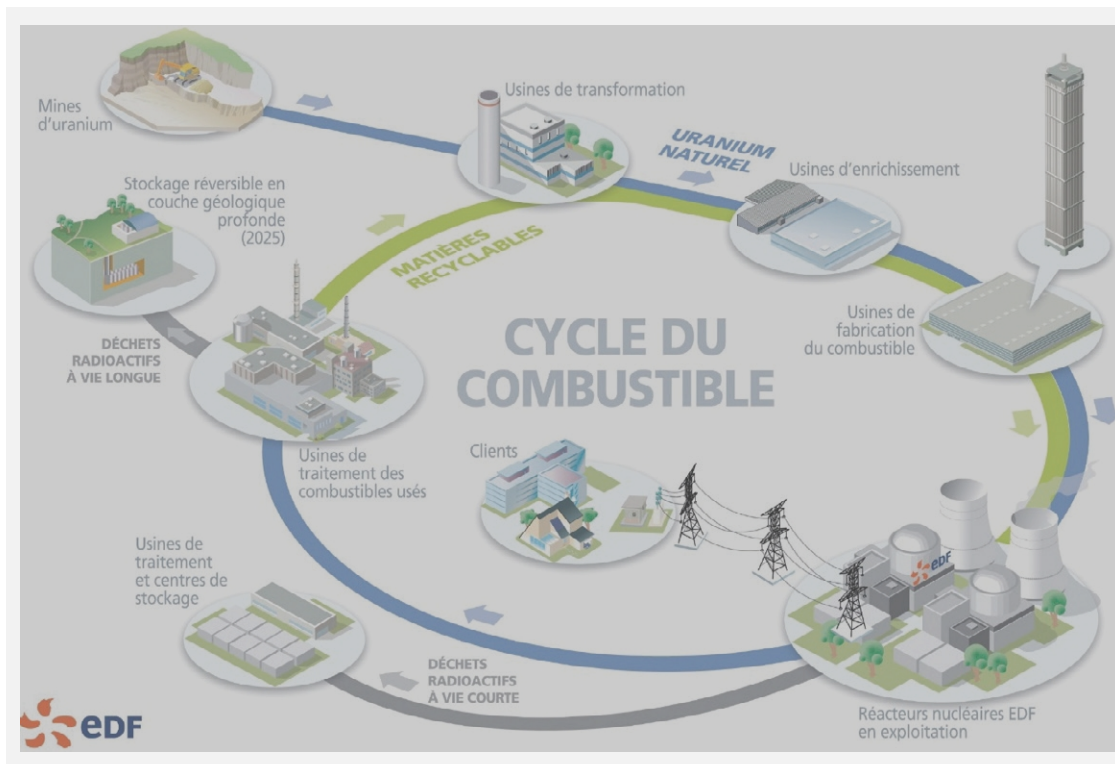
Ein Kernreaktor nutzt als Hauptbrennstoff Uran, eine natürliche Ressource. Der „Brennstoffkreislauf“ bezeichnet alle industriellen Schritte im Zusammenhang mit dem Brennstoff, von der Gewinnung des Erzes bis zur Lagerung der radioaktiven Abfälle aus abgebrannten Brennelementen.

Der Brennstoffkreislauf gliedert sich in drei Phasen:

- Der vordere Teil des Kreislaufs: Das Uran wird aus dem Boden gewonnen, durch chemisches Verfahren in gasförmige Form umgewandelt und angereichert. Dieses Material wird in Form von Pellets in dichte Metallrohre eingefüllt, die zu UNE-Brennelementen (angereichertes Natururan) zusammengefügt werden.
- Der Kern des Zyklus: Diese Brennelemente werden in die Reaktoren geladen und vier bis fünf Jahre lang zur Stromerzeugung genutzt.

→ Der nachgelagerte Teil des Kreislaufs: Nach dieser Zeit werden die Brennelemente entladen und im Abklingbecken im Brennstoffgebäude des Kraftwerks während einer ersten Phase des thermischen und radioaktiven Abklingens gelagert. Anschließend werden die Brennelemente nach der Aufbereitung im Rahmen eines „geschlossenen Kreislaufs“ recycelt, bei dem die wiederverwertbaren Energieträger (Plutonium und Uran) aus dem abgebrannten Brennstoff extrahiert werden und nur das als Abfall zu betrachten, was nicht verwertbar ist.

Die Entscheidung Frankreichs für das Recycling im „geschlossenen Kreislauf“ ermöglicht es, Ressourcen zu sparen und das Abfallaufkommen zu verringern.



## 57.82 Modalitäten und Entsorgungswege

Die verschiedenen Schritte der Abfallbewirtschaftung zielen darauf ab, die Akzeptanz der Abfälle durch die für sie vorgesehenen Entsorgungswege sicherzustellen und deren Auswirkungen zu begrenzen, insbesondere bei radioaktiven Abfällen, die für die Lagerstätten der ANDRA bestimmt sind. Diese verschiedenen Schritte sind: Trennung an der Quelle, Sammlung, Kontrolle, Verpackung und Versand.

### Radioaktive Abfälle

Radioaktive Abfälle werden an der Quelle nach ihrer Dosisäquivalentleistung (DeD) – unter oder über 2 mSv/h bei Kontakt –, ihrem physikalischen Zustand (fest oder flüssig), ihrer physikalischen Beschaffenheit und ihrem Entstehungsort sortiert.

Er wird an verschiedenen Stellen gesammelt, kontrolliert und anschließend so verpackt, dass er den Anforderungen der jeweiligen Entsorgungslinie entspricht (z. B. Verpackung in Betonhüllen, Metall- oder Kunststofffassern für schwach radioaktive technologische Abfälle, in Big-Bags oder Behältern für sehr schwach radioaktive technologische Abfälle).

Die Lagerbereiche und -anlagen sowie die Referenzlagerungszeiten für radioaktive Abfälle berücksichtigen die Art und die Aktivität der Abfälle sowie die Merkmale der zugehörigen Lageranlagen und -bereiche.

Nach der Zwischenlagerung werden die Abfälle des Standorts entsprechend ihren Eigenschaften an die entsprechenden Entsorgungswege der Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA) und von Cyclife France (CENTRACO) weitergeleitet, nämlich:

- die Verbrennungsanlage von Cyclife France (CENTRACO), in der sogenannte

(Vinyl, Papier, Lappen usw.), Ionenaustauscherharze, wässrige Abwässer, Bor-Konzentrate, Öle und Lösungsmittel;

- die Schmelzanlage von Cyclife France (CENTRA-CO), in der eisenhaltige und gemischte Metallabfälle sowie bestimmte massive Teile nach vorheriger Prüfung der Unterlagen behandelt werden können;
- die Lagerstätten der ANDRA (Centre de Stockage de l'Aube – CSA oder Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage – CIRES), die die Annahme, gegebenenfalls die Aufbereitung und die Lagerung von sehr schwach bis mäßig radioaktiven Abfällen ermöglichen.



**CENTRACO** (CENTre de TRAIement et de CONDitionnement) ist eine Industrieanlage zur Aufbereitung kurzlebiger, sehr schwach bis mäßig radioaktiver Abfälle.



CENTRACO Cyclife – Thermisches Schneiden vor dem Schmelzen

### Konventionelle Abfälle

Konventionelle Abfälle werden möglichst nahe am Entstehungsort gesammelt, teilweise gebündelt und im Transitbereich für konventionelle Abfälle des Kraftwerks zwischengelagert, um nach einer Kontrolle an den C3-Portalen (radiologische Kontrollgeräte zur Überprüfung der Kontaminationsfreiheit beim Verlassen des Standorts) abtransportiert zu werden.

Das Kernkraftwerk Tricastin nutzt für konventionelle Abfälle zwei Arten von Entsorgungswegen: die Entsorgung oder die Verwertung.

Bei der Wahl des Verfahrens werden die folgenden drei Grundsätze berücksichtigt:

- die Hierarchie der Abfallbehandlungsverfahren, die darin besteht, in dieser Reihenfolge der Wiederverwendung, dem Recycling, jeder anderen Verwertung (insbesondere der energetischen Verwertung) und schließlich der Beseitigung den Vorrang zu geben;
- das Prinzip der Nähe;
- die Übereinstimmung mit den lokalen, regionalen und nationalen Abfallvermeidungs- und -bewirtschaftungsplänen.

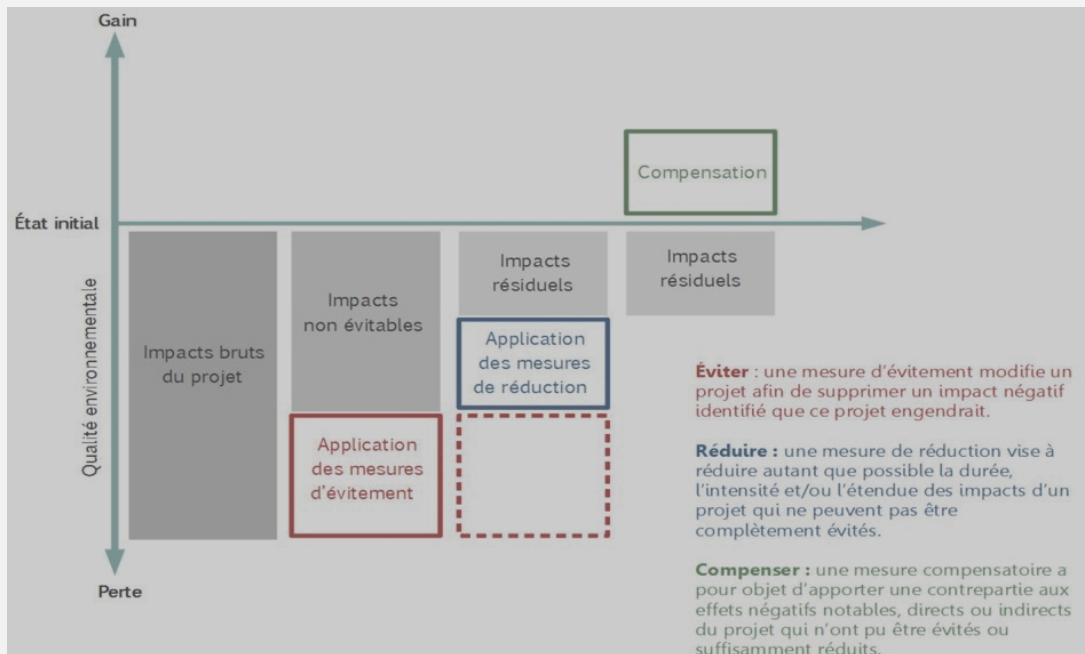
### 5.7.9. Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Auswirkungen und Ausgleichsmaßnahmen



#### ERC-MASSNAHMEN

Die Abfolge „Vermeiden, Reduzieren, Kompensieren“ (ERC) zielt darauf ab, Umweltschäden zu vermeiden, diejenigen zu reduzieren, die nicht

, und, wenn möglich, die erheblichen Auswirkungen auszugleichen, die weder vermieden noch ausreichend gemindert werden konnten.



Darstellung der ERC-Sequenz im französischen Recht (Quelle: environnement.gouv.fr)

#### Luft und klimatische Faktoren

Um die Abgase der Notstromaggregate zu begrenzen, setzt das Kraftwerk Tricastin ein optimiertes Wartungsprogramm um, das den Einsatz von Kraftstoff mit sehr niedrigem Schwefelgehalt und die Aufrechterhaltung der Sauberkeit der Motorzylinder vorsieht.

Das Kraftwerk Tricastin ergreift zudem Maßnahmen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen (Umsetzung eines nationalen Plans Maßnahmen zur Eindämmung von SF6-Leckagen (ein Gas, das als elektrischer Isolator in elektrischen Anlagen verwendet wird) und zur Bekämpfung der durch den Personentransport verursachten globalen Erwärmung (Einrichtung von Buslinien für den Transport der Mitarbeiter von ihrem Wohnort

zum Kraftwerk, Bereitstellung einer Flotte von Elektrofahrzeugen für Dienstfahrten rund um das Kraftwerk, Anreize für Dienstleister, mit Elektrofahrzeugen zum Kraftwerk zu kommen, Begrenzung des Fahrzeugverkehrs auf dem Kraftwerksgelände).

#### Oberflächenwasser

Das Kraftwerk Tricastin ergreift Maßnahmen zur optimierten Bewirtschaftung seiner Abwässer, indem es deren Entstehung an der Quelle reduziert, sie selektiv sammelt, in leistungsfähigen Anlagen behandelt, die Konditionierung der Kreisläufe optimiert, um die Einleitung chemischer Substanzen auf das absolut Notwendige zu beschränken, die

Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften und die Einbindung der Akteure sicherstellt.

Um die Auswirkungen der Wärmeeinleitung zu verringern, wird der Reaktorbetrieb unter Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen angepasst, insbesondere in besonderen klimatischen Situationen wie Hitzewellen. Das Kraftwerk nimmt bei Bedarf Leistungsreduzierungen oder sogar Abschaltungen vor, um die Erwärmung der Rhône unter dem gesetzlichen Grenzwert zu halten.

### Böden und Grundwasser

Das Kernkraftwerk Tricastin unternimmt alle erforderlichen Maßnahmen, um das Risiko von Freisetzungen in den Boden und das Grundwasser zu minimieren, indem es Anlagen baut, betreibt und wartet, in denen Stoffe gehandhabt werden, die ein potenzielles Risiko für den Boden und das Grundwasser darstellen.

Die Lagerung, Aufbewahrung und Verwendung gefährlicher Stoffe unterliegen strengen Vorschriften, und bei ihrer Lagerung werden alle erforderlichen Vorkehrungen getroffen, um ein versehentliches Auslaufen in die Umwelt zu verhindern (Auffangwannen, Umfüllung auf dichte Flächen usw.). An strategisch wichtigen Stellen stehen für den Fall von unbeabsichtigten Verschüttungen Notfallausrüstungen zur Bekämpfung von Verschmutzungen bereit.

### Radioökologie

Die umgesetzten Konstruktions- und Betriebsvorschriften ermöglichen die Kontrolle der Ableitung radioaktiver Abwässer durch die Reduzierung der Abfallmenge an der Quelle (Recycling der Abwässer aus dem Primärkreislauf, Verbesserung der Brennstoffhüllen), durch eine **Filterung** oder spezifische Behandlung vor der Ableitung, durch die Optimierung der Ableitungen im Hinblick auf den **radioaktiven Zerfall** der Radionuklide und durch die Überwachung der Ableitungen.



Die **Filtration** besteht darin, den Großteil der Radionuklide vor der Ableitung zurückzuhalten. Die von EDF sind mit Hochleistungsfiltern (THE) ausgestattet. Der **radioaktive Zerfall** entspricht der Abnahme der radioaktiven Aktivität einer radioaktiven Substanz durch spontane Zerfälle im Laufe der Zeit.

### Biodiversität

Da keine Einleitungen oder Entnahmen stattfinden, die spürbare Auswirkungen auf die Biodiversität haben, sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Auswirkungen erforderlich, die über die im Kapitel über Oberflächengewässer beschriebenen hinausgehen.

Zusätzlich zu diesen Maßnahmen wird im Rahmen der Baggerarbeiten und der Sedimentrückführung eine spezifische Maßnahme für Fauna und Flora vorgeschlagen. Die Sedimentrückführung wird vorzugsweise außerhalb der

, die für Flora und Fauna besonders sensibel sind, insbesondere der Zeit der Maifischwanderung, durchgeführt.

### Bevölkerung und menschliche Gesundheit

Die Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Auswirkungen in Bezug auf Emissionen in die Atmosphäre und Einleitungen in Oberflächengewässer werden im Folgenden näher erläutert.

Was die Lärmbelastung betrifft, so werden bereits in der Planungsphase Vorkehrungen getroffen, um die Lärmemissionen an der Quelle zu reduzieren, und bei den regelmäßigen Prüfungen werden Messungen an bestimmten Komponenten durchgeführt, die zur nuklearen Sicherheit beitragen. Bei der Errichtung temporärer Anlagen werden spezifische Vorkehrungen getroffen.

Was die Lichtemissionen betrifft, so werden Maßnahmen ergriffen, um potenzielle Lichtbelästigungen zu reduzieren (Ausrichtung der Scheinwerfer auf das Innere des Kraftwerks und auf den Boden, Beschränkung der Beleuchtung auf das für die Sicherheit des Kraftwerksgeländes außerhalb der Betriebszeiten erforderliche Minimum).

### Menschliche Aktivitäten

Da keine Abwasserableitung oder Wasserentnahme stattfindet, die spürbare Auswirkungen auf menschliche Aktivitäten hat, sind keine zusätzlichen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen erforderlich, die über die zuvor beschriebenen hinausgehen.

Um jedoch die Grundfläche des Kraftwerks Tricastin zu begrenzen, wird die Anordnung der Anlagen bereits bei der Planung so gestaltet, dass der Platzbedarf minimiert wird, wobei so weit wie möglich bereits vorhandene Anlagen genutzt werden.

### Abfallmanagement

Das Kernkraftwerk Tricastin ist so organisiert, dass eine optimierte Abfallbewirtschaftung gewährleistet ist, die auf folgenden Grundlagen beruht:

- die Verringerung der Abfallmenge und der Umweltbelastung bereits an der Quelle;
- getrennte Sammlung und Sortierung;
- die Überwachung der Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zur Abfallbewirtschaftung;
- die Verringerung der Gefährlichkeit konventioneller Industrieabfälle;
- die Optimierung der Verpackungsmethoden für Abfälle, insbesondere durch die Verringerung ihres Volumens (Verdichtung, Zerkleinerung, Mahlen), sofern möglich, oder durch die Anpassung an die Anforderungen für die Entsorgung in den entsprechenden Entsorgungsweg (Müllcontainer für konventionelle Abfälle, Metall- oder Kunststofffässer für technologische Abfälle mit geringer Radioaktivität);
- die Verkürzung der Lagerzeiten der Abfälle am Standort durch möglichst raschen Abtransport der Gebinde. Dieser Grundsatz ermöglicht unter anderem eine bessere Bewältigung eventueller Produktionsspitzen (insbesondere bei Wartungsarbeiten, wenn der Reaktor abgeschaltet ist) oder vorübergehender Ausfälle der Entsorgungsketten;
- die vorrangige Nutzung von Recycling und Verwertung.

## 5.7.10. Auswirkungen der Stilllegung des Kraftwerks auf den Klimawandel

Im Falle einer endgültigen Stilllegung des Kraftwerks würden sich dessen Wechselwirkungen mit der Umwelt verringern, insbesondere aufgrund geringerer Wasserentnahmen und Einleitungen. Wie bereits erwähnt, sorgen die Konzeption, die kontinuierlichen Verbesserungen im Laufe von 40 Jahren Stromerzeugung, die Maßnahmen zugunsten der Biodiversität sowie die kontrollierte Betriebsführung dafür, dass der normale Betrieb des Kraftwerks keine nennenswerten negativen Auswirkungen auf seine Umgebung hat. Seine Stilllegung würde somit keine spürbaren Vorteile für die Umwelt mit sich bringen. Dagegen würde die Stilllegung des Kraftwerks zu einem erheblichen Anstieg der Treibhausgasemissionen führen.

Tatsächlich verursacht die Stromerzeugung aus Kernenergie nur sehr geringe Treibhausgasemissionen: 4 Gramm  $\text{CO}_2$ -Äquivalent pro kWh gemäß der Ökobilanz der Kernenergie-kWh für den gesamten Lebenszyklus des derzeitigen französischen Kernkraftwerksparks, verglichen mit einem Durchschnittswert von 275 g  $\text{CO}_2/\text{kWh}$  für den europäischen Energiemix (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2024/fr/livre>).

Das Kernkraftwerk Tricastin erzeugt durchschnittlich etwa 21,5 TWh/Jahr Strom und stößt dabei etwa 86.000 Tonnen  $\text{CO}_2$  aus.

Im Falle einer endgültigen Stilllegung des Kernkraftwerks Tricastin würden die  $\text{CO}_2$ -Emissionen zur Erzeugung der gleichen Strommenge mit dem europäischen Energiemix bei etwa 6 Millionen Tonnen  $\text{CO}_2$  liegen<sup>19</sup>.

2

<sup>(19)</sup> Ausgehend von einer  $\text{CO}_2$ -Bindungskapazität eines Laubwaldes in der Größenordnung von 4 t  $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{Jahr}$  müsste ein Wald von etwa 1,5 Millionen ha (150 km mal 100 km) gepflanzt werden, um diesen zusätzlichen  $\text{CO}_2$ -Ausstoß in der Atmosphäre auszugleichen.



## 6. grenzüberschreitenden Auswirkungen grenzüberschreitender

Im Falle eines nuklearen Unfalls könnten gesundheitsschädliche radioaktive Stoffe in die Umwelt gelangen.

Dieses Kapitel beschreibt die Auswirkungen möglicher radiologischer Zwischenfälle und Unfälle auf Mensch und Umwelt. In Frankreich werden zur Überprüfung der Auslegung von Kernkraftwerken maximale radiologische Folgenwerte oder maximale Dosen entsprechend der Unfallhäufigkeit festgelegt. So haben beispielsweise Zwischenfälle, die eine mäßige Häufigkeit aufweisen (ein Unfall pro höchstens 100 Betriebsjahre), halten die im Gesetz über das öffentliche Gesundheitswesen festgelegten Dosisgrenzwerte ein.

Ein weiteres Beispiel: Bei den schwersten Unfällen, nämlich solchen mit Kernschmelze – die zwar höchst unwahrscheinlich sind –, müssen die Folgen räumlich und zeitlich begrenzt bleiben und mit der Bewältigung der Situation durch die Behörden vereinbar sein, damit die Bevölkerung geschützt werden kann. Daher wurden Störfälle und Unfälle, einschließlich eines Unfalls mit Kernschmelze, bei der Auslegung und dem Betrieb des Kraftwerks berücksichtigt, damit ihre Folgen gemindert und begrenzt werden können.

Grenzüberschreitende Auswirkungen sind nur im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze zu erwarten. Bei normalem Betrieb oder anderen Unfällen sind diese Auswirkungen nämlich vernachlässigbar. Ein solcher Unfall mit Kernschmelze ist ein höchst unwahrscheinliches Extremereignis, das nur nach mehreren Ausfällen der Schutzsysteme und der Steuerungsmittel des Reaktors eintreten könnte. Die Ausbreitung radioaktiver Stoffe bis zu einer Entfernung von 1000 km um das Kraftwerk wurde für einen Unfall mit Kernschmelze unter ungünstigsten Annahmen untersucht.

Nach der endgültigen Abschaltung des Reaktors wird der abgebrannte Brennstoff aus dem Reaktor entnommen und in das Zwischenlagerbecken überführt; dies gilt für die Phase der Vorbereitung des Rückbaus, nach der ein Unfall mit Kernschmelze nicht mehr möglich ist (siehe §4.4).

# 6.1 Anforderungen hinsichtlich radiologischer Folgen

## 6.1.1 Vorgehensweise bei der Bewertung der radiologischen Folgen

Um zu überprüfen, ob Auslegungsstörfälle und -unfälle (unterteilt in vier Kategorien) oder Störfälle aus dem ergänzenden Bereich sowie Unfälle mit Kernschmelze zu begrenzten radiologischen Folgen für die Bevölkerung führen, auch im grenzüberschreitenden Kontext, werden die Ergebnisse der Dosisberechnungen mit den für die untersuchte Situation angepassten Dosisgrenzwerten verglichen.

Da die möglichen Auslöser in einer kerntechnischen Anlage nicht die gleiche Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen, müssen die zu erwartenden radiologischen Folgen umso geringer sein, je höher die Unfallwahrscheinlichkeit ist.

Darüber hinaus werden diese Dosisgrenzwerte auch im Hinblick auf den betrachteten Zeitraum berücksichtigt:

- die mit der kurzfristigen Phase des Unfalls verbundene Dosis, berechnet für 24 Stunden und 7 Tage,
- sowie die Langzeitdosis, berechnet für die strahlungsempfindlichste Bevölkerung über einen Zeitraum von 50 Jahren.

Diese Dosen werden in der Entfernung bewertet, die den Reaktoren am nächsten gelegenen Wohngebäuden der gesamten 900-MWe-Reaktorstufe (650 m) entspricht, oder in den üblichen Entfernungen von 2, 5 und 10 km. Die nächstgelegenen Wohngebäude befinden sich 1000 m von den Reaktoren von Tricastin entfernt.

Die Bewertung der radiologischen Folgen von Unfällen basiert auf einer angemessenen pessimistischen Einschätzung der Freisetzungen in die Umwelt unter Berücksichtigung aller Übertragungswege vom Brennstoff bis zu den Grenzen der Anlage. Die durch die Freisetzungen von Radioaktivität verursachten Dosen werden anschließend auf der Grundlage realistischer Szenarien bewertet, ohne mögliche Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Diese Dosen sind insbesondere:

- die gesamte effektive Dosis (oder Ganzkörperdosis), kurz- oder langfristig,
- die Schilddrüsenäquivalentdosis, geschätzt für die Kurzzeitphase.

Bei der Bewertung der effektiven Dosen werden alle internen und externen Expositionswege (Wolke, Ablagerungen, Einatmen und Verschlucken) berücksichtigt.

Um die Auswirkungen radioaktiver Freisetzungen auf Mensch und Umwelt umfassender beurteilen zu können, wird die Dosisberechnung durch eine Bewertung der Entfernung ergänzt, unterhalb derer die Kontamination von Lebensmitteln (insbesondere von Milch und Pflanzen) die in der Europäischen Union geltenden Vermarktungsgrenzwerte (Maximal zulässige Werte oder MZV) überschreitet.

Alle diese dosimetrischen Bewertungen berücksichtigen die Unsicherheiten im Wissensstand. Es sind keine Wissenslücken aufgetreten, die eine aussagekräftige Bestimmung dieser Dosen verhindern könnten, deren wichtigste Ergebnisse im Folgenden vorgestellt werden.

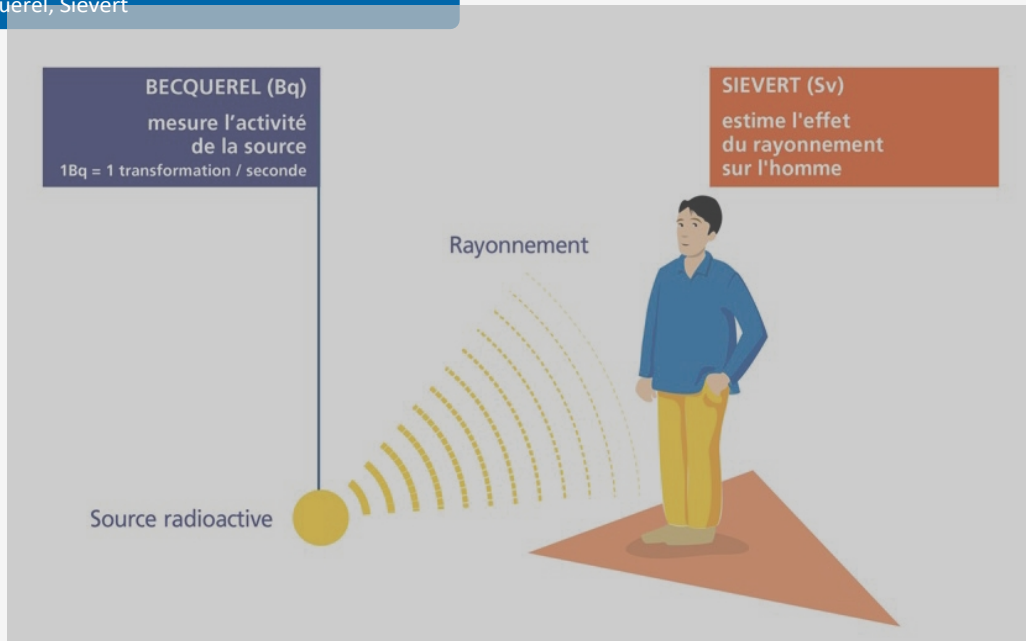
## 6.1.2 Anforderungen an die Ergebnisse

Die Referenzwerte für maximale radiologische Folgen sind:

- 1<sup>e</sup> Kategorie – Normalbetrieb: Einhaltung der im Gesetz über das öffentliche Gesundheitswesen festgelegten Dosisgrenzwerte; die Einhaltung dieser Werte wird durch die Einhaltung der in den Entscheidungen der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz festgelegten Grenzwerte für radioaktive Ableitungen gewährleistet.
- Kategorie 2<sup>e</sup> – Vorfälle mittlerer Häufigkeit: Einhaltung der jährlichen Freigabegrenzwerte des Kraftwerks für jeden einzelnen Vorfall der Kategorie 2<sup>e</sup>. Die Auswirkungen dieser Ableitungen überschreiten an der Standortgrenze eine effektive Dosis von 1 mSv/Jahr nicht.
- Kategorie 3<sup>e</sup> (Unfälle mit sehr geringer Häufigkeit): Kurzzeit-Effektivdosis < 10 mSv.
- Kategorie 4<sup>e</sup> (hypothetische Unfälle): Kurzzeit-Effektivdosis < 50 mSv.
- Ergänzender Bereich: Kurzzeit-Effektivdosis < 50 mSv.

## Radioaktivität und Maßeinheiten

Becquerel, Sievert



Hier werden nur die beiden am häufigsten verwendeten Einheiten dargestellt:

→ **Das Becquerel (Bq)** misst die Aktivität der Quelle, d. h. die Anzahl der radioaktiven Umwandlungen pro Sekunde. Es handelt sich um eine extrem kleine Einheit: Die Radioaktivität von Granit beträgt beispielsweise 1000 Bq/kg.

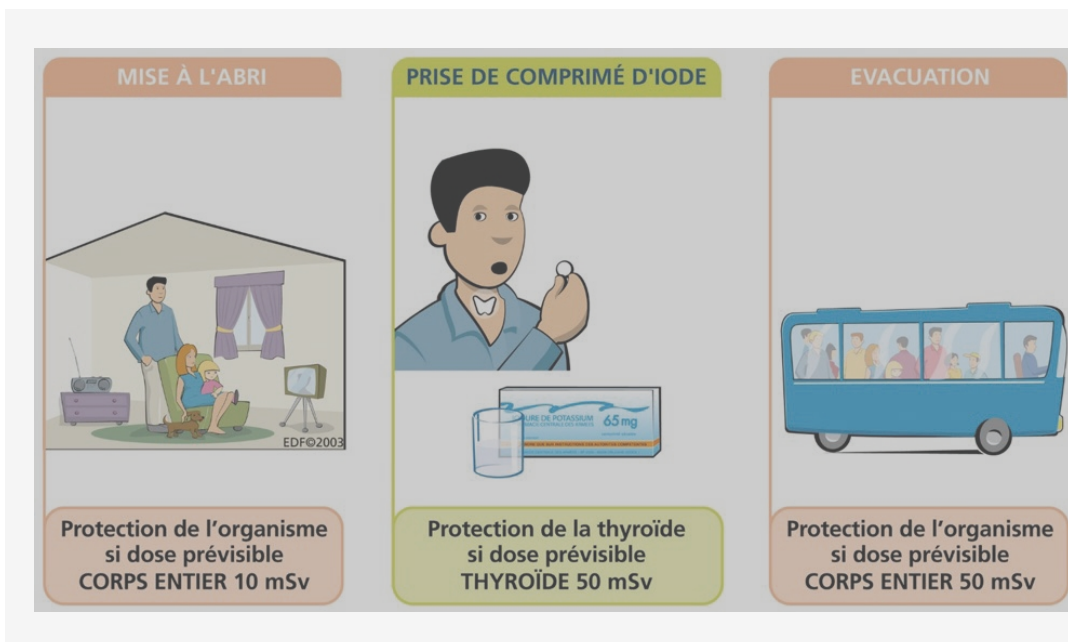
→ **Das Sievert (Sv)** gibt die Auswirkung der Strahlung auf den Menschen an. Die Strahlenbelastung wird in der Regel in Millisievert (mSv) oder Mikrosievert ( $\mu$ Sv) angegeben.

**Ein Beispiel: In Frankreich beträgt die Exposition einer Person gegenüber natürlicher Radioaktivität durchschnittlich 3 mSv pro Jahr.**

Im Hinblick auf **die kontinuierliche Verbesserung** zielen die Ziele der<sup>4</sup>periodischen Überprüfung darauf ab, bei allen Auslegungsunfällen oder Unfällen im ergänzenden Bereich darauf hinzuwirken, dass keine Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (Schutzsuche, Evakuierung, Verabreichung von stabilem Jod) ergriffen werden müssen. Daher werden die Ergebnisse mit Referenzwerten verglichen, die den

Einsatzschwellenwerten bei radiologischen Notfällen:

- eine effektive Dosis von 10 mSv für die Schutzsuche,
- eine effektive Dosis von 50 mSv für die Evakuierung,
- eine Schilddrüsenäquivalentdosis von 50 mSv für die Verabreichung von stabilem Jod.



Für die **langfristigen Gesamtwirksame Dosen** bei Unfällen entspricht der gewählte Referenzwert dem im Arbeitsgesetzbuch festgelegten Dosisgrenzwert, d. h. 1 Sv (Grenzwert für die

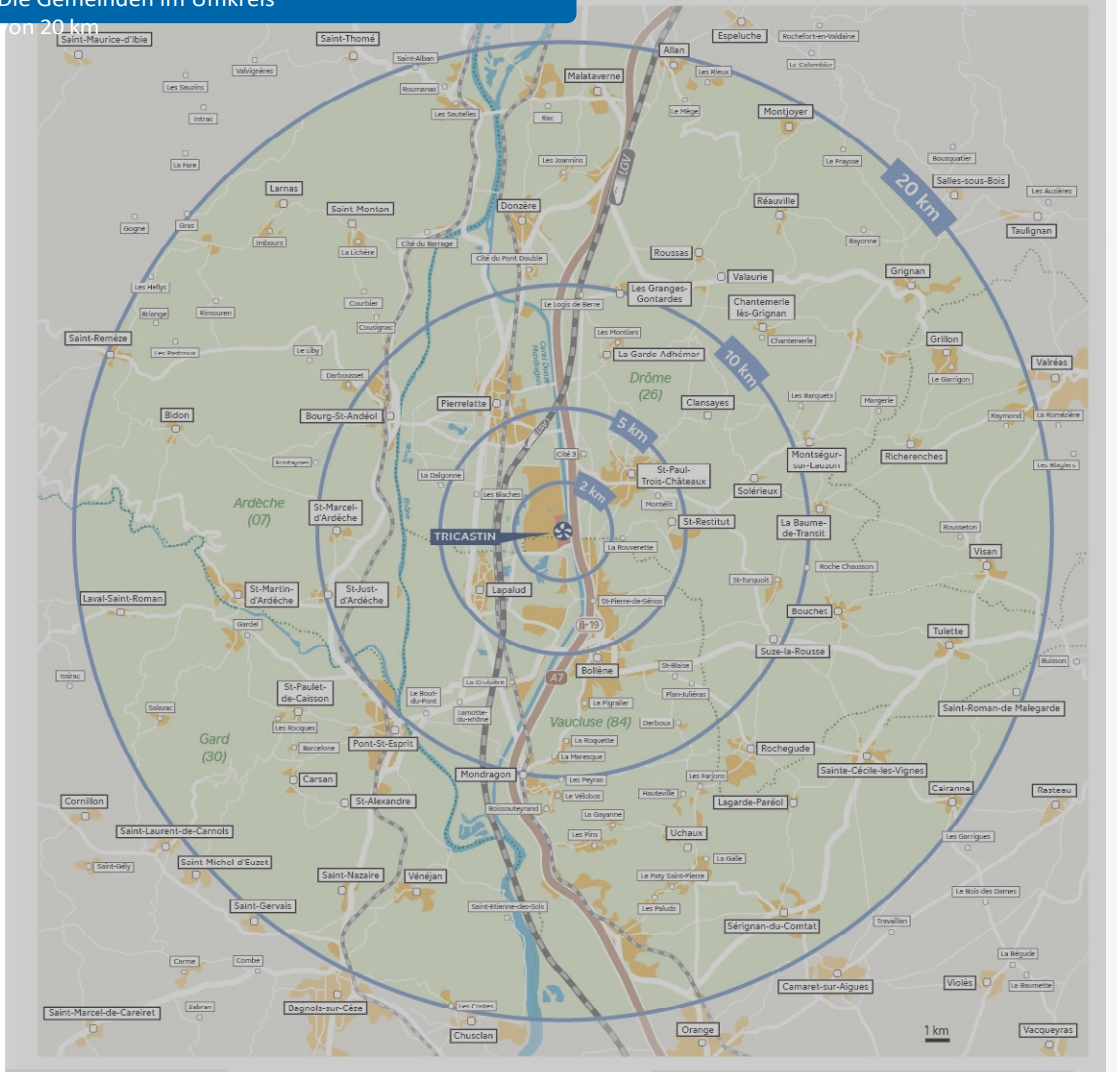
, die ein Arbeitnehmer im Laufe seines gesamten Lebens im Falle eines radiologischen Notfalls erhält, Artikel R4451-9).

## 6.2 Radiologische Folgen

### Kernkraftwerk Tricastin (Drôme)

Die Gemeinden im Umkreis

von 20 km



- Commune
- Hameau



## 6.2.1 Radiologische Folgen von Auslegungsunfällen

### Ergebnisse für Störfälle der Kategorie 2°

Ereignisse der Kategorie 2° entsprechen Auslöseereignissen mit mäßiger jährlicher Häufigkeit während der Lebensdauer des Kraftwerks (ein Ereignis pro höchstens 100 Betriebsjahre), die die Aktivierung eines Schutzsystems zur Folge haben. In diesen Szenarien ist die Integrität der Sicherheitsbarrieren gewährleistet.

Die Werte der effektiven Gesamtdosen und der kurzfristigen äquivalenten Schilddrüsendosen

für die strahlungsempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einer Entfernung von 650 m (erste Wohnhäuser für die gesamte 900-MWe-Stufe) liegen in der Größenordnung von einigen Dutzend  $\mu\text{Sv}$  und damit weit unter dem Referenzwert der Kategorie 2°. Die kurzfristigen Ergebnisse der Studien zu den radiologischen Folgen von Unfällen der Kategorie 2° sind im Folgenden für die Hüllszenarien dieser Kategorie zusammengefasst:

Richtwerte	Kurzfristige Gesamtwirksame Dosis (mSv)
	<b>1 mSv</b>
Vollständiger Ausfall der externen Stromversorgung	$5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$
Unbeabsichtigtes Öffnen eines Sekundärventils (OISS) oder Bruch einer Dampfleitung	$1,5 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$

Bei Störfällen der Kategorie 2° ist die effektive Gesamtdosis an den ersten Wohngebäuden für den gesamten 900-MWe-Block auf 5,3 10-2 mSv/Jahr.

Die geometrische Struktur des Reaktorkerns bleibt erhalten, sodass die Kühlung des Reaktorkerns stets gewährleistet ist. Die Integrität des Sicherheitsbehälters bleibt erhalten; lediglich der Bruch eines Rohrs im Dampferzeuger führt zum Bypass der dritten Barriere.

### Ergebnisse für Unfälle der Kategorie 3

Unfälle der Kategorie 3 entsprechen auslösenden Ereignissen mit geringerer jährlicher Häufigkeit

während der Lebensdauer des Kraftwerks (ein Unfall pro 100 bis 10.000 Betriebsjahre), die zu begrenzten Schäden an einem geringen Prozentsatz der Brennelemente führen können.

Die kurzfristigen radiologischen Folgen dieser Unfälle der Kategorie 3 für die strahlungsempfindlichste Bevölkerung in einer Entfernung von 650 m (erste Wohnhäuser für alle 900-MWe-Blöcke) sind wie folgt:

Richtwerte	Gesamtwirksame Dosis (mSv)	Äquivalentdosis Schilddrüse (mSv)
	<b>10 mSv</b>	<b>50 mSv</b>
Verlust von Primärkühlmittel (kleiner Riss mit einem Durchmesser von höchstens 25 mm)	$5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mSv}$	$1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$
Entfernung eines einzelnen Leistungsregelungsbündels	$9,1 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$	6,9 mSv
Bruch des Behälters für die volumetrische und chemische Kontrolle	$3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mSv}$	$3,0 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$
Bruch des Speichertanks für Abgase	$1,9 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$	$2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mSv}$
Bruch eines Dampferzeugerrohrs (RTGV)	$8,9 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}$	7,9 mSv

Darüber hinaus werden die langfristigen radiologischen Folgen für Erwachsene in einer Entfernung von 2 km vom Ort der Freisetzung über einen Zeitraum von 50 Jahren nach dem Unfall bewertet. Die für den schwerwiegendsten Unfall der Kategorie 3° ermittelten Dosen entsprechen den Referenzwerten: Bei einem Bruch eines Dampferzeugerrohrs der Kategorie 3° wird die effektive Gesamtdosis auf etwa 4 mSv geschätzt.

### Ergebnisse für Unfälle der Kategorie 4

Unfälle der Kategorie 4° entsprechen hypothetischen Auslöseereignissen (ein Unfall pro 10.000 bis 1.000.000 Betriebsjahre).

Diese Unfälle stellen Auslegungsunfälle dar, die zu Schäden an den Brennelementen führen können. Die geometrische Struktur des Reaktorkerns ist jedoch

nicht beeinträchtigt, sodass die Kühlung des Reaktorkerns weiterhin gewährleistet ist und die Systeme, deren Aufgabe es ist, die Folgen des Unfalls zu begrenzen, verfügbar bleiben.

Die kurzfristigen radiologischen Folgen dieser Unfälle für die am stärksten strahlungsempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einer Entfernung von 650 m (erste Wohnhäuser für alle 900-MWe-Blöcke) sind wie folgt:

	<b>Gesamtwirksame Dosis (mSv)</b>	<b>Äquivalentdosis für die Schilddrüse (mSv)</b>
<b>Richtwerte</b>	<b>50 mSv</b>	<b>50 mSv</b>
Unfall beim Umgang mit Brennelementen	2,6 mSv	1,3 mSv
Erheblicher Bruch einer Dampfleitung	$2,0 \cdot 10^{-1}$ mSv	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mSv
Blockierter Rotor einer Primärpumpe	$4,0 \cdot 10^{-1}$ mSv	3,6 mSv
Auswurf eines Regelstabs	1,2 mSv	10 mSv
Bruch eines Dampferzeugerrohrs in Verbindung mit einem offen blockierten Ventil (RTGV Kategorie IV)	7,2 mSv	100 mSv
Unfall mit Verlust des Primärkühlmittels (APRP)	3,5 mSv	35 mSv

Der Unfall eines Dampferzeugerrohrbruchs führt zu einer Schilddrüsenäquivalentdosis von weniger als 50 mSv in einer Entfernung von mehr als 1 km. Um die Überschreitung des Referenzwerts für die Schilddrüsenäquivalentdosis zu begrenzen, wurden Risikokontrollmaßnahmen ergriffen. Dazu gehören insbesondere die Senkung des Radioaktivitätsgrenzwerts für das Wasser des Primärkreislaufs und die Änderung des Unfallablaufs (siehe § 6.3.1).

Darüber hinaus werden die langfristigen radiologischen Folgen für Erwachsene in einer Entfernung von 2 km vom Austrittsort über einen Zeitraum von 50 Jahren nach dem Unfall bewertet. Die für den ungünstigsten Unfall der Kategorie 4<sup>e</sup> ermittelten Dosen entsprechen den Richtwerten: Im Falle eines RTGV der Kategorie 4<sup>e</sup> wird die gesamte effektive Dosis auf weniger als 30 mSv für den gesamten Körper geschätzt.

#### **Schlussfolgerungen für den Auslegungsbereich**

Bei Unfällen der Kategorie 2 sind die radiologischen Folgen in den ersten Wohngebieten gering (kurzfristige effektive Dosis deutlich unter 1 mSv).

Bei Unfällen der Kategorie 2<sup>e</sup> überschreitet die Kontamination von Lebensmitteln, die für den menschlichen Verzehr bestimmt sind, die Vermarktungsgrenzwerte nicht über eine Entfernung von 1 km hinaus und liegt nach einem Jahr unter diesem Grenzwert.

Die Ziele hinsichtlich der radiologischen Folgen von Unfällen der Kategorien 3<sup>e</sup> und 4<sup>e</sup> werden erreicht. Die Ergebnisse der RTGV der Kategorie 4<sup>e</sup> werden durch Risikokontrollmaßnahmen verbessert, die als Reaktion auf die festgestellte Überschreitung des Referenzwerts für die Schilddrüsenäquivalentdosis in einem Umkreis von weniger als 1 km um die Reaktoren bei diesem Szenario. Die Risikokontrollmaßnahmen sind in Abschnitt 6.3.1 dargestellt.

Bei den Situationen der Kategorien 3 und 4 führt nur das RTGV-Szenario der Kategorie 4<sup>e</sup> zu einer Kontamination von Lebensmitteln,

die Vermarktungsgrenzwerte über 10 km nach 7 Tagen. Diese Situation wäre zeitlich begrenzt : Nach 2 Jahren werden unabhängig vom betrachteten Unfall die zulässigen Höchstwerte (NMA) nicht mehr überschritten.

#### **Grenzüberschreitende Auswirkungen von Auslegungsunfällen**

Angesichts der mit den oben geschätzten Auswirkungen verbundenen Entfernungen sind im Falle eines Auslegungsunfalls keine besonderen Auswirkungen auf die Nachbarstaaten zu erwarten, weder kurzfristig noch durch langfristige kumulative Effekte.

### **6.2.2. Radiologische Folgen von Unfällen im ergänzenden Bereich**

Studien zum ergänzenden Bereich waren zum Zeitpunkt der ursprünglichen Auslegung der Reaktoren von Tricastin nicht vorgesehen. Diese Studien befassen sich mit Szenarien unabhängiger Kumulierung von Ausfällen, die als plausibel angesehen werden, wenn auch sehr selten (mindestens ein Unfall pro ~5 000 000 Betriebsjahre). Die Szenarien werden anhand ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit identifiziert, die durch probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA) ermittelt wird. Um diese Situationen der Fehlerkumulierung abzusichern, wird anschließend eine ergänzende Maßnahme definiert und mit Sicherheitsanforderungen versehen, um deren funktionale Verfügbarkeit zu gewährleisten und so die Häufigkeit dieses Szenarios zu verringern. Durch diesen Ansatz konnten mehr als 30 Verbesserungsmaßnahmen identifiziert werden, die bei der Konzeption nicht vorgesehen waren.

Die Untersuchungen zu den radiologischen Folgen von Unfällen im ergänzenden Bereich dienen dazu, die nukleare Sicherheit der Anlage nachzuweisen und zu überprüfen, ob ihre radiologischen Folgen unter Berücksichtigung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit die Richtwerte der 4. Kategorie der Auslegungsunfälle einhalten.

Ziel der Berechnungen der radiologischen Folgen von Unfällen im ergänzenden Bereich ist es, nachzuweisen, dass die Freisetzungen radioaktiver Stoffe außerhalb des Kraftwerks unter Berücksichtigung der Umsetzung der festgelegten ergänzenden Maßnahmen nur begrenzte Folgen für die Bevölkerung und die Umwelt haben.

Die Ergebnisse der Studien zu den radiologischen Folgen von Unfällen im ergänzenden Bereich

sind im Folgenden zusammengefasst. Für nicht erwähnte Unfälle sind die radiologischen Folgen durch die dargestellten Folgen abgedeckt.

Die kurzfristigen radiologischen Folgen dieser Unfälle für die am stärksten strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einer Entfernung von 650 m (erste Wohnhäuser für den gesamten 900-MWe-Block) sind wie folgt:

	<b>Gesamtwirksame Dosis (mSv)</b>	<b>Äquivalentdosis Schilddrüse (mSv)</b>
<b>Richtwerte</b>	<b>50 mSv</b>	<b>50 mSv</b>
Unfall mit Verlust des RRA bei stillstehendem Reaktor	$2,3 \times 10^{-1}$ mSv	3,8 mSv
Kühlverlust des Schwimmbeckens im Brennstoffgebäude	$8,5 \cdot 10^{-3}$ mSv	$1,5 \times 10^{-1}$ mSv
Totalausfall der Stromversorgung (PTAE) oder Ausfall der LH-Schaltanlagen	$3,6 \times 10^{-3}$ mSv	$2,2 \times 10^{-1}$ mSv

Darüber hinaus werden die langfristigen radiologischen Folgen für Erwachsene in 2 km Entfernung vom Freisetzungsort über einen Zeitraum von 50 Jahren nach dem Unfall bewertet. Die für den Unfall im ungünstigsten Fall des ergänzenden Bereichs ermittelten Dosen entsprechen den Richtwerten: Bei Ausfall des RRA bei abgeschaltetem Reaktor wird die gesamte effektive Dosis auf weniger als 1,0 mSv für den gesamten Körper geschätzt.

Die ermittelten Dosen liegen innerhalb der Richtwerte des Zusatzszenarios, und es sind keine Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung erforderlich.

Für Situationen des ergänzenden Bereichs überschreitet die Kontamination von Lebensmitteln, die für den menschlichen Verzehr bestimmt sind, die Vermarktungsgrenzwerte in einem Umkreis von mehr als 5 km nach 7 Tagen nicht und liegt nach einem Jahr unter 1 km.

#### **Grenzüberschreitende Auswirkungen von Unfällen im ergänzenden Bereich**

Angesichts der mit den oben geschätzten Auswirkungen verbundenen Entfernungen sind im Falle eines Unfalls im ergänzenden Bereich weder kurzfristig noch durch langfristige Kumulierungseffekte besondere Auswirkungen auf die Nachbarstaaten zu erwarten.

### **6.2.3. Strahlungsauswirkungen hypothetischer Unfälle mit Kernschmelze**

Die bei der ursprünglichen Auslegung des Reaktors getroffenen Vorkehrungen sowie die während des Betriebs insbesondere im Rahmen der regelmäßigen Überprüfungen (siehe Abschnitt 6.3.4) umgesetzten Maßnahmen machen das Eintreten eines Unfalls mit Kernschmelze, der ein Versagen der eingesetzten Präventionsmaßnahmen voraussetzen würde, höchst unwahrscheinlich. Dennoch werden die Folgen eines solchen „hypothetischen Unfalls mit Kernschmelze“ im Rahmen der Stufen 4 und 5 des Tiefenabwehrkonzepts untersucht

(siehe § 4.2.1). Für diese Untersuchungen wird angenommen, dass ein Unfall mit Kernschmelze eingetreten ist, d. h., dass eine Abfolge von Ereignissen zu einer zumindest teilweisen Kernschmelze geführt hat und dass über den Ausfall der ersten Barriere (der Brennstäbe) hinaus der Ausfall der zweiten Barriere (des Primärkreislaufs einschließlich des Reaktorbehälters) eintreten kann.



#### **Mit der Kernschmelze verbundene Phänomene im Zusammenhang mit dem Verlust der ersten beiden Sicherheitsbarrieren**

Ein längerer Ausfall der Kühlung des Reaktorkerns kann bei fehlendem Wasser im Reaktorbehälter zu Unfällen mit Kernschmelze führen. Tatsächlich könnte der Brennstoff im Behälter Temperaturen erreichen, die zum Schmelzen des Metalls führen, aus dem er besteht (Brennstofftabletten und Hüllen), aber auch des umgebenden Metalls (Regelstäbe oder Strukturen), bis hin zum Durchbruch des Behälterbodens.

Das aus diesem Prozess entstehende Metallagglomerat in Form einer zähflüssigen Masse wird als **Corium** bezeichnet.

Unfälle mit Kernschmelze beinhalten komplexe physikalische Vorgänge und können zur Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt führen. Insbesondere könnten bestimmte physikalische Vorgänge in solchen Situationen ohne geeignete Vorkehrungen zu einer Beeinträchtigung der Integrität der dritten Sicherheitsbarriere führen.

Die Freisetzungen, die aus solchen Unfällen mit Kernschmelze resultieren können, hängen von einer Vielzahl von Parametern ab, darunter die Zusammensetzung des Brennstoffkerns in Bezug auf Spaltprodukte, die Freisetzungskinetik der Radionuklide im Reaktorbehälter, ihre Beschaffenheit (Gase oder Aerosole), ihr Verhalten im Reaktorbehälter (Agglomeration, chemische Reaktion, Ablagerung) sowie die Austrittsraten in die Umwelt. Zur Bewertung der bei einem Unfall

mit Kernschmelze wird eine Reihe von Parametern herangezogen, die die Freisetzungen in die Umwelt und eine vollständige Kernschmelze überhöhen. Somit werden Sicherheitsmargen einkalkuliert, um sicherzustellen, dass die Berechnungen konservativ ausfallen.

Die **kurzfristigen** radiologischen Folgen (7 Tage) dieser Unfälle für die strahlungsempfindlichsten Bevölkerungsgruppen sind wie folgt:

Gesamtwirksame Dosis in 2 km Entfernung (mSv)	Gesamtwirksame Dosis in 5 km Entfernung (mSv)	Äquivalentdosis für die Schilddrüse in 10 km Entfernung (mSv)
28,5 mSv	4,7 mSv	13,4 mSv

Unter Berücksichtigung der Schwellenwerte für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (siehe Abschnitt 6.1.2) zeigen diese Ergebnisse zeigen, dass bei einem solchen Unfall mit Kernschmelze Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung nach 7 Tagen nicht erforderlich sind: über 2 km für die Evakuierung, über 5 km für die Schutzsuche und über 10 km für die Einnahme von stabilem Jod.

Darüber hinaus betragen die für Erwachsene in 10 km Entfernung vom Freisetzungsort über einen Zeitraum von 50 Jahren nach dem Unfall bewerteten langfristigen radiologischen Folgen 18,7 mSv.

Schließlich zeigen die Bewertungen, dass im Extremfall eines Kernschmelzunfalls die bei der Auslegung getroffenen Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen auf die Umwelt (siehe Abschnitt 6.3.4) die Kontamination landwirtschaftlicher Flächen räumlich und zeitlich begrenzen (weniger als 20 km nach einem Jahr).

### Grenzüberschreitende Auswirkungen von Unfällen mit Kernschmelze

Die grenzüberschreitenden Auswirkungen im Zusammenhang mit der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre sind im Hinblick auf die für jedes Land spezifischen radiologischen Folgen zu bewerten, die als effektive Gesamtdosis (oder Ganzkörperdosis) ausgedrückt werden, langfristig (50 Jahre) für Kinder und Erwachsene. Die nachstehende Tabelle veranschaulicht diese Auswirkungen für Länder in einer Entfernung von bis zu 1000 km vom Kernkraftwerk Tricastin und zeigt dabei die ungünstigsten Ergebnisse, die für jedes Land beobachtet wurden.

Diese Berechnungen zur Fernausbreitung der Emissionen des Kraftwerks Tricastin in der Atmosphäre basieren auf atmosphärischen Übertragungskoeffizienten, die aus meteorologischen Beobachtungen über einen Zeitraum von 5 Jahren abgeleitet wurden. Diese Koeffizienten berücksichtigen die Topografie, die meteorologischen Bedingungen (vor allem den Wind) und die Verringerung der Konzentrationen durch Ablagerungsprozesse mit zunehmender Entfernung von der Quelle.

Land	Mindestentfernung zur Quelle (km)	Gesamt-Effektivdosis langfristig (mSv)			
		Kleinkind (1 Jahr – 2 Jahre)	Kleinkinder (2 Jahre – 7 Jahre)	Kinder (7 Jahre – 12 Jahre)	Erwachsene (ab 17 Jahren)
Italien	165	0,12	0,12	0,11	0,11
Schweiz	220	0,23	0,23	0,21	0,21
Spanien	245	0,09	0,09	0,08	0,07
Deutschland	420	0,08	0,08	0,07	0,07
Liechtenstein*	475	0,04	0,05	0,04	0,04
Österreich	485	0,05	0,05	0,05	0,05
Belgien	575	0,05	0,05	0,05	0,04
Luxemburg	575	0,08	0,08	0,07	0,08
Kroatien	705	0,04	0,04	0,04	0,04
Slowenien	710	0,04	0,04	0,04	0,04
Niederlande	715	0,04	0,04	0,04	0,04
Vereinigtes Königreich	785	0,02	0,02	0,02	0,02
Tschechische Republik	835	0,03	0,03	0,03	0,03
Bosnien	870	0,03	0,04	0,03	0,03
Ungarn	920	0,03	0,03	0,03	0,03
Portugal	940	0,01	0,01	0,01	0,00
Irland	1195	0,01	0,01	0,01	0,01
Dänemark	1210	0,02	0,02	0,01	0,01

Zum Vergleich: In Frankreich beträgt die durchschnittliche jährliche Strahlenbelastung durch natürliche Radioaktivität 3,0 mSv pro Person. Der europäische Durchschnitt liegt bei 3,2 mSv pro Jahr; er variiert je nach Land zwischen 1,5 und 6,2 mSv pro Jahr.

Der Hüllwert für die Dosis wurde für die Schweiz ermittelt und beträgt für Kleinkinder und junge Kinder 0,23 mSv über einen Zeitraum von 50 Jahren. Zum Vergleich: Die natürliche Radioaktivität in der Schweiz beträgt 4,1 mSv pro Jahr.

Da die Strahlendosen mit zunehmender Entfernung abnehmen, wären die radiologischen Folgen für Länder, die weiter entfernt liegen als die oben genannten, geringer.

Angesichts der oben genannten Ergebnisse wären im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze in einem der vier 900-MWe-Reaktoren am Standort Tricastin die grenzüberschreitenden Auswirkungen durch die Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre sowohl kurzfristig als auch als langfristige Kumulativwirkung sehr begrenzt, ja sogar vernachlässigbar.

## 6.3

# Maßnahmen zur Eindämmung radiologischer Risiken

Im Hinblick auf den in § 4.2.1 erläuterten wurde die Anlage mit zahlreichen Vorkehrungen konzipiert, die darauf abzielen, die mit radiologischen Folgen verbundenen Risiken zu verringern. Diese Auslegungsvorkehrungen wurden durch ergänzende Maßnahmen ergänzt, um das Risiko bestimmter Unfälle im Zusammenhang mit einer Kumulierung von Ausfällen zu verringern. Die Reaktoren von Tricastin wurden bereits mehreren regelmäßigen Überprüfungen, Erfahrungsauswertungen und Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung unterzogen, die diese Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung eines sicheren Reaktorzustands ergänzt haben.

Die Bestimmungen der 4<sup>(e)</sup>-regelmäßigen Überprüfung hinsichtlich der Beherrschung der Strahlenrisiken sind zahlreich, angesichts der ehrgeizigen Ziele, die EDF sich gesetzt hat und die von der ASN im Rahmen der Prüfung dieser Ziele festgelegt wurden (siehe Abs. 1.2 und 2.3.1).

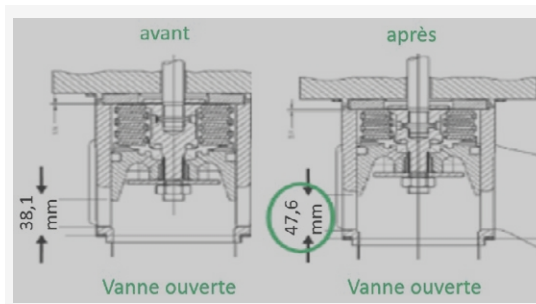
### 6.3.1. Wichtigste Maßnahmen in Bezug auf Unfälle ohne Kernschmelze

Die wichtigsten Betriebs- und/oder Auslegungsvorschriften im Zusammenhang mit der 4<sup>e</sup> periodischen Überprüfung von Tricastin, die zum Ziel der Verringerung der radiologischen Folgen von Unfällen ohne Kernschmelze beitragen, sind:

#### Erhöhung der Durchflussmengen der Dampfablassventile

##### Beschreibung der Maßnahme

Um im Falle eines Unfalls die Dauer des Unfalls und die damit verbundenen möglichen radioaktiven Freisetzungen zu begrenzen, wird die Kapazität der GCTa-Ventile zur Ableitung von Dampf in die Atmosphäre erhöht, um den Reaktor schneller zu kühlen. Zu diesem Zweck wird die interne Struktur des GCTa-Ventils modifiziert.



#### Pädagogische Aspekte

Der als GCTa bezeichnete Kreislauf dient dazu, den von den Dampferzeugern erzeugten Dampf direkt in die Atmosphäre abzuführen; er ermöglicht es, die Kühlung des Reaktors durch die Dampferzeuger zu steuern, 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 genutzt. Er wird auch bei Störfällen oder Unfällen zur Kühlung des Reaktors eingesetzt.

#### Senkung des Radioaktivitätsgrenzwerts des Wassers im Primärkreislauf

##### Beschreibung der Anordnung

Die Reaktoren von Tricastin sehen in ihren Betriebsspezifikationen eine Senkung des Aktivitätsgrenzwerts des Primärkreislaufs in Iod-131-Äquivalenten während Leistungstransienten im Normalbetrieb von 150 auf 80 GBq/t vor. Ziel ist es, die Reaktoren mit einem erhöhten radiologischen Reinheitsgrad des Primärkreislaufwassers zu betreiben

, um insbesondere die radiologischen Folgen eines RTGV-Unfalls der Kategorie 4<sup>e</sup> zu verringern.

Diese Bestimmung ermöglicht es, die Aktivität etwaiger radioaktiver Freisetzungen und deren radiologische Folgen (kurzfristige effektive Dosis und Äquivalentdosis für die Schilddrüse sowie mittel- und langfristige effektive Dosis) bei allen Unfällen ohne Bruch der Brennstoffhülle zu verringern, darunter auch der Unfall mit einem Bruch des Dampferzeugerrohrs, der die schwerwiegendsten Folgen hat.



#### **Pädagogische Aspekte**

Das Wasser im Primärkreislauf weist aufgrund der technologischen Grenzen bei der Konstruktion der Brennstoffhüllen nur eine geringe Radioaktivität auf. Die Anforderungen an die radiologische Reinheit des Primärkreislaufs gewährleisten zudem eine Überwachung der Unversehrtheit der Brennelemente.

### **Änderung des Unfallverlaufs bei RTGV 4.**

#### **Beschreibung der Anordnung**

EDF hat eine Weiterentwicklung des Transientenverhaltens von RTGV 4 eingeleitet, um die Bedingungen für die Abschaltung der Sicherheitsinjektion zu verbessern. Diese Weiterentwicklung, die auch einer Vorgabe der ASNR im Hinblick auf die Schlussfolgerungen der generischen Phase der 4-Überprüfung entspricht, ermöglicht es, das Volumen der flüssigen Ableitungen in der RTGV-4-Studie des Sicherheitsberichts um mehrere Dutzend m<sup>3</sup> zu reduzieren.

Darüber hinaus wurden bereits Maßnahmen zur Begrenzung des Volumens der flüssigen Ableitungen umgesetzt:

- Automatische Abschaltung der Wassernachspeisung durch das Notspeisesystem der Dampferzeuger (ASG) zum ausgefallenen Dampferzeuger, wodurch eine Erhöhung des Risikos von Flüssigkeitsableitungen vermieden wird.
- Entleerung des ausgefallenen Dampferzeugers durch den Betreiber unter Verwendung des Entlüftungssystems der Dampferzeuger (APG).



#### **Pädagogische Aspekte**

Die Sicherheitsinjektion ist ein Nachspeisesystem für den Primärkreislauf, das darauf abzielt, Wasserverluste im Falle eines Unfalls durch einen Bruch des Primärkreislaufs oder der Rohre eines Dampferzeugers auszugleichen. Die Inbetriebnahme erfolgt meist automatisch. Die Abschaltung erfolgt durch den Bediener auf der Grundlage von Kriterien, die mit einer guten Kontrolle des Wasserbestands im Primärkreislauf zusammenhängen.

### **Einsatz des EAS-ND-Systems als Ersatz für die RIS/EAS-Systeme.**

#### **Beschreibung der Anordnung**

Bei einem Ausfall der RIS/EAS-Systeme, die für die Bewältigung eines Unfalls mit Verlust des Primärkühlmittels (APRP) erforderlich sind, ermöglicht der Einsatz des EAS-ND-Punkts es, den Wasserstand im Primärkreislauf aufrechtzuerhalten und so Ableitungen im Zusammenhang mit einem Unfall mit Kernschmelze zu vermeiden. Die radiologischen Folgen der sogenannten „H4“ (APRP mit Ausfall des RIS oder des EAS im Rückführungskreislauf) verbessern sich und nähern sich dem auslösenden Ereignis des APRP an, wie es im Auslegungsbereich untersucht wurde (siehe Abschnitt 6.2). Die Betriebsanforderungen werden angepasst, um diese zusätzliche Maßnahme zu nutzen



#### **Pädagogische Aspekte**

Das EAS-ND-System ist Teil einer Reihe neuer Systeme, die für die Bewältigung extremer externer Störfallszenarien vom Typ „Harter Kern“ vorgesehen sind (siehe § 6.3.2).

## **632 Wichtigste Maßnahmen im Zusammenhang mit Angriffen**

Die berücksichtigten Angriffe sind diejenigen, die in den Vorschriften (INB-Erlass) identifiziert wurden:

- interne Einflüsse: Brand, Explosion, Überschwemmung, Ausfall von Druckgeräten, Zusammenstöße und herabfallende Lasten, elektromagnetische Störungen, Freisetzung gefährlicher Stoffe, böswillige Handlungen,
- externe Einflüsse (natürlicher oder menschlicher Ursprungs): Erdbeben, extreme Wetter- oder Klimabedingungen (Überschwemmung, Schnee, Hitzewelle, extreme Kälte, starker Wind, Tornados), Einflüsse durch Flüsse oder das Meer (Eisgang, Vereisung, Ölteppiche, Versandung, Niedrigwasser, Hochwasser), Blitzschlag und elektromagnetische Störungen, Brand, industrielle Risiken in der Umgebung (Explosion, gefährliche Stoffe), versehentlicher Flugzeugabsturz, böswillige Handlungen.

Die Betriebs- und/oder Auslegungsvorschriften der<sup>4</sup>periodischen Überprüfung von Tricastin, die zum Ziel der Verringerung der radiologischen Folgen von Unfällen im Zusammenhang mit Einwirkungen beitragen, zielen darauf ab, sicherzustellen, dass die Systeme, die die drei Sicherheitsfunktionen gewährleisten sollen (Kontrolle der der Kernkettenreaktion im Reaktor, Kühlung des Brennstoffs, Einschluss radioaktiver Stoffe) verfügbar bleiben, um den Reaktor im Falle eines Angriffs in einem sicheren Zustand zu halten. Es handelt sich also hauptsächlich um Maßnahmen zum Schutz oder zur Verstärkung der Systeme gegenüber Angriffen. Somit tragen diese Bestimmungen vor allem dazu bei,

der Risiken im Zusammenhang mit den Folgen einer Kernschmelze, deren Auswirkungen auf die Umwelt in Abschnitt 6.2.3 näher erläutert werden.

Als Beispiel werden im Folgenden die Maßnahmen im Zusammenhang mit Bränden, dem größten industriellen Risiko, näher erläutert.

### Brand

Die Brandschutzmaßnahmen zielen auf die Verbesserung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Brandabschnittselementen ab:

#### Beschreibung der Maßnahme

Die geplanten Maßnahmen ermöglichen es, die Feuerwiderstandsfähigkeit bestimmter Bauteile (Brandschutztüren, Brandabschnittselemente, Brandschutz für elektrische Kabel usw.) zu verbessern oder das Ausmaß bzw. die Intensität eines möglichen Brandes zu verringern. Diese Maßnahmen bestehen insbesondere darin, Brandabschnittselemente (z. B. Brandschutztüren) durch Elemente mit höherer Feuerwiderstandsfähigkeit zu ersetzen. Sie umfassen auch den Schutz von Kabeln durch feuerfeste Umhüllungen oder die Verringerung der Brandlasten. Auf diese Weise tragen diese Materialien dazu bei, eine Kernschmelze und die damit potenziell verbundenen Freisetzungen bei bestimmten Bränden zu verhindern.



#### Pädagogische Aspekte

Der **Ansatz der Brandabschnittsbildung** besteht darin, Bereiche oder Sektoren zu definieren, in denen die Ausbreitung des Feuers das Prinzip der Redundanz der Sicherheitsfunktionen nicht gefährdet, und sicherzustellen, dass ein in einem Sektor entfachter Brand auf diesen Sektor beschränkt bleibt.

#### Situationen extremer externer Einwirkungen

Im Rahmen der regelmäßigen Überprüfung des Kernkraftwerks Tricastin ermöglicht der Einsatz des „harten Kerns“ zudem, Naturkatastrophen außerhalb der Anlage von extremer Intensität zu bewältigen, die im Rahmen des Sicherheitsnachweises über die bisher festgelegten Anforderungsniveaus hinausgehen.



Der **„Noyau Dur“** ist ein System aus festen und robusten Einrichtungen, ergänzt durch mobile Ressourcen, das darauf abzielt, massive radioaktive Freisetzungen und dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt in Extremsituationen infolge einer extremen externen Naturkatastrophe zu verhindern. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Erdbeben, externe Überschwemmungen und damit verbundene Phänomene (Blitzschlag, Hagel, starke Winde, heftige Regenfälle) oder auch um Tornados.

Um diesen Extremsituationen zu begegnen, wurden an jedem Reaktor des Tricastin-Kraftwerks Maßnahmen zur Wasser- und Stromversorgung installiert, die widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse, unabhängig von den bestehenden Anlagen und diversifiziert sind:

- eine zusätzliche Notstromquelle: der Diesel-Notstromaggregat (DUS),
- eine diversifizierte Wasserversorgung (SEG).



Dieselgeneratoren für den Notfall (DUS) mit 3 MWe



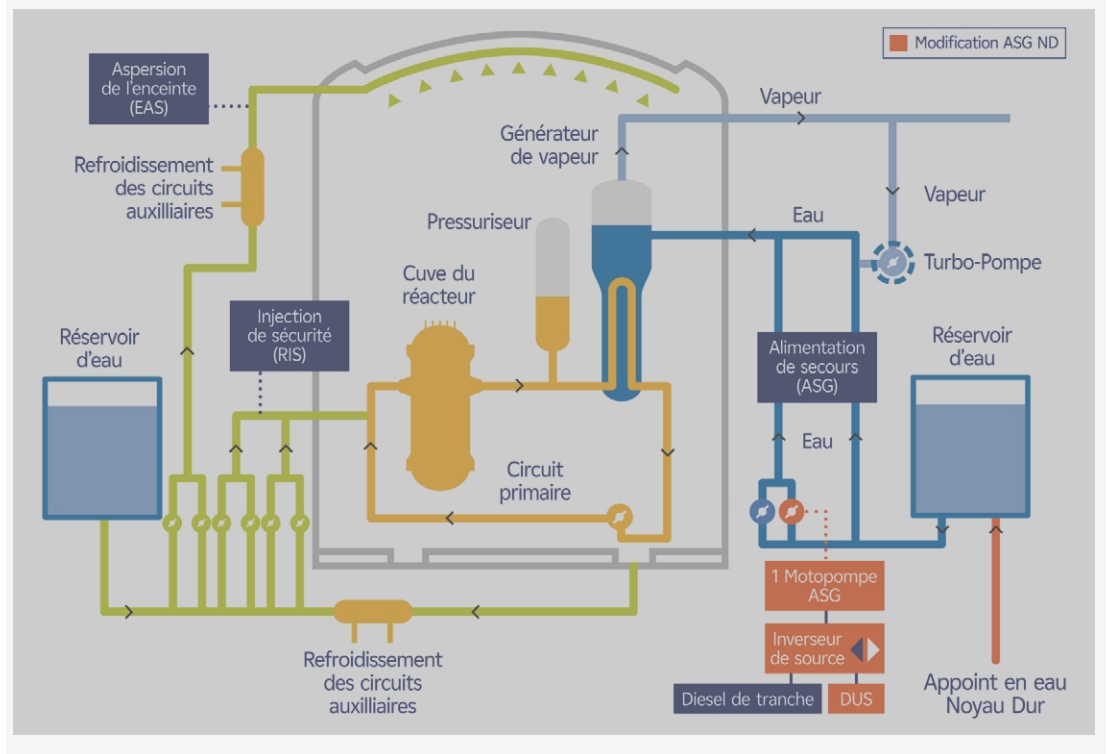
Diversifizierte Wasserversorgung (SEG)

Auf der Reaktorseite können diese Extremsituationen zu Betriebsausfällen bestimmter Anlagen führen, beispielsweise solcher, die mit den Stromquellen und/oder den mit der Kaltwasserquelle (Kanal von Donzère-Mon-Dragon) verbundenen Kühlsystemen in Verbindung stehen.

In diesem Fall übernehmen die Anlagen des Kernreaktorkerns weiterhin die Sicherheitsfunktionen: Ein Teil der Notstromversorgung der Dampferzeuger ist für die Folgen solcher Extremsituationen ausgelegt und robust genug, um die Funktion der **Sekundärkühlung des Kernreaktorkerns (ASG-ND)** sicherzustellen. Die Stromversorgung erfolgt über den **Notstromdiesel (DUS)** über eine spezielle Umschaltanlage, die im Rahmen der Anordnung installiert wurde und mit der **diversifizierten Wasserquelle (SEG)** verbunden ist, die dann als Ersatzkaltwasserquelle dient.

All diese Einrichtungen tragen dazu bei, eine Kernschmelze und die damit potenziell verbundenen Freisetzungen in solchen Extremsituationen zu verhindern.

## Prinzipskizze der ASG-ND-Anordnung



### 6.3.3. Wichtigste Maßnahmen bezüglich der Lagerung von Brennelementen

Die wichtigsten Betriebs- und/oder Auslegungsvorschriften im Zusammenhang mit der 4-periodischen Überprüfung von Tri-Castin, die zur Verringerung der radiologischen Folgen von Unfällen im Zusammenhang mit der Lagerung von Brennelementen im Brennelementlager beitragen, sind:

#### Brand

Um im Brandfall den Ausfall beider Kühlkreisläufe zu vermeiden, hat EDF die Installation einer Brandschutzvorrichtung vorgesehen, die das Risiko einer Brandausbreitung von einer Pumpe des Kühlkreislaufs auf die andere ausschließt.

#### Übertragung der Unfallszenarien des EPR FLA3 auf die Kraftwerke der 900-MWe-Generation

Die Bewertung des Verhaltens der Brennstoffbecken von 900-MWe-Kraftwerken, zu denen auch die Reaktoren von Tricastin gehören, im Hinblick auf die für den EPR Flamanville

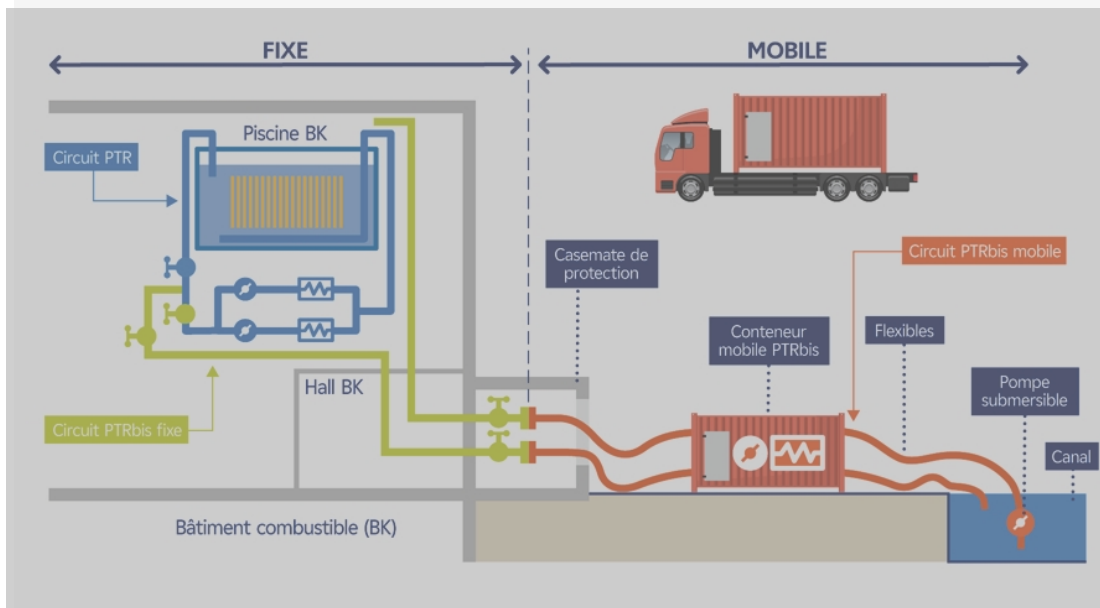
3 und die bei der ursprünglichen Auslegung nicht berücksichtigt wurden, hat gezeigt, dass sie derzeit ein gutes Maß an Robustheit aufweisen.

Um diese Robustheit weiter zu verbessern, wird vorgeschlagen, die automatische Absperrvorrichtung der Ansaugleitung des normalen Kühlkreislaufs des Brennelementbeckens doppelt auszuführen.

#### Situationen extremer äußerer Einwirkungen

Im Bereich der Brennelementlagerung können diese Extremsituationen zu Betriebsausfällen bestimmter Anlagen führen, die potenziell mit einem vollständigen Verlust der Kühlung einhergehen. Es sind die Anlagen des „Noyau Dur“, die für die Folgen dieser Extremsituationen qualifiziert und robust ausgelegt sind und somit weiterhin die Sicherheitsfunktionen weiterhin gewährleisten. In diesen Extremsituationen:

- ermöglicht die **diversifizierte Wasserquelle (SEG)** die Ergänzung der Nachspeisungsmittel für die Becken des Reaktorgebäudes und des Brennstoffgebäudes. Diese Nachspeisung gleicht die Verdunstung aus und gewährleistet die Kühlung der Brennelemente, indem diese unter Wasser gehalten werden;
- Langfristig ermöglicht **das zusätzliche Kühlsystem (PTR-bis)** die Rückkehr zu einem Zustand, in dem das Lagerbecken des Brennstoffgebäudes gekühlt wird und das Sieden gestoppt ist.



### 6.3.4. Wichtigste Maßnahmen bei Unfällen mit Kernschmelze

Die wichtigsten Betriebs- und oder Auslegungsvorschriften der 4-periodischen Überprüfung von Tricastin, die zum Ziel der Verringerung der radiologischen Folgen von Unfällen mit Kernschmelze beitragen, sind das Ergebnis eines speziell auf diese Unfälle ausgerichteten Auslegungskonzepts, das sich an der Auslegung des EPR orientiert. In dieser Situation gelten die ersten beiden Sicherheitsbarrieren als beschädigt, und das Sicherheitsziel besteht dann darin, die Dichtheit der dritten Barriere, des Sicherheitsbehälters, zu gewährleisten, um die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt zu verhindern.

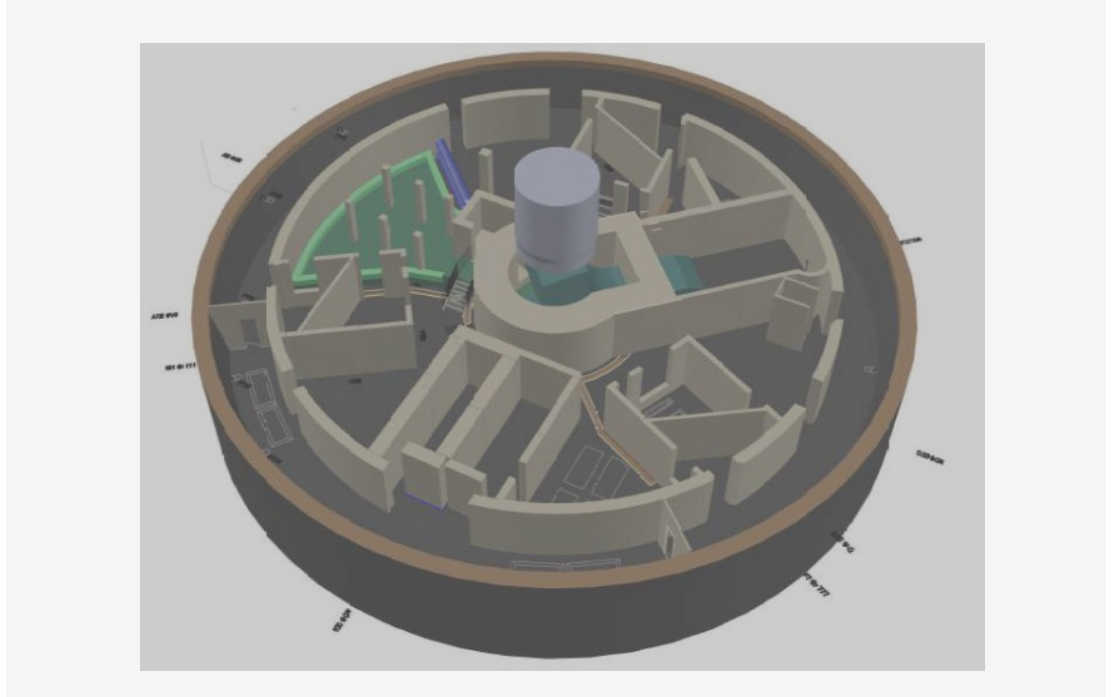
Das Management von Unfällen mit Kernschmelze zielt darauf ab, das Corium „trocken“, d. h. ohne Wasser, auf dem Boden des Reaktorgebäudes, der Fundamentplatte, ausbreiten zu lassen. So ausgebreitet bietet es eine große Austauschfläche und kann durch die Zufuhr von boriertem Wasser stabilisiert werden, das es kühlt und schließlich die gesamte ausgebreitete Coriumschicht verfestigt. Diese Strategie ermöglicht es:

- sicherzustellen, dass die Fundamentplatte des Reaktorgebäudes nicht durchbrochen wird. Denn das Corium führt, wenn es nicht stabilisiert wird, zu einer Erosion der Fundamentplatte;
- den langsamen Druckaufbau im Sicherheitsbehälter zu begrenzen und somit das Öffnen der gefilterten Entlüftungsöffnung des Sicherheitsbehälters zur Druckentlastung auszuschließen;
- die physikalischen Phänomene bei einem Unfall mit Kernschmelze (insbesondere das Risiko einer Wasserstoffverbrennung) unter Kontrolle zu halten.

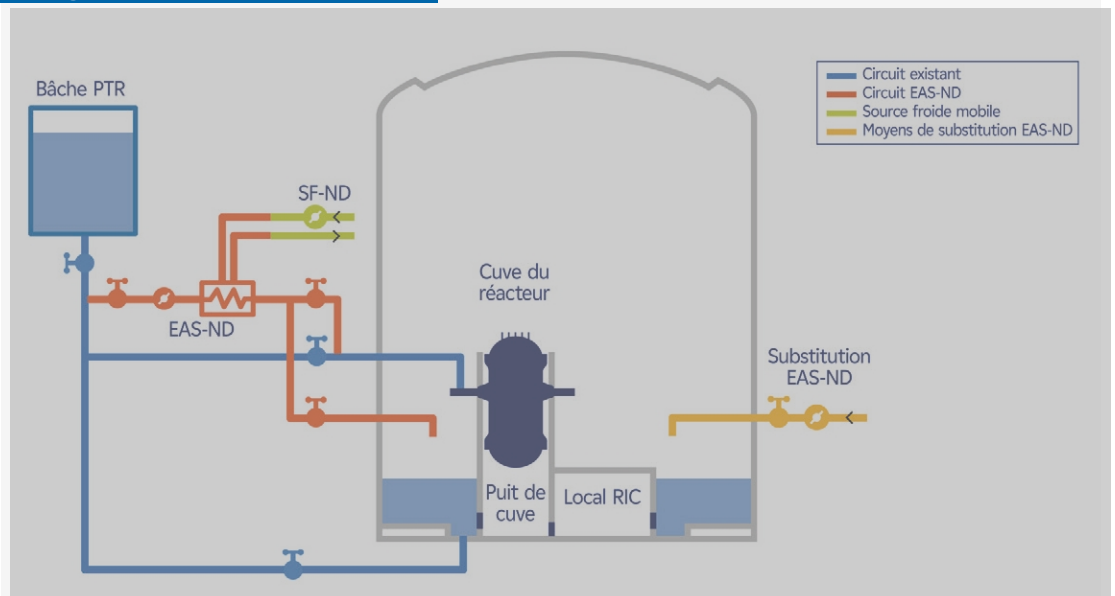
Daher sind die Maßnahmen, die im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze in einem Reaktor von Tricastin umgesetzt werden, folgende:

- **Schaffung eines Bereichs zur trockenen Ausbreitung des Coriums** innerhalb einer speziellen Auffangzone unterhalb des Reaktorbehälters: Bereich „Behältergrube“ und der Kerninstrumentenraum, der sich in der Verlängerung befindet.
- **Die Einrichtung des passiven Corium-Flutungssystems**, bestehend aus einer Vorrichtung mit passiven Klappen, die das zuvor über das Sprühsystem des EAS-Sicherheitsbehälters in die Sammelbecken des Reaktorgebäudes eingeleitete Wasser freigeben, unterstützt durch die beiden Notstromaggregate, oder, für Situationen extremer Belastung, die neue Vorrichtung „Noyau Dur“, das durch den Diesel-Notstromgenerator (DUS) unterstützt wird.
- **Die Einrichtung eines Corium-Kühlsystems** in Verbindung mit dem EAS-ND-System, das es ermöglicht, die Restleistung des Coriums abzuleiten, ohne den Druckentlastungsfilter des Sicherheitsbehälters zu öffnen.
- Die Rückführung hypothetischer Wasserleckagen aus der EAS-ND-Anlage in das Reaktorgebäude.
- **Die Dekontaminierung des Wassers aus dem Reaktorgebäude** mithilfe einer mobilen Anlage zur Aufbereitung von kontaminiertem Wasser.

## Räumlichkeiten für die Verteilung des Coriums (Reaktorkerbe und Instrumentenraum des Reaktorkerns)



## Kühlung im Falle einer Kernschmelze



**Die Anordnung „EAS-ND“** umfasst:

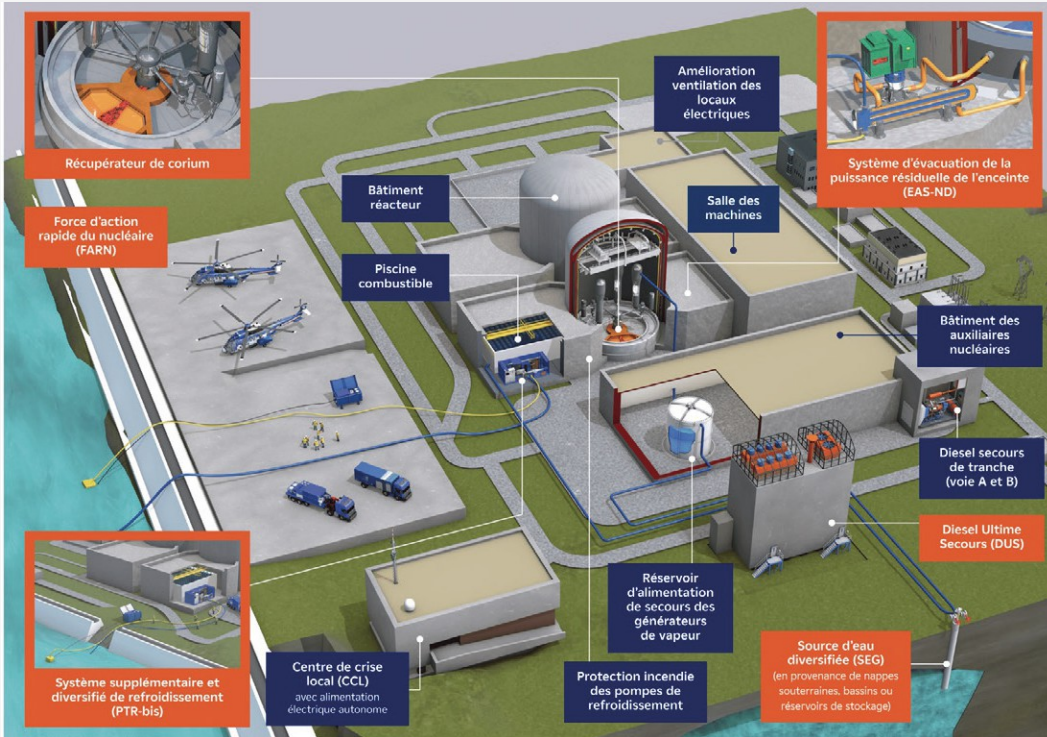
- eine Pumpe (die vom Dieseldesignator DUS gespeist wird),
- einen Wärmetauscher, der die Ableitung der im Reaktorbehälter enthaltenen Wärme ermöglicht,
- eine „Cold Source Hard Core“ (SF-ND), bestehend aus einer mobilen Pumpanlage.



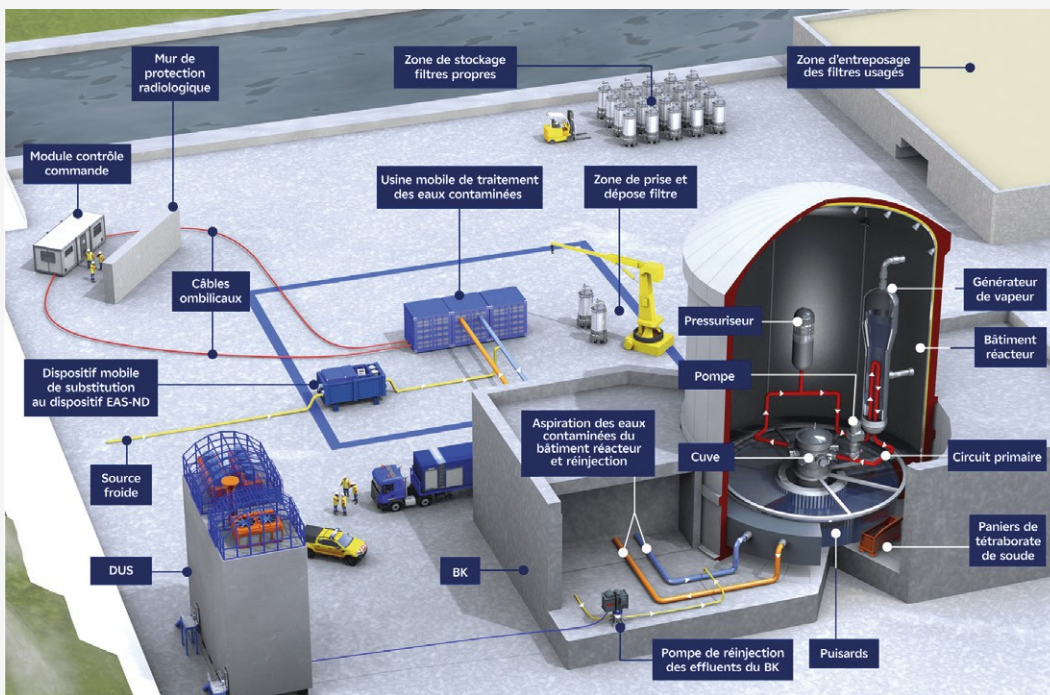
Die mobilen Einsatzmittel der Systeme des „Noyau Dur“ werden von **der „Force d’Action Rapide du Nucléaire“ (FARN)** eingesetzt. Die FARN, die aus den Erfahrungen des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi hervorgegangen ist, besteht aus

300 geschulten EDF-Mitarbeitern, die bereit sind, spätestens 24 Stunden nach Beginn eines Unfalls an jedem französischen Kernkraftwerksstandort einzugreifen, an dem dies erforderlich ist.

## Wichtigste Bestimmungen des „Noyau Dur“



## Dekontamination des Wassers im Reaktor Gebäude nach einem Unfall mit Kernschmelze





# 7. *der Umwelt* Umweltüberwachung

## 7.1 Überwachungsmaßnahmen im Zusammenhang mit dem normalen Betrieb

EDF verfügt über verschiedene Umweltüberwachungsprogramme. Da in den nächsten zehn Jahren keine nennenswerten Veränderungen der Beeinträchtigungen zu erwarten sind, die das Kernkraftwerk Tricastin für die geschützten Interessen mit sich bringt, werden die Umweltüberwachungsprogramme in derselben Weise wie heute fortgesetzt. Die Überwachungsmaßnahmen werden im weiteren Verlauf dieses Abschnitts beschrieben.

### Luft und klimatische Faktoren

Die Emissionen chemischer Abgase in die Atmosphäre des Standorts werden jährlich geschätzt und dem jährlichen Umweltbericht beigefügt. :

- Die Schwefeloxidemissionen werden auf der Grundlage des Brennstoffverbrauchs der verschiedenen Notstromaggregate, deren Schwefelgehalt bekannt ist, sowie der Betriebsbedingungen der Anlagen bewertet.
- Die Emissionen von Formaldehyd und Kohlenmonoxid im Zusammenhang mit dem Austausch von Wärmedämmungen werden auf der Grundlage der Mengen an neuen Wärmedämmungen, die im Rahmen von Wartungsarbeiten in den Reaktorgebäuden installiert wurden, der während der für den gesamten Anlagenpark festgelegten Aufheizphasen erzeugten Höchstmengen sowie der Lüftungsdurchsätze bewertet.
- Die Emissionen flüchtiger Stoffe im Zusammenhang mit der Konditionierung der Sekundärkreisläufe (Ammoniak, Morpholin oder Ethanolamin) werden auf der Grundlage der Merkmale der Konditionierung der Sekundärkreisläufe bewertet

(Hydrazinkonzentrationen – wobei zu berücksichtigen ist, dass das gesamte im Wasser vorhandene Hydrazin zu Ammoniak abgebaut wird –, Ammoniak, Morpholin und Ethanolamin) sowie auf der Grundlage des Anlagenbetriebs (Nasskondensation in Dampferzeugern, bei Reaktorabschaltungen abgeführte Dampfmengen, Durchflussmenge im Turbinen-Bypasskreislauf – GCTa).



Eine meteorologische Überwachung wird vom Kraftwerk Tricastin ebenfalls durchgeführt, und zwar mittels einer automatischen Messstation (Erfassung von Temperatur- und Niederschlagsdaten) sowie eines 10 Meter und eines 100 Meter hohen Wettermasts zur Messung von Windrichtung und -geschwindigkeit.



Beispiele für Geräte zur Messung von Niederschlag, Temperatur und Wind

## Oberflächengewässer

Um die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften sicherzustellen, legt der Betreiber ein Überwachungssystem für die Wasserentnahme und den Wasserverbrauch, die Emissionen sowie die Umwelt fest, die von der Anlage betroffen sein könnte, und setzt dieses um.

Das Kernkraftwerk Tricastin führt zudem eine Überwachung der aquatischen Umwelt durch, die aus chemischen, physikalisch-chemischen und hydroökologischen Messungen mit autonomen Multiparameter-Messstationen sowie Probenahmekampagnen besteht:

- Bei der chemischen Überwachung besteht das Ziel darin, die Konzentration der vom Standort eingeleiteten chemischen Stoffe im Wasser zu ermitteln;
- Bei der hydroökologischen Überwachung besteht das Ziel darin, die natürliche Entwicklung des aufnehmenden Gewässers zu verfolgen, um abnormale Veränderungen festzustellen, die auf den Betrieb des Standorts zurückzuführen sein könnten.

Eine Überwachung der aquatischen Umwelt wird ebenfalls im Rahmen von Baggerarbeiten durchgeführt.



Überwachung der flüssigen Abwässer

Das für das Kraftwerk Tricastin festgelegte Grundwasserüberwachungsprogramm zielt darauf ab, eine mögliche Markierung des Grundwasserspiegels im Zusammenhang mit dem Betrieb der Anlagen zu erkennen.

Piezometer, die sich im hydrogeologischen Oberlauf des Kraftwerks Tricastin befinden, werden ebenfalls überwacht, um die Qualität des Grundwassers vor einer möglichen Beeinflussung durch die Aktivitäten des Kraftwerks zu charakterisieren.

Die Häufigkeit der Probenahmen wurde unter Berücksichtigung der Strömungsgeschwindigkeiten des Grundwassers sowie der Entfernungen zwischen den Piezometern und den zu überwachenden Anlagen. Es wurde eine Übersicht über die in den Anlagen vorhandenen chemischen Stoffe und Radionuklide erstellt, anhand derer die relevanten Markersubstanzen ermittelt werden konnten. Die an den Grundwasserproben durchgeführten Analysen dienen dem Nachweis und der Quantifizierung dieser Markersubstanzen.

Die Grenzwerte für die Wasserentnahme, einschließlich der Durchflussmengen und Entnahmemengen aus dem Grundwasser, werden von der Behörde für nukleare Sicherheit gesetzlich festgelegt.

Um die Einhaltung dieser Grenzwerte sicherzustellen, werden die Durchflussmengen und Entnahmemengen täglich überwacht und erfasst.

## Radioökologie

Das Kernkraftwerk Tricastin verfügt über ein Programm zur Überwachung radioaktiver Ableitungen an folgenden Stellen:

- der Abluftkammine;
- der Lagerbehälter vor der Ableitung von Abgasen;
- der Absaugkreisläufe der Lüftungsanlagen in potenziell kontaminierten Räumen, um sicherzustellen, dass keine künstliche Radioaktivität vorliegt;
- den Einleitungsanlagen für flüssige radioaktive Abfälle;
- der Lagerbehälter vor der Ableitung flüssiger Abfälle;
- Regenwasser sowie Schwarzwasser oder Abwasser, um sicherzustellen, dass keine künstliche Radioaktivität vorliegt.

## Prinzipskizze der radiologischen Umweltüberwachung



Die Radioaktivität in der Umgebung des Kernkraftwerks Tricastin wird derzeit im Rahmen

- eines vom Standort durchgeführten vorgeschriebenen Strahlungsüberwachungsplans;
- radioökologischer Studien, die auf Initiative des Betreibers durchgeführt werden (jährliche Überwachungen, zehnjährige Bestandsaufnahmen, Sonderstudien), deren Durchführung an spezialisierte und zugelassene Labore vergeben wird;
- eines radiologischen Überwachungsplans, den die ASN systematisch auf eigene Rechnung durch ihre Fachabteilung „Expertise“

### Bevölkerung und menschliche Gesundheit

Die Überwachung der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf die umliegende Bevölkerung und deren Gesundheit erfolgt durch die Überwachung der Auswirkungen des Kraftwerks auf die Luft und klimatische Faktoren, auf die Qualität des Oberflächenwassers, auf die Qualität des Grundwassers und die Bodennutzung sowie auf die zuvor dargestellte Radioökologie der Umwelt.

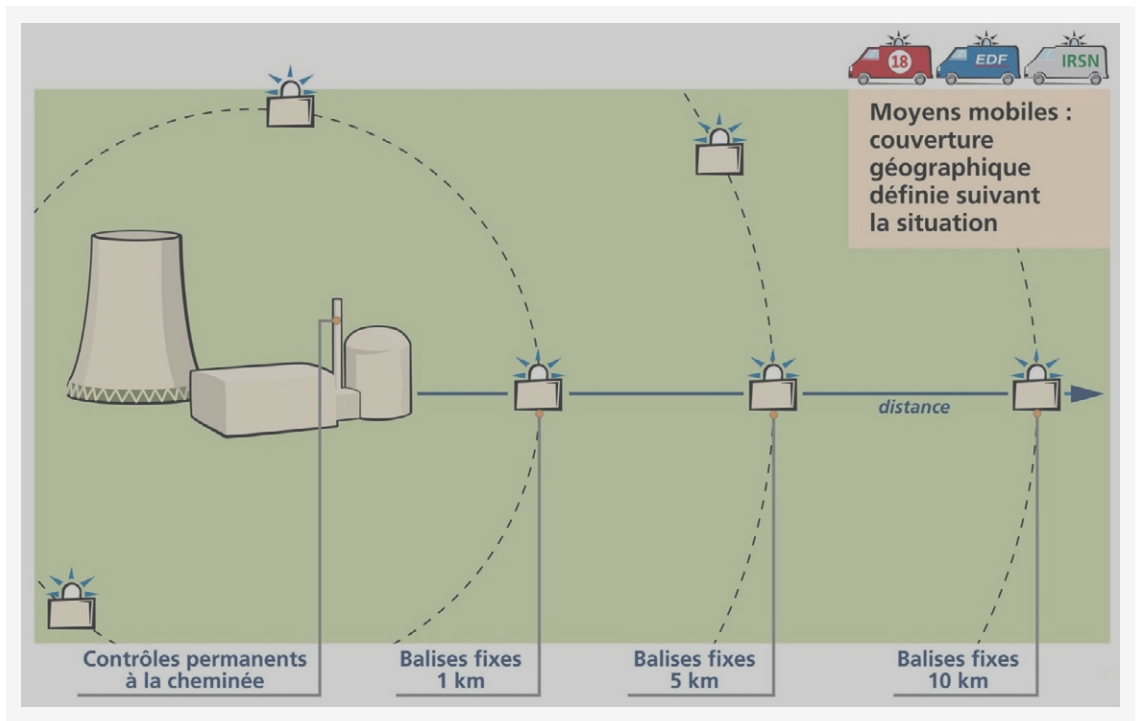
### Menschliche Aktivitäten

Die Überwachung der Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Tricastin auf menschliche Aktivitäten erfolgt durch die Überwachung der zuvor dargestellten Auswirkungen des Kraftwerks auf die Luft, die klimatischen Faktoren sowie die Wasser- und Bodenqualität, da diese Faktoren die Qualität menschlicher Aktivitäten beeinflussen.

## 7.2 Überwachungsmaßnahmen im Zusammenhang mit radiologischen Risiken

Im Falle eines Unfalls ermöglichen stationäre und mobile Messgeräte die Kontrolle und Überwachung der Umgebungsradioaktivität. Die stationären Messgeräte, die ständig in Betrieb sind, umfassen die Überwachung der Ableitungen am Schornstein sowie Messungen des Radioaktivitätsniveaus in der Umgebungsluft durch Messstationen an der Standortgrenze, in 1 km, 5 km und 10 km Entfernung.

Diese Messungen werden im Falle eines Unfalls durch mobile Messstationen ergänzt, die auf Fahrzeugen der EDF, der ASN und der Feuerwehr angebracht sind und das Gebiet rund um das Kraftwerk abfahren.



# Fazit



In Frankreich wird die Errichtung eines Kernkraftwerks von der Regierung nach Stellungnahme der Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ASNR) genehmigt. Diese Genehmigung enthält keine Begrenzung der Betriebsdauer. Der Betreiber ist jedoch verpflichtet, alle 10 Jahre eine gründliche periodische Überprüfung durchzuführen, um die Betriebsbedingungen der Anlage für die folgenden 10 Jahre neu zu bewerten. Er muss sicherstellen, dass der Betrieb der Anlage den für sie geltenden Sicherheitsvorschriften entspricht, und die Bewertung der Risiken und Nachteile, die die Anlage für die öffentliche Sicherheit, Gesundheit und Hygiene oder den Schutz der Natur und der Umwelt, die als geschützte Interessen bezeichnet werden.

Die vier 900-MWe-Reaktoren des Kernkraftwerks Tricastin, die von Électricité de France (EDF) betrieben werden, sind Gegenstand ihrer <sup>vierten</sup>periodischen Überprüfung.

Nach Abschluss jeder dieser Überprüfungen erstellt EDF einen Bericht, in dem die Schlussfolgerungen sowie die geplanten Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes der geschützten Interessen dargelegt werden. Nach Ablauf des 35 Betriebsjahres ist dieser Überprüfungsbericht Gegenstand einer öffentlichen Anhörung.

Das vorliegende Dokument ist Teil der Unterlagen der öffentlichen Anhörung, die im Rahmen der 4-periodischen Überprüfung der Reaktoren von Tricastin durchgeführt wurde. Es gilt für alle sechs Reaktoren des Kraftwerks. Dieses Dokument befasst sich mit den Umweltauswirkungen, die mit dem Betrieb dieser Reaktoren in den zehn Jahren nach ihrer <sup>4</sup>periodischen Überprüfung verbunden sind, einschließlich der radiologischen und nicht-radiologischen Folgen möglicher Störfälle oder Unfälle.

## Auswirkungen im Normalbetrieb

Die Wechselwirkungen des Normalbetriebs des Kraftwerks mit der Umwelt, d. h. die

Wasserentnahmen und -ableitungen, die Erzeugung von Abfällen, Lärmemissionen und Landnutzung werden in den nächsten zehn Jahren ähnlich bleiben wie im vorangegangenen Jahrzehnt.

Die Analyse der Auswirkungen dieser Wechselwirkungen auf die verschiedenen Umweltkompartimente – Luft und klimatische Faktoren, Oberflächengewässer, Böden und Grundwasser, Radioökologie, Biodiversität, Bevölkerung und menschliche Gesundheit sowie menschliche Aktivitäten, zeigt keine signifikanten Auswirkungen des Betriebs

im aktuellen Zustand und für die zehn Jahre nach der 4-periodischen Überprüfung.

Es sind daher keine grenzüberschreitenden Auswirkungen zu erwarten.

## Auswirkungen im Zusammenhang mit Unfällen

EDF hat als allgemeine Ausrichtung der 4-periodischen Überprüfung seiner 900-MWe-Reaktoren festgelegt, die für Reaktoren der 3-Generation festgelegte Ziele der nuklearen Sicherheit anzustreben, wobei der Referenzreaktor von EDF der EPR von Flamanville (FLA3) ist.

Entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit, die in diesem Dokument zusammenfassend dargestellt sind, wurden somit im Rahmen der 4-Überprüfung unter vier Hauptthemenbereichen umgesetzt:

- **Unfälle ohne Kernschmelze:** Verringerung der radiologischen Folgen unter die Schwellenwerte für die Einleitung von Notfallschutzmaßnahmen für die Bevölkerung,
- **Einwirkungen:** Berücksichtigung von Einwirkungen höherer Intensität, insbesondere Dürre, Hitzewelle, Überschwemmung und Erdbeben, sowie Einrichtung von „Hard-Core“-Anlagen zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit der Anlagen gegenüber Einwirkungen  
Extremereignisse wie Erdbeben, Tornados und Überschwemmungen,
- **Brennstoffbecken:** Einrichtung einer zusätzlichen Kühlvorrichtung, die von den bestehenden Anlagen unabhängig ist,
- **Unfälle mit Kernschmelze:** Hinzufügung von Maßnahmen, darunter die sogenannten „Hard-Core“-Anlagen, um frühzeitige und umfangreiche Freisetzen äußerst unwahrscheinlich zu machen und dauerhafte Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden.

Der für diese 4-Überprüfung gewählte Sicherheitsansatz, der wesentliche Änderungen an der Auslegung und dem Betrieb der Reaktoren von Tricastin beinhaltet, reduziert die Auswirkungen auf

die Umwelt im Zusammenhang mit radiologischen Risiken.

Wie in dem Dokument dargelegt, wären die radiologischen Folgen der schwersten Unfälle mit Kernschmelze, die am wenigsten wahrscheinlich sind, räumlich und zeitlich begrenzt und mit den zum Schutz der Bevölkerung vorgesehenen Maßnahmen vereinbar. Die grenzüberschreitenden Auswirkungen im Zusammenhang mit der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre sind sowohl kurzfristig als auch als langfristige Kumulativwirkung vernachlässigbar.

Im Rahmen der vierten periodischen Überprüfung beschließt EDF, den Betrieb seiner Reaktoren in Tricastin bis zu 50 Jahre fortzusetzen und trägt damit zur Aufrechterhaltung einer Stromerzeugung mit geringem CO<sub>2</sub>-Bilanz bei, mit weniger als 4 g CO<sub>2</sub> pro erzeugter kWh über den gesamten Lebenszyklus des Kraftwerks.

Es werden keine signifikanten negativen Auswirkungen auf die verschiedenen Umweltbereiche durch den normalen Betrieb des Kraftwerks Tricastin

in den kommenden zehn Jahren. Seine Stilllegung würde somit keine nennenswerten Vorteile für die Umwelt mit sich bringen. Hingegen würde sie einen erheblichen Verlust an CO<sub>2</sub>-freier Stromerzeugung bedeuten, der dem Verbrauch von mehr als 4,5 Millionen Haushalten entspricht. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Erzeugung des ausgefallenen Stroms durch den europäischen Energiemix entstehen würden, würden mehr als 6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr betragen.



# Glossar

Hier finden Sie die Definitionen der wichtigsten in diesem Bericht verwendeten Abkürzungen.

## **4° RP 900**

4° Regelmäßige Überprüfung von 900-MWe-Reaktoren

## **Konventioneller Unfall**

Der Begriff „konventioneller Unfall“ wird verwendet, um einen Unfall zu bezeichnen, der nicht-radiologische und/oder geringfügig radiologische Folgen haben kann.

## **LCA**

Lebenszyklusanalyse

## **APRP**

Unfall mit Verlust des Primärkühlmittels

## **ASG-ND**

Sekundäres Kühlsystem „Hard Core“

## **ASNR**

Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz

## **CENTRACO**

Zentrum für Aufbereitung und Konditionierung

## **Potenzielle Ziele**

Dies sind Personen aus der Öffentlichkeit außerhalb der Standortgrenze sowie die natürliche Umwelt, die den in Artikel L593-1 des Umweltgesetzbuchs definierten Schutzinteressen entsprechen.

## **CIRES**

Industriezentrum für Lagerung und Aufbewahrung der ANDRA

## **CSA**

Lagerstätte Aube

## **Gefahr**

Der Begriff der Gefahr bezeichnet eine einem Stoff (Butan, Chlor...), einem technischen System (Gasunterdruckung...), einer Anordnung (Anheben einer Last...), einem Organismus (Mikroben) usw. innewohnende Eigenschaft, die geeignet ist, an einem „gefährdeten Element“ einen Schaden zu verursachen. Mit dem Begriff der „Gefahr“ sind somit mit dem Begriff „Gefahr“ die Begriffe Entflammbarkeit oder Explosivität, Toxizität, Infektiosität ... sowie der Begriff der verfügbaren Energie, der die Gefahr charakterisiert.

## **WRRL**

Wasserrahmenrichtlinie

## **DeD**

Dosisäquivalentfluss

## **DOCOB**

Zieldokumente

## **DOR**

Leitfaden für die regelmäßige Überprüfung

## **DUS**

Notstromdiesel

## **EAS**

Wassersprühsystem im Sicherheitsbehälter

## **EAS-ND**

System zur Ableitung der Restenergie aus dem Sicherheitsbehälter

## **EDF**

Électricité de France

## **EIP**

Wichtiges Element für den Schutz der Interessen

## **EPR**

European Pressurised Reactor – Druckwasserreaktor. Gehört zur dritten Generation von Kernreaktoren

## **EPRS**

Prospektive Bewertung von Gesundheitsrisiken

## **EPS**

Probabilistische Sicherheitsanalysen

## **ERC**

Vermeiden, Reduzieren, Kompensieren

## **FA**

Geringe Aktivität

## **FARN**

Schnelle Einsatzgruppe für Kernenergie

## **FLA3**

Blocks 3 (EPR) des Kernkraftwerks Flamanville

## **GNU**

Gaslager des Generalmagazins zur Lagerung unbenutzter Gasflaschen

## **GP/GPE**

Ständige Expertengruppe

## **GV**

Dampferzeuger

## **HA**

Hohe Aktivität

## **ICPE**

Umweltschutzrelevante Anlage

## **IEM**

Auswertung des Zustands der Umwelt

## **INB**

Kernkraftwerk

## **INERIS**

Nationales Institut für Umwelt und Risiken

## **IRSN**

Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit

## **MA**

Durchschnittliche Aktivität

## **MES**

Schwebstoffe

## **ND**

Kern

## **NQE**

Umweltqualitätsnormen

## **NMA**

Zulässige Höchstwerte

## **OISS**

Unbeabsichtigtes Öffnen eines sekundären Überdruckventils bei 0 % Pn

## **OPEL**

Wasserentnahmestelle an der Loire

## **PA**

Aktivierungsprodukte

## **PF**

Spaltprodukte

## **Gefährliches Phänomen**

Ein gefährliches Phänomen ist die teilweise oder vollständige Freisetzung von Energie oder Stoffen, die Auswirkungen haben, die potenziellen Zielen Schaden zufügen können.

**Gefährdungspotenzial**

Eine potenzielle Gefahrenquelle ist definiert als ein Stoff, ein technisches System, eine Anordnung, ein Organismus usw., der einen Schaden verursachen kann, der ein gefährdetes Element beeinträchtigt.

**PTR-bis**

Zusätzliches System zur Wasseraufbereitung und -kühlung für Schwimmbäder

**RCR**

Abschlussbericht der regelmäßigen Überprüfung

**REP**

Druckwasserreaktor

**RIS**

Sicherheits- und Schutzsystem für den Primärkreislauf (Sicherheitsinjektion)

**Risiko**

Das Risiko, das jeder menschlichen Tätigkeit innewohnt, wird definiert als die Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines schädigenden Ereignisses und dem Ausmaß seiner Folgen.

**RP**

Regelmäßige Überprüfung

**RP4**

4<sup>e</sup> regelmäßige Überprüfung

**RP4 900**

4<sup>e</sup> Regelmäßige Überprüfung von 900-MWe-Reaktoren

**RTGV**

Bruch eines Dampferzeugerrohrs

**RTGV4**

Bruch eines Dampferzeugerrohrs der Kategorie 4

**RTV**

Bruch einer Dampfleitung

**RTV + nRTGV**

Kombinierter Bruch einer Dampfleitung und mehrfacher Bruch von Rohren in Dampferzeugern

**SEG**

Diversifiziertes Wasserversorgungssystem

**SEI**

Schwelle für irreversible Auswirkungen

**SF-ND**

Kaltquelle mit hartem Kern

**Gefährlicher Stoff**

Stoff, Zubereitung oder Gemisch, das die Kriterien hinsichtlich physikalischer Gefahren, Gesundheitsgefahren oder Umweltgefahren erfüllt, die in der geänderten Verordnung vom 20. April 1994 festgelegt sind.

**TFA**

Sehr schwach aktiv / Sehr geringe Aktivität

**THE**

Sehr hohe Wirksamkeit

**THM**

Trihalogenmethane

**VC**

Kurze Lebensdauer

**VL**

Lange Lebensdauer

**VTC**

Sehr kurze Lebensdauer

**WENRA**

Western European Nuclear Regulators Association (Verband der westeuropäischen Atomaufsichtsbehörden)

**ZER**

Zone mit kontrollierter Freisetzung

**ZNIEFF**

Naturgebiete von ökologischem, faunistischem und floristischem Interesse

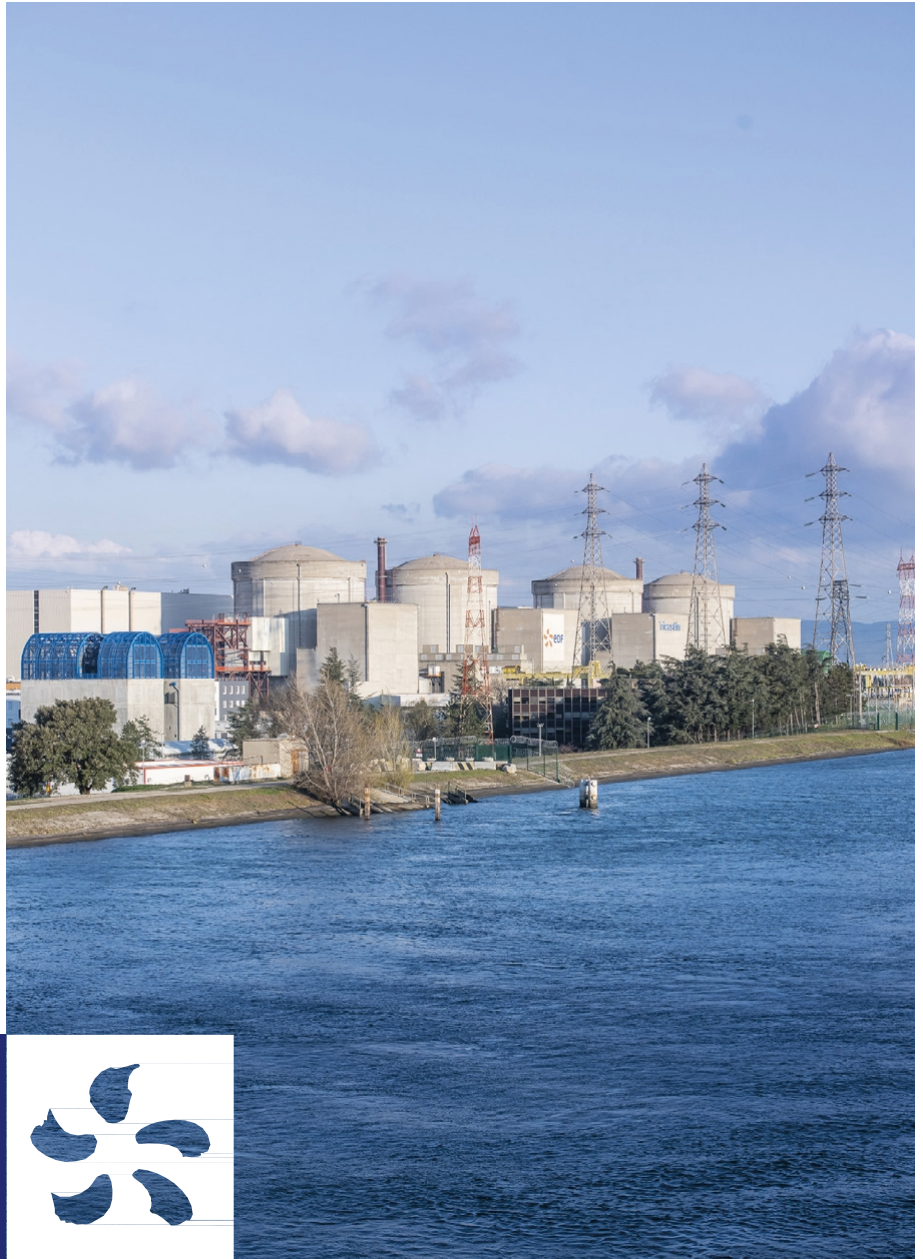
**ZPS**

Besondere Schutzgebiete

**ZSC**

Besondere Schutzgebiete





**KERNKRAFTWERK TRICASTIN**

# *Öffentliche Anhörung* zum Bericht über die **4-periodische** **Überprüfung**

**Reaktor Nr. 3**

Dokument 3a – Dokument über die mit dem Betrieb des Reaktors  
verbundenen Umweltauswirkungen  
für die nächsten zehn Jahre

**EDF**

Leitung Kernkraftwerksproduktion CNPE  
Tricastin  
4502, route du site du Tricastin 26130  
Saint-Paul-Trois-Châteaux Kontakt:  
Denis Brunel: Kommunikationsabteilung E-Mail:  
tricastin-communication@edf.fr

Hauptsitz  
22-30, Avenue de Wagram, 75008  
Paris

Handelsregister Paris 552 081 317  
Aktiengesellschaft mit einem Kapital von

2.084.365.041 Euro [www.edf.fr](http://www.edf.fr)