

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 1

## SOMMAIRE

### II-4.2.7. SYTEME DE MISE EN DEPRESSION DE L'ESPACE ENTRE ENCEINTES (EDE)

#### 0. EXIGENCES DE SURETE

##### 0.1. FONCTIONS DE SURETE

##### 0.2. CRITERES FONCTIONNELS

###### 0.2.1. Confinement des substances radioactives

##### 0.3. EXIGENCES RELATIVES A LA CONCEPTION

###### 0.3.1. Règles Fondamentales de Sûreté (RFS)

###### 0.3.2. Classement de sûreté

###### 0.3.3. Critère de défaillance unique

###### 0.3.4. Qualification aux conditions accidentelles

###### 0.3.5. Contrôle commande

###### 0.3.6. Alimentations électriques secourues

###### 0.3.7. Agressions

##### 0.4. ESSAIS

###### 0.4.1. Essais pré-opérationnels

###### 0.4.2. Surveillance en exploitation

###### 0.4.3. Essais périodiques

#### 1. BASES DE CONCEPTION

##### 1.1. AUTRES FONCTIONS

##### 1.2. REGLES, CODES ET NORMES

##### 1.3. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 2

## **2. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT**

### **2.1. DESCRIPTION**

### **2.2. FONCTIONNEMENT**

#### **2.2.1. Fonctionnement normal**

#### **2.2.2. Fonctionnement accidentel**

## **3. ANALYSE DE LA SURETE**

### **3.1. CONFORMITE A LA REGLEMENTATION**

### **3.2. RESPECT DES CRITERES FONCTIONNELS**

#### **3.2.1. Confinement des substances radioactives**

### **3.3. CONFORMITE AUX EXIGENCES DE CONCEPTION**

#### **3.3.1. Classement de sûreté**

#### **3.3.2. Critère de Défaillance Unique**

#### **3.3.3. Qualification aux conditions accidentelles**

#### **3.3.4. Contrôle-commande**

#### **3.3.5. Alimentations électriques secourues**

#### **3.3.6. Agressions**

### **3.4. ESSAIS**

#### **3.4.1. Essais pré-opérationnels**

#### **3.4.2. Surveillance en exploitation**

#### **3.4.3. Essais périodiques**

## **FIGURES**

F-II-4.2.7.a1. Mise en dépression de l'espace entre enceintes – EDE (P'4)

F-II-4.2.7.b1. Mise en dépression de l'espace entre enceintes – EDE (P4).

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 3

## II-4.2.7. SYSTEME DE MISE EN DEPRESSION DE L'ESPACE ENTRE ENCEINTES (EDE)

### 0. EXIGENCES DE SURETE

#### 0.1. FONCTIONS DE SURETE

Le système de sauvegarde EDE doit, en cas d'accident libérant des substances radioactives dans l'enceinte de confinement, canaliser et filtrer les fuites de manière à en limiter les conséquences radiologiques.

#### 0.2. CRITERES FONCTIONNELS

##### 0.2.1. Confinement des substances radioactives

Dans le cas d'un accident de perte de réfrigérant primaire (voir [III-4.3.5.](#)), condition de fonctionnement de catégorie 4, le système EDE doit :

- pour les taux de fuites imposés par les Décrets d'Autorisation de Création des tranches du palier 1300 MWe :
  - maintenir l'espace entre enceintes du bâtiment réacteur en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure pour imposer un sens des fuites depuis l'extérieur vers l'espace entre enceintes ;
  - assurer un débit d'extraction suffisant pour reprendre la totalité des fuites ;
- filtrer les fuites collectées dans l'espace entre enceintes avant rejet.

#### 0.3. EXIGENCES RELATIVES A LA CONCEPTION

##### 0.3.1. Règles Fondamentales de Sûreté (RFS)

Il n'y a pas de RFS spécifique à ce système.

##### 0.3.2. Classement de sûreté

En tant que système de sauvegarde, le système EDE doit être classé pour sa fonction mise en dépression de l'espace entre enceintes et sa fonction filtration conformément avec les règles de classement (voir [II-1.2.](#)).

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 4

### **0.3.3. Critère de défaillance unique**

Le critère de défaillance unique doit s'appliquer aux composants actifs de la partie du système EDE qui assurent les fonctions de sauvegarde.

### **0.3.4. Qualification aux conditions accidentelles**

Les matériels du système EDE doivent être qualifiés en fonction de leur rôle sur le plan de la sûreté et des conditions d'ambiance auxquels ils sont soumis lors de l'accomplissement de leur mission.

### **0.3.5. Contrôle commande**

Les actions nécessaires à court terme doivent être automatiques. Il s'agit sur signal d'isolement enceinte, des actions d'isolement automatique de la file sans piège à iode et du démarrage des deux files iode.

### **0.3.6. Alimentations électriques secourues**

L'alimentation électrique des composants actifs assurant les fonctions de sauvegarde doit être secourue par des diesels afin que leur fonction de sûreté soit assurée en cas de perte des alimentations électriques.

### **0.3.7. Agressions**

Les parties du système EDE assurant les fonctions de sauvegarde doivent être conçues pour rester fonctionnelles sous séisme.

Les parties du système assurant les fonctions de sauvegarde doivent par ailleurs être protégées contre :

- l'inondation,
- les conditions météorologiques exceptionnelles,
- les projectiles,
- les explosions externes,
- les incendies,
- les conséquences de rupture de tuyauteries.

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 5

## **0.4. ESSAIS**

### **0.4.1. Essais pré-opérationnels**

Les essais pré-opérationnels doivent permettre de s'assurer de la conformité du fonctionnement du système vis-à-vis de la conception : niveau de dépression atteint dans l'espace entre enceintes, débit extrait, étanchéité des tronçons pour lesquels celle-ci est prescrite.

Durant les essais pré-opérationnels de la tranche, il est procédé aux essais suivants :

- vérification du bon fonctionnement des matériels,
- vérification du débit de ventilation en fonctionnement normal avec la dépression requise,
- vérification du débit de ventilation en condition accidentelle de la tranche, avec la dépression requise, en introduisant un débit de fuites simulé de l'enceinte interne,
- vérification de l'efficacité des unités de filtration,
- vérification de l'étanchéité des files de ventilation.

### **0.4.2. Surveillance en exploitation**

La dépression dans l'espace entre enceintes doit être suivie en exploitation.

### **0.4.3. Essais périodiques**

Le système doit être conçu pour permettre la réalisation des essais périodiques, conformément aux règles du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation.

## **1. BASES DE CONCEPTION**

### **1.1. AUTRES FONCTIONS**

Le système est en fonctionnement permanent de façon à ce que l'espace entre enceintes soit en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure pour assurer que l'air provenant de l'enceinte interne sera filtré avant rejet.

Le système EDE peut être utilisé pour assurer la filtration avant rejet à la cheminée du BAN des fuites d'air contaminé des premières vannes d'isolement enceinte du circuit ETY (cf. [Procédure U2](#)).

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 6

## **1.2. REGLES, CODES ET NORMES**

La réglementation générale applicable est développée au chapitre correspondant (voir [II-1.1.](#)).

Par ailleurs, les Dossiers d'Autorisation de Création stipulent :

« L'espace entre les deux enceintes sera maintenu en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure dans les situations nécessitant un confinement considérées comme plausibles.

L'enceinte interne sera en particulier conçue pour supporter, sans perte d'intégrité, les sollicitations résultant d'un accident consistant en la rupture circumférentielle complète et soudaine d'une tuyauterie du circuit primaire avec séparation totale des extrémités. Dans les conditions de cet accident, le taux de fuite maximal de cette enceinte sera inférieur à 1,5 % par jour de la masse de gaz contenue dans cette enceinte. [...] Le taux de fuite de l'enceinte externe dans les situations considérées comme plausibles sera inférieur à 1 % par jour de la masse de gaz contenue dans le volume limité par le parement interne de l'enceinte externe. »

Le système EDE répond également aux spécifications des critères généraux de conception 10 CFR 50 :

- critère 2 : « Protection contre les phénomènes naturels » ;
- critère 4 : « Protection contre les agressions internes et missiles » ;
- critère 16 : « Conception de l'enceinte de confinement et circuits associés » ;
- critère 64 : « Relâchement d'activité ».

Ces critères sont complétés par les « Regulatory Guides » (R.G.) suivants :

- R.G. 1-29 : « Classification pour les séismes » ;
- R.G. 1-52 : « Critères de conception, d'essai et de maintenance des unités de filtration et d'absorption des systèmes d'épuration de l'air faisant partie des systèmes de sécurité des réacteurs à eau légère ».

## **1.3. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT**

### Débit de ventilation

Le débit de ventilation à assurer par le système EDE est fonction des taux de fuite maximaux des parois interne et externe exigés par les Décrets d'Autorisation de Création des tranches du palier 1300 MWe et dépend des caractéristiques du circuit.

Le volume de l'espace entre enceintes est de 17 825 m<sup>3</sup> pour P'4 et de 26 300 m<sup>3</sup> pour P4.

Pour un volume libre de l'enceinte interne, délimitée par le parement interne de la paroi, de 70 437 m<sup>3</sup> pour le P'4 et de 81 440 m<sup>3</sup> pour le P4, le débit de fuite maximal au pic de pression de l'APRP (1,5 % par 24 h) s'élève à 3 159 kg/24 heures sur P'4 et 3 800 kg/24 heures sur P4.

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 7

En supposant par conservatisme que :

- le débit de fuite de l'enceinte interne se dirige vers l'espace entre enceintes sans condensation,
- les fuites directes, c'est-à-dire celles transitant par des tuyauteries traversant les deux enceintes, sont nulles,

il en résulte, une fois ramené aux conditions de température et de pression maximales, un débit volumique maximal de 147 Nm<sup>3</sup>/h sur P'4 et 152 Nm<sup>3</sup>/h sur P4 pour un taux de fuite maximal de l'enceinte interne de 1,5 % exigé par les Décrets d'Autorisation de Création des tranches 1300 MWe.

Le taux de fuite maximal de la paroi externe de l'enceinte exigé par les Décrets d'Autorisation de Création des tranches 1300 MWe a été associé à une dépression dans l'espace entre enceintes de 3 hPa pour compenser les effets de succion d'un vent de 55 km/h.

Cependant pour les tranches 1300 MWe, la dépression dans l'espace entre enceintes a été évaluée pour compenser, en prenant en compte un site exposé et l'effet de la hauteur du BR, l'effet de succion d'un vent de vitesse dite « normale » au sens des règles « Neige et Vent ». Ceci conduit à maintenir une dépression dans l'espace entre enceintes de 14,1 hPa sur P'4 et 15,5 hPa sur P4.

Finalement, pour les taux de fuite maximum autorisés par les Décrets d'Autorisation de Création des tranches 1300 MWe (1,5% de taux de fuite enceinte interne et 1% de taux de fuite enceinte externe), le débit maximum du système EDE est de l'ordre de 587 Nm<sup>3</sup>/h pour P4 et 540 Nm<sup>3</sup>/h pour P'4 (ces valeurs sont issues des courbes caractéristiques utilisées dans les études réalisées (cf. [Réf. 1 à 4](#))).

Températures dans l'espace entre enceintes :

En conditions post APRP, les températures maximales prises en compte dans l'espace entre enceintes sont de 34,5 °C sur P4 et 35,8 °C sur P'4 à l'instant initial de l'accident. Cette température évolue jusqu'à 46,5 °C sur P4 et 48,5 °C sur P'4.

Efficacité de la filtration :

L'efficacité utilisée dans le cadre des études des conséquences radiologiques de l'APRP est la suivante :

- pièges à iode :
  - iodes moléculaires : 1000
  - iodes pénétrants : 100
- filtres THE :
  - aérosols : 1000

Humidité relative :

L'humidité relative prise en compte dans l'espace entre enceintes est de 100 % au début de l'accident.

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : <b>2.7</b>
			PAGE : 8

## **2. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT**

### **2.1. DESCRIPTION**

Le système EDE est propre à chaque tranche.

Il est composé d'amont en aval de :

- une prise d'air dans l'espace entre enceintes suivie d'une traversée de l'enceinte externe,
- une gaine, avec isolement, pour la reprise des fuites des premières vannes d'isolement enceinte ETY (cf. [Procédure U2](#)),
- 3 files à 100 % montées en parallèle dont :
  - 2 files redondantes de ventilation et de filtration destinées au fonctionnement accidentel, calorifugées jusqu'au ventilateur, comprenant chacune :
    - un registre à l'amont et un registre à l'aval, tous deux manuels,
    - un réchauffeur électrique, et sa régulation de température,
    - un clapet pare-flamme,
    - un préfiltre,
    - un filtre absolu,
    - un piège à iodes,
    - un clapet pare-flamme,
    - un ventilateur d'extraction (750 m<sup>3</sup>/h à 30 °C – 34,2 hPa),
    - un clapet,
  - 1 file destinée au fonctionnement normal et contournant les 2 précédentes comprenant :
    - 2 registres pneumatiques d'isolement en amont et 1 registre manuel à l'aval,
    - un préfiltre,
    - un filtre absolu,
    - un ventilateur d'extraction (750 m<sup>3</sup>/h à 30 °C – 34,2 hPa),
    - un clapet,
- un ensemble de gaines de ventilation étanches avec raccordement du rejet sur la cheminée de ventilation du BAN.

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 9

Le système EDE comprend également une prise d'air pour essais périodiques constituée de :

- une traversée de la paroi externe de l'enceinte,
- une vanne manuelle sur P'4.

Chacune des deux files redondantes EDE est implantée dans le bâtiment combustible (BK) au niveau + 12,78 m sur P'4 et + 12,40 m sur P4 avec une séparation physique par un mur entre les 2 files afin de rendre accessible chaque file à l'arrêt, l'autre étant en fonctionnement.

Des prises en amont et en aval des filtres et pièges à iodes permettent de vérifier l'efficacité des unités de filtration.

Les caissons de filtration sont équipés d'un système de rampe d'aspersion alimentée par JPD pour le train P4 et par JPI pour le train P'4. Des capteurs JDT sont également implantés en amont et aval des caissons de filtration.

Le système EDE est par ailleurs équipé de deux capteurs de mesure de la dépression de l'espace entre enceintes.

## **2.2. FONCTIONNEMENT**

### **2.2.1. Fonctionnement normal**

En fonctionnement normal de la tranche, la file de contournement du système EDE est en service afin de maintenir en dépression l'espace entre enceintes sauf durant les périodes d'arrêt à froid de la tranche.

En cas d'incident sur la file de contournement des pièges à iode, une des deux autres files est mise en service manuellement.

La dépression dans l'espace entre enceintes est contrôlée depuis la salle de commande.

### **2.2.2. Fonctionnement accidentel**

En cas d'accident de la chaudière, la file de contournement est isolée par fermeture des registres pneumatiques (sur signal IE phase 1 voie A pour le 1<sup>er</sup> et voie B pour le 2<sup>ème</sup>) et par arrêt du ventilateur (sur signal IE phase 1 voie A ou B). Les deux files destinées au fonctionnement accidentel sont démarrées (une sur signal IE phase 1 voie A, l'autre sur signal IE phase I voie B). Après quelques heures, une seule file est conservée en service.

Une fuite éventuelle au niveau des premières vannes d'isolement enceinte de l'ETY est traitée par la gaine de reprise de fuite de l'EDE après ouverture manuelle du registre de cette gaine (cf. [Procédure U2](#)).

En cas d'incident sur une des files avec piège à iode, l'autre est mise en service manuellement.

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 10

### **3. ANALYSE DE LA SURETE**

#### **3.1. CONFORMITE A LA REGLEMENTATION**

Le système de mise en dépression de l'espace entre enceintes est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir [II-1.1.](#)) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

#### **3.2. RESPECT DES CRITERES FONCTIONNELS**

##### **3.2.1. Confinement des substances radioactives**

L'espace entre enceintes est maintenu en permanence en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure pour assurer que l'air provenant de l'enceinte interne sera filtré avant rejet.

Cette dépression est suivie par deux capteurs de mesure.

Pour la plage de débits considérés, les efficacités de filtration garantissent le respect des critères des conséquences radiologiques en cas d'APRP (voir [III-4.3.6.](#) cf. [Réf. 3 et 4](#))

#### **3.3. CONFORMITE AUX EXIGENCES DE CONCEPTION**

##### **3.3.1. Classement de sûreté**

La conformité de la conception et de la réalisation des matériels et équipements aux exigences découlant des règles de classement est détaillée dans l'annexe 1 du chapitre correspondant (voir [II.1.2.](#)).

##### **3.3.2. Critère de Défaillance Unique**

La redondance complète des 2 files EDE destinées au fonctionnement accidentel et de leurs alimentations électriques à l'exception de la prise d'air, du raccordement vers la cheminée de ventilation et de la cheminée, permet de satisfaire au critère de défaillance unique.

En cas d'accident, une seule file EDE peut assurer la dépression requise dans l'espace entre enceintes ainsi que le taux d'épuration requis des fuites de l'enceinte interne.

##### **3.3.3. Qualification aux conditions accidentelles**

Les matériels du système de mise en dépression de l'espace entre enceintes participant à la fonction de sauvegarde sont qualifiés à l'ambiance post-accidentelle sur long terme.

La qualification des matériels est indiquée (voir [II-1.11.](#)).

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 11

### **3.3.4. Contrôle-commande**

Sur signal d'isolement enceinte phase 1, l'isolement automatique de la file sans piège à iode est réalisé par fermeture des 2 registres pneumatiques voie A et B en série. Puis le démarrage automatique de la file iode voie A et de la file iode voie B est réalisé (démarrage des ventilateurs, puis des réchauffeurs asservis aux ventilateurs).

### **3.3.5. Alimentations électriques secourues**

Tous les composants actifs de la partie de sauvegarde ont une alimentation électrique secourue par diesel.

Le système EDE assure sa fonction de sûreté en cas de perte des alimentations électriques externes ou internes.

Les vannes d'isolement de la file sans piège à iode sont alimentées voie A et voie B. Une file iode est alimentée en voie A et la seconde en voie B.

### **3.3.6. Agressions**

Le système EDE demeure fonctionnel en cas de séisme. Le séisme retenu est le SMS pour le train P4 et le SDD pour le train P'4. Les différentes parties du système sont installées dans des bâtiments conçus pour résister au séisme.

Les bâtiments abritant le système EDE sont dimensionnés pour la tenue aux chutes d'avions et aux explosions provenant de l'environnement industriel (voir [II-1.5.](#) et [II-1.7.](#)).

Il est protégé vis-à-vis des agressions suivantes : inondation, conditions météorologiques exceptionnelles, projectiles, explosions, incendie, rupture de tuyauteries.

En cas d'incendie dans l'espace entre enceintes, le système EDE est arrêté.

En cas d'incendie dans les gaines ou dans un caisson de filtration, ce dernier est isolé par les clapets pare-flamme.

## **3.4. ESSAIS**

### **3.4.1. Essais pré-opérationnels**

Lors de la mise en service de la tranche, les performances du système EDE ont été vérifiées (niveau de dépression atteint dans l'espace entre-enceintes, débit extrait). De même, l'étanchéité des tronçons pour lesquels celle-ci est prescrite, est vérifiée.

### **3.4.2. Surveillance en exploitation**

La dépression dans l'espace entre enceintes est suivie en exploitation par deux capteurs.

### **3.4.3. Essais périodiques**

Le système de mise en dépression de l'espace entre enceintes fait l'objet d'essais périodiques définis dans le chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation.

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe			SECTION : 2.7
			PAGE : 12

#### LISTE DES REFERENCES

- [1] Note ENTTH980024 indice A  
Evaluation des conditions de pression et température dans l'EEE pour des taux de fuite de la paroi interne majorés – Palier P4
  
- [2] Note ENTTH980028 indice A  
Evaluation des conditions de pression et température dans l'EEE pour des taux de fuite de la paroi interne majorés – Palier P'4
  
- [3] Note EMECX010408 indice A  
Etude paramétrique en fonction du débit de la fonction filtration du système EDE – Evaluation de l'efficacité des pièges à iode en fonction de l'humidité relative.
  
- [4] Note EMECX030128 indice A  
Capacités de filtration du système EDE après modifications réalisées au titre du DI PNXX 2372/3372 Tome L – Paliers P4 et P'4.