

Sicherheitsrisiken durch das AKW Cattenom

Dr. Christoph Pistner

Allianz der Regionen für einen europaweiten Atomausstieg

3. Treffen, Mainz, 23.04.2018

Agenda

1 AKW und das Risiko schwerer Unfälle

2 Das AKW Cattenom

3 Sicherheitskonzept und Sicherheitsanforderungen

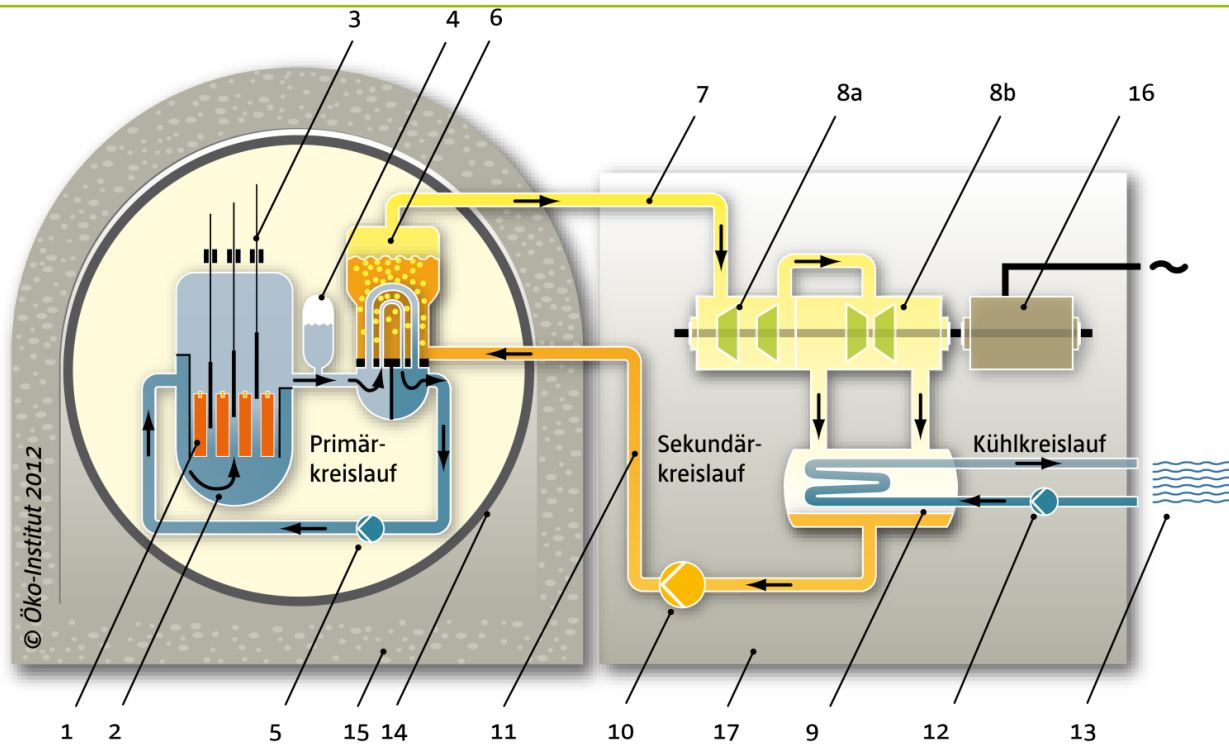
4 Sicherheitsdefizite des AKW Cattenom

5 Fazit

1

AKW und das Risiko schwerer Unfälle

Druckwasserreaktor (DWR)



Primärkreislauf

- 1 Brennelemente
- 2 Reaktordruckbehälter
- 3 Steuerstäbe
- 4 Druckhalter
- 5 Hauptkühlmittelpumpe

Sekundärkreislauf

- 6 Dampferzeuger
- 7 Frischdampf
- 8a Hochdruckteil der Turbine
- 8b Niederdruckteil der Turbine
- 9 Kondensator
- 10 Speisewasserpumpe
- 11 Speisewasser

Kühlkreislauf

- 12 Hauptkühlwasserpumpe
- 13 Fluss/Meer/Kühlturm

Sonstiges

- 14 Sicherheitsbehälter (Stahl)
- 15 Reaktorgebäude (Betonkuppel)
- 16 Generator
- 17 Maschinenhaus

Zentrale Aspekte der Reaktorsicherheit

Durch lange Zykluszeit (typisch ein Jahr oder mehr):

- Anfängliche Überschussreaktivität
- Hohes Radioaktives Inventar

Hohe Leistungsdichte:

- Nukleare versus chemische Energieumwandlung
Faktor eine Million

Nachzerfallswärme:

- Auch nach Sofortabschaltung noch erhebliche Wärmeproduktion durch radioaktiven Zerfall

Was bedeutet das?

Beispiel der Anlage Fukushima Dai-ichi, Block 1

Thermische Leistung 1.380 MW (ca. 1/3 von Cattenom), bei Kühlung des Reaktorkerns durch Verdampfung:

- Nach einer Stunde ca. 22 MW
→ 31 Tonnen Wasser pro Stunde
- Nach einem Tag ca. 11 MW
→ 15 Tonnen Wasser pro Stunde
- 1. Juli 2011 ca. 1 MW = 1000 kW
→ 1,4 Tonnen Wasser pro Stunde

Kernschmelze

- Etwa 1200°C: Bersten von Brennstabhüllrohren, Beginn Spaltproduktfreisetzung
- 1300°C-1800°C: Zry-Oxidation, Wasserstoffbildung
- 1700°C: Schmelzpunkt Edelstahl
- 2030°C: Schmelzpunkt Zry
- 3120°C: Schmelzpunkt UO₂



Das Risiko schwerer Unfälle

Aussagen der französischen Aufsichtsbehörde ASN

- Schwere Unfälle können niemals ausgeschlossen werden:

„L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi confirme que, malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu, ...”

- Die bisher in Frankreich betriebenen AKW könnten heute nicht mehr genehmigt werden:

„I can specify it in a more direct manner: we would not allow the construction of a N4 reactor any more.”

Auswirkungen schwerer Unfälle

- Abschätzungen der französischen Gutachterorganisation IRSN:
 - Unfall mit Kernschmelze und massiven Freisetzungen von Radioaktivität
 - Schäden in der Größenordnung von 430 Mrd. Euro (Bandbreite 215-860 Mrd. Euro)
 - Mehr als 100.000 Menschen evakuiert und langfristig umgesiedelt
 - Hohe Zahl von Krebstoten, große Landflächen kontaminiert, massive psychologische Auswirkungen
- Notfallschutzmaßnahmen auch in Dutzenden von Kilometern von der Anlage entfernt erforderlich
- Bei Unfall in Cattenom neben Frankreich und Luxemburg auch Deutschland und hier vor allem die Bundesländer Saarland und Rheinland-Pfalz betroffen

2

Das AKW Cattenom

Das AKW Cattenom

- Im französisch-luxemburgisch-deutschen Grenzgebiet, 2,5 km von der Mosel und ca. 12 km von der deutschen Grenze entfernt
- 4 Druckwasserreaktoren (DWR)
- Zwischen 1987 und 1991 im kommerziellen Betrieb
- Französische P'4-Serie
- Elektrischen Leistung von 1.300 Megawatt (thermische Leistung von 3.817 MW)



Das AKW Cattenom – Verfahrenstechnische Systeme

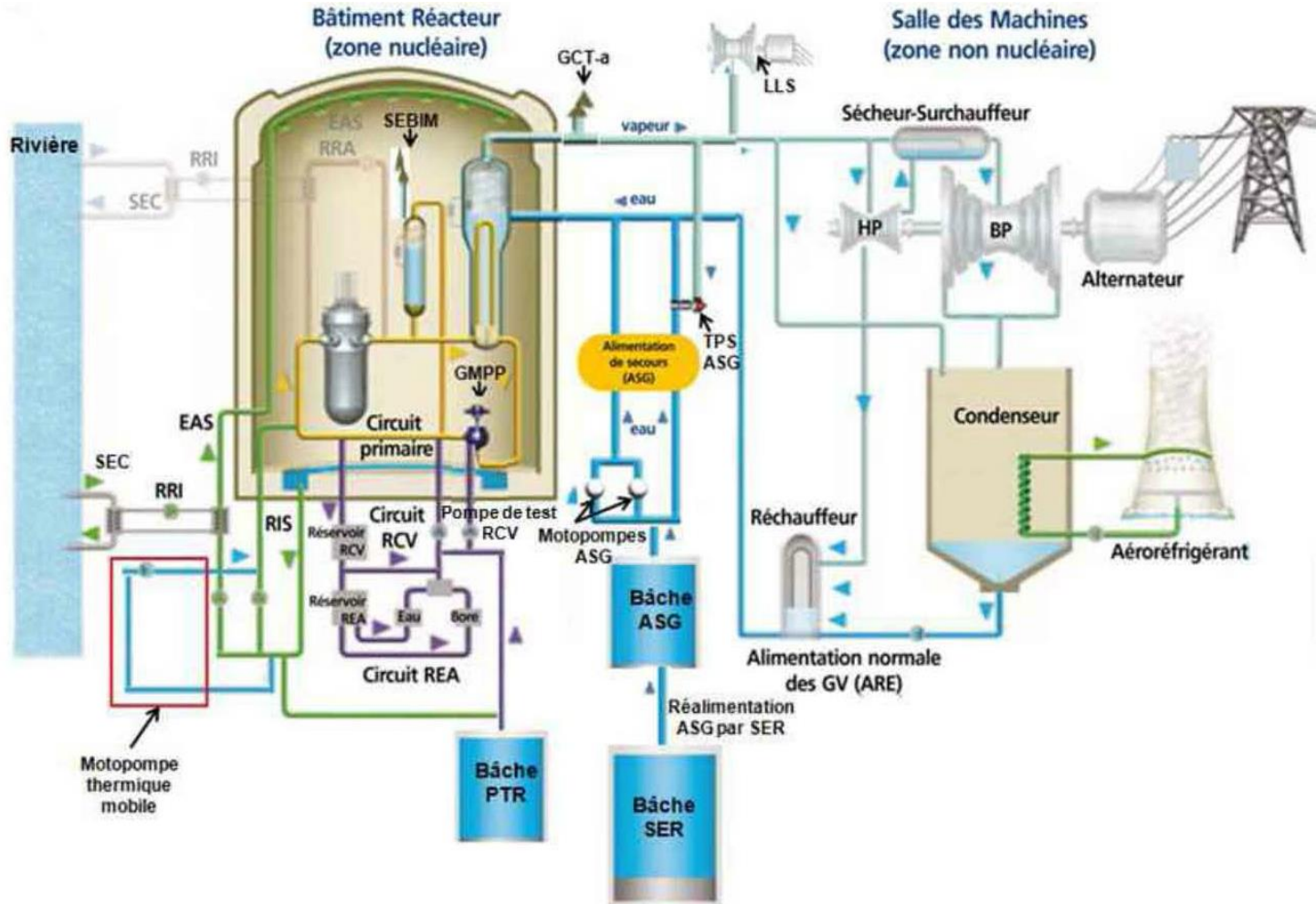


Figure 5.1-1 : schéma de principe d'installation générale d'un réacteur électronucléaire (applicable à Cattenom)

Das AKW Cattenom – Elektrotechnische Systeme

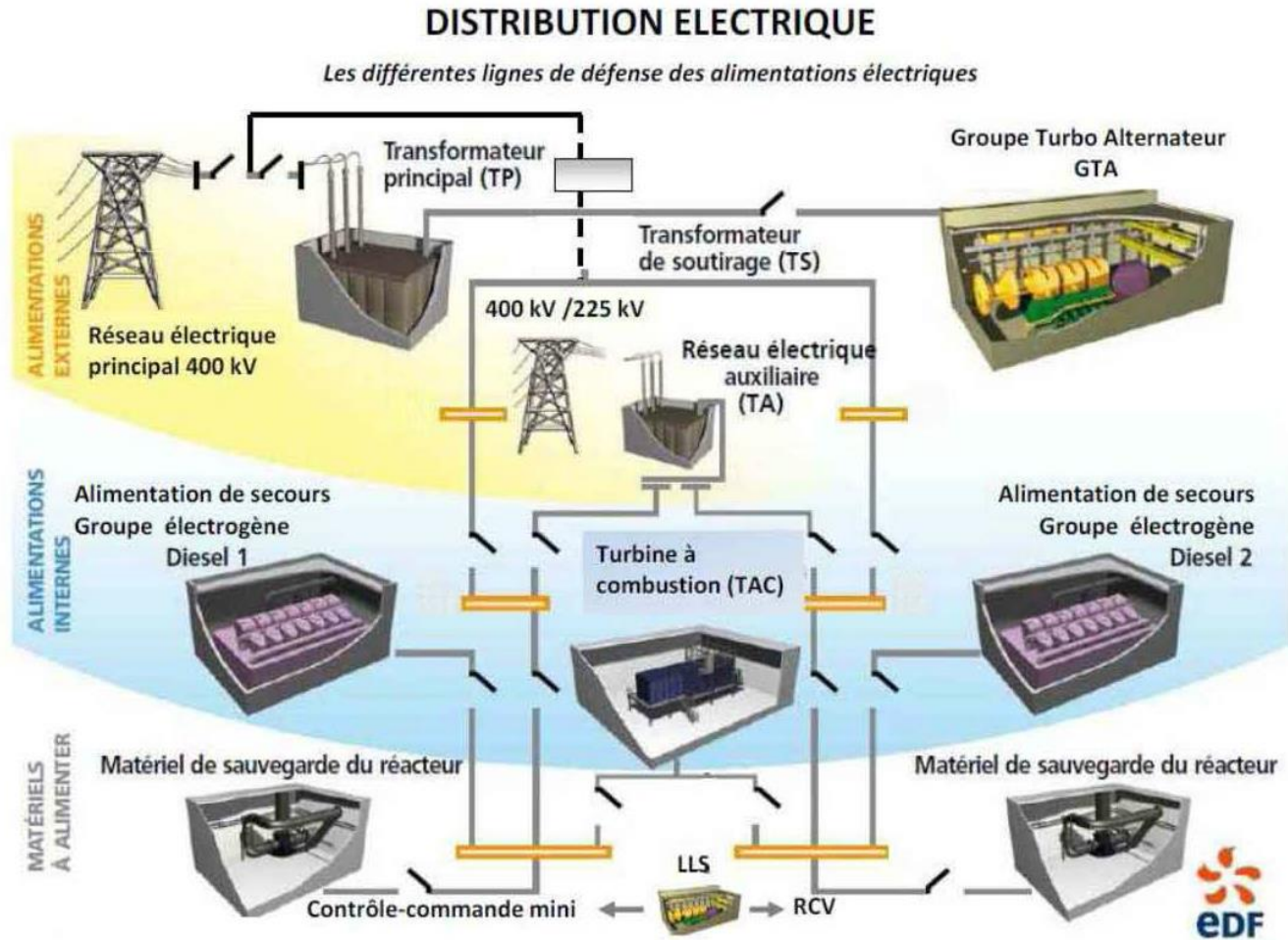


Figure 5-1 : schéma de principe de la distribution électrique d'un réacteur électronucléaire (applicable à Cattenom)

3

Sicherheitskonzept und Sicherheitsanforderungen

Das Risiko schwerer Unfälle I

- Auslöser interne oder externe Ereignisse (technische Ausfälle, Rohrleitungsversagen, Naturereignisse, Terroranschläge):
→ Anforderung des Sicherheitssystems

Das Sicherheitssystem

- Sicherheitssystem hat Aufgabe
 - die Anlage vor unzulässigen Einwirkungen zu schützen und
 - bei auftretenden Störfällen (Auslegungsergebnisse) Auswirkungen in vorgegebenen Grenzen zu halten.
- Daher: besonders hohe Anforderungen bei Auslegung, Fertigung, Errichtung und Prüfung sowie an Betrieb und Instandhaltung
- Grundsätzliche Anforderungen an
 - Diversität
 - Redundanz
 - Unabhängigkeit und Entmaschung sowie
 - bauliche und räumliche Trennung

Das Risiko schwerer Unfälle II

- Auslöser interne oder externe Ereignisse (technische Ausfälle, Rohrleitungsversagen, Naturereignisse, Terroranschläge):
→ Anforderung des Sicherheitssystems
- Technische Defizite bei Vorsorgemaßnahmen oder im Sicherheitssystem:
→ Unfallabläufe mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen
- Technische Defizite bei zusätzlichen Einrichtungen der Sicherheitsebene 4a (präventiver Notfallschutz):
→ Unfallabläufe mit Kernschäden bzw. Brennelementschäden (im Lagerbecken)
- Technische Defizite bei zusätzlichen Einrichtungen der Sicherheitsebene 4b (mitigativer Notfallschutz):
→ Unfallabläufe mit großen und/oder frühen Freisetzungen

Kontinuierliche Weiterentwicklung der Sicherheitsanforderungen

- Berücksichtigung der Erkenntnisse aus Three Miles Island (USA), Tschernobyl (Ukraine) und Fukushima (Japan)
- Bereits kodifiziert in nationalen und internationalen Regelwerken (IAEA, WENRA)
- Bereits Stand der Technik bei neuen, in Bau befindlichen AKW wie dem EPR in Flamanville in Frankreich (auch: Bewertungsmaßstab der französischen Aufsicht im Rahmen von periodischen Sicherheitsüberprüfungen)

Gestaffeltes Sicherheitskonzept

- Gestaffeltes Sicherheitskonzept
 - Umfassende Berücksichtigung von Einwirkungen von außen (Erdbeben, Flugzeugabsturz ...)
 - Höchste Anforderungen an die Beherrschung von Auslegungsereignissen (Sicherheitsebene 3)
 - Berücksichtigung auch ehemals „auslegungsüberschreitender“ Ereignisse:
 - Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen: Sicherheitsebene 4a
 - Kernschmelze: Sicherheitsebene 4b

→ Technische Defizite in der Umsetzung des heute erforderlichen gestaffelten Sicherheitskonzepts erhöhen die Wahrscheinlichkeit für schwere Unfälle deutlich und führen damit zu schwerwiegenden Risiken für Mensch und Umwelt

4

Sicherheitsdefizite des AKW Cattenom

Erdbeben I

- Bei Bemessungserdbeben keine ausreichende Sicherheit von
 - Teilen des Zwischenkühlsystems (Folge: Ausfall Kühlung)
 - Rohrleitungen des Feuerlöschsystems (Folge: Überflutung von Räumen des Nebenkühlwassersystems, Ausfall Kühlung)
 - Rohrleitungen zur Wasserstoffverteilung (Folge: mögliche Freisetzung von Wasserstoff in die Anlage, Folgebrände oder Explosionen)

Das AKW Cattenom – Verfahrenstechnische Systeme

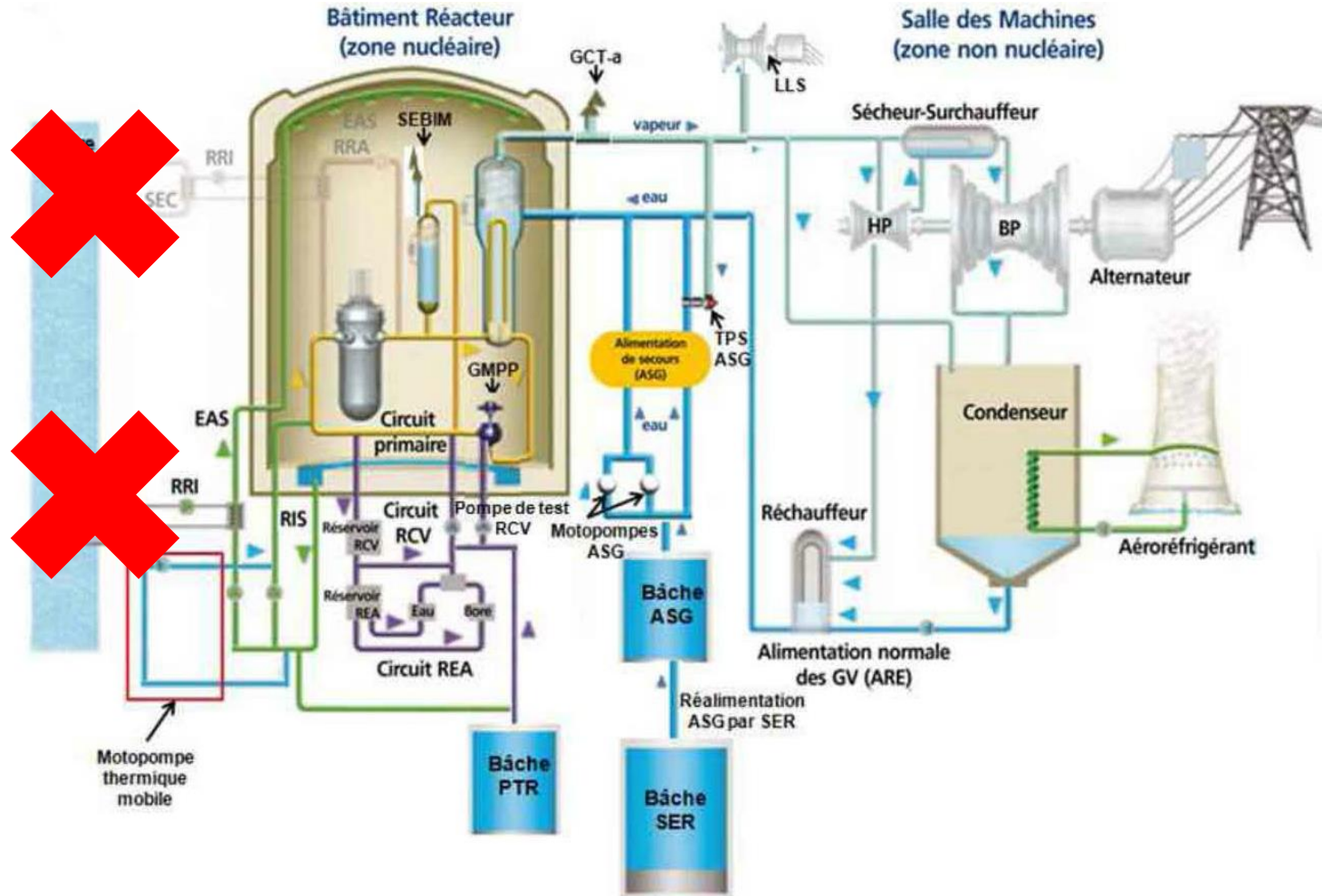
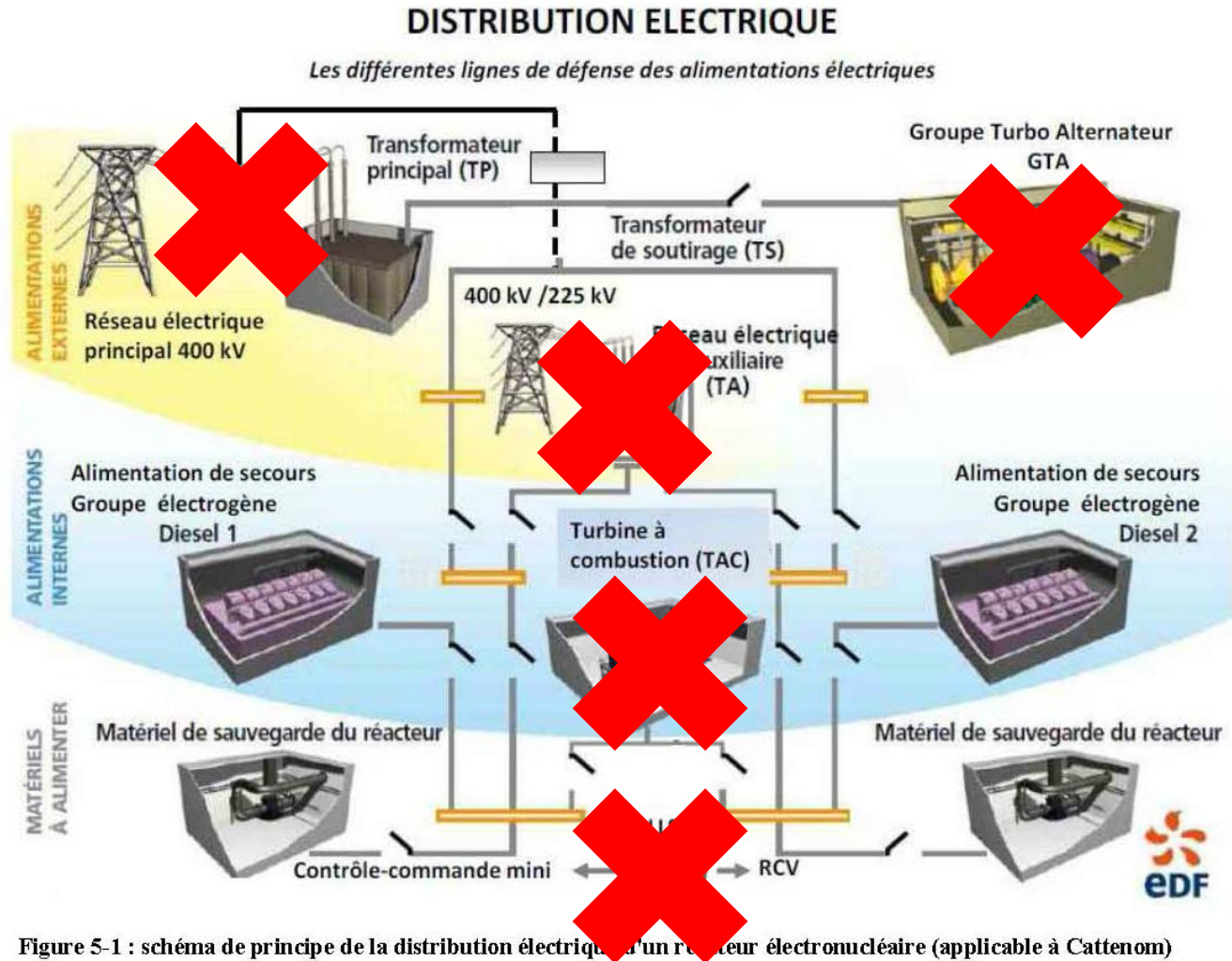


Figure 5.1-1 : schéma de principe d'installation générale d'un réacteur électronucléaire (applicable à Cattenom)

Erdbeben II

- Bei Bemessungserdbeben keine ausreichende Sicherheit von
 - Teilen des Zwischenkühlsystems (Folge: Ausfall Kühlung)
 - Rohrleitungen des Feuerlöschsystems (Folge: Überflutung von Räumen des Nebenkühlwassersystems, Ausfall Kühlung)
 - Rohrleitungen zur Wasserstoffverteilung (Folge: mögliche Freisetzung von Wasserstoff in die Anlage, Folgebrände oder Explosionen)
- Geringe Diversität der Stromversorgung (nur zwei Notstromdiesel und mobile Einrichtungen bei Erdbeben gesichert verfügbar)

Das AKW Cattenom – Elektrotechnische Systeme



Erdbeben III

- Bei Bemessungserdbeben keine ausreichende Sicherheit von
 - Teilen des Zwischenkühlsystems (Folge: Ausfall Kühlung)
 - Rohrleitungen des Feuerlöschsystems (Folge: Überflutung von Räumen des Nebenkühlwassersystems, Ausfall Kühlung)
 - Rohrleitungen zur Wasserstoffverteilung (Folge: mögliche Freisetzung von Wasserstoff in die Anlage, Folgebrände oder Explosionen)
- Geringe Diversität der Stromversorgung (nur zwei Notstromdiesel und mobile Einrichtungen bei Erdbeben gesichert verfügbar)

→ Deutlich erhöhte Wahrscheinlichkeit für auslegungsüberschreitende Unfallabläufe mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen

Flugzeugabsturz

- Grundschutz lediglich aufgrund Auslegung gegen unfallbedingten Flugzeugabsturz eines kleinen Geschäftsflugzeugs
 - Geringe Robustheit von sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden und Einrichtungen, insbesondere
 - Brennelement-Lagerbeckengebäude aber auch Reaktorgebäude
 - einfach vorhandene Vorratsbehälter für Kühlmittellagerung und Dampferzeugerbespeisung
- Deutlich erhöhtes Risiko, dass es bei einem unfallbedingten oder gezielten Flugzeugabsturz zu Unfallabläufen bis hin zu einem Unfall mit großen, frühen Freisetzungen kommt

Innentäter

- Detaillierten Anforderungen an Sicherungsmaßnahmen zur Abwehr eines Innentäters öffentlich nicht zugänglich
 - Maßnahmen der Sicherung können zwar Erfolgswahrscheinlichkeit einer Sabotageaktion herabsetzen, sie können jedoch erfolgreiche Aktionen nicht prinzipiell ausschließen
 - Defizite in der Anlagenauslegung wie
 - gemeinsam genutzte Komponenten wie einfach vorhandene Rohrleitungsabschnitte oder gemeinsame Vorratsbehälter
 - geringer Diversitätsgrad
- Deutlich erhöhte Erfolgswahrscheinlichkeit eines Innentäters

Sicherheitsebene 3: Das Sicherheitssystem

- Geringe Diversität (nur im Notspeisesystem Diversität bei Antrieben)
- Geringer Redundanzgrad (nur Beherrschung eines Einzelfehlers)
- Keine Unabhängigkeit der Teilsysteme (gemeinsame Vorratsbehälter, gemeinsame Rohrleitungen)

→ Keine ausreichende Zuverlässigkeit der Einrichtungen des Sicherheitssystems, damit deutlich erhöhte Wahrscheinlichkeit für auslegungsüberschreitende Unfallabläufe mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen

Sicherheitsebene 4a

Zusätzliche, eigenständig erforderliche Einrichtungen für Umgang mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen

- Defizit beim frischdampfgetriebenen Turbogenerator: im Anforderungsfall kurzfristiger Ausfall aufgrund mangelnder Kühlung
- Fehlende Umsetzung eines „noyau dur“ („Hardened Safety Core“):
 - Zusätzlicher Notstromdiesel bis Ende 2018
 - Diversitäre Wasserversorgung bis 2020
 - Weitere wesentliche Einrichtungen (Pumpen, Ansteuerung etc.) offen (2030?)

→ Erhöhte Wahrscheinlichkeit für Unfallabläufe mit schweren Kernschäden bzw. Brennelementschäden (im Lagerbecken)

Sicherheitsebene 4b

Zusätzliche, eigenständig erforderliche Einrichtungen für Unfällen mit Kern- bzw. Brennelementschäden (im Lagerbecken)

- Einrichtungen insbesondere zur gefilterten Druckentlastung nicht für Bemessungserdbeben (10.000jährlich) ausgelegt
- Nachrüstung geplant, aber nur auf Niveau des maximalen historischen Erdbebens SMHV (ca. 1000 jährliches Ereignis, nicht 10.000jährlich)
- Keine Rückhaltemöglichkeiten bei Brennstoffschäden im Bereich des Brennelement-Lagerbeckens (in Frankreich außerhalb Containment)

→ Erhöhte Wahrscheinlichkeit für Unfallabläufe mit großen bzw. frühen Freisetzungen

5

Fazit

Fazit

- Schwere Unfälle können niemals ausgeschlossen werden
- Schwere Unfälle haben katastrophale Folgen für Mensch und Umwelt
- Technische Defizite in der Umsetzung des gestaffelten Sicherheitskonzepts erhöhen Wahrscheinlichkeit für schwere Unfälle deutlich und führen damit zu schwerwiegenden Risiken für Mensch und Umwelt
- Im AKW Cattenom bestehen technische Defizite bei
 - der Beherrschung des Bemessungserdbebens
 - der Robustheit gegenüber zivilisatorischen Einwirkungen (FLAB, Terror)
 - der erforderlichen Zuverlässigkeit des Sicherheitssystems
 - der Umsetzung von erforderlichen Nachrüstungen auf Sicherheitsebene 4

Fazit

Naoto Kan (ehem. Japanischer Premierminister)
 Foreign Affairs, 08.03.2012:

“I have thought very hard about the types of safety measures necessary to prevent any such disaster from happening again. However, when one weighs these measures against the tremendous risks, it is clear that no amount of precautions will make a country completely safe from nuclear energy. I have reached the conclusion, therefore, that the only option is to promote a society free of nuclear power.”

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Thank you for your attention!

Haben Sie noch Fragen?
Do you have any questions?

