

<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 : 2.3
			PAGE : 1

## SOMMAIRE

### II-4.2.3. ESSAIS ET INSPECTIONS DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT

#### 1. LISTE DES ESSAIS PREVUS ET PERIODICITE

- 1.1. ESSAI DE RESISTANCE MECANIQUE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE
- 1.2. ESSAIS PARTIELS D'ETANCHEITE DES PENETRATIONS DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE
- 1.3. ESSAIS GLOBAUX D'ETANCHEITE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE
- 1.4. VERIFICATION DE L'ETANCHEITE GLOBALE DE LA PAROI EXTERNE DE L'ENCEINTE
- 1.5. ESSAIS D'ETANCHEITE DES TRONÇONS EXTERIEURS A L'ENCEINTE DES CIRCUITS D'INJECTION DE SECURITE (RIS), D'ASPERSION (EAS) ET DE CONTROLE DE LA TENEUR EN HYDROGENE (ETY)
- 1.6. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION DU TAUX DE FUITE DE LA PAROI INTERNE
- 1.7. DISPOSITIF DE DECOMPRESSION-FILTRATION DE L'ENCEINTE APRES ACCIDENT

#### 2. DESCRIPTION DES ESSAIS - CRITERES D'ACCEPTATION

- 2.1. ESSAI DE RESISTANCE MECANIQUE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE
- 2.2. ESSAIS D'ETANCHEITE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE ET DE SES TRAVERSEES
  - 2.2.1. Généralités - Taux de fuites global admissible, répartition et taux de fuites équivalents en air
  - 2.2.2. Essais partiels d'étanchéité des pénétrations de la paroi interne de l'enceinte (essais partiels de type B et de type C)
  - 2.2.3. Essais globaux d'étanchéité de la paroi interne de l'enceinte
- 2.3. VERIFICATION DE L'ETANCHEITE DE LA PAROI EXTERNE DE L'ENCEINTE ET DE SES TRAVERSEES
- 2.4. ESSAIS D'ETANCHEITE DES CIRCUITS VEHICULANT DU FLUIDE DE L'ENCEINTE APRES APRP

<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 : 2.3
			PAGE : 2

**2.5. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION DU TAUX DE FUITE DE LA PAROI INTERNE**

**2.5.1. Description**

**2.5.2. Critères de fonctionnement**

**2.6. DISPOSITIF DE DECOMPRESSION - FILTRATION DE L'ENCEINTE APRES ACCIDENT**

**LISTE DES REFERENCES**

<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 : 2.3
			PAGE : 3

### II-4.2.3. ESSAIS ET INSPECTIONS DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT

#### 1. LISTE DES ESSAIS PREVUS ET PERIODICITE

##### 1.1. ESSAI DE RESISTANCE MECANIQUE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE

Avant la première mise en service de la tranche, la paroi interne de l'enceinte est soumise à un essai de résistance effectué à l'occasion de l'épreuve d'étanchéité "de réception" par mise en pression, à la température ambiante, de l'atmosphère intérieure. La pression relative de l'épreuve est égale à la pression de dimensionnement de l'enceinte (0,42 MPa sur le P'4 et 0,38 MPa sur le P4).

Au cours des essais périodiques globaux d'étanchéité, il est effectué un relevé complet du dispositif d'auscultation de l'enceinte de façon à assurer le suivi des déformations en épreuve (voir [II-1.9](#)).

Par ailleurs, des mesures de périodicité trimestrielle (mensuelle pour certains ouvrages dont la cinétique d'évolution est encore importante), permettant de suivre l'évolution de l'ouvrage dans les conditions ambiantes de température et de pression, sont effectuées dans l'intervalle entre les mises en pression de l'enceinte.

##### 1.2. ESSAIS PARTIELS D'ETANCHEITE DES PENETRATIONS DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE

Ces essais partiels ont pour but la détection et la mesure des fuites locales à travers certaines pénétrations de la paroi interne de l'enceinte (essais partiels "de type B") et des organes d'isolement associés (essais partiels "de type C").

Les essais partiels de type B concernent les éléments suivants :

- traversées électriques,
- dispositifs d'étanchéité des portes des sas personnel, y compris les pénétrations,
- dispositifs d'étanchéité du tampon de l'accès matériel,
- traversées mécaniques munies de fonds pleins démontables avec joints : tube de transfert du combustible et traversée de gonflage de la paroi interne de l'enceinte notamment.

Les essais partiels de type C concernent les organes d'isolement des tuyauteries traversant l'enceinte, autres que ceux des circuits secondaires eau-vapeur (VVP, ARE, ASG, APG, SIR et REN secondaire) qui constituent des éléments de la 3<sup>ème</sup> barrière (voir [III-3.1](#)) maintenus en surpression par rapport à celle-ci, et autres que ceux objet des essais de type B.

<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 : 2.3
			PAGE : 4

- a) A la construction, tous les essais partiels (type B et type C) ont lieu, une fois, avant la mise en service de la tranche à l'occasion de l'épreuve d'étanchéité "de réception" de la paroi interne de l'enceinte. Ils complètent les vérifications préalables d'étanchéité effectuées en cours de construction ou en usine lors de la réception des organes d'isolement, telles que :
- vérification de l'étanchéité de la chaudronnerie des sas à personnel,
  - vérification en usine de l'étanchéité des traversées électriques et des vannes d'isolement des traversées,
  - soudures des pénétrations par pressurisation des canaux de contrôle, ou par ressuage ou boîte à pression s'il n'y a pas de canaux de contrôle.
- b) En exploitation, la périodicité des essais est définie au chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation qui renvoie aux documents d'essais périodiques du système EPP (note d'analyse d'exhaustivité et règles d'essais périodiques).

### **1.3. ESSAIS GLOBAUX D'ETANCHEITE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE**

Ces essais, dits "de type A", ont pour but la mesure du taux de fuite de la paroi interne de l'enceinte :

- d'une part avant mise en service à l'occasion de l'épreuve de réception,
- d'autre part, lors des épreuves périodiques ultérieures.

Tous les essais globaux de type A sont effectués à la pression de dimensionnement de la paroi interne de l'enceinte (0,42 MPa relatif pour le P'4 et 0,38 MPa relatif pour le P4).

Les essais de type A sont décrits au paragraphe (voir § [2.2.3.](#)) ci-après.

Les essais globaux périodiques sont effectués :

- lors du premier arrêt pour rechargement du combustible,
- puis environ tous les dix ans (voir [Règles Générales d'Exploitation](#)).

### **1.4. VERIFICATION DE L'ETANCHEITE GLOBALE DE LA PAROI EXTERNE DE L'ENCEINTE**

La vérification de l'étanchéité globale de la paroi externe de l'enceinte et de ses traversées dans les situations nécessitant un confinement considérées comme plausibles, se fait au cours de l'essai du système de mise en dépression de l'espace entre enceintes (EDE) et préalablement aux essais globaux de "type A". Le résultat de la mesure est ensuite pris en compte lors de la mesure des fuites dites "non transistantes" (Fnt) par l'espace entre parois.

L'essai du système EDE est réalisé avant mise en service de la tranche, quand la paroi externe de l'enceinte est achevée et munie des étanchéités au droit des passages de tuyauteries, gaines de ventilation, tubes de garde, câbles électriques, et au droit de ses accès.

L'essai d'efficacité du système EDE (obtention de la dépression quand on tient compte de l'arrivée de gaz due aux fuites de la paroi interne de l'enceinte dans les conditions du pic de pression d'APRP) est traité au chapitre correspondant (voir [II-4.2.7.](#)).

<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 : 2.3
			PAGE : 5

En exploitation, les capteurs de mesure de la dépression dans l'espace entre parois et l'alarme correspondante permettent de s'assurer du bon fonctionnement des ventilateurs du système de mise en dépression de cet espace et (ou) de l'absence de défaut important d'étanchéité de la paroi externe.

#### **1.5. ESSAIS D'ETANCHEITE DES TRONÇONS EXTERIEURS A L'ENCEINTE DES CIRCUITS D'INJECTION DE SECURITE (RIS), D'ASPERSION (EAS) ET DE CONTROLE DE LA TENEUR EN HYDROGENE (ETY)**

Les tronçons des circuits RIS, EAS et ETY, situés à l'extérieur de l'enceinte de confinement et dans lesquels circule le fluide de l'enceinte après accident font partie de l'extension de la 3<sup>ème</sup> barrière de confinement (voir [III-3.5](#).)

Les types d'essais d'étanchéité prévus pour ces tronçons sont mentionnés aux chapitres correspondants :

- pour le système EAS (voir [II-4.2.4](#)),
- pour le système ETY (voir [II-4.2.6](#)),
- pour le système RIS (voir [II-4.3](#)).

#### **1.6. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION DU TAUX DE FUITE DE LA PAROI INTERNE**

Un système, appelé SEXTEN, permet une surveillance et un diagnostic automatiques de l'étanchéité globale de la paroi interne pendant le fonctionnement de la tranche.

Il ne se substitue pas aux essais périodiques globaux décrits plus haut, mais il les complète en s'assurant en continu, à chaque cycle de pression enceinte, que l'ensemble des circuits et composants qui participent à l'étanchéité de l'enceinte sont dans un état global d'étanchéité acceptable vis-à-vis de l'exploitation de la tranche.

En cas d'indisponibilité du système SEXTEN, cette fonction est assurée manuellement (voir § 3. du [III-3.4](#)).

#### **1.7. DISPOSITIF DE DECOMPRESSION-FILTRATION DE L'ENCEINTE APRES ACCIDENT**

Ces essais ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du circuit de décompression - filtration de l'enceinte après accident grave (procédure U5) (voir [III-4.6.2](#)).

Liste des essais et périodicité :

- essais annuels :
  - vérification de l'état du sable du filtre à sable,
  - vérification de l'étanchéité du filtre,
- essais à chaque arrêt pour rechargement : manoeuvrabilité des vannes,
- essais décennaux : vérification globale du dispositif et de son fonctionnement.

<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 : 2.3
			PAGE : 6

## **2. DESCRIPTION DES ESSAIS - CRITERES D'ACCEPTATION**

### **2.1. ESSAI DE RESISTANCE MECANIQUE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE**

Celui-ci a lieu à l'occasion de l'épreuve d'étanchéité de réception et lors des épreuves en exploitation.

a) Dispositif d'auscultation de l'enceinte :

(Voir [II-1.9](#)).

b) Campagne de mesure avant l'essai de résistance de réception :

En cours de construction, en particulier pendant la phase de mise en précontrainte, il est effectué un relevé complet du dispositif d'auscultation lors des différentes phases de mise en tension des câbles de précontrainte.

c) Description de l'essai de résistance de réception de la paroi interne de l'enceinte :

La pression dans le volume délimité par la paroi interne est augmentée par palier jusqu'à la pression d'épreuve. Les mêmes paliers sont effectués au dégonflage de l'enceinte. A chaque palier, a minima, un relevé complet du dispositif d'auscultation est effectué. Les paliers sont :

0 - 0,1 MPa - 0,5 P - 0,8 P - P - 0,8 P - 0,5 P - 0 (P étant la pression du palier nominal, c'est-à-dire la pression d'essai égale à la pression de dimensionnement de la paroi interne de l'enceinte, exprimée en pression relative : 0,42 MPa pour P'4 et 0,38 MPa pour P4).

d) Description de l'essai de résistance en exploitation de la paroi interne de l'enceinte :

Au cours des essais globaux périodiques d'étanchéité de la paroi interne, le relevé complet du dispositif d'auscultation est fait, a minima, aux mêmes paliers que pendant l'essai de réception.

Si le site est équipé du système SARDANE, alors les mesures d'auscultation ne nécessitent plus de palier de pression ; elles sont réalisées "à la volée" selon le programme minimum suivant :

- gonflage : 0 - 0,1 MPa - 0,5 P - 0,8 P,
- palier nominal : début et fin de palier,
- dégonflage : 0,8 P - 0,5 P - 0,1 MPa - 0,

Le programme ci-dessus est à considérer comme minimum et peut être étoffé si nécessaire.

e) Critères d'acceptation de l'essai de résistance :

L'interprétation des mesures conduit à vérifier que les résultats sont linéaires et réversibles, conformes aux valeurs calculées et, pour les essais en exploitation, directement comparables à ceux obtenus lors des essais précédents.

<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 : 2.3
			PAGE : 7

## **2.2. ESSAIS D'ETANCHEITE DE LA PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE ET DE SES TRAVERSEES**

### **2.2.1. Généralités - Taux de fuites global admissible, répartition et taux de fuites équivalents en air**

#### a) Objectif de confinement :

La fonction essentielle de l'enceinte de confinement est d'assurer, vis-à-vis de l'environnement, une protection radiologique satisfaisante et de limiter le relâchement de produits de fission à l'extérieur de la centrale dans tous les cas de fonctionnement normaux et accidentels du réacteur, en particulier en cas d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP).

Conformément aux prescriptions de l'article 3, paragraphe 4 des décrets d'autorisation de création, pour les conditions de l'APRP, le taux de fuite de l'enceinte interne doit être inférieur à 1,5 % par jour de la masse de gaz contenue dans cette enceinte (le gaz est alors un mélange d'air et de vapeur d'eau, et le radier est noyé).

Néanmoins, il y a lieu de distinguer parmi les fuites globales de paroi interne de l'enceinte :

- Les fuites de la paroi interne qui transitent par l'espace entre les parois de l'enceinte :

Ces fuites sont dites "indirectes".

Elles sont collectées par le système de mise en dépression de l'espace entre enceintes en passant par les pièges à iode, en même temps que l'air provenant de l'extérieur au travers de la paroi externe de l'enceinte.

- Les fuites de la paroi interne qui ne transitent pas par l'espace entre les parois de l'enceinte :

Ces fuites ne sont pas collectées par le système de mise en dépression de l'espace entre enceintes et se trouvent directement à l'extérieur, ou bien transitent par les bâtiments périphériques ; les fuites sont alors dites "directes".

Il s'agit des fuites par les traversées (traversées fluides, tampon d'accès matériel, sas personnel), le radier étant considéré noyé en APRP.

L'objectif de confinement est donc complété par les deux critères suivants :

- Le taux  $F_{ad}$  de fuites "directes" à ne pas dépasser est de 10,9 % de  $F_a$  sur le P'4 et de 8,2 % de  $F_a$  sur le P4 (cette valeur découle de la part affectée aux traversées des enceintes simples de type 900 MW CP1 - CP2, (cf. [Réf. 1](#))).
- La dépression de l'espace entre parois de l'enceinte par rapport à la pression atmosphérique compense à minima les effets de succion dus au vent déterminés à partir de critères probabilistes, et empêche donc tout cheminement depuis l'espace entre parois vers l'extérieur autrement que par le système de mise en dépression de l'espace entre parois de l'enceinte.

#### b)

<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 : 2.3
			PAGE : 8

Evaluation des fuites de la paroi interne de l'enceinte dans les conditions de l'APRP :

Les fuites de la paroi interne de l'enceinte, déterminées à la température ambiante dans l'enceinte et au pic de pression de l'APRP, sont évaluées de la façon suivante :

- | - sur le train P4 pour un volume libre de 81440 m<sup>3</sup> :
  - débit massique maximal de la fuite globale de la paroi interne de l'enceinte correspondant au taux de fuites Fa :  
3800 kg/24 heures (de mélange air-vapeur au pic de pression de l'APRP)
  - débit massique maximal des fuites directes correspondant au taux Fad = 8,2 % Fa :  
310 kg/24 heures (de mélange air-vapeur au pic de pression de l'APRP)
  
- | - sur le train P'4 pour un volume libre de 70 437 m<sup>3</sup> :
  - débit massique maximal de la fuite globale de la paroi interne de l'enceinte correspondant au taux de fuites Fa :  
3 128 kg/24 heures (de mélange air-vapeur au pic de pression de l'APRP)
  - débit massique maximal des fuites directes correspondant au taux Fad = 10,9 % Fa :  
340 kg/24 heures (de mélange air vapeur au pic de pression de l'APRP)

Ces valeurs sont prises en compte dans les calculs des conséquences radiologiques d'un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) - (voir [III-4.3.6.](#)).

c) Taux de fuites équivalents lors des essais en air :

Aux taux de fuites Fa et Fad en conditions accidentelles, non directement contrôlables, correspondent des taux de fuites équivalents Fe et Fed au cours des essais en air à température ambiante sous pression égale à la pression de dimensionnement de la paroi interne de l'enceinte.

- Taux de fuites équivalent admissible en essai Fe :

La prise en compte du transfert du mélange de vapeur d'eau et d'air dans un béton soumis aux conditions de température et de pression correspondant à l'APRP a fait l'objet d'un important programme de R&D sur la maquette MAEVA afin d'étudier les phénomènes de condensation de la vapeur dans le béton ainsi que l'effet de la cinétique de pression et de température lors d'un APRP (différence entre les conditions de l'épreuve globale d'étanchéité et les conditions réalistes d'un APRP). Conservativement, un coefficient de transposition de 1 entre Fa et Fe a été retenu à l'issue de ces études. Fe est donc pris égal à Fe = Fa = 1,5 % par jour de la masse d'air contenue dans la paroi interne de l'enceinte au pic de pression de l'épreuve.

-



<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>	VOLUME : II
	NUCLÉAIRES		CHAPITRE : 4
Palier 1300 MWe		<b>- RAPPORT STANDARD -</b>	SECTION : 2.3
		Edition VD2	PAGE : 9

Taux de fuites équivalent admissible en essai Fed :

Ce taux défini pour les fuites directes, est donné pour la somme des fuites directes. La fuite directe de l'enceinte à double paroi étant supposée de même nature (fuites par des traversées) que celle de l'enceinte simple avec peau, en admettant le régime d'écoulement le plus défavorable, c'est-à-dire l'écoulement turbulent en milieu rugueux, la relation qui lie le taux de fuites maximal admissible des fuites directes Fed dans les conditions d'épreuve à celui Fad dans les conditions de l'APRP s'écrit :

$$Fed = Fad \left( \frac{Ma}{Me} \cdot \frac{Te}{Ta} \right)^{1/2}$$

où Ma et Me sont les masses molaires du gaz contenu dans l'enceinte respectivement dans les conditions d'APRP et dans celles de l'épreuve d'étanchéité.

- Application numérique :

- Ma = 21,4 g/mole
- Me = 29,0 g/mole
- Te = 293,0 °K
- Ta = 455,2 °K pour le P'4 et 413 °K pour le P4

soit : Fed = 0,69 Fad pour le P'4 et 0,72 Fad pour le P4
----------------------------------------------------------

Les essais partiels (voir § 2.2.2) et les essais globaux d'étanchéité (voir § 2.2.3) ont pour objectif de s'assurer que les taux de fuite équivalents (Fe et Fed) sont bien respectés pendant toute la durée d'exploitation des tranches.

### 2.2.2. Essais partiels d'étanchéité des pénétrations de la paroi interne de l'enceinte (essais partiels de type B et de type C)

a) Description :

- Sas personnel :

Les joints des portes des sas personnel forment :

- soit des étanchéités dynamiques contrôlables à l'aide de dispositifs de test tels que joints de portes et des clapets, des traversées des arbres d'interverrouillage, de commandes manuelles et de l'arbre moteur de la porte côté intérieur de l'enceinte, des tapes des traversées et des orifices du dispositif de compression-décompression,
- soit des étanchéités statiques non équipées de dispositifs de test, mais autoclaves telles que les hublots des portes et les tapes de montage des étanchéités dynamiques.

Ces étanchéités font l'objet, avant l'épreuve de réception de la paroi interne, d'essais locaux. Un essai global d'étanchéité est réalisé en complément afin de vérifier le comportement des étanchéités statiques non équipées de dispositifs de test. Cet essai est réalisé par mise en pression (à 0,03 MPa relatif) de chacun des sas personnel, puis passage de solution savonneuse et observation de la formation éventuelle de bulle : la mesure s'effectue en notant les variations de pression et de température en 24 heures ou sur une durée plus courte suffisante pour obtenir des mesures stabilisées.

Par la suite, ces étanchéités sont vérifiées régulièrement par essais périodiques.

<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 : 2.3
			PAGE : 10

- Tampon d'accès matériel :

Ses joints dynamiques sont contrôlés par mise en pression à la pression de calcul de l'espace interjoints des brides.

- Traversées électriques :

Une fois les contrôles d'usine réalisés, le contrôle de l'étanchéité de toutes les traversées électriques se fait par lecture de l'indication donnée par les manomètres (les traversées électriques étant laissées pressurisées en permanence).

Font néanmoins l'objet d'un contrôle spécifique sur site, les traversées ayant subi une modification de leur configuration initiale (l'essai s'effectue par mise en pression du conteneur avec de l'hexafluorure de soufre réchauffé, et contrôle des fuites au renifleur).

- Organes d'isolement des traversées (y compris celles munies de fonds pleins démontables) :

Les essais d'étanchéité sont, en règle générale, effectués en air, les portées pouvant être humides ou en eau.

L'une des deux méthodes suivantes est retenue :

- méthode de mesure directe de la fuite : recueil dans une éprouvette graduée placée dans une cuve à eau de la fuite à travers l'organe d'isolement après pressurisation à la pression de l'enceinte,
- méthode de la décroissance de la pression (avec ou sans débit d'appoint) : par mise à la pression de dimensionnement de la partie de circuit comprise entre ces deux organes d'isolement.

En règle générale, on applique la mesure de fuite directe pour les organes d'isolement intérieurs à l'enceinte, et la décroissance de la pression pour les organes extérieurs à l'enceinte de manière à tester les organes dans le « bon » sens. Cependant, compte tenu de sa plus grande précision, la mesure avec débit d'appoint peut être privilégiée dans un certain nombre de cas.

(Voir [II-4.2.5](#)).

- Tube de transfert du combustible (voir [II-8](#)).

#### b) Critères d'acceptation :

Le taux de fuites mesuré, déduit des essais partiels d'étanchéité sur l'ensemble des pénétrations de l'enceinte (essais de type B et de type C), est inférieur à 0,75 fois le taux de fuites équivalent Fed défini au paragraphe (voir § [2.2.1](#)) ci-dessus.

Le facteur 0,75 correspond à une marge prévue pour pallier un éventuel vieillissement des traversées de l'enceinte.

<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 : 2.3
			PAGE : 11

Compte tenu des taux de fuite équivalents Fed calculés ci-dessus (voir fin du paragraphe **2.2.1** ci-dessus) le taux de fuites mesuré ne doit pas dépasser :

- $0,75 \times 0,72 \text{ Fad} = 0,54 \text{ Fad}$  pour le train P4,
- $0,75 \times 0,69 \text{ Fad} = 0,52 \text{ Fad}$  pour le train P'4.

avec  $\text{Fad} = 8,2 \% \text{ Fa}$  pour le train P4,  
 $10,9 \% \text{ Fa}$  pour le train P'4.

ce qui conduit à un taux de fuites directes mesurés maximum de :

- 0,0664 % par jour pour le train P4,
- 0,0850 % par jour pour le train P'4.

### **2.2.3. Essais globaux d'étanchéité de la paroi interne de l'enceinte**

a) Description :

- Méthode

La paroi interne de l'enceinte étant mise sous pression d'air, la mesure du taux de fuite est effectuée par la méthode dite "absolue" qui consiste à mesurer les variations de la pression de l'air sec contenu dans l'enceinte et à corriger cette mesure d'après les variations de température moyenne et de pression partielle de vapeur d'eau. La mesure du taux de fuite global est effectuée durant le palier à la pression de dimensionnement de la paroi interne, ainsi qu'à 0,0 MPa (pour contrôler l'instrumentation et l'absence d'apport parasite) et 0,1 MPa sur une durée minimale compatible avec la précision de la mesure.

#### Instrumentation

Elle comporte, en principe :

- deux manomètres reliés à l'enceinte par une conduite pneumatique,
- un capteur de pression atmosphérique,
- des sondes de température (44 environ),
- des capteurs d'hygrométrie (10 environ),
- une centrale d'acquisition et de traitement des données pilotée par un ordinateur à laquelle sont reliés tous les capteurs.

Les sondes de température et les hygromètres sont répartis dans les différents volumes délimités par les principales casemates de l'enceinte.

- Conditions imposées avant l'essai global :

La paroi interne de l'enceinte est munie de tous ses organes d'isolement, obturations et traversées.

Une inspection visuelle et, si nécessaire, des actions correctives précèdent l'épreuve.

Si un isolement est modifié après l'essai global, la modification est suivie d'un essai local d'étanchéité. C'est notamment le cas de l'épreuve "de réception" où des organes d'isolement dont le montage peut ne pas être terminé, sont provisoirement obturés (à l'aide de fonds pleins soudés ou boulonnés et mis en eau, par exemple).

<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 : 2.3
			PAGE : 12

Pour l'épreuve "de réception", ces dispositions provisoires peuvent être généralisées à l'ensemble des traversées des enceintes à double paroi. Pour ce type d'enceinte en effet, l'état de montage des traversées importe peu, car la contribution maximale des traversées dans le taux de fuites global de la paroi interne de l'enceinte mesuré au cours d'une épreuve d'étanchéité est très réduite.

Pour les épreuves périodiques, les composants et circuits sont aussi proches que possible de l'état où ils se trouveraient par application des procédures post-accidentelles d'isolement enceinte mises en oeuvre consécutivement à l'APRP. Plus précisément, cet état est défini comme suit :

- doivent être purgés du fluide qu'ils contiennent et ouverts sur l'atmosphère confinée de l'enceinte pendant l'épreuve, tous les systèmes ou parties de systèmes qui sont susceptibles de se trouver en liaison directe avec l'atmosphère de l'enceinte pendant l'APRP, que ceci soit la cause ou le résultat de cet accident, et qui deviennent ainsi une extension de la barrière d'étanchéité, à l'exclusion toutefois des systèmes ou parties de systèmes indispensables au maintien de la sûreté de la tranche pendant l'épreuve et de ceux appelés à fonctionner dans les conditions post-accidentelles de l'APRP,
- tous les organes d'isolement, excepté ceux qui font partie des systèmes nécessaires au maintien de la sûreté de la tranche pendant l'épreuve, sont fermés par une manoeuvre normale (sans resserrage manuel après fermeture automatique).

Des dispositions sont prises pour éviter toute fuite vers le circuit secondaire eau-vapeur (ces fuites n'étant pas représentatives des conditions réelles d'APRP), par exemple par un équilibrage des pressions entre ce dernier et l'enceinte.

Si on découvre des fuites susceptibles d'altérer la qualité des résultats ou de rendre ces derniers incompatibles avec les limites admissibles, on procède à une nouvelle série de mesures après intervention.

b) Critère d'acceptation :

L'objectif de l'essai global d'étanchéité est de s'assurer que le taux de fuites équivalent admissible en air  $F_e = 1,5$  % par jour de la masse de gaz contenue dans l'enceinte est bien respecté pendant toute la durée d'exploitation de la tranche.

$F_m$  est le taux de fuites global de la paroi interne de l'enceinte mesuré pendant le palier à la pression maximale exprimée en % par jour de la masse de gaz contenu dans l'enceinte.

Compte tenu de l'erreur  $\Delta F_m$  sur le taux de fuites global imputable à l'instrumentation, l'essai global est réputé acceptable si le taux de fuite mesurée satisfait à la condition :

$F_m + \Delta F_m < k \times F_e$ , où le facteur  $k$  correspond à une marge prévue pour pallier les effets du vieillissement de la paroi interne de l'enceinte jusqu'au prochain essai global d'étanchéité. La valeur du facteur  $k$  a été fixée à 0,75 pour l'épreuve pré-opérationnelle et celle réalisée lors de la visite complète initiale.

Elle est déterminée au cas par cas, pour les épreuves suivantes, en tenant compte de la cinétique de vieillissement de l'ouvrage et des réparations déjà effectuées.

<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 : 2.3
			PAGE : 13

### **2.3. VERIFICATION DE L'ETANCHEITE DE LA PAROI EXTERNE DE L'ENCEINTE ET DE SES TRAVERSEES**

#### a) Méthode :

Elle consiste à mettre en dépression l'espace entre parois de l'enceinte (par rapport à la pression atmosphérique) par le système EDE (voir [II-4.2.7.](#)) et à mesurer le débit évacué par ce circuit qui est égal au débit rentrant dans l'espace entre parois de l'enceinte.

#### b) Critère d'acceptation :

Ce qui importe est d'empêcher toute fuite de l'espace entre parois de l'enceinte vers l'extérieur autrement que par le système EDE, et par conséquent, de maintenir une dépression en tout point de l'espace entre parois de l'enceinte pour compenser les phénomènes de succion dus au vent (celui-ci étant déterminé suivant des critères probabilistes).

La paroi externe de l'enceinte est réputée étanche si son taux de fuite sous 3 hPa (3 mbars) de dépression (équilibrant les effets de succion d'un vent de 55 km/h) est inférieur à 1 % par jour de la masse d'air contenue dans l'espace délimité par la paroi externe (soit environ 56 Nm<sup>3</sup>/h pour le P4 et 46 Nm<sup>3</sup>/h pour le P'4 pour des volumes respectifs de 134 200 m<sup>3</sup> et 109 690 m<sup>3</sup>).

Cependant, de manière conservatoire, il a été admis d'assurer l'absence de fuites vers l'extérieur de la paroi externe pour une vitesse « normale » du vent de 122 km/h (au sens des règles « Neige et Vent ») soit une dépression de 15,5 hPa (15 mbars) pour le P4 et 14,1 hPa (14,1 mbars) pour le P'4.

La dépression et le débit total de ventilation à assurer sont exposés au chapitre correspondant (voir [II-4.2.7.](#)).

### **2.4. ESSAIS D'ETANCHEITE DES CIRCUITS VEHICULANT DU FLUIDE DE L'ENCEINTE APRES APRP**

Les modalités d'essais d'étanchéité des tronçons des circuits EAS et RIS hors de l'enceinte et véhiculant du fluide de l'enceinte après accident sont mentionnées :

- pour le système EAS (voir [II-4.2.4.](#)),
- pour le système ETY (voir [II-4.2.6.](#)),
- pour le système RIS (voir [II-4.3.](#)).

### **2.5.**

<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 : 2.3
			PAGE : 14

## SURVEILLANCE EN EXPLOITATION DU TAUX DE FUITE DE LA PAROI INTERNE

### 2.5.1. Description

Le système SEXTEN est une adaptation simplifiée de la méthode de mesure du taux de fuite utilisée lors des essais globaux d'étanchéité de la paroi interne de l'enceinte (voir § 2.2.3 ci-dessus). La mesure se fait en permanence, de manière automatique et à une pression voisine de la pression atmosphérique puisqu'il s'agit d'évaluer la fuite du gaz dégagé dans l'enceinte par les divers circuits s'y trouvant (notamment le circuit de manoeuvre des vannes pneumatiques), au cours d'un cycle de pression enceinte (durée : 15 à 20 jours) entre 2 rejets de l'air et des gaz confinés dans le bâtiment réacteur par le système de ventilation ETY. Le débit de fuite est finalement donné pour une surpression dans l'enceinte relative de 60 hPa.

En cas d'indisponibilité du système automatique SEXTEN, une exploitation manuelle est possible à partir d'une instrumentation restreinte.

### 2.5.2. Critères de fonctionnement

Il est défini (voir *chapitre III des RGE*) 2 niveaux de taux de fuite rapportés à une surpression dans l'enceinte de 60 hPa (Spécification intégrité enceinte).

En-dessous du 1<sup>er</sup> niveau, l'enceinte est réputée être dans un état global d'étanchéité acceptable vis-à-vis de l'exploitation de la tranche.

Entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> niveau, l'origine de la fuite doit être recherchée.

Au-delà du 2<sup>ème</sup> niveau, l'arrêt de tranche peut être requis.

## 2.6. DISPOSITIF DE DECOMPRESSION - FILTRATION DE L'ENCEINTE APRES ACCIDENT

Ces essais ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du circuit de décompression - filtration de l'enceinte après accident grave (voir *Procédure U5 au chapitre III-4.6.2.*).

Liste des essais et périodicité :

- essais annuels :
  - vérification visuelle de l'état du sable du filtre à sable pour s'assurer qu'il conserve bien ses capacités de filtration (pas de développement bactériologique, pas d'amalgame, etc.),
  - vérification de l'étanchéité des portes du filtre ; dans le cas où l'étanchéité n'est pas conforme, changement des joints des portes,
- essais à chaque arrêt pour rechargement : essai de manoeuvrabilité des vannes du dispositif U5,
- essais décennaux :
  - vérification de la disponibilité du dispositif U5 en phase de décompression (en fin d'essai global d'étanchéité de type A) après le palier à 0,15 MPa absolu,
  - vérification du point de tarage du clapet 020 VA intérieur BR (by-pass du pré-filtre).

<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 : 2.3
			PAGE : 15

### LISTE DES REFERENCES

- [1] Note E-REAM-M1/83-037-B. JEUNE et GOSSIAUX. - Palier 1300-P'4  
Enceinte de confinement - Hypothèses concernant les fuites des enceintes à considérer pour le calcul des conséquences radiologiques d'un APRP.
- [2] Note EDF-REC GC-PA 81/207 - Palier 1300 P4  
Enceinte de confinement - Hypothèses concernant les fuites des enceintes à considérer pour le calcul des conséquences radiologiques d'un APRP.
- [3] Note EDF-REC GC-84-013 - Palier 1300 P4  
Enceinte double - Fuite directe - Equivalence entre conditions d'APRP et conditions d'essais.
- [4] Note EDF-CIPN EMEGC/00-0141  
Règles d'essais périodiques du système EPP (étanchéité des fuites de l'enceinte P4 et P'4)
- [5] Note EDF-CIPN EMEGC/00-0140  
Note d'analyse d'exhaustivité des essais périodiques du système EPP (étanchéité des fuites de l'enceinte P4 et P'4)

<b>EDF</b> <i>Electricité de France</i>	CENTRALES NUCLÉAIRES	<b>RAPPORT DÉFINITIF DE SÛRETÉ</b>  <b>- RAPPORT STANDARD -</b>  Edition VD2	VOLUME : II CHAPITRE : 4 SECTION : 2.3 PAGE : 16
Palier 1300 MWe			