







### 1.4 CARACTERISTIQUES DE CHAQUE INSTALLATION

Le CNPE de Civaux comprend deux tranches nucléaires (1, 2) de conception identique, du type Réacteur à Eau sous Pression, selon le standard du palier 1400 MWe - N4. Les deux tranches sont refroidies en circuit fermé sur aérorefrigérant. L'eau du circuit primaire est utilisée comme modérateur et réfrigérant du cœur.

TRANCHE	1	2
N° INB	158	159
DAC	6/12/1993	6/12/1993
1ère divergence	29/11/1997	27/11/1999
Première visite décennale	Début le 13/08/2011	Prévue en 2012

Chaque tranche comporte :

- une chaudière nucléaire à eau ordinaire sous pression, à 4 boucles, de conception AREVA, dont la puissance thermique nominale garantie est de 4270 MWth,
- une installation de production d'énergie électrique dont la puissance électrique est de 1400 MWe,
- les circuits auxiliaires nécessaires aux fonctionnements normaux et accidentels.

Le CNPE est installé sur 1 niveau de plate-forme calé à 76,70 m NGFN.

Il existe 3 barrières de confinement entre le combustible et l'environnement : la gaine du combustible, l'enveloppe sous pression du circuit primaire principal (CPP) qui refroidit le cœur et enfin, l'enceinte de confinement qui abrite le circuit primaire principal.

Les paragraphes suivants présentent les caractéristiques du CNPE de Civaux, communes à l'ensemble du Palier N4 ou spécifiques au site, en rapport avec les analyses conduites suite à l'accident de Fukushima.

#### 1.4.1 COMBUSTIBLE

Le combustible ALCADE, enrichi à 4% d'<sup>235</sup>UO<sub>2</sub>, est utilisé sur les deux tranches du CNPE de Civaux. La gestion associée est 1/3 de cœur c'est-à-dire : 1/3 de cœur est remplacé à chaque arrêt pour rechargement. L'irradiation maximale autorisée est de 52 000 MWj/t.

Le cœur, déchargé de la cuve réacteur, est mis en piscine de désactivation (une piscine BK par tranche). La puissance résiduelle maximale autorisée en piscine BK est de 14,1MW. Le tableau ci-dessous présente les puissances résiduelles effectives en piscine à la date du 30 juin 2011.

#### COMBUSTIBLE au 30 Juin 2011

TRANCHES	1	2
Puissance résiduelle (MW)	0,530	1,180

#### 1.4.2 ENCEINTE DE CONFINEMENT

L'enceinte de confinement est constituée d'une enceinte interne en béton armé précontraint entourée d'une enceinte externe en béton armé. L'espace entre enceintes est maintenu en dépression par le système de ventilation E.D.E. permettant de recueillir d'éventuelles fuites de l'enceinte interne et de les filtrer avant leur rejet dans l'environnement par la cheminée.

L'enceinte interne est conçue pour supporter, sans perte d'intégrité les sollicitations (montée en pression) résultant de la rupture circonferentielle complète et soudaine d'une tuyauterie du circuit primaire avec séparation totale des extrémités.

Les résultats des essais périodiques (épreuves enceintes décennales et tests d'étanchéité des traversées enceinte lors des visites périodiques) pour mesurer l'étanchéité globale de l'enceinte de confinement ainsi que son bon comportement mécanique, sont conformes aux critères d'étanchéité attendus et attestent d'un comportement mécanique satisfaisant de l'enceinte de confinement sous l'effet de la pression.

#### Dates des dernières épreuves enceintes décennales

TRANCHE	1	2
Dates de la dernière épreuve	11/2001	01/2002

#### 1.4.3 ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

Les deux tranches du CNPE de CIVAUX sont raccordées au réseau électrique général par quatre lignes simple terme de 400 KV.

La longueur de chacune des lignes 400 KV est environ de 1,5 km.

RECS CIVAUX

Copyright EDF 2011  
N°1 - 6/9

RECS CIVAUX

Copyright EDF 2011  
N°1 - 7/9

Page : 1 sur 1    Mots : 2

100 %

INTRODUCTION

CARACTERISTIQUES DE SITE

SEISME

INONDATION

AUTRES PHÉNOMÈNES NATURELS EXTRÊMES

PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES - PERTE DES SYSTEMES DE REFOUILLISSEMENT

ACCIDENTS GRAVES

CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES

SYNTHESE ET PLAN D'ACTIONS

ANNEXE 1 - ORGANISATION DE CRISE EDF

ANNEXE 2 - LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE - FARN

ANNEXE 3 - RADIOPROTECTION

ANNEXE 4 - ARBRES D'EVENEMENTS

Les analyses relatives aux risques présentés ci-dessus sont basées sur le meilleur état des connaissances actuelles au niveau international. Toutefois d'importants programmes de R&D se poursuivent dans ce domaine et EDF y contribue.

#### 6.2.1.2.2 Identification des parades existantes pour les différents risques

##### A. Rappel des dispositions matérielles AG :

De manière très générale, l'installation de ces dispositions matérielles résulte des conclusions des premières études probabilistes traitant des risques des rejets d'un réacteur de puissance en cas d'AG. Ces études ont identifié 5 modes de défaillance potentielle de l'enceinte :

- mode  $\alpha$  : perforation de l'enceinte par un missile (couvercle de la cuve) suite à une explosion vapeur dans la cuve,
- mode  $\beta$  : défaut d'étanchéité de l'enceinte,
- mode  $\gamma$  : défaillance due à la combustion de l'hydrogène produit,
- mode  $\delta$  : défaillance par surpression lente suite à la perte totale des systèmes de sauvegarde,
- mode  $\epsilon$  : rupture de l'enceinte par traversée du radier par le corium.

Les dispositions matérielles installées suite à ces analyses, ainsi que les compléments programmés lors des lots de modification associés, en particulier, aux différentes visites décennales des paliers, sont décrites ci-après.

##### a) Prise en compte du mode $\alpha$ : perforation de l'enceinte par un missile (couvercle de la cuve) suite à une explosion vapeur dans la cuve

Suite à un consensus international basé sur des résultats expérimentaux, le circuit primaire est jugé suffisamment résistant à une explosion vapeur en cuve pour éviter l'émission de projectiles susceptible de porter atteinte au confinement. Aucune disposition n'est donc nécessaire pour écarter ce risque.

##### b) Prise en compte du mode $\beta$ : défaut d'étanchéité de l'enceinte

Des dispositions de conduite de surveillance et de restauration, si besoin, du confinement de l'enceinte après un accident ayant conduit à une dégradation du combustible sont prévues pour écarter le risque d'accident grave avec bypass du confinement (voir § 6.2.1.2.2 B)

##### c) Prise en compte du mode $\gamma$ : risque de défaillance de l'enceinte par combustion d'hydrogène

A la suite, en particulier, de l'accident survenu sur la centrale de TMI 2 en 1979, qui avait confirmé la possibilité de génération d'une quantité d'hydrogène importante durant un accident grave, des analyses (études et essais) ont été effectuées dans le monde, et en particulier en France, pour évaluer le risque associé et les parades possibles.

Depuis fin 2007, l'ensemble des tranches est équipé de RAP (Recombineurs Autocatalytiques Passifs).

La justification de l'aptitude des RAPs à réaliser leur mission, c'est-à-dire éviter l'accumulation d'hydrogène dans l'enceinte par recombinaison catalytique de l'hydrogène émis durant l'accident et de l'oxygène présent en vapeur d'eau, est dans des conditions dégradées représentatives de l'atmosphère d'un BR en situation d'AG, a fait l'objet de nombreux programmes, en particulier d'essais, au niveau international, et en particulier en France, où les programmes dits KALI-H2 et H2-PAR, réalisés au CEA Cadarache, ont impliqué des partenaires français et étrangers.

De manière très synthétique, les RAP ont été retenus pour les avantages suivants qu'ils avaient par rapport à d'autres techniques de mitigation proposées par ailleurs (igniteurs, pré ou post inertage, ...) :

- système entièrement passif (ne nécessite strictement aucune source d'énergie extérieure pour fonctionner ni action opérateur),
- évite l'accumulation d'hydrogène  $\gamma$  compris lorsque l'atmosphère est inertée par la vapeur d'eau,
- système modulaire d'installation (relativement) aisée dans un BR en exploitation (peu de contraintes liées à leur installation et à leur maintenance).

##### d) Prise en compte du mode $\delta$ : défaillance par surpression lente suite à la perte totale des systèmes de sauvegarde

La prise en compte de ce risque de défaillance de l'enceinte a été réalisée par la mise en place d'un circuit et de la procédure de conduite associée (procédure ultime U5).

Le dispositif U5 a pour but, en réalisant une décompression de l'enceinte, d'éviter la défaillance de l'enceinte de confinement en cas de montée lente en pression suite à la perte des systèmes de sauvegarde. Le maintien de cette intégrité est en effet essentiel pour la maîtrise sur le long terme des conséquences d'un tel accident.

L'ouverture de ce dispositif, qui est une mesure ultime de protection de l'enceinte de confinement, a lieu au-delà de 24 heures pour une pression minimale égale à la pression de dimensionnement de l'enceinte (environ 5 bar absolu pour l'ensemble des paliers).

Il s'agit donc d'un dispositif ultime de sauvegarde de l'enceinte pour lequel tout est fait afin d'éviter son utilisation. Toutes les mesures prises, y compris celles ajoutées au titre de la présente Evaluation Complémentaire de Sécurité, visent à éviter d'atteindre les conditions d'utilisation du dispositif U5.

L'opportunité a été saisie d'ajouter à ce dispositif de décompression un système de filtration de certains produits de fission, en premier lieu pour protéger les populations des aérosols ayant une période radioactive longue comme le Césium 137 dont la période est d'environ 30 ans. L'efficacité de ce système de filtration (préfiltre et filtre à sable) est donnée ci-après.

INTRODUCTION

CARACTERISTIQUES DE SITE

SEISME

INONDATION

AUTRES PHÉNOMÈNES NATURELS EXTRÊMES

PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES - PERTE DES SYSTÈMES DE REFOUILLISSEMENT

ACCIDENTS GRAVES

CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES

SYNTHESE ET PLAN D'ACTIONS

ANNEXE 1 - ORGANISATION DE CRISE EDF

ANNEXE 2 - LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE : FARN

ANNEXE 3 - RADIOPROTECTION

ANNEXE 4 - ARBRES D'EVENEMENTS

Le système comprend principalement :

- un préfiltre métallique intérieur BR,
- 2 vannes d'isolement enceinte manuelles installées à l'extérieur de l'enceinte (une protection biologique en permet la manœuvre en AG),
- un diaphragme faisant chuter la pression de 5 bar absolu à 1,1 bar absolu avant entrée dans le filtre à sable,
- un filtre à lit de sable fonctionnant au voisinage de la pression atmosphérique,
- un conduit de rejet spécifique installé à l'intérieur de la cheminée de rejet des effluents gazeux,
- un dispositif KRT de mesure des rejets effectués par cette voie,
- un balayage d'air permanent en fonctionnement normal de la tranche assure la conservation du lit de sable (ventilateur, filtre THE et gaines de ventilation, vanne et clapet anti-retour pour isolement avec le circuit US de décompression en AG). Ce circuit comprend également une batterie de chauffage électrique permettant d'assurer le préchauffage du circuit avant ouverture et ainsi d'éviter tout risque lié à la présence d'hydrogène à l'ouverture (voir plus bas). Dans le cas général, les recombinés auront eu le temps de diminuer suffisamment la concentration d'hydrogène avant mise en service d'US.

En piégeant la plus grande partie (plus de 90 % en masse) des aérosols de produits de fission évacués hors de l'enceinte lors de l'événement, le préfiltre permet de :

- faciliter l'accès au site en cas de mise en œuvre de la procédure US en réduisant fortement le rayonnement émis par le filtre à sable où est piégé le restant des aérosols. Ceci concerne tout particulièrement la part majoritaire de ce rayonnement due à « l'effet de ciel » car le filtre à sable est installé, à l'extérieur, sur le toit de bâtiments auxiliaires,
- réduire la puissance résiduelle à évacuer dans le filtre à sable (puissance générée par le stockage des produits de fission) : pas de nécessité de balayage d'air, avec le risque associé de relargage des produits stockés, pour cette fonction après fermeture du dispositif US.

La définition précise des caractéristiques de filtration par le lit de sable et la caractérisation de ce sable ont fait l'objet d'importants programmes de R&D à petite et moyenne échelles (PITEAS) puis à échelle 1 (FUCHIA) effectués au CEA Cadarache.

La caractérisation du préfiltre a également fait l'objet d'un programme d'essai effectué au CEA Saclay et chez son constructeur à Portsmouth (Royaume Uni).

L'efficacité (en terme de Coefficient d'Épuration (CE)) minimale globale du dispositif est la suivante :

- CE minimal pour les aérosols (donc en particulier pour les rejets en césium) : 1000 répartie en :
  - 100 pour le filtre à sable,
  - 10 pour le préfiltre dans la quasi-totalité des situations considérées

- CE minimal pour l'iode moléculaire (I<sub>2</sub>) : 10 (le piégeage s'effectue par dépôt sur les parois internes des tuyauteries, le CE dépend donc de l'installation et varie, selon les tranches, de 10 à plus de 100).
- Pas d'efficacité pour l'iode organique (I<sub>CH<sub>3</sub></sub>).

**e) Prise en compte du mode 6 : rupture de l'enceinte par traversée du radier par le corium**

La prise en compte de ce risque est réalisée par l'injection d'eau dans le puits de cuve via les systèmes RIS et EAS.

**En cas de perte totale des alimentations électriques, la FARN apportera une motopompe thermique pour connecter la bêche PTR et le circuit RIS afin de réaliser un appoint en eau au circuit primaire et donc au puits de cuve après la rupture de la cuve.**

De plus la prévention du percement du radier est étudiée dans le § 6.2.2.5.

**f) Autres dispositions matérielles :**

Certaines dispositions matérielles, non directement rattachables à la mitigation d'un mode particulier de défaillance identifié dans les paragraphes précédents ont été installées (ou programmées). Le but général est d'assurer la protection de la fonction confinement. En qui concerne Civaux, la disposition matérielle entrant dans ce cadre est la suivante :

**Fiabilisation de l'ouverture des soupapes SEBIM (fin 2011 pour la tranche 1 et fin 2012 pour la tranche 2)**

L'ouverture et le maintien ouvert des soupapes SEBIM permet d'éviter une fusion du cœur alors que le circuit primaire est à une pression élevée ce qui pourrait conduire à une pressurisation importante de l'atmosphère de l'enceinte de confinement par pulvérisation fine du combustible lors de la rupture de la cuve (phénomène DCH).

Pour assurer cette fonction « dépressurisation du circuit primaire », la conception actuelle de la commande à distance des soupapes SEBIM du pressuriseur nécessite une alimentation électrique permanente de leur électro-aimant et ainsi la disponibilité de la source électrique et des câbles d'alimentation.

Pour améliorer la robustesse, la solution retenue est le remplacement de la commande à distance monostable (électroaimant) par une commande bistable (accrochage magnétique sur la commande par électroaimant).

**B. Rappel des dispositions de conduite AG**

Une documentation support spécifique à la conduite dans ces situations est établie, à destination des équipes de conduite et des équipes de gestion de crise. Cette documentation déclinée sous la forme de guides opérationnels et de consignes de conduite permet la mise en œuvre des actions décrites ci-avant.

INTRODUCTION

CARACTERISTIQUES DE SITE

SEISME

INONDATION

AUTRES PHÉNOMÈNES NATURELS EXTRÊMES

PERTE DES ALIMENTATIONS ÉLECTRIQUES - PERTE DES SYSTÈMES DE REFOUILLISSEMENT

ACCIDENTS GRAVES

CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES

SYNTHESE ET PLAN D'ACTIONS

ANNEXE 1 - ORGANISATION DE CRISE EDF

ANNEXE 2 - LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE : FARN

ANNEXE 3 - RADIOPROTECTION

ANNEXE 4 - ARBRES D'ÉVÈNEMENTS

A la différence des procédures de conduite accidentelle, dont l'objectif est la sauvegarde du cœur, les priorités en situation d'accident grave sont principalement le maintien de l'intégrité de l'enceinte de confinement et la limitation des rejets dans l'environnement. La spécificité des phénomènes pouvant survenir en accident grave justifie de définir des dispositions particulières pour la gestion de ces situations, faisant l'objet de guides opératoires et de procédures de conduite dédiées.

#### Principes de conduite en situation AG

Les critères d'entrée en AG sont une température maximum en sortie cœur supérieure à 1100°C, ou un débit de dose dans l'enceinte de confinement supérieur à un seuil fonction du temps. L'application de la conduite AG est requise lorsque l'un de ces critères est atteint et que la décision d'entrée dans le domaine de gestion des AG a été validée (en état d'arrêt avec primaire suffisamment ouvert, les mesures TRIC peuvent être inutilisables ; dans ce cas l'entrée en AG se base uniquement sur le critère de débit de dose élevé dans l'enceinte).

Les préconisations de conduite en situation d'accident grave résultent de choix effectués sur la base des connaissances intégrant l'état de l'art international sur les phénomènes du domaine accident grave. L'objet de la conduite AG est de proposer des préconisations faisant consensus dans le but d'éviter les débats d'expert en temps réel et de permettre la réalisation des actions appropriées en temps utiles. Ces préconisations sont basées sur le principe de limitation des rejets dans l'environnement en situation d'accident grave.

Les conditions d'ambiance dégradées caractérisant les situations d'accident grave sont telles que les matériels habituellement utilisés en Conduite Incidentelle/Accidentelle (CIA) peuvent se trouver hors de leur domaine de qualification. Il est donc exclu de retourner dans le domaine CIA après avoir atteint les critères d'entrée en AG afin d'éviter d'utiliser des équipements potentiellement détériorés ou défectueux. La conduite AG comporte deux phases d'intervention :

- Une phase dite "immédiate" qui correspond à la réalisation d'actions par l'équipe de conduite dès l'entrée en AG, par application directe des préconisations figurant dans les documents opératoires, et ce quelle que soit la configuration AG rencontrée,
- Une phase dite "différée" qui correspond à des actions proposées par l'équipe de crise nationale (ETC-N). (Voir annexe « organisation de crise EDF »).

Ces deux phases d'intervention et les actions correspondantes ont vocation à couvrir les premières heures de l'accident grave, jusqu'à une éventuelle ouverture du dispositif US après 24 heures. Au-delà, le temps disponible est jugé suffisant pour permettre l'élaboration de stratégies en temps réel adaptées aux spécificités de la situation.

La conduite en AG inclut également un certain nombre de restrictions (avec les justifications correspondantes) concernant des actions à ne pas entreprendre, car pouvant être contradictoires avec les objectifs prioritaires de maintien du confinement et de limitation des rejets en situation AG.

#### Dispositions de conduite en situation AG

Il est à noter que la priorité donnée au confinement dès l'entrée en AG ne signifie pas que les stratégies visant à renover et maintenir le cœur en cuve soient abandonnées. Celles-ci sont à mettre en œuvre tant qu'elles n'induisent pas un risque particulier pour le confinement. En effet, le maintien du cœur en cuve permet d'éviter la percée de la cuve et à fortiori du radier et participe ainsi au maintien de l'intégrité du confinement.

Compte tenu de ces priorités, les objectifs de la conduite en accident grave et les principales actions correspondantes sont décrits ci-après.

#### Confinement des produits de fission au sein de la 3<sup>ème</sup> barrière de confinement :

La confirmation de l'isolement des traversées de l'enceinte est demandée dès l'entrée en AG au titre des actions immédiates. En complément, des actions de surveillance de l'activité sont menées, afin de détecter toute activité anormale hors de l'enceinte de confinement et d'éventuels défauts du confinement. Le cas échéant, des actions de restauration du confinement sont mises en œuvre.

#### Disposition de conduite U2 :

Elle a pour but de surveiller et de restaurer, si besoin, le confinement de l'enceinte (3<sup>ème</sup> barrière) après un accident ayant conduit à une dégradation du combustible (1<sup>ère</sup> barrière) et/ou du circuit primaire (2<sup>ème</sup> barrière).

Les actions identifiées dans cette disposition ont pour objectif de permettre, après détection d'une activité anormale, l'isolement des zones concernées, la réinjection éventuellement dans l'enceinte des effluents fortement radioactifs, la restauration des fonctions de confinement et ainsi la limitation des rejets radioactifs dans l'environnement en conservant l'intégrité de la 3<sup>ème</sup> barrière.

Elle s'applique dans les états RRA non connecté, et RRA connecté avec circuit primaire fermé. Elle fait partie de la Conduite Incidentelle/Accidentelle (CIA) et est applicable en situation AG.

#### Gestion du TAM :

En situation d'arrêt du réacteur pour réaliser des opérations de maintenance, le confinement peut être occasionnellement rompu notamment par ouverture du Tampon d'Accès des Matériels (TAM). L'ouverture du TAM n'est autorisée que durant le temps strictement limité au transfert des matériels nécessaires, dans des configurations pour lesquelles le risque d'accident avec défaillance de la fonction refroidissement du cœur est minimisé : primaire entrouvert ou primaire suffisamment ouvert avec niveau d'eau primaire supérieur au niveau bas de la plage de travail au plan de joint de cuve. En cas de situation accidentelle initiée dans les états avec circuit primaire ouvert, les procédures de conduite incidentelle/accidentelle (CIA) demandent la refermeture de l'enceinte si celle-ci est refermable (TAM fermé). Si l'enceinte n'est pas refermable (TAM ouvert), la CIA demande la refermeture du sas personnel et la fermeture de la porte biologique afin de limiter les rejets vers l'extérieur. En cas de dégradation de la situation en accident grave, il est demandé de confirmer la fermeture de la porte biologique si la commande de fermeture est accessible compte tenu des conditions d'ambiance dégradées. Il s'agit de confirmer une action réalisée avant l'entrée en AG.

INTRODUCTION

CARACTERISTIQUES DE SITE

SEISME

INONDATION

AUTRES PHÉNOMÈNES NATURELS EXTRÊMES

PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES - PERTE DES SYSTEMES DE REFOUILLISSEMENT

ACCIDENTS GRAVES

CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES

SYNTHESE ET PLAN D' ACTIONS

ANNEXE 1 - ORGANISATION DE CRISE EDF

ANNEXE 2 - LA FORCE D' ACTION RAPIDE NUCLEAIRE : FARN

ANNEXE 3 - RADIOPROTECTION

ANNEXE 4 - ARBRES D' EVENEMENTS