

**DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE**SERVICE ÉTUDES ET PROJETS
THERMIQUES ET NUCLÉAIRES

Diffusé le : Voir code barres ci-dessus

Entité émettrice : **Génie Civil - Installation - Structure**Rédacteur : **GUIEU S., DALIBART C.**

Nbre de pages : 43

Domaine d'application : **Parc en exploitation et EPR**

Nbre d'annexes : 13

Titre : Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire).

ENGSIN080034	A	← Référence Code Projet →	E230/006341
---------------------	----------	------------------------------	--------------------

Type de document : **Note d'étude**

Mots clés : MTE, ventilation, confinement

Résumé : Cette note est une révision complète de la fiche MTE n° 019 indice 2 de juin 1986 (note d'étude ESEIN84-026 B) qu'elle annule et remplace. Elle indique, pour l'îlot nucléaire :

- les principes généraux de conception du confinement dynamique (interne et externe) et des circuits de ventilation,
- la conception de la filtration (aérosols et iode) avant rejet,
- les principes retenus pour la prise en compte des agressions externes de type climatiques (grands froids, canicule, projectiles générés par un grand vent).

Elle traite du parc en exploitation et de l'EPR.

Rédacteur		Vérificateur		Approbateur			
Nom-Date		Nom-Date		Chef d'entité		Chef de rang supérieur	
Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa
GUIEU S. DALIBART C. 18/03/2011		JAMET P. 24/02/2011		LAZZARINI P. 11/04/2011			

EVOLUTIONS DES TROIS DERNIERS INDICESCocher s'il y a changement de méthodologie
Cocher ici s'il y a évolution des données amont

Indice	Date d'approbation	Motif du changement d'indice	Modifications apportées		
A		Emission			

Archivage long : OUI	Archivé au FDU : OUI	Copyright EDF 2011
Livrable principal : NON		
<input type="checkbox"/> Confidentiel	L'initiateur établit une liste nominative des destinataires. Chacun d'eux reçoit un exemplaire numéroté et ne peut étendre la diffusion sans l'accord de l'initiateur.	
<input type="checkbox"/> Restreint	L'initiateur établit une liste explicite des destinataires. Chacun d'eux peut étendre la diffusion sous sa responsabilité (sur la base d'une liste explicite et avec information de l'initiateur).	
<input checked="" type="checkbox"/> Interne	Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF/DPI (et entités autorisées) que par une personne habilitée.	

Ce document contient des informations sensibles relevant du secret et juridiquement protégées. Il est réservé à l'usage exclusif des personnes désignées comme destinataires du document et/ou autorisées à y accéder. Il est illégal de photocopier, distribuer, divulguer, ou d'utiliser de toute autre manière les informations contenues dans ce document sans accord du service émetteur de la DIN.

SEPTEN

EDF SEPTEN		Note d'étude ENGSIN080034		Indice A		Page 2/43		
Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)								
FICHE DE GESTION								
Important pour la sûreté (IPS)		OUI <input type="checkbox"/>		NON <input checked="" type="checkbox"/>				
Cette note modifie ou exprime une exigence de Sûreté, de Radioprotection ou d'Environnement ? :								
		OUI <input type="checkbox"/>		NON <input checked="" type="checkbox"/>		Appliquer le processus O4a		
Document HPIC :				OUI <input type="checkbox"/>		NON <input checked="" type="checkbox"/>		
Vérification	demandée	OUI <input type="checkbox"/>	Par EDF	<input type="checkbox"/>	En ligne	<input type="checkbox"/>	En cours	<input type="checkbox"/>
Indépendante		NON <input checked="" type="checkbox"/>	Hors EDF	<input type="checkbox"/>	En différé	<input type="checkbox"/>	Effectuée	<input type="checkbox"/>
Responsable vérification (NOM, SERVICE / SOCIÉTÉ) :								
Prédiffusion du présent indice :				OUI <input checked="" type="checkbox"/>		NON <input type="checkbox"/>		
Auprès de : CIPN/IS : M. SALIGNAT CNEN/FSE : Mme JOMARD DPN/UNIE : M. GUENET SEPTEN/SN : M. GOETTER, M. DROULAS								
Existe-t-il un dossier d'étude associé à la note à cet indice ? :				OUI <input checked="" type="checkbox"/>		NON <input type="checkbox"/>		
Contrôle linguistique renforcé :				OUI <input type="checkbox"/>		NON <input checked="" type="checkbox"/>		

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

SYNTHÈSE

Ce document constitue une révision complète de la fiche MTE n° 019 indice 2 de juin 1986 (note SEPTEN ESEIN84-026 B) qu'elle annule et remplace.

Cette nouvelle rédaction de la fiche présente, pour le parc en exploitation et pour l'EPR :

- la conception détaillée de la fonction « confinement » (avec, en particulier, le rappel des très nombreux échanges ayant eu lieu sur le sujet avec l'ASN et son support technique),
- la conception détaillée, avec ses évolutions au cours du temps, de la fonction filtration (des aérosols et des iodes) avant rejet à la cheminée,
- la présentation détaillée de la prise en compte des agressions climatiques externes pouvant avoir un impact direct sur la ventilation : « grands froids », canicule et projectiles générés par un vent extrême.

Le rôle de la ventilation dans le cadre de la protection contre les risques d'incendie et d'explosion n'est pas abordé dans ce document. Ces sujets sont traités dans les documents de doctrine relatifs à ces agressions.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)****SOMMAIRE**

1. Références	7
2. Introduction.....	11
3. Réglementation applicable	11
4. Fonctions générales des systèmes de ventilation	12
4.1 Fonction « conditionnement ».....	12
4.2 Fonction « confinement dynamique »	13
5. Conception du confinement dynamique externe.....	14
5.1 Principe retenu	14
5.2 Effet du vent.....	14
5.2.1 Bâtiments auxiliaires autres que l'espace entre enceintes (EEE).....	14
5.2.2 Cas de l'EEE	17
6. Conception du confinement dynamique interne	20
6.1 Prise en compte du risque de contamination atmosphérique.....	20
6.2 Notion de local dit « à risque iode »	21
6.2.1 Définition	21
6.2.2 Commentaires	21
6.3 Classification pratique des locaux retenue par EDF	23
6.4 Confinement des locaux dits « à risque iode »	24
7. Conception de la filtration avant rejet à la cheminée	25
7.1 Filtration THE	26
7.1.1 Conception	26
7.1.2 Contrôles en exploitation.....	26
7.2 Pièges à iodes.....	28
7.2.1 Conception	28
7.2.2 Contrôles en exploitation.....	31
8. Prise en compte des agressions externes de type climatiques...33	
8.1 Prise en compte des « grands froids »	33
8.1.1 Parc en exploitation.....	33
8.1.2 EPR.....	35

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

8.2	Prise en compte de la canicule	36
8.2.1	Parc en exploitation.....	36
8.2.2	EPR.....	41
8.3	Projectiles générés par le vent extrême	42
8.3.1	Parc en exploitation.....	42
8.3.2	EPR.....	42
9.	Caractéristiques générales et architecture des circuits de ventilation.....	43
9.1	Caractéristiques générales des circuits de ventilation.....	43
9.2	Schémas multifonctionnels de ventilation	43

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Annexe 1 : températures et humidités relatives de l'air à retenir pour les études à effectuer au titre des référentiels « canicule »

Annexe 2 : températures élevées de l'eau à retenir pour les études à effectuer au titre des référentiels « canicule »

Annexe 3 : systèmes de ventilation de Fessenheim

Annexe 4 : systèmes de ventilation de Bugey

Annexe 5 : systèmes de ventilation CP1 et CP2

Annexe 6 : systèmes de ventilation P4-P'4

Annexe 7 : systèmes de ventilation EPR

Annexe 8 : schéma multifonctionnel de la ventilation CP1 et CP2

Annexe 9 : schéma multifonctionnel de la ventilation P4

Annexe 10 : schéma multifonctionnel de la ventilation P'4

Annexe 11 : schéma multifonctionnel de la ventilation EPR

Annexe 12 : critères et périodicités de contrôle des filtres THE

Annexe 13 : critères et périodicités de contrôle des pièges à iode

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**1. Références**

- [1] **Note d'étude EDF / CNEN ECEF021215 A du 19/02/2003**
Règle d'ingénierie ENG 2-15 (IP5) : conception des systèmes de ventilation
- [2] **Note d'étude EDF / CNEN ECEF040074 A du 04/05/2004**
Règle d'ingénierie ENG 2-83 (MD2) : dimensionnement fonctionnel et préliminaire des matériels des circuits de ventilation
- [3] **Note d'étude EDF / CNEN ECEMA050217 A du 12/07/2005**
Règle d'ingénierie ENG 2-47 : dimensionnement préliminaire et choix des matériels de ventilation
- [4] **Note d'étude EDF / CNEN ECEMA030885 A du 15/10/2003**
Règle d'ingénierie ENG 2-46 : dimensionnement préliminaire des batteries de ventilation
- [5] **CST 67.C.001.03 du 25/05/2004**
Système de ventilation et de conditionnement d'air dans les centrales nucléaires – clauses générales
- [6] **CRT 67.C.003.03 du 27/10/2004**
Ventilateurs des circuits de ventilation
- [7] **CRT 67.C.004.03 du 16/11/2004**
Echangeurs des circuits de ventilation des centrales nucléaires
- [8] **CRT 67.C.005.03 du 04/10/2004**
Clapets et registres des circuits de ventilation des centrales nucléaires
- [9] **CRT 67.C.006.03 du 12/06/2004**
Gaines des circuits de ventilation des centrales nucléaires
- [10] **CRT 67.C.007.03 du 04/10/2004**
Dispositifs de filtration d'air des circuits de ventilation des centrales nucléaires
- [11] **Courrier EDF / SEPTEN à l'ASN IN 90-170 SGU/SB du 11/05/1990**
- [12] **Fiche réponse EDF / SEPTEN à l'ASN ENGSIN070200 du 13/09/2007**
- [13] **Courrier EDF / CIPN à l'ASN EMESN070208 du 24/05/2007**
- [14] **Courrier ASN SIN Paris n° 3602/88 du 20/12/1988**
- [15] **Note d'étude EDF/REC ERECR89022A du 21/06/1989**
N4 - Classement « iode » des locaux du BAN – Comparaison P'4 et N4
- [16] **Lettre ASN SIN PARIS n° B 3432/86 du 24/09/1986**
- [17] **Lettre ASN SIN N° E 2478/83 du 17/05/1983**
- [18] **Compte-rendu de réunion EDF / SEPTEN ESEIN75-43 du 18/07/1975**
Sélection des locaux du BAN dont l'extraction d'air est traitée sur pièges à charbon actif
- [19] **Note d'étude EDF / SEPTEN ESEIN 87-132 A (11/02/1988)**
Analyse physique et spécifications de conception de la ventilation de l'îlot nucléaire

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	Page 8/43
Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)			
<p>[20] Courrier EDF / CNEN à l'IRSN n° 327882 du 02/03/1988</p> <p>[21] Courrier EDF / SEPTEN à l'ASN IN 92-381 du 02/10/1992</p> <p>[22] Note d'étude EDF / SEPTEN ESEIN 87-107 A (17/01/1988) Dimensionnement du circuit de mise en dépression de l'espace entre enceintes (EDE)</p> <p>[23] Note d'étude EDF / CIPN EMEIS040165 B (13/05/2005) Agressions climatiques (Neige et Vent) – Impact sur les équipements de ventilation du palier 1300 MWe</p> <p>[24] Note d'étude EDF / CIPN EMEIS040359 A Système EDE – Détermination du seuil d'alarme de la dépression dans l'espace entre enceintes suite à l'évolution de la réglementation Neige et Vent</p> <p>[25] Rapport DAS N° 703 (réunion GPR du 13/09/1990) Evaluation de la sûreté du palier N4. Examen intermédiaire</p> <p>[26] Rapport préliminaire de sûreté de Flamanville 3 (édition DAC mai 2006)</p> <p>[27] Note d'étude EDF / REC GC PA 79/102 du 14/08/1979 Bâtiment du réacteur – Enceinte de confinement P4 – Bases de dimensionnement du circuit de mise en dépression de l'espace entre enceintes (EDE)</p> <p>[28] Fiche réponse EDF / SEPTEN à l'ASN ENGSIN060317 du 08/12/2008</p> <p>[29] Note d'étude EDF / DPN D4136/NT/2002-00487 A du 07/05/2002 Pièges à iode des circuits de ventilation</p> <p>[30] Note d'étude EDF /SEPTEN E SE IN 80-55 du 04/11/1980 Pièges à iode</p> <p>[31] Note de doctrine EDF / DPN D4550.35-06/0135 indice 2 du 23/02/2007 Contrôle des pièges à iodes des systèmes de ventilation des centrales REP</p> <p>[32] Note technique EDF / DPN D4550.35-10/5675 indice 0 du 12/01/2011 Expression du coefficient d'épuration d'un piège à iode et de son incertitude-type composée.</p> <p>[33] Article L.R. Taylor and R. Taylor UKAEA – Windscale UK (séminaire Karlsruhe 1973) The ageing of impregnated charcoals</p> <p>[34] Note d'étude EDF / CIPN EMECX010408 A du 23/12/2002 Etude paramétrique en fonction du débit de la fonction filtration du circuit EDE. Evaluation de l'efficacité des pièges à iode en fonction de l'humidité relative et de la vitesse de passage – Paliers P4 et P'4</p> <p>[35] Note de doctrine EDF / DPN D4550.35-07/1277 indice 0 du 28/03/2007 Contrôle des filtres à très haute efficacité (THE) des systèmes de ventilation des centrales REP</p> <p>[36] Note d'étude EDF /SEPTEN ENSN87-0087 Référentiel des exigences de sûreté : règles générales de conception pour la protection contre le froid</p>			

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	Page 9/43
Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)			
<p>[37] Note d'étude EDF / SEPTEN ENSNEA050050 C du 22/12/2006 Référentiel « grands chauds » du parc en exploitation – Palier CPY</p> <p>[38] Note d'étude EDF / SEPTEN ENSNEA050052 B du 09/06/2008 Référentiel « grands chauds » du parc en exploitation – Palier CP0</p> <p>[39] Note d'étude EDF / SEPTEN ENSNEA050053 B du 29/06/2010 Référentiel « grands chauds » du parc en exploitation – Palier 1300</p> <p>[40] Note d'étude EDF / SEPTEN ENSNEA050054 A du 30/03/2007 Référentiel « grands chauds » du parc en exploitation – Palier N4</p> <p>[41] Note d'étude EDF / SEPTEN ENSNEA040103 B du 15/03/2007 Référentiel « canicule » – EPR</p> <p>[42] Courrier EDF / SEPTEN ENSNEA070010 du 23/04/2007 Déclinaison des référentiels canicule et grand froid</p> <p>[43] Note d'étude EDF / CIPN EMEIS090102 B du 15/12/2010 Projet patrimonial Grands Chauds – Synthèse des études thermiques pour l'îlot nucléaire – Palier CP0 - Fessenheim</p> <p>[44] Note d'étude EDF / CIPN EMEIS091278 B du 12/05/2010 Projet Patrimonial Grands Chauds - Synthèse des études thermiques pour l'îlot nucléaire - Palier CP0 - Bugey</p> <p>[45] Note d'étude EDF / CIPN EMEIS080464 E du 11/10/2010 Projet Patrimonial Grands Chauds - Synthèse des études thermiques pour l'îlot nucléaire - Palier CPY</p> <p>[46] Note d'étude EDF / SEPTEN ENSNEA050020 A du 18/05/2005 Référentiel projectiles générés par un vent extrême</p> <p>[47] Note d'étude EDF / CIPN EMECX020260 A du 08/11/2002 Critères utilisés pour le contrôle du confinement dynamique des locaux repris sur extraction iode des bâtiments périphériques</p> <p>[48] Note de doctrine EDF / CAPE D4550.09.04.1217 indice 0 du 20/10/2004 Suivi et contrôle en exploitation du confinement dynamique des locaux de l'îlot nucléaire des centrales REP</p> <p>[49] Note d'étude EDF / CNEN ECEF080078 A du 03/04/2008 Description multi-fonctionnelle des systèmes de ventilation en situation d'exploitation normale vis-à-vis du confinement</p> <p>[50] Note d'étude EDF / CNEN ECEF080346 A du 31/03/2008 Description multi-fonctionnelle des systèmes de ventilation vis-à-vis du confinement en situation accidentelle</p> <p>[51] Note SOFINEL EZT2009en0006 C du 25/11/2009 FA3 – SAB, classification of rooms according to iodine and aerosols risk</p>			

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**[52] Norme NF ISO 26802 d'octobre 2010**

Installations nucléaires - Critères pour la conception et l'exploitation des systèmes de confinement et de ventilation des réacteurs nucléaires

[53] Norme NF ISO 17873 d'avril 2006

Installations nucléaires - Critères pour la conception et l'exploitation des systèmes de ventilation des installations nucléaires autres que les réacteurs nucléaires

[54] Norme NF EN 779 de février 2003

Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules - Détermination des performances de filtration

[55] Norme NF X44-011 de mai 1972

Séparateurs aérauliques - Méthode de mesure de l'efficacité des filtres au moyen d'un aérosol d'uranine (fluorescéine)

[56] Norme NF M62-206 de septembre 1984

Installations de ventilation nucléaire – Méthode de contrôle du coefficient d'épuration des pièges à iode

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

2. Introduction

Ce document constitue une révision complète de la dernière version de la fiche MTE n° 019 indice 2 de juin 1986 (note SEPTEN ESEIN84-026 B) qu'elle annule et remplace.

Cette version précédente était un texte concis indiquant principalement :

- les fonctions de la ventilation (en terme très généraux sans entrer dans le détail de la conception),
- les caractéristiques principales des circuits de ventilation (sous forme de tableaux) des paliers CP1/2 et P4/P'4 et des schémas multifonctionnels de la ventilation du BR.

Plus de 20 ans après l'émission de ce document, il est apparu nécessaire, dans un souci de capitalisation de toutes les évolutions apparues depuis, d'en effectuer une remise à jour complète.

Cette nouvelle rédaction de la fiche présente donc en particulier :

- la conception détaillée de la fonction « confinement » avec, en particulier, le rappel des très nombreux échanges ayant eu lieu sur le sujet avec l'ASN et son support technique,
- la conception détaillée, avec ses évolutions au cours du temps, de la fonction filtration (des aérosols et des iodes) avant rejet à la cheminée,
- la présentation détaillée de la prise en compte des agressions climatiques externes pouvant avoir un impact direct sur la ventilation : « grands froids », canicule et projectiles générés par un vent extrême.

Par ailleurs le domaine de couverture du document a été élargi au N4 et au projet EPR. Par contre, le cas du RNR qui était (à peine) abordé dans la version précédente a été retiré de l'analyse.

Cette fiche ne traite pas du rôle de la ventilation dans la protection contre le risque d'incendie. Cet aspect est traité, en particulier, dans les documents de doctrine suivants :

- « directives incendie » des différents paliers pour toutes les tranches du parc en exploitation à l'exception du palier N4,
- RCC-I (Règles de Conception et de Construction applicables à la protection Incendie) pour les tranches N4,
- ETC-F (EPR Technical Code for Fire protection) pour l'EPR.

Elle ne traite pas non plus de l'aspect risque d'explosion dans les locaux de l'îlot nucléaire qui fait l'objet d'un « référentiel de sûreté » dédié à cette problématique.

3. Réglementation applicable

Les principaux textes réglementaires applicables aux systèmes de ventilation sont listés ci-dessous.

- Décret N° 66-450 du 20 juin 1966 relatif aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants,
- Décret N° 74-945 du 6 novembre 1974 relatif aux rejets d'effluents radioactifs gazeux provenant des installations nucléaires de base et des installations nucléaires implantées sur un même site,

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- Décret N° 75-386 du 28 avril 1975 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants et ses décrets d'application,
- Arrêté du 7 octobre 1977 fixant la périodicité des contrôles effectués dans les INB et pris en application de l'article 24 du décret 75-306 du 28 avril 1975,
- Arrêté du 31 décembre 1999 relatif à la réglementation technique générale pour la protection de l'environnement,
- Arrêté du 15 mai 2006 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées,
- Décrets d'Autorisation de Création des Tranches (DAC).

4. Fonctions générales des systèmes de ventilation

De façon générale, les fonctions assignées aux systèmes de ventilation d'un REP et, plus généralement de toute installation nucléaire, peuvent être partagées en deux grandes catégories :

- les fonctions que l'on peut qualifier de « non nucléaires » au sens où il s'agit de celles habituellement dévolues à tout système de ventilation. Pour cet aspect, on peut également parler de fonction « conditionnement »,
- les fonctions que l'on peut qualifier de « nucléaires » au sens où elles sont spécifiques à la présence d'un risque de contamination atmosphérique dans certains locaux d'un REP et, plus généralement, de toute installation nucléaire. Pour cet aspect, on peut également parler de fonction « confinement dynamique ».

4.1 Fonction « conditionnement »

Elle consiste à :

- maintenir dans les locaux des conditions ambiantes (température, humidité) acceptables pour l'intervention du personnel et le fonctionnement matériel : apport suffisant et conditionnement d'air extérieur, évacuation des calories produites, chauffage ou refroidissement des locaux,
- protéger le personnel contre des risques particuliers : gaz toxiques, gaz inertes, gaz combustibles, ...

Comme indiqué plus haut, la conception de la fonction « conditionnement » n'étant pas liée à l'aspect nucléaire des REP (à l'exception du respect d'un taux de renouvellement d'air minimal dans les locaux en fonction du risque de contamination atmosphérique, voir § 6.3), elle ne sera pas développée dans la suite du document à l'exception de la prise en compte des agressions externes de type climatiques, domaine formalisé par EDF au travers de « référentiels de sûreté » et qui constitue donc une spécificité de la conception des REP.

Le CNEN a rédigé, au début des années 2000, pour le projet EPR, des « notes d'ingénierie » qui peuvent servir de documents de référence sur le sujet. On peut citer, en particulier, les références [1] à [4]. De même, le CST et les CRT du domaine, particulièrement dans le chapitre concernant les spécifications à retenir pour les études, fournissent des éléments spécifiques sur le sujet (références [5] à [10]).

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**4.2 Fonction « confinement dynamique »**

De façon générale, dans une installation nucléaire, le « confinement » (sous entendu : des matières radioactives) est une notion fondamentale qui consiste à limiter à des niveaux acceptables et à mesurer la dispersion dans l'environnement des produits radioactifs à tout moment et en toute circonstance (fonctionnement normal, incidentel et accidentel).

Il s'agit d'une des trois fonctions fondamentales de sûreté :

- contrôle de la réactivité,
- évacuation de l'énergie résiduelle,
- confinement des substances radioactives.

A la base de cette notion se trouvent, pour les REP, les trois barrières de confinement interposées successivement entre la radioactivité et l'environnement :

- première barrière : la gaine du combustible,
- deuxième barrière : le circuit primaire,
- troisième barrière : l'enceinte de confinement.

Du fait du caractère accessible des bâtiments d'un REP (hormis le bâtiment réacteur en fonctionnement en puissance), le « confinement » comporte deux composantes complémentaires¹:

- le confinement « statique » apporté par l'étanchéité des bâtiments vis-à-vis de l'extérieur et des locaux (ou groupes de locaux) entre eux,
- le confinement « dynamique » apporté par la ventilation.

Concernant le confinement dynamique, deux aspects sont à distinguer :

- **le confinement dynamique externe : de façon à éviter tout risque de rejets radioactifs incontrôlés dans l'environnement, la ventilation doit maintenir une dépression à l'intérieur des bâtiments présentant un risque de contamination radioactive de manière à canaliser les effluents gazeux radioactifs vers des systèmes de filtration puis vers la cheminée, qui est l'unique point de rejet dans l'environnement, où ils sont alors comptabilisés.**
- **le confinement dynamique interne : la ventilation doit assurer en permanence, entre les locaux (ou groupes de locaux) d'un même bâtiment, un sens de circulation de l'air des locaux (ou groupes de locaux) présentant le plus faible risque de contamination atmosphérique vers ceux où ce risque est plus important.**

Cette fonction « confinement » a donné lieu au développement d'une conception (relativement) propre au REP qui a fait l'objet de très nombreux échanges avec l'ASN et son support technique. Elle est développée en détail dans la suite du document.

¹ Il est essentiel de bien noter qu'un confinement dynamique ne peut être effectué qu'à partir d'un confinement statique de bonne qualité.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

5. Conception du confinement dynamique externe

5.1 Principe retenu

Le confinement dynamique externe d'un bâtiment est obtenu par un déséquilibre entre le débit global de soufflage et le débit global d'extraction du bâtiment considéré. Sur les REP EDF, le débit massique d'extraction est supérieur au débit massique de soufflage d'une valeur comprise, selon les paliers, entre 10 % (valeur minimale retenue en conclusion du groupe de travail ASN / IRSN / EDF mentionné au chapitre 6.1) et 20 %. La valeur de 20% est celle requise dans le CST 67.C.001 [5] :

$$QNE \geq K * QNS * \frac{\rho(s)}{\rho(e)}$$

Avec :

- QNE : débit volumique d'extraction du circuit (m³/h)
- QNS : débit volumique de soufflage du circuit (m³/h)
- K=1,2 pour les locaux contaminables
- ρ(s) : masse volumique de l'air au soufflage (kg/m³)
- ρ(e) : masse volumique de l'air à l'extraction (kg/m³)

Remarques :

- *La valeur de 20% permet d'assurer que le débit d'extraction est supérieur à celui de soufflage en tenant compte d'une incertitude de +/- 10 % prise de manière défavorable sur chacun des débits soufflé et extrait. Il faut rappeler que la qualité du confinement ne peut reposer que sur le confinement dynamique et que la qualité du confinement statique des bâtiments est primordiale.*
- *Le taux de renouvellement (Tr) est le rapport débit de soufflage en air neuf / volume du local (exprimé en h⁻¹). Le taux de brassage (Tb) est le rapport débit de soufflage (air neuf, totalement/partiellement recyclé ou transfert) / volume du local (exprimé en h⁻¹). En règle générale, les installations à risque de contamination atmosphérique fonctionnent en tout air neuf (Tr=Tb).*

5.2 Effet du vent

5.2.1 Bâtiments auxiliaires autres que l'espace entre enceintes (EEE)

5.2.1.1 Analyse générale

L'analyse des effets du vent sur un bâtiment nucléaire autre que l'espace entre enceintes (EEE) a fait l'objet d'une étude simplifiée (soufflage et extraction dans un bâtiment d'un seul volume) dans la note en référence [19] transmise à l'IRSN par courrier en référence [20]. Ce document montre que l'effet du vent sur les débits ($\Delta Q / Q$) est directement lié au rapport entre la pression additionnelle qu'il crée (ΔP) et la somme des hauteurs manométriques totales des ventilateurs de soufflage (HMT_S) et d'extraction (HMT_E) :

$$\Delta Q / Q \# [\Delta P / (HMT_S + HMT_E)] / 2$$

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

A partir de cette étude simplifiée, une analyse du confinement externe du BAN N4, incluant l'effet du vent, a fait l'objet du courrier en référence [21] adressé à l'ASN.

Cette analyse montre, entre autres, que, sous l'effet du vent, certaines faces seront en surpression, celles dites « au vent », d'autres en dépression, celles dites « sous le vent », l'ensemble des locaux du BAN (bâtiment devant être normalement accessible en fonctionnement normal) ne peut être maintenu en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure que pour des vitesses de vent de l'ordre de 20 à 25 km/h (vents dits « les plus fréquents »).

Comme indiqué dans le courrier en référence [21], ce résultat est acceptable compte tenu de la qualité des étanchéités périphériques qui rend négligeable les conséquences radiologiques des inévitables (très faibles) fuites vers l'extérieur de certains locaux périphériques à partir d'une certaine vitesse de vent.

5.2.1.2 *Suivi de la dépression dans les bâtiments auxiliaires*

Sur EPR, un suivi de la dépression à l'intérieur des bâtiments auxiliaires, dont les principes s'inspirent de la pratique allemande dans les centrales de type Konvoy, sera installé. Les principes retenus sont décrits ci-après.

Il y a une seule prise de pression atmosphérique de référence pour l'ensemble des bâtiments auxiliaires. Sa localisation et sa conception doivent être effectuées avec soin pour pouvoir fournir une mesure la moins perturbée possible (par les effets du vent en particulier). Elle est tranquillisée par une capacité tampon avant d'être comparée aux pressions de référence des bâtiments (lissage des transitoires de pression).

La pression atmosphérique de référence décrite ci-dessus est comparée à la pression du « local de référence » du bâtiment. Ce « local de référence » répond aux critères suivants :

- être à risque de contamination atmosphérique négligeable,
- ne pas être en dépression par rapport aux autres locaux du bâtiment,
- être de « grand volume », dépourvu de matériels susceptibles de créer des perturbations de pression ambiante (exemple typique : réservoirs pouvant être remplis ou vidangés),
- ne pas être trop dépendant des ouvertures de portes fréquentes.

D'un point de vue fonctionnel :

- la comparaison de pression décrite plus haut sert de base à une régulation sur des registres ou des variateurs de vitesse placés au soufflage des ventilations concernées,
- les débits de soufflage et d'extraction sont adaptés, en particulier lors des changements de configuration, par l'intermédiaire de ventilateurs à vitesse variable (les 4 ventilateurs de soufflage, les 4 ventilateurs d'extraction « normale » et les 4 ventilateurs d'extraction « iode » du système DWN sont à vitesse variable).

Ce système n'a pas été installé rétroactivement sur le parc en exploitation BAN pour les raisons explicitées ci-dessous (référence [28]).

Une des caractéristiques de l'architecture générale de la ventilation de l'îlot nucléaire de l'EPR, s'inspirant ici encore de la conception allemande retenue dans les centrales de type Konvoy, est une grande « centralisation » des systèmes de ventilation. En effet, le système de ventilation DWN assure, à lui seul, en fonctionnement normal de la tranche, les fonctions :

- soufflage et extraction dans les locaux du BAN et du BK,
- soufflage et extraction dans le BR en arrêt de tranche,
- extraction dans les locaux des 4 BAS.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

En résumé, à l'exception du soufflage dans les 4 BAS qui est assuré par le système DVL, le système DWN assure, en fonctionnement normal de la tranche, l'ensemble de la ventilation des bâtiments auxiliaires à risque de contamination de l'EPR.

En conséquence, ce système quasi-unique doit pouvoir s'adapter à de nombreuses configurations de fonctionnement, parfois avec des variations importantes de débit. On peut citer :

- ventilation tranche à l'arrêt avec maintenance sur des matériels générant un risque de présence d'iode,
- ventilation tranche en puissance ou à l'arrêt avec risque de présence d'iode dans les locaux,
- accident de manutention dans le hall piscine ou le BR,
- interruption de l'extraction des BAS par DWN (remplacé alors par DWL) en cas d'accident,
- ...

Cette conception a conduit à la constatation de la nécessité d'avoir, contrairement à ce qui existe sur le parc actuellement en exploitation, des moyens de réglages pour pouvoir gérer cette situation. D'où, en particulier, le choix de ventilateurs à vitesse variable.

L'architecture d'ensemble est différente sur le parc en exploitation :

- la ventilation des différents bâtiments est largement « décentralisée » : à l'exception du palier N4 où les ventilations du BAN et du BK ont été regroupées en un seul système (DVN), chaque bâtiment possède son système de ventilation propre en fonctionnement normal,
- de ce fait, par principe, les changements de configurations sont beaucoup moins générateurs de perturbation ; la principale étant la ventilation du BR en arrêt de tranche qui nécessite le démarrage des troisièmes ventilateurs de soufflage et d'extraction DVN. A l'exception du cas cité ci-dessus et traité spécifiquement comme indiqué, les adaptations de débit sont réduites à l'arrêt de la ventilation utilisée en fonctionnement normal et son remplacement par une ventilation spécifique de type « extraction iode ».

En conclusion, il apparaît que les situations sont très différentes, d'un point de vue architecture des systèmes de ventilation des bâtiments auxiliaires à risque de contamination, sur l'EPR et le parc actuellement en exploitation. En résumé :

- sur EPR, l'architecture d'ensemble est « centralisée » avec quasiment un seul système (DWN) en fonctionnement normal qui doit ainsi être capable de s'adapter, en particulier au niveau des variations de débit, aux différentes configurations rencontrées en fonctionnement normal ou accidentel. Des moyens de réglages, en particulier, des ventilateurs à vitesse variable, ont dû, de ce fait, être prévus à la conception,
- sur le parc actuellement en exploitation, la conception est, au contraire, de type « décentralisée » avec, à l'exception du BAN et BK N4 dont la ventilation a été regroupée dans un seul système DVN, un système de ventilation par bâtiment en fonctionnement normal et des changements de configurations très limités quasi exclusivement de type « tout ou rien ».

En conséquence, il faut considérer la mise en place du système de régulation de pression dans les bâtiments auxiliaires décrit ci-dessus comme directement liée à l'architecture « centralisée » de la conception de la ventilation sur EPR et non nécessaire rétroactivement sur le parc en exploitation.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**5.2.2 Cas de l'EEE****5.2.2.1 Parc en exploitation**

Sur les paliers P4, P'4 et N4, la « troisième barrière » (cf. § 4.2) est constituée par un ouvrage à double parois (la paroi interne étant en béton précontraint sans peau métallique d'étanchéité et la paroi externe en béton armé) avec radier. Ces deux parois définissent entre elles un espace appelé Espace Entre Enceintes (EEE), maintenu en dépression par le système de ventilation EDE pour collecter les fuites de l'enceinte interne et les filtrer avant rejet à l'extérieur.

Le dimensionnement du circuit EDE nécessite donc, en particulier, la connaissance des situations dans lesquelles l'EEE doit être maintenu en dépression et les taux de fuite à considérer à travers les deux parois de l'enceinte. Ces éléments sont donnés dans les « décrets d'autorisation de création » (DAC) des tranches sous la forme suivante :

« l'ensemble du circuit primaire sera placé dans une enceinte qui assurera le confinement des substances radioactives libérées, notamment en cas d'accident considéré comme plausible affectant le circuit primaire ou le réacteur proprement dit. (...) »

Dans les conditions de cet accident, le taux de fuite maximal de cette enceinte sera inférieur à 1,5 p. 100 par jour de la masse de gaz contenue dans cette enceinte. (...) »

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

Le taux de fuite de l'espace externe dans les situations considérées comme plausibles sera inférieur à 1 p. 100 par jour de la masse de gaz contenue dans le volume limité par le parement interne de l'enceinte externe ».

Ces exigences des DAC ont été appliquées comme décrit ci-dessous (référence [22]).

5.2.2.1.1 Dépression à maintenir dans l'EEE**5.2.2.1.1.1 Paliers P4 et P'4**

Sur les paliers P4 et P'4, on a retenu que la dépression devait contrebalancer les effets d'un vent de vitesse dite « normale » au sens des « Règles Neige et Vent » (RNV dans la suite) sachant que, d'après ces RNV, on appelle :

- « - vent d'une fréquence n ‰, le vent d'une vitesse qui est atteinte ou dépassée n jours sur 1000 pendant une période de 25 ans ; les données actuelles ne portant que sur 12 ans, c'est cette période qui a été retenue provisoirement,
- vitesse normale, la vitesse de pointe instantanée (pointe de rafale) qui n'est atteinte ou dépassée que 3 jours sur 1000, c'est-à-dire le vent de fréquence 3 ‰ d'après la définition ci-dessus »

Sur ces bases, et en considérant, pour couvrir l'ensemble des sites, une « région II » et un site dit « exposé » (au sens des RNV), on est amené à prendre en compte une vitesse de vent de 33,8 m/s (121,7 km/h), ce qui conduit aux valeurs suivantes de dépression à maintenir dans l'EEE (calcul selon les RNV) :

- 155 daPa pour le palier P4,
- 141 daPa pour le palier P'4.

Ces valeurs de dépression sont à maintenir dans le cas le plus défavorable qui est l'APRP de dimensionnement.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Remarque :

Pour être tout à fait complet, il faut préciser que les éléments ci-dessus correspondent au dimensionnement effectué à l'origine des tranches c'est-à-dire avec l'édition des RNV disponibles à l'époque soit les RNV 65 révisées 67 et 70, édition janvier 1978. Dans le cadre de l'AI-02-05 « agressions externes d'origine climatique (neige et vent) », l'impact de l'édition 2000 des RNV sur le dimensionnement de la dépression à maintenir dans l'EEE a été effectué (référence [23]). Les sites pour lesquels la dépression à maintenir est plus importante d'après les RNV 65 édition 2000 que celle calculée à l'origine sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Palier	Site	Dépression EEE à l'origine de la conception (RNV 65 édition 1978)	Dépression EEE selon RNV 65 édition 2000
P4	Paluel	155 daPa	160 daPa
	Flamanville	155 daPa	184 daPa
P'4	Penly	141 daPa	145 daPa

Dans la pratique, compte tenu des caractéristiques aérauliques des circuits EDE, ceci s'est traduit par la modification du seuil d'alarme de dépression basse dans l'EEE² sur Flamanville (référence [24]).

A noter l'arrivée des Eurocodes qui nécessitera peut être encore une remise à niveau.

5.2.2.1.1.2 Palier N4

Pour le palier N4, la référence [22] a examiné la pertinence des hypothèses retenues pour les paliers P4 et P'4 (voir paragraphe précédent). Cette analyse a montré que, du point de vue des conséquences radiologiques externes, la dépression retenue ne devait pas être trop forte car alors on se prémunit de vents très forts mais de très faible probabilité d'occurrence et de très faible durée, alors qu'on majore les rejets tout le reste du temps³. Il y a donc un compromis à trouver. L'étude propose de retenir un vent de probabilité d'occurrence 10⁻³ du temps. Dans la pratique, on obtient un vent de 22 m/s (79,2 km/h) correspondant à une dépression, calculée selon les principes des RNV, de 62 daPa.

Cette analyse a été jugée satisfaisante par l'IRSN (paragraphe 7.2 de la référence [25]).

5.2.2.1.2 Fuites des enceintes – débit EDE

La démarche retenue est identique sur les paliers P4, P'4 et N4. Elle est rappelée ci-dessous.

5.2.2.1.2.1 Débit de fuite de la paroi interne de l'enceinte

La valeur de ce débit est calculée en considérant, comme indiqué dans les DAC (cf. § 5.2.2.1), 1,5 % par jour de la masse de gaz (air et vapeur d'eau) contenue dans l'enceinte au pic de pression et température de l'APRP.

² Ce seuil d'alarme de dépression a pour but de pouvoir maintenir dans l'EEE en fonctionnement normal de la tranche (donc avec des fuites négligeables en provenance du BR) une dépression telle que la dépression calculée au § 3.2.2.1.1 serait assurée au cas où surviendrait un APRP (donc avec des fuites en provenance du BR qui vont tendre à augmenter la pression dans l'EEE).

³ Lorsqu'on augmente la valeur de la dépression, le débit de fuite de l'enceinte externe croît ce qui réduit le temps de séjour des fuites actives dans l'EEE.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

Remarque :

Aucune condensation de la vapeur d'eau dans l'EEE n'est prise en compte.

Les valeurs obtenues sont indiquées dans le tableau ci-après.

Palier	Taux de fuite de la paroi interne de l'enceinte (Nm ³ /h)
P4	150
P'4	138
N4	143

5.2.2.1.2.2 Débit de fuite de la paroi externe de l'enceinte

Pour des raisons de faisabilité industrielle, la valeur figurant dans les DAC, à savoir 1 % par jour de la masse de gaz contenue dans le volume limité par le parement interne de l'enceinte externe (cf. § 5.2.2.1), a été associée, non pas à la valeur de la dépression à maintenir (de 62 daPa à 155 daPa selon les paliers) mais à une valeur de dépression de 30 daPa. L'origine du choix de cette valeur de 30 daPa se trouve dans la référence [27]. Elle correspond à la prise en compte d'un vent de vitesse inférieure ou égale à 55 km/h dont la probabilité annuelle d'occurrence est d'environ 96 % (sur la base des relevés durant la période 1951 – 1960 à la station météorologique de Dieppe). Ce choix est jugé conforme à la demande formulée dans les DAC (et n'a d'ailleurs jamais été remis en cause par l'ASN ou l'IRSN).

Les valeurs obtenues sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Palier	Taux de fuite de la paroi externe de l'enceinte (Nm ³ /h)
P4	260 pour une dépression de 155 daPa
P'4	210 pour une dépression de 141 daPa
N4	100 pour une dépression de 62 daPa

5.2.2.1.2.3 Débit EDE

Le débit minimal du circuit EDE en situation d'APRP est la somme des débits en provenance de l'enceinte interne et de l'enceinte externe déterminés dans les deux paragraphes ci-dessus.

5.2.2.2 EPR

Les hypothèses de dimensionnement du circuit EDE sont données dans la référence [26] (au § 6.2.2).

5.2.2.2.1 Dépression dans l'EEE

Au cours d'un accident PCC-2 à PCC-4 ou RRC-A, la valeur minimum de la dépression à maintenir est de 62 daPa (valeur retenue sur N4, correspondant à un vent de 22 m/s).

Au cours d'un accident grave (RRC-B), la valeur minimum de dépression à maintenir est de 18,5 daPa. Elle correspond à la dépression induite par un vent de 12 m/s. La période de grâce (temps pendant lequel la dépression passe de sa valeur initiale à 18,5 daPa en cas d'arrêt de tous les ventilateurs) permet de retarder les rejets de substances radioactives ;

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

cependant, elle n'est pas prise en compte lors des calculs de conséquences radiologiques à l'extérieur.

En fonctionnement normal, l'EEE est maintenu à une dépression de 146 daPa (afin de garantir la dépression de 62 daPa à la fin de la période de grâce en cas de perte de l'alimentation électrique du système EDE).

5.2.2.2.2 Fuites des enceintes – débit EDE

Le débit de fuite maximal de l'enceinte interne est de 0,3 % par jour⁴ de la masse de gaz contenu dans le volume libre de l'enceinte interne à la pression absolue de dimensionnement (5,5 bar) et à la température de dimensionnement (170 °C).

Pour l'enceinte externe, pour dimensionner le circuit EDE, on considère un débit de fuite maximal égal à 0,7 % par jour du volume limité par le parement interne de l'enceinte externe pour une dépression de 62 daPa dans l'EEE.

Une valeur de débit EDE de découplage de 200 m³/h (cf. [26] §6.2.2) a été prise en compte dans le calcul des conséquences radiologiques à l'extérieur.

6. Conception du confinement dynamique interne

6.1 Prise en compte du risque de contamination atmosphérique

La conception du confinement dynamique interne, de part la définition de cette notion (cf. § 4.2), nécessite que soit, en premier lieu, défini un classement des locaux en fonction du risque de contamination atmosphérique.

Les principes retenus par EDF pour la définition de ce classement, sont explicités, en particulier, dans la référence [11], qui concerne le palier N4, et sont rappelés ci-dessous.

L'option dite « centrale propre » retenue par EDF et qui a pour objectif l'élimination, en fonctionnement normal des tranches, de toute contamination atmosphérique persistante supérieure à un seuil dont la valeur est très basse, a permis de ne pas prendre en compte quantitativement le risque de contamination atmosphérique dans la définition réglementaire de la zone contrôlée. Celle-ci (définition des zones dites verte, jaune, orange et rouge) est donc réalisée uniquement à partir du risque d'exposition externe (anciennement appelé risque d'irradiation).

Ce principe de « centrale propre » implique :

- de maintenir les locaux aussi propre que possible, en particulier suite à un incident ou un chantier. Les règles générales d'exploitation précisent des seuils de contamination non fixée en zone verte et en zone jaune qui ne doivent pas être dépassés ; la valeur correspondant à la zone jaune devant être considérée comme un maximum correspondant à des endroits difficilement accessibles, la valeur de référence restant celle de la zone verte,
- d'étudier, avant toute intervention conduisant à rompre la barrière normale de confinement, donc en particulier durant les opérations de maintenance en arrêt de tranche, des moyens complémentaires s'appuyant en général sur un processus de mise en dépression locale (méthode dite de « confinement dynamique des chantiers »)

⁴ L'enceinte interne EPR, à la différence des enceintes doubles du parc en exploitation, possède une peau métallique d'étanchéité.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Si l'option « centrale propre » visant à éviter ou à réduire toute contamination des locaux permet de ne pas prendre en compte les doses liées à la contamination atmosphérique dans la définition réglementaire de la zone contrôlée, cela ne veut pas dire qu'il n'en est pas tenu compte en tant que donnée de conception, en particulier pour la définition de la ventilation.

En particulier, suite aux activités d'un groupe de travail créé en 1985 par l'ASN (SCSIN⁵ à l'époque) et regroupant, également, des représentants de l'IRSN / DSR (IPSN / DAS⁶ à l'époque) et d'EDF, les locaux de la zone contrôlée ont été scindés, du point de vue du risque de contamination atmosphérique, en deux catégories principales :

- les locaux dits « à risque iode »,
- les autres locaux.

6.2 Notion de local dit « à risque iode »

6.2.1 Définition

Un local est dit à « risque iode » s'il répond à l'un des deux critères suivants (référence [18]) :

- soit il renferme des matériels pouvant contenir de l'iode sous forme gazeuse,
- soit il renferme des équipements contenant du liquide actif tel que les deux conditions suivantes sont vérifiées :
 - * l'activité spécifique de ce liquide est supérieure au centième de celle du fluide primaire,
 - * la température de ce liquide est supérieure à :
 - # 50 °C en fonctionnement normal (valeur portée, sans conséquence pratique à l'époque, à 60°C sur le palier N4⁷, et harmonisation à 60°C en VD3 sur le palier 1300 MWe).
 - # ou 100 °C en fonctionnement accidentel⁸.

6.2.2 Commentaires

6.2.2.1 Cas des bâtiments où l'ensemble des locaux d'un bâtiment est (ou peut être) extrait sur une filtration des iodes

Ce qui suit est extrait de la fiche réponse à l'ASN en référence [12], transmise par courrier en référence [13].

⁵ SCSIN : Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires

⁶ IPSN / DAS : Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire / Département d'Analyse de Sûreté

⁷ Plus précisément, l'ASN a accepté cette modification sans justification technique liée au facteur de partage liquide / gaz de l'iode en fonction de la température suite au GPR tenu le 10/03/1988 et consacré à « évaluation de la sûreté des tranches 1 et 2 de la centrale nucléaire de Chooz B, examen intermédiaire du rapport de sûreté » après démonstration par EDF que ceci ne conduisait pas, sur le BAN N4, à réduire la liste des locaux dits à « risque iode » par rapport au BAN P'4 (demande ASN en référence [14], réponse EDF par transmission de la note d'étude en référence [15]).

⁸ Ce cas figurait dans la définition d'origine. Il avait été plus ou moins omis dans les analyses ultérieures. L'IRSN a demandé formellement sa prise en compte lors du GPR Confinement REP 900 MWe de mars 2006. La prise en compte de ce cas sur EPR est en cours d'analyse au CNEN.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

La définition ci-dessus indique dans quelles conditions, en terme de données physico-chimiques, il existe un risque de libération d'iode gazeux dans l'atmosphère d'un local. De ce point de vue, elle est parfaitement adaptée à l'objectif recherché.

Par contre, lorsqu'on se pose la question de son application pratique, d'autres considérations, liées à la conception de la ventilation et de la filtration des bâtiments, doivent être intégrées à la réflexion. C'est le cas, en particulier, des bâtiments où l'ensemble des locaux sont (ou peuvent être) filtrés sur pièges à iodes avant rejet à l'extérieur.

En effet, la finalité pratique de la définition d'une liste de locaux dits à « risque iode » dans un bâtiment, c'est d'en assurer ensuite la filtration de l'air extrait sur piège à iodes avant rejet. C'est pourquoi, ainsi qu'indiqué dans la référence [18], l'intérêt de définir une liste de locaux dits à « risque iode » est apparu après la conception du « palier CP0 », dans le but de réduire le débit à traiter sur pièges à iodes (principalement dans le cas du BAN qui est le bâtiment possédant le plus grand débit de ventilation⁹). Cette réduction du débit traité sur pièges à iodes possède, en effet, les avantages suivants :

- réduction des déchets solides provenant de cette voie à enfûter,
- augmentation de l'efficacité de filtration des iodes (sous forme I₂ et ICH₃) en rendant technico-économiquement possible l'installation de réchauffeurs électriques en amont.

Corrélativement, lorsque l'ensemble des locaux d'un bâtiment est (ou peut être) extrait sur une filtration des iodes, la définition d'une liste de locaux dits à « risque iode » devient un exercice purement formel, sans intérêt technique, en terme de sûreté des populations vis-à-vis du niveau des rejets à l'extérieur de l'installation.

D'autre part, la ventilation doit toujours être conçue de façon à assurer un sens de transfert de l'air des locaux à risque de contamination atmosphérique le plus faible vers ceux où il est plus élevé.

En conclusion, dans le principe, on considère qu'il n'y pas lieu de définir une liste de locaux dits à « risque iode » lorsque l'ensemble des locaux du bâtiment est (ou peut être) filtré sur piège à iodes avec les débits de dimensionnement de la ventilation avant rejet à l'extérieur. Ceci concerne, en particulier, le BAN, le BK et le BW du « palier » CP0.

6.2.2.2 Cas des locaux des pompes de charge RCV

Le courrier ASN en référence [16] récapitule les demandes ASN et les réponses EDF apportées sur cette thématique. Il constitue donc en pratique la clôture du dossier.

Sur les paliers CP0 et CP1/2, les pompes de charge RCV assurent également la fonction ISHP 10 lors d'un APRP. **Ces locaux n'ont pas été classés à « risque iode » suite aux échanges, rappelés ci-dessous, entre EDF et l'ASN.**

En réponse (fiche réponse 83-28 transmise par courrier EDF / REP GRN/CB SU 3910¹¹) à la demande de l'ASN en référence [17], EDF a :

- précisé que, la température du fluide véhiculé par les pompes de charge RCV ne dépassant, en fonction ISHP, la valeur de 100°C que durant quelques minutes, il n'était pas nécessaire, à son avis, de classer les locaux les abritant à « risque iode »,

⁹ C'est pourquoi, à l'époque (GT de 1985 mentionné au § 6.1), la réflexion entre l'ASN, l'IRSN et EDF pour la définition des locaux dits à « risque iode » s'est limitée à ce bâtiment.

¹⁰ ISHP : Injection de Sécurité Haute Pression

¹¹ Malgré les recherches entreprises, le document n'a pu, à ce jour, être retrouvé au SEPTEN.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

- justifié de la non possibilité matérielle de l'installation d'une filtration iode de ces locaux soit par passage de leur ventilation sur l'extraction iode DVN existante, soit par création d'une file d'extraction sur pièges à iodes indépendante, propre à ces locaux.

Par télex (ASN SIN FAR N°10488/86 du 17/02/1986¹²), l'ASN a alors demandé à EDF d'étudier la possibilité d'installer des pièges à iodes sur le circuit de ventilation de secours des locaux des pompes de charges (système DVH). Par courrier (EDF / REAM E-SN/OS/ING – POUGET-ABADIE 63/86 du 26/03/1986¹²), EDF a démontré la non faisabilité de cette demande.

La fonction ISHP n'existant plus sur les paliers ultérieurs, la question du classement des locaux RCV ne s'est plus posée.

6.3 Classification pratique des locaux retenue par EDF

Pour affiner la démarche, la catégorie des locaux non à « risque iode » est ensuite subdivisée en deux groupes, liés à la nature des fluides et équipements des locaux, selon que le risque de contamination atmosphérique est estimé négligeable (on parle alors de locaux d'« indice 1 ») ou qu'il peut exister un risque, à un niveau très faible d'après ce qui précède, on parle alors de locaux d'« indice 2 ». Les locaux dits à « risque iode » sont alors dits d'« indice 3 ».

Pour l'EPR, la note en référence [51] définit un seuil quantitatif pour la détermination des locaux qui peuvent présenter un risque de contamination atmosphérique (hors locaux iode). Ce seuil est fixé à $3,7 \cdot 10^{-8}$ GBq/m³.

Au final, le risque d'irradiation étant représenté par les lettres A, B, C, D, E et le risque de contamination atmosphérique par les chiffres 1, 2 et 3, la subdivision pratique de la zone contrôlée est celle définie ci-dessous.

		<i>Risque d'irradiation (épaisseur des écrans de protection)</i>					
		Zone verte	Zone jaune		Zone orange	Zone rouge	
		A	B	C	D	E	
Débit d'équivalent de dose (mSv/h)		0,0075	0,025	0,2	2	100	
Risque de contamination atmosphérique (sens de transfert de l'air)	Locaux non à « risque iode »	Risque négligeable de contamination atmosphérique (indice 1)	A1	B1	C1	D1	E1
		Autres locaux (indice 2)	-	B2	C2	D2	E2
	Locaux dits à « risque iode » (indice 3)	-	B3	C3	D3	E3	
Accès du personnel		Permanent	Réglementé		Exceptionnel	Normalement interdit	

Classification pratique de la zone contrôlée retenue par EDF pour prendre en compte les risques d'irradiation et de contamination atmosphérique

¹² Malgré les recherches entreprises, le document n'a pu, à ce jour, être retrouvé au SEPTEN.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)Remarque :

Le tableau ci-dessus représente l'aboutissement des réflexions sur le sujet obtenu sur le palier N4 et reconduites sur l'EPR. Pour les paliers précédents, la catégorie des locaux non à « risque iode » a souvent été divisée en 3 groupes au lieu de 2 présentés ici. Compte tenu de la détermination purement qualitative de ces groupes, un classement binaire est apparu plus approprié.

A cet indice est associé un taux de renouvellement d'air minimal des locaux pour la protection contre le risque contamination atmosphérique¹³ qui est de :

- 1 pour les locaux d'indice 1,
- 2 pour les locaux d'indice 2,
- 4 pour les locaux d'indice 3 (locaux dits « à risque iode »).

La conception de la ventilation doit assurer un transfert d'air des locaux (ou groupes de locaux) d'indice 1 vers ceux d'indices plus élevés. L'atmosphère des locaux d'indice 3 doit pouvoir être filtré sur pièges à iodes.

6.4 Confinement des locaux dits « à risque iode »

Un long débat, résumé ci-dessous, a eu lieu, dans les années 1980, entre EDF et l'ASN (et son support technique) pour définir les critères à associer à la notion de transfert d'air depuis les locaux non à « risque iode » vers ceux à risque.

A l'origine, l'IRSN souhaitait la mise en œuvre d'une cascade de dépression (1 daPa, 2 daPa et 3 daPa) entre les locaux de risque de contamination atmosphérique croissant.

Début 1984, un groupe de travail piloté par l'ASN (déjà mentionné plus haut) fut créé pour examiner le cas du BAN CP1/2 alors en discussion. Il a rendu, en ce qui concerne le « confinement dynamique interne », les conclusions suivantes le 29/10/1985, tenant compte des résultats d'essais effectués durant cette période sur le BAN « pilote » de Gravelines 5/6 :

- critère de surveillance de 2 daPa et implantation de micromanomètres en limite des (seuls) locaux dits « à risque iode » pour des Essais Périodiques hebdomadaires,
- les centrales doivent, une fois par an, procéder à un examen détaillé des étanchéités statiques importantes pour assurer le maintien du confinement dynamique à un bon niveau.

Suite à la réunion du GPR tenue le 10 mai 1988, dans le cadre de l'examen intermédiaire du rapport préliminaire de sûreté du palier N4, et consacré, en particulier, à l'examen de la conception de la ventilation, la valeur de 2 daPa a été reconduite sur le BAN N4 (référence [14]).

A partir du moment où cette valeur de 2 daPa était adoptée sur les BAN CP1/2 et N4, paliers où la conception générale de la ventilation du BAN était très différente (de type soufflage / extraction dans les locaux CP1/2 et de type « par transfert » dans les locaux N4), elle ne pouvait que l'être sur les tranches P4/P'4 de conception « intermédiaire » (introduction du transfert) :

¹³ Le taux de renouvellement à retenir pour un local devant être la valeur majorante entre le taux ici indiqué et celui nécessaire pour l'évacuation de la puissance dégagée par les matériels qui y sont installés.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- lors de la réunion du GPR du 27 septembre 1988 concernant Paluel, la recommandation suivante a été émise : « le GP constate que la situation du confinement dynamique du BAN des tranches P4 et P'4 n'est pas homogène avec celles des paliers CP et N4 et recommande qu'EDF fasse des propositions pour remédier à cette situation »,
- cette homogénéité de traitement des paliers a été acceptée par EDF (courrier EDF/CNET à l'ASN CDN/EL 91-52 S-7894 du 12/08/1991¹⁴) suite à des essais réalisés sur les BAN Paluel 4, Golfech 1 et Penly 1.

Ceci montre que la valeur de 2 daPa n'a pas réellement valeur de critère technique. Il s'agit d'une valeur déterminée de manière empirique sur des BAN (donc, en particulier, sur un bâtiment disposant d'un soufflage et d'une extraction). On a retenu la valeur qui apparaissait comme accessible dans ce bâtiment.

Du point de vue technique, le critère physique à la base du confinement dynamique (origine CEA pour les REP français) a toujours été l'obtention d'une vitesse supérieure à 1 m/s¹⁵ pour s'affranchir d'une éventuelle rétrodiffusion de la contamination atmosphérique.

Dans le cas d'une ventilation par transfert, où le cheminement de la contamination potentielle est également celui de la ventilation des locaux, il est clair qu'une différence de pression de 1 daPa correspondra à une vitesse de l'air très supérieure à 1 m/s.

Dans le cas d'une ventilation par soufflage / extraction, le transfert potentiel de contamination s'effectuera de manière transverse à la circulation de l'air créée par la ventilation, au travers des inétanchéités entre les locaux de niveaux de contamination potentielle différents, et alors la différence de pression à maintenir pour obtenir la vitesse de 1 m/s dépend de la taille des défauts d'étanchéité considérés. Plus l'orifice est petit, plus son coefficient de perte de charge augmente, donc plus la différence de pression à établir aux bornes de cet orifice doit être grande pour obtenir la vitesse de 1 m/s recherchée (et, corrélativement, plus l'orifice est de faible diamètre, plus le débit sera faible). A titre d'illustration, pour un mur de 50 cm d'épaisseur, une vitesse de 1 m/s pour un ΔP de 2 daPa correspond à un trou de moins de 5 mm de diamètre, donc indécélable. C'est pourquoi EDF a vainement défendu un ΔP de quelques Pa (par exemple 1 m/s pour 2 Pa est obtenu avec un trou de 2 cm de diamètre environ donc décelable et rebouchable).

Cependant, la base non réellement technique de cette valeur de 2 daPa a été utilisée par EDF pour justifier, au cas par cas, des exceptions (voir référence [47]).

7. Conception de la filtration avant rejet à la cheminée

Avant d'être rejeté à la cheminée, l'air extrait de la zone contrôlée de l'installation est filtré de la manière suivante :

- des filtres THE (Très Haute Efficacité) ¹⁶ assurent systématiquement ¹⁷ la filtration des aérosols contenus dans l'air,

¹⁴ Malgré les recherches entreprises, le document n'a pu, à ce jour, être retrouvé au SEPTEN.

¹⁵ La vitesse de 1 m/s est la valeur typique. La fourchette des vitesses à prendre en compte a parfois varié entre 0,5 et 1,5 m/s en fonction des contaminants (1,5 m/s correspondant au tritium).

¹⁶ Ces filtres THE sont parfois appelés, de manière impropre et abusive, filtres absolus.

¹⁷ En pratique, il existe une exception à cette règle. Il s'agit des locaux des BAS P4/P'4/N4 qui ne comportent pas de filtration THE lorsque les matériels de sauvegarde ne sont pas en fonction. Le

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- des pièges à iodes assurent, en cas de nécessité, la filtration de l'iode sous forme moléculaire (I₂) ou organique (ICH₃).

7.1 Filtration THE

7.1.1 Conception

Elle est effectuée par des cellules de dimension standardisée 610 x 610 x 292 (en mm) ¹⁸ installés dans des caissons de filtration.

Chaque cellule comprend :

- un cadre métallique,
- un média filtrant, en fibre de verre, plissé en nappes, disposées en polyèdre à l'intérieur du cadre. Le plissage serré permet d'obtenir une surface importante de filtration sous un volume réduit,
- un lut dont le rôle est d'assurer l'étanchéité entre la matière filtrante et le cadre du filtre,
- un joint dont le rôle est d'assurer l'étanchéité entre la plate-forme support dans le caisson de filtration et les cellules de filtration.

Le débit maximum d'une cellule est d'environ 3400 m³/h.

Les spécifications de conception, fabrication et contrôles à respecter par cette filtration (caisson et cellules) sont décrits dans le CRT en référence [10].

Les filtres THE sont protégés d'un encrassement trop rapide (donc d'un remplacement trop fréquent) par la mise en place, en amont, de filtres à moyenne efficacité (dits « préfiltres ») classés a minima G3 ou G4 selon la norme EN 779. Les spécifications de conception, fabrication et contrôles à respecter par cette filtration sont décrits dans le CRT en référence [10]. En particulier, leur rendement gravimétrique moyen à la poussière synthétique doit être au moins de 85 %¹⁹.

Les files d'épuration sont équipées de registres de compensation du colmatage. Ces registres permettent à l'exploitant, en les ouvrant progressivement en compensation du colmatage des filtres, de maintenir une perte de charge de l'ensemble « caisson filtres + registre » sensiblement constante et de garantir ainsi la stabilité du débit extrait.

7.1.2 Contrôles en exploitation

7.1.2.1 Réglementation

L'arrêté du 31 décembre 1999 précise (article 11) : « *les installations doivent être conçues, entretenues et exploitées de façon à prévenir ou limiter, en cas d'accident, les rejets directs ou indirects d'effluents gazeux toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs* ».

L'arrêté du 7 octobre 1977 fixant la périodicité des contrôles effectués dans les INB et pris en application de l'article 24 du décret 75-306 du 28 avril 1975, précise, dans son article 1^{er} que « *les contrôles doivent être réalisés tous les ans pour les dispositifs de ventilation et de filtration* » sans en préciser les modalités.

démarrage de ces matériels conduit automatiquement au lignage sur une extraction avec filtration THE (et piège à iodes).

¹⁸ On utilise parfois également des « demi-cellules » de dimension 610 x 305 x 292 (mm).

¹⁹ Des mesures d'exploitation peuvent également permettre de protéger les filtres THE (gestion de l'empoussièrément des zones de travaux, nettoyage des gaines...)

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

En outre, les Décrets d'Autorisation de Création (DAC) précisent : « *le circuit de rejet à la cheminée sera muni de filtres à poussières ininflammables, de filtres à très haute efficacité et d'un dispositif de contrôle en continu de l'activité des rejets. L'efficacité de l'ensemble des filtres et des filtres à très haute efficacité fera l'objet de contrôles avant leur mise en service. Par la suite, il sera procédé à des contrôles périodiques* ».

7.1.2.2 Application pratique

La doctrine de contrôle en exploitation fait l'objet de la référence [35].

Cette doctrine, en prenant en compte le REX supplémentaire des 10 années précédentes d'exploitation (1993 à 2002), a permis de préciser les principes à retenir qui sont les suivants :

- maintien d'une périodicité des tests d'efficacité à 5 ans (avec une tolérance de ± 15 mois – soit ± 25 % -) avec ajout d'un « seuil de suivi renforcé » en terme d'efficacité, fixé à un coefficient d'épuration (CE) ²⁰ du caisson de filtration ²¹ de 2000 pour les filtres THE concernés par la sûreté au titre du confinement ²²,
- affichage d'une valeur de CE minimal attendue du caisson de filtration de 3000 après un remplacement des cellules filtrantes,
- affichage d'un critère de sûreté associé à une valeur de CE minimal du caisson de filtration de 1000 pour les filtres THE concernés par la sûreté au titre du confinement. Le franchissement de ce critère de sûreté implique le remplacement et la requalification de la filtration THE dans les délais imposés par les STE et la déclaration d'un EIS. Le non respect des délais imposés par les STE implique la déclaration d'un ESS.
- affichage d'un critère de remplacement (critère fonctionnel) associé à une valeur de CE minimal du caisson de filtration de 1000 pour les filtres THE non concernés par la sûreté au titre du confinement. Fixation, dans ce cas, d'un délai de 2 mois pour changer et requalifier la filtration (au lieu de 6 mois auparavant).

Remarque : cas particulier des pièges à iodes EVF (filtration en circuit fermé dans le BR)

Compte tenu de leur emplacement, la référence [35] demande de caler les contrôles des filtres THE (non de sûreté) sur un arrêt type VP situé au plus près de la périodicité quinquennale. Le contrôle simultané pièges à iodes + filtres THE est à privilégier.

Ce coefficient d'épuration est mesuré conformément à la norme NF X 44-011. Cette norme est la seule utilisée dans l'industrie nucléaire française pour les filtres THE car, en demandant une mesure massique au moyen d'un aérosol d'uranine, elle est pleinement représentative de la réduction de l'activité des rejets au travers de la filtration considérée.

En complément de ces tests d'efficacité, des tests de contrôle des pertes de charge aux bornes des caissons sont effectués avec la périodicité suivante :

- hebdomadaire pour les files en service permanent,

²⁰ Coefficient d'épuration (CE) : rapport entre les activités à l'entrée et à la sortie du caisson (couramment appelé, de manière impropre, efficacité de filtration).

²¹ C'est bien l'efficacité de filtration du caisson « complet » qui doit être vérifiée (et non celle des cellules) car c'est elle qui, en tenant compte des contournements des différentes cellules de filtration, agit réellement sur l'activité des rejets.

²² Voir liste dans la référence [35], il s'agit principalement des filtres appartenant à une file avec piège à iodes et des filtres de la ventilation de la salle de commande.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

- annuelle pour les files normalement contournées. Le contrôle doit, si possible, être réalisé lors du test annuel d'efficacité du piège à iodes avec une tolérance de ± 3 mois (± 25 %).

Les périodicités et critères des contrôles sont rappelés pour les systèmes de chaque palier en annexe 12.

7.2 Pièges à iodes

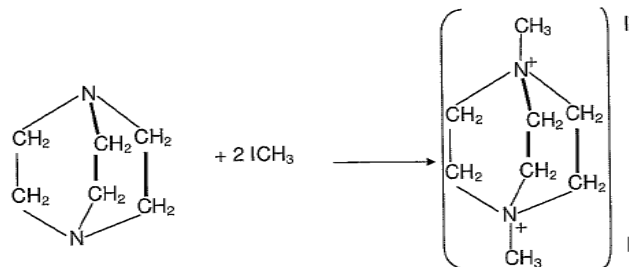
7.2.1 Conception

L'iode piégé par ces dispositifs se présente sous deux formes ²³:

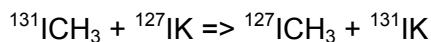
- l'iode moléculaire (I₂),
- l'iode organique (ICH₃) également appelé « iode pénétrant ».

Le matériau utilisé, du charbon « actif » (c'est-à-dire imprégné avec de l'iodure de potassium IK ou de la TEDA ²⁴) agit par (référence [29]) :

- adsorption physique (physisorption) à l'intérieur des pores du charbon actif, il s'agit d'un processus réversible lié aux forces de Van Der Waals,
- adsorption chimique (chimisorption), liaison chimique liée à la présence de l'imprégnant TEDA, selon la réaction suivante :



- ou échange isotopique lié à la présence de l'imprégnant IK :



C'est la présence de l'imprégnant (IK ou TEDA) qui permet la pérennité du piégeage de l'iode radioactif par le charbon actif.

La capacité d'adsorption des charbons actifs est de l'ordre de 1 mg d'iode par gramme de charbon actif.

Les spécifications de conception, fabrication et contrôles à respecter par cette filtration sont décrits dans le CRT en référence [10].

Les caractéristiques de piégeage dépendent, en particulier, de (référence [30]) :

- l'humidité relative (HR) de l'air qui traverse le piège :
de façon générale et un peu schématique, au-delà d'une valeur de 40 à 50 % HR, l'efficacité de filtration chute fortement avec l'augmentation de HR,
- le temps de séjour (τ définit ci-dessous) de l'air dans le charbon :

$$\tau = e / v$$

²³ L'iode sous forme d'aérosols est piégé par les filtres THE (cf. paragraphe précédent).

²⁴ TEDA : Triéthylènediamine (C₆H₁₂N₂)

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

- e : épaisseur du lit de charbon (5 cm pour les pièges en cellules, 10 cm pour les pièges rechargeables, voir plus bas),
- v : vitesse de passage de l'air calculée à partir du débit d'air dans le piège et de la surface utile du piège (donnée fournie par le constructeur qui ne doit pas être confondue avec la surface frontale géométrique du lit de charbon),

A partir de ce temps de séjour, on détermine l'indice de performance (K) par la relation :

$K = (\log CE) / \tau$ où CE désigne le coefficient d'épuration (voir paragraphe précédent)

Cette relation qui peut également s'écrire $CE = 10^{K(e/v)}$ montre alors, sous cette forme, la très grande influence (dans des sens opposés), toutes choses égales par ailleurs, de la vitesse de passage et de l'épaisseur du lit de charbon sur l'efficacité de piégeage.

En résumé, on a intérêt à augmenter l'épaisseur du lit de charbon et à diminuer la vitesse de passage de l'air pour augmenter l'efficacité de piégeage.

Remarque :

Ceci montre également que, pour être comparable d'un EP au suivant, la mesure d'efficacité d'un piège à iodes doit être effectuée, en particulier, avec le même débit. D'un point de vue pratique, ceci concerne principalement le circuit EDE qui est le seul circuit de ventilation dont le débit est susceptible d'importantes fluctuations.

Par ailleurs, l'efficacité de piégeage du charbon diminue dans le temps sous l'effet d'un vieillissement qui comporte deux composantes :

- le vieillissement dit statique qui est présent même si le piège n'est pas balayé par de l'air,
- le vieillissement dit dynamique qui apparaît lorsque le piège est balayé par un débit. Ce vieillissement est beaucoup plus rapide que le vieillissement statique.

La formulation suivante, issue de la référence [34], permet de lier des coefficients d'épuration pour des humidités relatives, des vitesses de passage et des vieillissements différents :

$$CE[HR_2, V_2, t_2] = 10^{\frac{40 - HR_2}{20}} \cdot 10^F$$

Avec : $F = \log(CE[40\%, V_1, t_1]) \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot 10^{-5,633 \cdot 10^{-3} \cdot (t_2 - t_1)}$

HR₁, HR₂ : humidité relative dans le piège (%)

V₁, V₂ : vitesse de passage (m/s)

t₁, t₂ : temps (mois)

Nota : cette formulation ne tient pas compte du vieillissement dynamique, mais uniquement du vieillissement statique. La formulation suivante permet d'estimer l'impact du vieillissement statique et dynamique (cf. [29] et [33]) :

$$\log CE_2 = \log CE_1 - (5 \cdot 10^{-7} \cdot Q/V + 1.3 \cdot 10^{-3}) \cdot T$$

Avec : CE₁ : coefficient d'épuration initial

CE₂ : coefficient d'épuration final

Q : débit moyen (m³/h)

V : volume de charbon dans le piège (m³)

T : période (semaines)

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

La prise en compte des éléments ci-dessus a permis d'améliorer la conception des pièges à iodes du CP0 aux paliers ultérieurs. Les améliorations listées ci-dessous ont été apportées.

A partir du palier CP1/2 :

- la vitesse de passage a été limitée à 25 cm/s (sur CP0 la vitesse peut atteindre jusqu'à 38 cm/s),
- des réchauffeurs électriques ont été systématiquement ²⁵ installés en amont des pièges à iodes de façon à en améliorer l'efficacité de filtration en limitant l'humidité relative en entrée du piège à la valeur de 40 %. Ceci a conduit à l'introduction de la notion de locaux dits « à risque iode » (cf. § 6.2).
- un contournement des pièges à iodes a été installé pour en limiter le vieillissement dynamique (à l'exception également du TEG « aéré » du CP1/2) ²⁶.

A partir du palier P4, la technologie a été changée. Les pièges à iodes sont, sauf exception, du type rechargeable au lieu du type « à cellules » sur CP0 et CP1/2 ²⁷. L'avantage de cette technologie est une épaisseur de charbon augmentée à 10 cm (au lieu de 5 cm précédemment) et une diminution importante du risque de contournement des lits de charbon par rapport à la conception antérieure (cellules à l'intérieur d'un caisson de filtration).

Ces pièges à iodes sont déchargés et rechargés à l'aide d'une machine pneumatique spécialement conçue pour éviter toute dissémination de charbon dans l'atmosphère des locaux. Ce sont des problèmes d'accessibilité de cette machine qui sont à l'origine du maintien, dans quelques cas, de pièges à iodes du type « à cellules » (par exemple : DVC ²⁸ ou DVQ).

Remarque 1 : utilisation d'échantillons témoins de charbon actif

Au début des années 1980, une action a été menée en collaboration entre le CEA (qui, à l'époque, réalisait les essais sur site des pièges à iodes) et le SEPTEN pour développer une méthode originale de suivi dans le temps de l'efficacité de filtration des pièges à iodes basée sur l'utilisation d'échantillons témoin de charbon actif installés dans des conteneurs fixés sur les pièges de type rechargeable (cf. référence [30]).

L'idée était de tester, chaque année, en laboratoire, un des échantillons de charbon actif au lieu d'avoir à effectuer le test in-situ du caisson complet.

Cette action n'a pas abouti pour les raisons suivantes :

- *représentativité du charbon des échantillons par rapport à celui du piège (tassement différent en particulier),*

²⁵ A l'exception des pièges à iodes, de faible débit, du TEG « aéré » du palier CP1/2.

²⁶ Un tel contournement a pu être installé rétroactivement sur la ventilation du BAN de Bugey mais pas sur celle du BAN de Fessenheim.

²⁷ Sur CP0 et CP1/2, les pièges à iodes sont constitués de cellules de dimension standardisée identique à celle des cellules THE (610 x 610 x 292 mm, exceptionnellement des « demi-cellules » de 610 x 305 x 292 mm) installés dans des caissons filtrants. L'épaisseur du lit de charbon de ces cellules est de 5 cm.

²⁸ Dans le cas des pièges à iodes de DVC (ventilation de la salle de commande), dont le rôle est la protection du personnel vis-à-vis d'une contamination provenant de l'atmosphère extérieure, l'efficacité a été systématiquement (tous paliers) augmentée en installant 2 cellules en série (10 cm d'épaisseur de filtration)

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- *transposition de la mesure d'efficacité effectuée sur l'échantillon témoin à celle du caisson complet qui est la seule représentative pour la sûreté (prise en compte de la perte d'efficacité due au contournement de la filtration iode – fermé dans cette situation - en particulier).*

Remarque 2 : supports minéraux (« zéolithes »)

Certains exploitants, du fait de l'impossibilité d'utiliser des charbons actifs pour piéger les iodes, se sont tournés vers d'autres technologies à base de supports minéraux (par exemple, à la Hague²⁹, les vapeurs nitreuses émises par le procédé sont incompatibles avec les charbons actifs).

Les supports minéraux imprégnés à l'argent présentent les caractéristiques principales suivantes :

- *CE de l'ordre de 100,*
- *dégradation du CE lorsque l'humidité relative augmente,*
- *retour d'expérience pour des températures des gaz comprises entre 100 et 150°C (peu de REX en dessous de cette plage de température),*
- *capacité d'absorption très importante (de l'ordre de 80 mg/g à comparer à 1 mg/g environ pour les charbons actifs),*
- *dimensionnement semblable à celui des pièges à charbon rechargeables sur les REP EDF.*

Ces technologies pourraient présenter un intérêt pour les REP en complément des charbons actifs pour les systèmes devant rester disponibles en présence de gaz à température limite pour les charbons (ex. EDE en accident grave long terme).

Nota : d'autres solutions, de type filtration sur membranes, sont en phase d'étude préliminaire pour séparer, en particulier, les gaz rares (cette technique est potentiellement également capable de séparer les iodes gazeux I₂ et ICH₃).

7.2.2 Contrôles en exploitation

La doctrine de contrôle en exploitation (référence [31]) distingue les pièges à iodes ayant une exigence de sûreté selon les rapports de sûreté, de ceux pour lesquels ce n'est pas le cas.

7.2.2.1 Pièges à iodes ayant une exigence de sûreté selon les rapports de sûreté

Paliers ou CNPE	Systèmes	Critères de remplacement	Critères de sûreté
CP1/2	DVK - DVW	CE < 300	CE ≥ 100
P4 - P'4 - N4	DVK - DVS - EDE	CE < 300	CE ≥ 100
CP1/2	DVN - ETY - TEG	CE < 100	CE ≥ 10
P4 - P'4 - N4	DVN - DVQ - ETY	CE < 100	CE ≥ 10
Tous paliers	DVC ou DCC (salle de commande)	Aucun (remplacé tous les ans)	Tf < 0,05 % (étanchéité)

²⁹ A la Hague, compte-tenu du refroidissement antérieurement opéré sur les éléments combustibles, le traitement concerne I129. Cependant, il s'appliquerait de la même façon à I131 qui est l'isotope le plus contributeur des conséquences radiologiques sur les REP.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

Fessenheim	DVN (BK)	CE < 20 (ramené à HR = 90 %)	CE ≥ 10 (ramené à HR = 90 %)
Fessenheim	DVN (locaux périphériques)	CE < 25 (ramené à HR = 90 %)	CE ≥ 10 (ramené à HR = 90 %)
Fessenheim	DVN (BAN)	CE < 40 (ramené à HR = 90 %)	CE ≥ 10 (ramené à HR = 90 %)
Bugey	DVNd (BK)	CE < 15 (ramené à HR = 90 %)	CE ≥ 10 (ramené à HR = 90 %)
Bugey	DVNe (locaux périphériques)	CE < 15 (ramené à HR = 90 %)	CE ≥ 10 (ramené à HR = 90 %)
Bugey	DVNa (BAN) sauf 20 FI	CE < 15 (ramené à HR = 90 %)	CE ≥ 10 (ramené à HR = 90 %)

Commentaires

a) Test d'efficacité de filtration

Ce test est effectué conformément à la norme NF M62-206. Il consiste à injecter un traceur gazeux iodé sous forme d'iodure de méthyle radioactif (¹³¹ICH₃) en amont du piège à contrôler et à effectuer simultanément un prélèvement en amont et en aval du piège au moyen de dispositifs appropriés. La mesure des quantités d'activité de ces deux prélèvements permet alors de déterminer le coefficient d'épuration. Conformément à la réglementation (cf. § 7.2.1), ces contrôles sont annuels³⁰.

b) Cas des circuits où seul un test d'étanchéité (et non d'efficacité) est effectué

L'OPRI³¹ ayant demandé en 1993 de ne plus utiliser de traceur radioactif pour les contrôles d'efficacité des pièges à iodes des circuits non raccordés à la cheminée (au nom du respect d'un point de rejet et de contrôle unique des effluents radioactifs qui est la cheminée du BAN), une procédure particulière a été développée par EDF R&D (en liaison avec le SEPTEN) et acceptée par l'ASN sous réserve que ces pièges soient remplacés et contrôlés tous les ans ou après chaque utilisation.

Le contrôle d'étanchéité consiste à injecter un traceur non radioactif gazeux (iodure de méthyle à l'origine remplacé ensuite par le cyclohexane) en amont du piège à iodes et à effectuer simultanément un prélèvement en amont et en aval au moyen de dispositifs appropriés.

Le taux de fuite du piège à iodes (Tf) est défini comme le rapport de la masse de traceur émergent (m) à la masse de traceur incident (M) ramené en % : Tf (en %) = (m / M) 100.

c) Transposition de la mesure du CE à HR = 90 %

Pour une vitesse de l'air supposée constante v (en cm / s), on calcule le coefficient d'épuration CE₉₀ correspondant à une humidité relative de 90% (HR₉₀), à partir du coefficient CE mesuré sous l'humidité relative HR, en utilisant la formule suivante :

$$\log CE_{90} = (a_2 / a_1) v^{(b_2 - b_1)} \log CE$$

Avec $a_1 = 11,28 - 0,1014 HR$, $a_2 = 11,28 - 0,1014 HR_{90}$,

$$b_1 = 2,835 \cdot 10^{-3} HR^{1,1}, b_2 = 2,835 \cdot 10^{-3} HR_{90}^{1,1}.$$

³⁰ Sauf dans le cas des contrôles d'efficacité des pièges à iodes des circuits DVN de Fessenheim et DVNe de Bugey pour lesquels, en raison de leurs conditions d'exploitation et du REX, cette périodicité est fixée à 6 mois.

³¹ OPRI : ancien organisme central (Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants) dont les missions sont maintenant assurées par l'ASN.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Cette formule, dont les coefficients a_1 et a_2 ont été déterminés expérimentalement est valable pour deux humidités HR_1 et HR_2 quelconques. *Nota : son origine n'est pas connue (certainement CEA).*

d) Incertitude de la mesure du CE

La note en référence [32] donne une expression littérale du coefficient d'épuration d'un piège à iode et, à partir de celle-ci, définit l'incertitude de mesure du CE selon la norme NF M62-206. Ainsi définie, la prise en compte de cette incertitude sera prochainement intégrée à la méthodologie de mesure mise en œuvre sur les sites.

7.2.2.2 Pièges à iodes n'ayant pas d'exigence de sûreté selon les rapports de sûreté

Paliers ou CNPE	Systèmes	Critères de remplacement
Bugey	DVNa 20 FI (local ventilation sorbonnes REN)	CE < 10 (ramené à HR = 90 %)
Tous paliers sauf CP0	EVF	CE < 100 (efficacité) ou Tf < 0,05 % (étanchéité)
CP0	EVF	CE < 10 (ramené à HR = 90 %) ou Tf < 0,05 % (étanchéité)
Tous paliers	Bâtiment de sécurité (DVU, DVI)	Tf < 0,05 % (étanchéité)

Les périodicités et critères des contrôles sont rappelés pour les systèmes de chaque palier en annexe 13.

8. Prise en compte des agressions externes de type climatiques

On s'intéresse, dans ce paragraphe, aux agressions externes suivantes, susceptibles d'impacter les systèmes de ventilation :

- « grands froids »,
- canicule. Initialement, et encore parfois actuellement, on parlait de « grands chauds » et non de « canicule ». Les deux expressions sont à considérer comme équivalentes,
- projectiles générés par un vent « extrême ».

A l'heure actuelle, sur le parc en exploitation et sur l'EPR, la prise en compte de l'effet des tornades n'est pas retenue.

8.1 Prise en compte des « grands froids »

8.1.1 Parc en exploitation

La doctrine en la matière est définie dans le document ENSN870087 (référence [36]) :

- à l'indice F pour les paliers CP0, CPY, P4 et P'4,
- à l'indice D pour le palier N4 : les études relatives à la résistance aux « grands froids » des bâtiments et des équipements ont été réalisées à la conception du palier N4 conformément au référentiel ENSN870087 à l'indice D.

Pour les paliers CP0, CPY, P4 et P'4, il s'agit d'une démarche de vérification de la capacité des tranches à faire face à une situation de « grands froids ». Pour le palier N4, les « grands froids » ont été pris en compte à la conception.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

8.1.1.1 Températures de l'air

On définit 3 valeurs caractéristiques de température :

- la température minimale « longue durée » : température minimale observée pendant plus de 7 jours consécutifs avec une durée de retour de 50 ans,
- la température minimale « courte durée » : température minimale moyenne sur 24 heures ayant une durée de retour de 100 ans,
- la température minimale « instantanée » : température minimale instantanée (ou trihoraire si on ne dispose pas de la précédente avec un degré de confiance suffisant) ayant une durée de retour de 100 ans.

Le recensement de ces valeurs est effectué pour tous les sites. A partir de ces 3 valeurs formant le spectre vraisemblable du site, on établit un spectre de dimensionnement en incluant une marge de -4 à -5 °C pour les températures « courte durée » et « instantanée ».

On obtient alors les températures « palier » définies dans le tableau ci-dessous.

Palier ou centrale	Température « longue durée »	Température « courte durée »	Température « instantanée »
Fessenheim	- 15 °C	- 26 °C	- 32 °C
Bugey	- 15 °C	- 28 °C	- 32 °C
CP1/2	- 15 °C	- 22 °C	- 28 °C
P4 ⁽¹⁾	- 15 °C	- 20 °C	- 26 °C
P'4	- 15 °C	- 27 °C	- 33 °C
N4	- 15 °C	- 25 °C	- 32 °C

(1) : Saint-Alban non compris, pour Saint-Alban, la vérification est faite avec les valeurs P'4

La définition de ces valeurs « palier » permet de limiter le nombre de cas de calcul lors des études d'ingénierie. Toutefois, il est parfaitement admissible d'utiliser les températures « courte durée » de site et « instantanée » de site au lieu des températures « courte durée » palier et « instantanée » palier (tout en conservant les mêmes durées et la marge de -4 à -5 °C).

8.1.1.2 Règles de dimensionnement / vérification vis-à-vis du froid

L'utilisation de ces 3 températures est alors la suivante :

- la température « longue durée » (-15 °C pour tous les paliers, valeur du dimensionnement d'origine) est utilisée pour le dimensionnement de base au froid des bâtiments et des systèmes de conditionnement des locaux de façon à maintenir des conditions d'exploitation dans les locaux. Les circuits de chauffage et de ventilation ou de conditionnement sont dans leur configuration normale de fonctionnement. Ce régime est supposé pouvoir durer indéfiniment.

Pour un dimensionnement ou une vérification aux « grands froids », on utilise la température longue durée en tenant compte du vent (4m/s pour l'ensemble des sites, hormis Cattenom où l'on prendra 7m/s) et du MDTE (6 heures).

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- la température « courte durée » est utilisée pour dimensionner ou vérifier que les locaux restent maintenus à une température permettant de garantir la disponibilité (ou la non détérioration) des matériels retenus dans la démonstration de sûreté. Cette situation peut être obtenue en mettant les circuits de ventilation ou de conditionnement en configuration particulière. La sûreté de l'installation est assurée et l'ensemble des systèmes classés de sûreté et certains IPS-NC restent disponibles ; la tranche est alors en mesure de faire face à toute situation incidentelle ou accidentelle, ou H1 ou H3.

Pour un calcul en transitoire, on se limite à 7 jours avec la prise en compte du MDTE (6 heures). Il y a lieu de considérer des conditions initiales réalistes précédant cette période « courte durée ». Pour cela, la valeur utilisée est prise égale à la température minimale moyenne sur 30 jours avec une durée de retour de 2 ans.

Pour des raisons de simplification, les calculs peuvent être faits en régime permanent, ce qui introduit un conservatisme supplémentaire.

- pour les matériels très sensibles à des températures basses du fait de leur faible inertie thermique et de leur situation exposée, leur protection et le traçage éventuel doivent être définis pour faire face à la température minimale « instantanée ». La notion de « faible inertie thermique » s'apprécie par rapport à une onde de froid journalière soit une inertie de quelques heures (environ 6 heures). Il s'agit là, pour l'essentiel, de matériels soumis à des conditions extérieures à des locaux fermés (notamment capteurs extérieurs). Si ces matériels sont nécessaires pour le retour en arrêt ou la maîtrise d'incidents ou accidents leur protection doit être assurée en tenant compte de la perte des sources extérieures.

La vérification et le dimensionnement s'effectuent en utilisant la température « instantanée » pendant 6 heures et en prenant en compte le MDTE (6 heures). Les conditions initiales précédant la période sont les mêmes que celles utilisées avec la température « courte durée » (cf. ci-dessus).

La vérification des matériels extérieurs calorifugés s'effectue avec la température « courte durée » (car en pratique, dès qu'un matériel, y compris un capteur, est correctement calorifugé, il n'est plus sensible à des températures basses de durée très limitée puisque le calorifuge recrée une inertie thermique).

8.1.2 EPR

La doctrine en la matière est définie au paragraphe 9.4.1 de la référence [26].

Compte tenu de la tendance annoncée d'un réchauffement climatique durant le XXI^{ème} siècle, il n'a pas été retenu sur l'EPR, contrairement à ce qui a été fait pour la canicule (cf. plus bas), de dimensionner l'installation à une température « très basse ».

La démarche retenue est similaire à celle appliquée sur le parc en exploitation. Pour le dimensionnement, on retient les trois valeurs caractéristiques suivantes ³² :

- dimensionnement de base à une température de - 15 °C,
- dimensionnement « grand froid » (régime dit de longue durée) à une température de - 15°C en permanent + vent + MDTE,
- dimensionnement « grand froid » (régime dit de courte durée) à une température de - 25 °C pendant 7 jours + MDTE,
- dimensionnement « grand froid » (régime dit instantané) à une température de - 35 °C pendant 6 heures + MDTE.

³² La définition des températures est la même que pour le parc en exploitation (cf. plus haut)

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Dans tous les cas, l'humidité relative associée est de 100 %.

Le MDTE retenu est de 24 heures au lieu de 6 heures sur le parc en exploitation.

8.2 Prise en compte de la canicule

Initialement, le dimensionnement des circuits de ventilation de l'îlot nucléaire a été effectué d'après la méthodologie du guide de chauffage ventilation et conditionnement d'air publié par l'association des ingénieurs de chauffage et de ventilation de France (AICVF édition 1977).

Cette méthodologie utilisant des températures de la période 1926-1935 est la suivante. Pour un lieu donné, on relève la température moyenne maximum à 13 heures la plus élevée de l'un des mois de juillet ou d'août. Pour déterminer la température sèche maximale de base, on multiplie la moyenne mensuelle des maxima par un coefficient tel que le chiffre obtenu ne soit dépassé que quelques heures par an.

Les valeurs retenues pour l'îlot nucléaire supposent que des sites situés dans les quelques départements les plus chauds de France sont exclus.

La canicule de 2003 a amené EDF à revoir les températures initialement retenues (températures de 30°C à 35°C en permanent) et créer les référentiels « grands chauds ».

8.2.1 Parc en exploitation

Les principes à retenir sont définis dans les « référentiels de sûreté » en référence [37] à [40].

Pour le parc en exploitation, il s'agit d'une démarche de vérification de la capacité des tranches à faire face à une situation caniculaire.

8.2.1.1 Températures et humidités relatives de l'air

Les températures de vérification ont été déterminées à partir d'une extrapolation des tendances observées sur les extrêmes « chauds » des 30 dernières années. Les incertitudes relativement importantes (notamment pour l'eau) nécessiteront un réexamen périodique (au moins tous les 10 ans) de la validité des pronostics en fonction de l'évolution constatée ou des progrès dans la connaissance du changement climatique.

Les étés 1976, 1998, 2002, 2003 et 2006 et les tendances observées sur les 30 dernières années ont conduit à prendre en compte dans le référentiel « canicule »³³ des températures en période chaude :

- plus élevées que celles initialement considérées,
- concernant en revanche, des durées plus limitées (initialement, aucune limite de durée n'y était associée).

Trois régimes, associés à des exigences décroissantes, sont définis pour la température de l'air :

- **Un régime établi « longue durée »** qui se substitue, pour les vérifications, aux températures d'été prises en compte au dimensionnement. Cette température d'air extérieur est évaluée comme une température dont l'espérance de dépassement en 2030, compte tenu des tendances et de la longueur moyenne des épisodes chauds est inférieure à 7,3 jours (2 % de 365 jours). En fait, cette température est choisie pour être dépassée rarement plus de 7 jours calendaires par an, la probabilité que cette

³³ Initialement on parlait de « grands chauds » et non de « canicule ». Les deux expressions sont à considérées comme équivalentes

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

température soit dépassée plus de 7 jours calendaires par an vers 2030 étant seulement de 10 % environ,

- **un régime exceptionnel « instantané »** appliqué pendant 12 h aux matériels sensibles du fait de leur situation exposée. Cette température correspond à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la température maximale « instantanée » (basée sur des valeurs tri-horaire) ayant une durée de retour de 30 ans, en tenant compte des tendances récentes observées dans les extrêmes chauds,
- **un régime exceptionnel « courte durée »** caractérisé par un profil enveloppe des variations de la température de l'air sur 24 h lors d'un épisode caniculaire. Il concerne les matériels situés dans des locaux afin de prendre en compte leur inertie thermique et est appliqué de manière conservatrice pendant 14 jours. La courbe passe par la température maximale « instantanée » définie ci-dessus, et par le minimum quotidien de température. Elle est enveloppe d'une journée caniculaire.

Cette courbe représentative est définie par l'équation suivante :

$$T(t) = T_{\min} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \sin \left[2\pi \frac{t-3}{24} - \frac{\pi}{2} \right],$$

(T représentant la température en °C et t le temps en heures).

En ce qui concerne l'humidité relative de l'air, elle peut être pénalisante, notamment pour le phénomène de condensation qu'elle induit, pour le fonctionnement de certains matériels (batteries froides et pièges à iode par exemple) et, en particulier, des matériels électriques (c'est cet objectif que vise le RCCE).

Le RCCE préconise pour les matériels des humidités relatives maximales allant jusqu'à 100 % en zones extérieures ou abritées et jusqu'à 70 % pour les locaux chauffés et ventilés et pour les locaux chauffés et / ou réfrigérés. En période chaude, ces limites sont loin d'être atteintes.

En effet, l'humidité relative et la température sèche évoluent en sens inverse pour les conditions climatiques de la France.

Par ailleurs, l'humidité relative peut avoir un impact fort sur l'efficacité des modes de refroidissement humide (par exemple les aéroréfrigérants mais aussi la brumisation). Cette efficacité dépend en grande partie du couple (température de l'air, humidité relative) synthétisé par la température dite humide (en ajoutant la pression atmosphérique).

De même, l'humidité relative peut avoir une incidence sur le dimensionnement de groupes froids tels que ceux mis en place dès l'été 2004 (impact sur le dimensionnement des réchauffeurs, donc sur l'alimentation électrique et les diesels associés) ainsi que sur l'efficacité des batteries froides déjà en place.

Enfin il faut noter que les humidités relatives pour les températures de dimensionnement n'ont pas été remises en cause à l'été 2003 ni à l'été 2006 (été sec).

Il a été retenu, en définitive, pour déterminer la valeur de l'humidité relative à associer aux températures définies ci-dessus, de procéder de la manière suivante :

- on considère comme « point de départ » quel que soit le type de site (bord de mer ou rivière) les couples suivants :

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- * (32°C, 40 %) qui correspond à un rapport de mélange exprimé en g d'eau par kg d'air sec de $w = 11,9 \text{ g/kg}$ arrondi à 12 g/kg pour : Fessenheim, Bugey, CPY, P4 et N4,
 - * (32°C, 45 %) qui correspond à un rapport de mélange exprimé en g d'eau par kg d'air sec de $w = 13,4 \text{ g/kg}$ (valeur de dimensionnement) pour P'4. Si cette valeur conduit à des problèmes en pratique (surdimensionnement des parades à mettre en œuvre), possibilité de retenir également le couple ci-dessus.
- pour déterminer l'humidité relative pour d'autres températures, on suppose que l'humidité absolue reste constante à partir du « point de départ » défini ci-dessus.

Les températures et humidités relatives à retenir pour les différents sites sont indiquées en annexe 1.

Ces couples (température, humidité relative) ont été déterminés pour chaque site, mais rien n'empêche, pour limiter le volume des études, de considérer des conditions enveloppes permettant de traiter un palier avec une seule série de calcul.

8.2.1.2 Températures de la source froide

Pour l'étude des effets d'une situation caniculaire sur le conditionnement des locaux, il faut également prendre en compte l'influence de cette situation sur la source froide.

Les températures d'air et d'eau sont généralement corrélées. Ainsi, lorsque la période de canicule s'installe dans la durée, on observe une augmentation des températures de la source froide, en particulier pour les sites situés sur des fleuves.

Dans les référentiels « canicule » du parc en exploitation, deux températures sont définies pour la source froide :

- **température « longue durée »** qui correspond au seuil rarement dépassé plus de 7 jours calendaires par an. Elle est utilisée pour vérifier les cas hors canicule,
- **température « exceptionnelle »** qui correspond à une estimation de la borne supérieure de l'intervalle de confiance à environ 70 % de la température maximale « exceptionnelle instantanée » ayant une durée de retour 30 ans. Elle est utilisée pour les cas en canicule.

Les valeurs retenues sur les différents sites sont indiquées en annexe 2.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

8.2.1.3 Vérifications à effectuer

Les vérifications à effectuer en ce qui concerne la ventilation des locaux sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	Vérification de base	Régime établi « longue durée »	Régime exceptionnel « courte durée » Pour les matériels situés dans des bâtiments		Régime exceptionnel « instantané » Matériels extérieurs ou en prise directe avec l'air extérieur	
Température de l'air	Température « longue durée »	Température « longue durée »	Profil de température représentatif d'une journée caniculaire		Température « instantanée »	
Température de la source froide	Température « longue durée »	Température « exceptionnelle »				
Couples température-durée	En permanent	Tlongue durée en permanent + MDTE de site (6 heures)	Profil de température pendant 14 jours hors MDTE	Profil de température pendant 14 jours + MDTE de site (6 heures)	T inst pendant 12 heures hors MDTE	T inst Pendant 12 heures + MDTE de site (6 heures)
Matériels nécessaires au titre du repli suite à MDTE et pour limiter les conséquences radiologiques	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible
Autres matériels à vérifier au titre du cas de charge	Disponible	Disponible	Disponible	Non détérioré	Disponible	Non détérioré
Autres matériels³⁴ IPS	Disponible	Non détérioré	Non détérioré	Non détérioré	Non détérioré	Non détérioré
	Fonctionnement normal	Canicule				

Remarque :

Les vérifications demandées dans la deuxième colonne (vérification de base) concernent l'ensemble des matériels IPS dès lors que la température « longue durée » est supérieure à la température de conception initiale. « Hors canicule » les règles d'étude à prendre en compte sont les règles « classiques » de dimensionnement.

Le MDTE en canicule auquel il est fait référence dans le tableau est un MDTE fonctionnel de site de 6 h lié à la canicule.

³⁴ Les matériels concernés sont tous les matériels IPS (non classés) non requis en canicule.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Si des renforcements de performances des ventilations étaient éventuellement nécessaires pour faire face à la température longue durée, ils auraient les mêmes exigences (secours électrique et classement sismique) que les ventilations ainsi renforcées.

Pour les ventilations non secourues la vérification que les conditions d'ambiance dans les locaux restent compatibles avec le bon fonctionnement des matériels en cas de MDTE est théoriquement nécessaire pour les sites pour lesquels la température longue durée diffère de plus de 2°C des températures initiales de dimensionnement.

8.2.1.4 Impact majeur de la prise en compte des nouveaux référentiels grands chauds sur les systèmes de ventilation

Paliers CP0 et CPY :

Concernant les paliers CP0 Fessenheim, Bugey et CPY, les synthèses des études thermiques « air » font respectivement l'objet des références [43], [44], [45]. Sont rappelées ci-après les principales conclusions de ces études :

a. BR : pas d'impact sur la disponibilité des matériels IPS situés à l'intérieur du BR,

b. Pour les autres bâtiments de l'îlot nucléaire :

- tous les actionneurs associés aux systèmes de sauvegarde restent disponibles, hormis :
 - CP0 Bugey : motopompes ASG et pompes EAS eau brute,
 - CPY : pompes RCV,
- la majeure partie des matériels des autres systèmes IPS reste disponible (hormis pour le BL sur Bugey),
- des modifications ou des études complémentaires sont nécessaires pour divers matériels, en particulier pour (détails dans les références [43], [44], [45]) :
 - CP0 : auxiliaires du groupe électrogène (BD), équipements utilisés pour la manutention combustible (BK), divers équipements électriques (BL), certaines chaînes de mesure d'activité et tableaux électriques (BAN),
 - CPY : auxiliaires du groupe électrogène (BD), chaînes KRT dans les casemates vapeur

Les éventuelles modifications nécessaires ne sont pas définies actuellement (amélioration des performances du système de ventilation, mise en place de dispositifs de réfrigération en local, mise en place de calorifuge pour réduire les sources de chaleur, mise en place d'écrans pour réduire les sources de rayonnement, remplacement du matériel non dédouané, mise en place de dispositifs de surveillance de la température en local, modifications de la documentation d'exploitation...).

c. Groupes frigorifiques :

Pour CP0, dans le cadre du remplacement des groupes frigorifiques DCC (prévu pour mise en conformité réglementaire), la puissance des groupes de remplacement prendra en compte le redimensionnement Grands Chauds.

Pour CPY, la puissance des groupes frigorifiques DEG et DEL n'est pas compatible avec le redimensionnement Grands Chauds. Ces groupes seront remplacés. Les groupes DEB seront remplacés pour la mise en conformité réglementaire.

Paliers 1300 et N4 :

Les résultats des études sur les paliers 1300 et N4 ne sont pas disponibles actuellement (mise à disposition courant 2011 pour P4 et P'4).

Pour P4 et P'4, dans le cadre de la mise en conformité réglementaire, les groupes DEL seront remplacés avec une puissance augmentée pour prendre en compte le

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

redimensionnement Grands Chauds. Un second groupe sera ajouté pour alimenter les systèmes DVZ et DVR.

Pour les paliers 1300MWe et N4, le remplacement des groupes frigorifiques DEG sera proposé en Directoire de mai 2011.

8.2.2 EPR

Les principes à retenir sont définis dans le « référentiel de sûreté » en référence [41] (et compléments dans la référence [42]).

Pour l'EPR, différemment du parc en exploitation, il s'agit d'un dimensionnement à une situation caniculaire.

Les températures et les humidités relatives à retenir pour les tranches EPR doivent tenir compte des évolutions climatiques à l'horizon de la fin du XXI^{ème} siècle (alors que pour le parc en exploitation on visait l'horizon 2030).

8.2.2.1 Températures d'air et humidités relatives associée

Pour les bâtiments à « forte inertie thermique » ³⁵, on retient les valeurs du tableau ci-dessous (température « moyenne 12 heures »).

Valeurs de base	Sous standard bord de mer froide
T _{air max jour} : 42 °C	T _{air max jour} : 36 °C
HR bord de mer : 29 %	HR : 40 %
HR autres sites : 24 %	

Pour les bâtiments à « faible inertie thermique » ³⁶, on retient les valeurs du tableau ci-dessous (température « instantanée »).

Valeurs de base	Sous standard bord de mer froide
T _{air max inst} : 47 °C	T _{air max inst} : 42 °C
HR bord de mer : 24 %	HR : 29 %
HR autres sites : 19 %	

La référence [42] mentionne en outre la température d'air avec humidité relative associée pour calculer les apports thermiques des parois ensoleillées, moyenne 24h, sous standard bord de mer froide : T_{air max 24h} = 33,2°C ; HR = 47%.

³⁵ Dans la pratique, ceci concerne les bâtiments à forte inertie ventilés par des systèmes incluant une réfrigération de l'air, c'est le cas de la plupart des bâtiments de l'îlot nucléaire : BAS (y compris locaux électriques), BAN et BK.

³⁶ Dans la pratique, ceci concerne les bâtiments pour lesquels on ne peut pas justifier d'une inertie importante : c'est le cas pour le bâtiment diesel (ventilation en tout air neuf, sans réfrigération).

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

8.2.2.2 Température maximale de la source froide

Pour le sous standard bord de mer froide, la température maximale de la source froide enveloppe retenue est de 26 °C.

Pour tous les autres sites, cette valeur (niveau de retour 100 ans en tenant compte des évolutions climatiques à l'horizon de la fin du XXI^{ème} siècle) doit être évaluée en fonction du site.

Si la valeur dépasse 35°C, cela conduit à mettre en place un système fermé sur aérateur humides tels que ceux utilisés à Civaux sur le circuit SEC³⁷.

8.3 Projectiles générés par le vent extrême

8.3.1 Parc en exploitation

La doctrine retenue en la matière est définie dans la référence [46].

La justification s'articule en 3 phases :

- caractérisation des projectiles,
- évaluation conservatrice des conséquences sur les matériels IPS classés, les matériels nécessaires à la gestion des situations de MDTE et H1 (en particulier, la réalimentation de la bache ASG). On considère uniquement les matériels situés à l'extérieur des bâtiments,
- définition de solutions palliatives éventuelles.

En règle générale, les objets légers (inférieurs à environ 2 kilogrammes) ne sont pas susceptibles de dégrader les matériels IPS extérieurs. De même pour les matériels qui ne sont pas très rigides (calorifuges, branchages, ...). Les projectiles définis dans le tableau ci-dessous ont été retenus.

Projectiles	Dimensions (m)	Masse (kg)	Altitude maximum (m)	Vitesse
Automobile	3,8 x 1,5 x 1,3	900	0	3 m/s
Planche en bois	3,7 x 0,3 x 0,09	50	Toute altitude	50 % de la vitesse du vent
Tôle de bardage	1 x 6	60	Toute altitude	Vitesse du vent

La vitesse du vent à considérer est celle dénommée « extrême » figurant dans les « règles Neige et Vent 65 modifiées 2000 ». Pour le parc en exploitation, cette vitesse de vent varie de 136 km/h (Fessenheim) à 200 km/h (Flamanville).

8.3.2 EPR

Pour l'EPR, la doctrine en la matière fait l'objet des paragraphes 3.3.6.0.3, 3.3.6.1.2 et 3.3.6.2.3 de la référence [26].

La démarche est très similaire, dans le principe, à celle retenue sur le parc en exploitation :

- la caractérisation des projectiles pris en considération est la même (voir tableau ci-dessus),

³⁷ Les évaluations aujourd'hui disponibles sont partielles mais ne permettent pas de prévoir de site rivière dont la température ainsi définie serait supérieure à 35 °C.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

- l'évaluation des conséquences est effectuée pour les matériels extérieurs :
 - classés F1,
 - classés F2 nécessaires au repli de la tranche en état d'arrêt sûr (cœur sous-critique, chaleur résiduelle évacuée durablement, rejets radioactifs restant tolérables) y compris en cas de MDTE ou de perte totale de la source froide principale ainsi que pour la situation de cumul MDTE + perte totale de la source froide principale,
- pour la détermination de la vitesse du vent, les Eurocodes (en particulier l'Eurocode 1) sont utilisés et non les « règles Neige et Vent » comme sur le parc en exploitation.

9. Caractéristiques générales et architecture des circuits de ventilation

Il est apparu intéressant de remettre, dans cette mise à jour de la fiche MTE 019, en les actualisant et en les étendant au CP0, N4 et EPR, les tableaux indiquant les caractéristiques générales des circuits de ventilation et les schémas multifonctionnels.

9.1 Caractéristiques générales des circuits de ventilation

Les caractéristiques générales des circuits de ventilation sont présentées dans les annexes 3 à 7.

9.2 Schémas multifonctionnels de ventilation

Les schémas multifonctionnels de ventilation sont présentés dans les annexes 8 à 11.

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 1 1/2
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 1

**Températures et humidités relatives de l'air à retenir pour les études
effectuées au titre des référentiels « canicule »**

Palier CP0

SITES	TEMPERATURES DE VERIFICATION		
	TEMPERATURES LONGUE DUREE VERIFICATION DE BASE	TEMPERATURES INSTANTANEE	TEMPERATURES AVANT CHAUD
	ET HR	ET HR	ET HR
FESSENHEIM	34°C – 36 %	44,6°C – 21 %	21,9°C – 72 %
BUGEY	34°C – 36 %	44,4°C – 21 %	22,7°C – 69 %

Palier CPY

SITES	TEMPERATURES DE VERIFICATION		
	TEMPERATURES LONGUE DUREE VERIFICATION DE BASE	TEMPERATURES INSTANTANEEES	TEMPERATURES AVANT CHAUD
	ET HR	ET HR	ET HR
BLAYAIS	35°C – 34 %	42,5°C – 23 %	23,8°C – 65 %
CHINON	34°C – 36 %	43,9°C – 21 %	22,1°C – 73 %
CRUAS	36°C – 32 %	44,4°C – 21 %	25,0°C – 60 %
DAMPIERRE, ST LAURENT	34°C – 36 %	42,4°C – 23 %	21,7°C – 74 %
GRAVELINES	30°C – 45 %	38°C – 29 %	20,2°C – 81 %
TRICASTIN	36°C – 32 %	45,7°C – 19 %	26,4°C – 55 %

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

Palier 1300

SITES	TEMPERATURES DE VERIFICATION		
	TEMPERATURES LONGUE DUREE VERIFICATION DE BASE ET HR	TEMPERATURES INSTANTANEEES ET HR	TEMPERATURES AVANT CHAUD ET HR
FLAMANVILLE	32°C – 40 %	38,8°C – 28 %	18,4°C – 90 %
ST-ALBAN	36°C – 32 %	43,0°C – 22 %	24,4°C – 62 %
PALUEL	30°C – 46 %	37,8°C – 29 %	19,3°C – 85 %
PENLY	30°C – 46 %	37,8°C – 29 %	19,3°C – 85 %
BELLEVILLE	33°C – 38 %	44,6°C – 21 %	21,9°C – 72 %
CATTENOM	33°C – 38 %	43,7°C – 21 %	21,9°C – 72 %
GOLFECH	36°C – 32 %	45,9°C – 19 %	23,6°C – 66 %
NOGENT	34°C – 36 %	43,7°C – 21 %	21,9°C – 72 %

Palier N4

SITES	TEMPERATURES DE VERIFICATION		
	TEMPERATURES LONGUE DUREE VERIFICATION DE BASE ET HR	TEMPERATURES INSTANTANEEES ET HR	TEMPERATURES AVANT CHAUD ET HR
CHOOZ	33°C – 38 %	42,8°C – 22 %	21,1°C – 77 %
CIVAUX	35°C – 34 %	41,3°C – 24 %	21,6°C – 74 %

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)****ANNEXE 2****Températures élevées de l'eau à retenir pour les études effectuées au
titre des référentiels « canicule »****Palier CP0**

SITES	TEMPERATURES LONGUE DUREE	TEMPERATURES EXCEPTIONNELLES
	(°C)	(°C)
FESSENHEIM	25	29
BUGEY	25	29

Palier CPY

SITES	TEMPERATURES LONGUE DUREE	TEMPERATURES EXCEPTIONNELLES
	(°C)	(°C)
BLAYAIS	30	31
CHINON	30,5	37
DAMPIERRE	30	36
SAINT LAURENT	30	33,5
GRAVELINES	23	24
CRUAS	28	30,5
TRICASTIN	27,5	30,5

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)****Palier 1300**

SITES	TEMPERATURES LONGUE DUREE	TEMPERATURES EXCEPTIONNELLES
	(°C)	(°C)
FLAMANVILLE	20	21
ST-ALBAN	27,5	30
PALUEL	22	24
PENLY	22	24
BELLEVILLE	30	34,5
CATTENOM	28	32,5
GOLFECH	27,5	32,5
NOGENT	27,5	31

Palier N4

SITES	TEMPERATURES LONGUE DUREE	TEMPERATURES EXCEPTIONNELLES
	(°C)	(°C)
CHOOZ	28	32
CIVAUX (TH _{HUMIDE})	22,5	26

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 3 1/2
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

ANNEXE 3

Systèmes de ventilation de Fessenheim

RDS VD3 - Volume II chapitre 7 section 4

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit m ³ /h	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Pièges à iode	Circuit de réfrigération	Observations
		Fonction. normal	Arrêt à froid	Fonction. accident.							
DCC	Conditionnement de la salle de commande	oui	oui	oui	21 000 1 700 air neuf	2 x 100 %	oui	oui	1 700 m ³ /h	Eau glacée	Circuit fermé + appoint air neuf
DCN	Ventilation des locaux RRI et de l'extension RI (hors local UME)	oui	oui	non	17 500	1 x 100 %	non	non	non	sans	Circuit ouvert. Circuit commun à la paire de tranches.
DVL	Ventilation de l'entrepont de câblage	oui	oui	non	20 000 voie A 10 000 voie B	2 x 50 % voies A et B	oui (sectorisation incendie)	non	non	sans	Circuit ouvert
DVL	Ventilation des locaux ASG	oui	non	oui	2 x 11 000 motopompes 1 500 turbopompe	2 x 50 % motopompes 1 x 100 % turbopompe	oui pour les ventilateurs d'extraction des locaux MPS	oui pour les ventilateurs d'extraction des locaux MPS	non	sans	Circuit ouvert

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit m ³ /h	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Pièges à iode	Circuit de réfrigération	Observations
		Fonction. normal	Arrêt à froid	Fonction. accident.							
DVL	Ventilation des locaux RGL	oui	non	non	20 000 soufflage 13000 extraction	2 x 50 % soufflage 1 x 100 % extraction	oui (sectorisation incendie)	non	non	sans	Circuit ouvert
DVL	Ventilation des locaux MT-BT	oui	oui	oui	30 000 soufflage 30000 extraction	1 x 100 % soufflage 2 x 100 % extraction	oui pour les ventilateurs d'extraction	oui pour les ventilateurs d'extraction	non	sans	Circuit ouvert et/ou recyclage
DVN	Ventilation BAN	oui	oui	non	190000 extraction	3 x 50 %	oui (cheminée uniquement)	oui (mesures d'activité à la cheminée)	oui	sans	Circuit commun à la paire de tranches.
	Ventilation BAN + BR	non	oui	non	285000 extraction	3 x 33 %					
DVN	Ventilation zone des traversées	oui	oui	oui	12 000	2 x 50 % filtres 2 x 100 % extraction	oui	oui	oui	sans	Piège à iode bypassable.

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 3 2/2
---------------	----------------------	-------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit m ³ /h	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Pièges à iode	Circuit de réfrigération	Observations
		Fonction. normal	Arrêt à froid	Fonction. accident.							
DVN	Ventilation BK	oui	oui	non	20 000 extraction 17 000 extraction sur piège à iode	1 x 100 % redondance assurée par le ventilateur d'extraction de l'autre tranche	Oui (extraction)	non	oui	sans	Extraction à débit réduit sur piège à iode en cas d'accident de manutention combustible.
DVN	Ventilation secours locaux pompes charge	oui*	non	oui	26 000	2 x 100 %	oui	oui	non	SEB	* Fonctionnement en secours ou en complément du DVN BAN. Circuit fermé.
DVN	Ventilation locaux moteurs pompes RIS-EAS	non	non	oui	8 500	1 x 100 % par moteur	oui	oui	non	sans	L'air soufflé dans les locaux s'échappe à l'extérieur par surpression.
DVN	Ventilation extension RI (UME)	oui	oui	non	5 400	1 x 100 %	non	non	oui	sans	Soufflage et extraction assurés par DVN. Ventilation du BAN.

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit m ³ /h	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Pièges à iode	Circuit de réfrigération	Observations
		Fonction. normal	Arrêt à froid	Fonction. accident.							
EBA	Ventilation de balayage	non	oui	non	50 000 Piège à iode 6 000 avec EVF	2 x 50 % (traversées enceinte)	oui (traversées enceinte)	oui (traversées enceinte)	oui par EVF filtration	sans	Soufflage et extraction assurés par DVN, ventilation du BAN.
EVF	Ventilation continue du BR	oui	éventuel.	non	140 000	3 x 50 %	Non ⁽¹⁾	oui	non	RRI	Circuit fermé.
EVF	Filtration interne enceinte	oui si conta. notable	oui si EBA en service	non	6 000	2 x 100 %	oui (sectorisation incendie)	non	oui	sans	Utilisation en fonction de la contamination de l'air de l'enceinte
RRM	Ventilation puits de cuve	oui	éventuel. si EBA en service	non	15 000	4 x 50 %	oui*	oui	non	RRI	* dispositif anti-surpression + gaine de raccordement au puits de cuve
RRM	Ventilation des mécanismes des grappes	oui	non	non	74000	3 x 50 %	oui pour la gaine au-dessus de +20 m	oui	non	RRI	

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

ANNEXE 4

Systèmes de ventilation de Bugey

RDS VD3 - Volume II chapitre 7 section 4

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m³/h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt à froid	Fonction. accidentel							
EBA	Balayage à l'arrêt du BR	Non	Oui	Non	50 000	2 x 50 %	Traversées de l'enceinte	Vannes d'isolement enceinte	Oui par DVNa	Sans	Circuit ouvert. Soufflage et extraction assurés par DVNa.
ETY	Circuit de mini-balayage en marche	Oui	Oui	Oui	1 500	2 x 100 %	Traversées de l'enceinte Recombineurs	Mini-balayage secouru	Oui par DVNe	Sans	Décompression enceinte en fonctionnement normal
EVFa	Ventilation BR	Oui	éventuel.	Non	170 000	3 x 50 %	Traversées de l'enceinte Gaines de reprise d'air du dôme et collecteur de reprise à +35m	Oui	Non	SEB intermédiaire Groupes frigorifiques	Circuit fermé
EVFb	Filtration BR	Oui	éventuel.	Non	18 000	2 x 50 %	Sectorisation incendie	Non	Oui	Sans	Utilisation en fonction de la contamination de l'enceinte

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m³/h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt à froid	Fonction. accidentel							
RRMa	Ventilation des mécanismes des grappes	Oui	Non	Non	60 000	2 x 100 % réfrigération 4 x 100 % ventilation	Gaines et point triple au-dessus des mécanismes de grappe	Oui	Non	RRI	
RRMb	Ventilation du puits de cuve	Oui	Non	Non	15 000	4 x 50 %	Trappe anti-explosion et gaine de raccordement au puits de cuve	Oui	Non	SEB intermédiaire	
DVNa	Ventilation BAN	Oui	Oui	Non	205000	Soufl.: 3x50% Extrac.: 3x50%	Cheminiée	Non	Oui	EVF	Circuit ouvert.
	Ventilation BAN+BR		Oui		262000	3 x 33 %	Sectorisation incendie			SHW	

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 4 2/4
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonction. accidentelle							
DVNB	Ventilation local RRI	Oui	Oui	Non	56 000	4 x 25 %	Echangeurs en interface avec le SEC	Oui	Non	SEC	Circuit fermé
	Chauffage des locaux d'acide borique	Oui	Oui	Non	4000 (local réservoirs) 1000 (locaux pompes)	2 x 50 % (local réservoirs) 1 x 100 % (locaux pompes)	Non	Oui	Non	Batteries électriques	Circuit fermé
	Chauffage local bâche PTR	Oui	Oui	Non			Non	Oui	Non	Batteries électriques	Circuit fermé

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonct. Accid.							
DVNC	Réfrigération locaux pompes de charge	Oui	Non	Oui	26 700	2 x 100 %	Oui	Oui	Non	SEB intermédiaire	Fonctionnement en secours de DVNa sur haute température local et ordre IS. Circuit fermé
DVND	Ventilation BK	Oui	Oui	Non	20 000	Soufflage: 1x100% Extraction: 1x100%	Sectorisation incendie	Non	Oui	Sans SHW	Circuit ouvert. Le circuit d'extraction peut être secouru par l'autre tranche
DVNE	Ventilation zones des traversées	Oui	Oui	Oui	18 000	2 x 100 %	Oui	Oui	Oui	Sans	
DVNF	Ventilation locaux moteurs pompes EAS-ISBP	Non	Non	Oui	9 800	1 x 100 % par moteur de pompe de sauvegarde	Oui	Oui	Non	SEB intermédiaire	Circuit fermé

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonct. accid.							
DCC	Système de conditionnement de la salle de commande et locaux annexes	Oui	Oui	Sans objet	Capacités : 40000 m ³ /h En fonctionnement : -34640 m ³ /h pour BU2/4 - 34080m ³ /h pour BU 3/5	2 x 100 %	Oui (partiellement)	Oui (partiellement)	Non (pour DCC c'est le soufflage qui est sur P.I)	SEB intermédiaire Batteries de chauffage	
DVLb	Ventilation du local des auxiliaires des mécanismes des grappes	Oui	Non	Non	15 000	2 x 50 %	Non	Non	Non	Centrale de traitement d'air et groupe de production d'eau glacée associé	Circuit ouvert avec recyclage occasionnel.

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 4 3/4
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonct. accid.							
DVLc Voie A	Système de ventilation de l'entrepont de câblage	Oui	Oui	Non	12000	2x50% (S) 2x50% (E)	Sectorisation incendie	Non	Non	Sans	
		Oui	Oui	Non	6000	1x100% (S) 2x50% (E)	Sectorisation incendie	Non	Non	Sans	
DVLd MT/BT	Système de ventilation des locaux MT/BT et batteries	Oui	Oui	Oui	40000 soufflage	1x100% (S+E)	Oui	Oui	Non	Sans	
					38600 extraction						
Locaux batteries		Oui	Oui	Oui	700 par local	1x100% (E) par local	Oui	Oui	Non	Sans	

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonct. accid.							
DVLe Accès et locaux divers (hors locaux batteries)	Système de ventilation des accès et locaux divers du bâtiment électrique	Oui	Non	Non	Soufflage 25000 BUG2 et 21410 BUG3 Extraction 20700 BUG2 et 20010 BUG3	1x100% (S+E)	Sectorisation incendie	Non	Non	Batteries chaudes + batteries électriques + convecteurs Batteries froides alimentées par Eau Glacée DCC (limitée au conditionnement des locaux auscultation de l'enceinte)	
		Oui	Oui	Oui	700 par local	1x100% (E) par local	Oui	Oui (hors 405 ZV)	Non	Moyens de chauffage du DVLe accès	

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 4 4/4
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonct. accid.							
DVLf	Système de ventilation des locaux contaminables	Oui	Oui	Non	Soufflage 10000 Extraction 11000	Voir DVNa	Sectorisation incendie	Non	Non	DVNa et Batteries électriques complémentaires Batteries froides alimentées par DVLf 501 GF (Limitée au conditionnement des locaux chimie)	
DVLg	Circuit d'extraction des fumées	Oui	Oui	Oui	10000	Oui	Sectorisation incendie (Intégrité au DSD)	Oui	Non	Non	

Système élémentaire	Fonction	Système requis pour :			Débit total (m ³ /h)	Redondance capacité	Séisme	Alimentation secourue	Extraction sur Pièges à iode	Circuit de réfrigération ou de chauffage	Observations
		Fonction. normal	Arrêt froid	Fonct. accid.							
DVB	Ventilation BANG	Oui	Non	Non	Soufflage 30300 Extraction 30650	2x50% (S+E)	Non	Non	Non	Batteries électriques + récupération sur air extrait (= chauffage) Sans réfrigération	
	Ventilation BAC (Zone chaude)	Oui	Non	Non	Soufflage 20600 Extraction 22600	1x100% (air recyclé) 1x100% (air neuf) 1x100% (air rejeté)	Non	Non	Non	Batteries électriques + batteries froides alimentées par DVB 101GF	
	Ventilation BAC (zone froide)	Oui	Non	Non	Soufflage 7840 Extraction 9100	1x100% (S+E)	Non	Non	Non	Batteries électriques + batteries froides alimentées par DVB 101GF	

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 5

Systemes de ventilation CP1 et CP2

RDS VD3 - Volume II chapitre 7 section 4

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	SEISME (SMS)	ALIMENTATION SECURUE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT Réfrigération	OBSERVATIONS
		Fonct. normal	Arrêt froid	Fonctionnemen accidental							
DVA	Ventilation des locaux des bâtiments annexes	Oui	Oui	S.O.	59 000	2 x 50 % (extraction)	Non	Non	Non	DEB	Circuit ouvert.
DVC	Ventilation de la salle de commande.	Oui	Oui	Oui	39 000 3 000 air neuf	2 x 100 %	Oui	Oui	600 m ³ /h	DEL	Circuit fermé + appoint air neuf.
DVD	Ventilation des locaux des groupes électrogènes	Oui	Non	Non	90 (Local batterie du GUS)	1 x 100 % par voie	Oui (matériaux dans les diesel de tranche)	Non	Non	Sans	
DVG	Ventilation des locaux ASG et RGL	Oui	Non	Oui	9 000 (locaux ASG) 3 600, 9 000 ou 18 000 (locaux RGX-RGL)	2 x 100 %	Oui	Oui	Non	DEL	Circuit ouvert.
DVH	Ventilation de secours des locaux pompes de charge	Oui	Non	Oui	43 500	2 x 100 %	Oui	Oui	Non	RRI	Fonctionnement en secours du DVN sur haute température local.
DVI	Ventilation des locaux du RRI	Oui	Non	Oui	50 600 (24 000 à Gravelines)	2 x 100 % (ventilateurs)	Oui	Oui	Non	Sans	

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	SEISME (SMS)	ALIMENTATION SECOURUE	EXTRACTION SUR PIEGE AIODE	CIRCUIT Réfrigération	OBSERVATIONS
		Fonct. normal	Arrêt froid	Fonctionner accidentel							
DVK	Ventilation du bâtiment combustible.	Oui	Oui	Oui (extraction iode)	30 000 (extraction normale) 3 600 (extraction iode)	2 x 100 %	Oui (extrac- tion iode)	Oui (Extraction iode)	Oui (pour les locaux iode)	DEG	Extraction à débit réduit sur piège à iode en cas d'acci- dent de manulention combustible et sur signal IS.
DVN	Ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires	Oui	Oui	Oui (Fonction U5)	Au maximum 267 300 plus 18 800 pour l'extraction iode	3 x 50 % 2 x 100 % pour extraction iode	Non (sauf cheminée du BAN)	Non (sauf aérothermes des locaux boire)	Oui (extraction locaux iode)	DEG	Filtration iode contournée en fonctionnement normal, mise en service depuis la salle de commande. Circuit commun à la paire de tranches
DVS	Ventilation des locaux des moteurs des pompes RIS- ISBP et EAS.	Non	Non	Oui	4 x 13 000 (soufflage) 4 x 12 000 (extraction)	2 x 100 %	Oui	Oui	Non	Sans	Fonctionne dans tous les cas de fonctionnement des pompes RIS et EAS.
DVW	Ventilation de la zone des traversées	Oui	Oui	Oui	12 000	3 x 100 % (pour les ventilateurs) 2 x 100 % (pour les FI)	Oui	Oui (pour extraction iode seulement)	Oui	Sans	
EBA	Circuit de balayage à l'arrêt du bâtiment réacteur.	Non	Oui	Non	50 000 (CP2) et 35 000 (CP1) (17 250 ou 8 625 à débit réduit)	3 x 33 % (arrêt 1 tranche) 2 x 50 % (arrêt 2 tranches)	Non (sauf vannes disole- ment de lenceinte)	Non (sauf vannes disollement de lenceinte)	Non (Circuit DVN)	Sans	Soufflage et extraction assurée par DVN. Débit réduit extrait par DVN iode.

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	SEISME (SMS)	ALIMENTATION SECOURUE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT Réfrigération	OBSERVATIONS
		Fonct. normal	Arrêt froid	Fonctionnement accidentel							
EVC	Ventilation du puits de cuve.	Oui	Oui (éventuellement)	Non (sauf gaine et trappe du puits de cuve)	15 000	4 x 50 %	Non (sauf gaine et trappe du puits de cuve)	Oui	Non	DEG	Circuit intérieur au bâtiment réacteur
EVF	Circuit de filtration interne de l'enceinte	Oui	Oui	Non	20 000	2 x 50 % (filtration) 2 x 100 % (ventilateurs)	Non	Non	Oui	Sans	Utilisation si contamination de l'air de l'enceinte, notamment en cas d'accident de manutention du combustible.
EVR	Ventilation continue du bâtiment réacteur	Oui	Oui (éventuellement)	Non	185 000	3 x 50 %	Non (sauf gaine de reprise en haut du dôme)	Oui	Non	DEG	Circuit intérieur au bâtiment réacteur
ETY	Circuit de mini-balayage en marche et de contrôle de l'atmosphère de l'enceinte.	Oui	Oui	Oui	1 500 (brassage)	2 x 100 %	Oui (partiel- lement)	Oui (partiellement)	Oui	Sans	- Décompression enceinte en fonctionnement normal, ou après un accident (éventuellement).
RRM	Ventilation des mécanismes des grappes.	Oui	Non	Oui	71 100	4 x 50 %	Batteries froides et gaine d'extraction	Oui	Non	RRI	Circuit intérieur au bâtiment réacteur

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 6 1/2
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

ANNEXE 6

Systemes de ventilation P4-P'4

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT REFRIGERATION	OBSERVATIONS
		Fonct. normal	Arrêt froid	En cas d'accident					
DVC	Ventilation de la salle de commande.	Oui	Oui	Oui	P4 : 31500 dont 5300 air neuf P'4 : 30935 dont 4600 air neuf	2 x 100 %	* P4 : 3000 m ³ /h P'4 : 3100 m ³ /h	DEL	Circuit fermé + appoint air neuf. * Appoint d'air neuf filtré en cas de contamination extérieure
DVE	Ventilation entrepont de câblage et locaux des batteries (P4)	Oui	Non	Non	11500	1x 100 %	Non	Sans	* pour l'incendie
DVF	Contrôle des fumées des locaux électriques	Non	Non	Non	* P4 : 12500 (BL), 10500 (BW) P'4 : 13000	2 x 100 % par voie	Non	Sans	* Débit à l'extracteur ** si risque de dommage de matériels de sûreté
DVG	Ventilation des locaux ASG	Oui	Non	Oui	1500 (P4) 1000 (P'4) motopompe 2500 (P4) 1000 (P'4) turbopompe 3700 (P4) 2500 (P'4) dégazeur	2 x 100 %	Non	DEL	Circuit ouvert.
DVH	Ventilation de secours des locaux pompes de charge	Oui	Non	Oui	12000 (P'4) 11200 (P4)	2 x 100 %	Non	RRI	Fonctionnement en secours du DVN sur haute température local.

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT REFRIGERATION	OBSERVATIONS
		Fonct. normal	Arrêt froid	En cas d'accident					
DVK	Ventilation du bâtiment combustible.	Oui	Oui	Oui (extraction iode)	58000 (P4) 27500 (P'4) soufflage 64800 (P4) 32500 (P'4) extraction normale	2 x 100 % soufflage extraction et extraction iode	Oui (pour les locaux iode) P4 : 5800 m ³ /h P'4 : 5000 m ³ /h	DEG	Extraction à débit réduit sur piège à iode en cas d'accident de manutention combustible et sur signal IS.
DVL (P4)	Ventilation des locaux de la voie A non secourue du bâtiment électrique	Oui	Non	non	57000 soufflage 5000 extraction	1x 100 % 2x 100 %	Non	DEL	
DVL (P'4)	Ventilation des locaux du bâtiment électrique voies secourues	Oui*	Oui	Non	40000 soufflage 40600 extraction	1 x 100 % 2 x 100 %	Non	DEL	(*) DVL-A uniquement
DVN	Ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires	Oui	Oui	Oui (Fonction U5)	70000 (P'4) 90000 (P4) 80000 (St-Alban) soufflage et extraction 25000 extraction iode	3 x 50 % soufflage extraction 2 x 100 % pour extraction iode	Oui (extraction locaux iode) 25000 m ³ /h	DEG	Filtration iode contournée en fonctionnement normal, mise en service depuis la salle de commande. Circuit commun à la paire de tranches
DVS	Ventilation des locaux des moteurs des pompes RIS-ISBP et EAS.	Non	Oui	Oui	18000 (P'4) 17400 (P4) soufflage 9900 (P'4) 13000 (P4) extraction normale	2 x 100 %	Oui P4 : 12600 m ³ /h P'4 : 10500 m ³ /h	Sans	Fonctionne dans tous les cas de fonctionnement des pompes RIS et EAS.

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT REFRIGERATION	OBSERVATIONS
		Fonct normal	Arrêt froid	En cas d'accident					
DVR	Ventilation des locaux électroniques du bâtiment électrique	Oui	Oui	Oui	41000 (P'4) 25000 (P4) soufflage 39000 (P'4) 23000 (P4) extraction 1200 (P'4) 3000 (P4) batterie A 1300 (P'4) 800 (P4) batterie B	2 x 100 % (P'4) 2 x 50 % (P4) soufflage / extraction 1 x 100 % Batteries	Non	DEG	
DVW	Ventilation du bâtiment d'exploitation de tranche	Non	Non	Non	—	—	non	DEG	
DVZ	Ventilation des locaux électriques voies secourues (P4)	Oui	Oui	Oui	54000 voie A 42000 voie B soufflage P4 51000 voie A 40500 voie B extraction P4	1 x 100 % 2 x 100 %	Non	DEG	
EBA	Circuit de balayage à l'arrêt du bâtiment réacteur.	Non	Oui	Non	50000 (P'4) 90000 (P4)	3 x 33 % (arrêt 1 tranche) 2 x 50 % (arrêt 2 tranches)	Oui (Circuit DVN) 20 000 m ³ /h	Sans	Soufflage et extraction assurés par DVN. Débit réduit extrait par DVN iode.
EVF	Circuit de filtration interne de l'enceinte	Oui	Non*	Non*	20000 (P'4) 30000 (P4)	3 x 50 % (filtration) P'4 4 x 33 % (ventilateurs)	Oui 20 000 m ³ /h	Sans	*sauf si contamination de l'air de l'enceinte, notamment en cas d'accident de manutention du combustible.

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT REFRIGERATION	OBSERVATIONS
		Fonct normal	Arrêt froid	En cas d'accident					
EVR	Ventilation continue du bâtiment réacteur	Oui*	Oui*	Oui*	189000 (P'4) 276000 (P4)	4 x 33 %	Non	DEG	Circuit intérieur au bâtiment réacteur * ventilation du puits de cuve uniquement
ETY*	Circuit de mini-balayage en marche et de contrôle de l'atmosphère de l'enceinte.	Oui	Oui	Non	3000	2 x 100 %	Oui	Sans	- décompression enceinte en fonctionnement normal, ou après un accident (éventuellement). * pour mini-balayage
RRM	Ventilation des mécanismes des grappes.	Oui	Non	Oui	70 500 (P'4) 80 000 (P4) normal 94 000 (P'4) 4 ventilateur	4 x 33 % (P'4) 4 x 50 % (P4)	Non	RRI	Circuit intérieur au bâtiment réacteur

SYSTEME ELEMENTAIRE	FONCTION	SYSTEME REQUIS POUR			DEBIT m ³ /h	REDONDANCE CAPACITE	EXTRACTION SUR PIEGE A IODE	CIRCUIT REFRIGERATION	OBSERVATIONS
		Fonct normal	Arrêt froid	En cas d'accident					
DVD (P4)	Ventilation des locaux des groupes électrogènes	Oui	Non	Oui	2 x 60000	2 x 50 % (par voie)	Non	Sans	
DVD (P'4)	Ventilation des locaux diesels	Oui	Non	Oui	120000 (hall diesel) 2500 (local électrique) 1000 bâches fuel	2 x 50 % 1 x 100 % 1 x 100 % (par voie)	Non	Sans	
DVM (P4)	Ventilation salle des machines	Oui	Non	Non	14 x 60000		Non	Non	
DVM (P'4)	Ventilation salle des machines	Oui	Non	non	35 x 35000 22 x 35000 (tranches bord de mer)		Non	Non	
DVQ	Ventilation bâtiment de traitement des effluents	Oui	Non	Non	28000 soufflage B 36850 extraction B 16550 soufflage C 12900 extraction C 1240 batteries	2 x 100 % 2 x 100 % 2 x 50 % 2 x 50 % 1 x 100 %	Oui 3 860 m ³ /h B	DEQ	

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 7 1/2
---------------	-----------------------------	--------------------	-----------------

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

ANNEXE 7

Systemes de ventilation EPR

(éléments issus des références [49] et [50] et des DSE)

Systeme	Fonction	Systeme requis pour fonct. normal	Systeme requis pour accident	Redondance Capacité	Piège à iode	Alim secourue	Séisme	Circuit réfrigération
EBA Grand débit	Circuit de balayage du BR	OUI (arrêts intermédiaire et froid)	NON (hormis isolement)	Q=25000 m ³ /h Soufflage et extraction assurés par DWN	OUI (via DWN)	NON	Isolement enceinte/TAM : SC1 Reste SC2	/
EBA Petit débit	Circuit de balayage du BR	OUI (accès en puissance, arrêts)	OUI (accident manut comb, APRP froid)	Q=5000 m ³ /h Soufflage assuré par DWN Extraction 2x100%	OUI	OUI (files iodes)	Isolement soufflage et files iodes : SC1 Reste SC2	/
EDE	Ventilation de l'EEE	OUI	OUI	Q=300 m ³ /h (Q<1000 m ³ /h au démarrage) File contournement : 1x100% Files iodes : 2x100%	OUI	OUI (sur batteries AG)	File contournement : NC Reste : SC1	/
EVF	Circuit de filtration interne	OUI	NON	8000 m ³ /h Filtration : 1x100% Ventilateurs : 2x100%	OUI (interne BR)	NON	CCF : SC1 Filtration : SC2	/
EVR	Ventilation continue de l'enceinte	OUI	NON	Espace Service : climatisation instrumentation : 2x100% Espace Equipement Ventilateurs : 4x50% (4x110000 m ³ /h, puits de cuve 4x12500 m ³ /h) Batteries RRI : 4x25% Batteries DER : 4x25%	NON	OUI (ventilation compart. équipement / puit de cuve)	Ventilation puit de cuve : SC1 Reste : SC2	DER / RRI
DCL	Ventilation salle de commande	OUI	OUI	4x50%	OUI (au soufflage)	OUI	SC1 (quelques matériels SC2)	DEL
DFL	Systeme de contrôle des fumées	OUI (en cas incendie uniquement)	NON	Non redondant	NON	NON	Equipements participant à la sectorisation : SC1 Reste : SC2 ou NC	/
DVD	Ventilation des locaux diesel	OUI	OUI	4 trains 100%	NON	OUI	SC1 (principalement)	/
DVL	Ventilation de la ZNC des BAS	OUI	OUI	4 trains 100% + 2 trains pour maintenance	NON	OUI	SC1 (principalement)	DER / DEL
DWK	Ventilation du BK	OUI	OUI	Soufflage et extraction normale assurés par DWN (Qe=40000 m ³ /h) Isolements redondants	OUI (via DWN)	Partiel (conditionnement)	Isolements, conditionnement : SC1 Reste : SC2	DER / DEL

EDF SEPTEN		Note ENGSIN080034			Indice A	ANNEXE 7 2/2		
Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)								
DWL	Ventilation de la ZC des BAS	OUI	OUI	Extraction normale : Qe=20000 m ³ /h (via DWN) Files iode : 2x100% Qe=3400 m ³ /h	OUI	Partiel (file iode, isolements)	SC1 (principalement)	DEL
DWN	Ventilation du BAN	OUI	NON	<u>Soufflage :</u> Qs=157 300 m ³ /h Traitement air 3x33% Ventilateurs 4x50% <u>Extraction :</u> Qe=192 900 m ³ /h Filtration : 100% réparti sur 7 files Ventilateurs 4x50%	OUI (4 files, total 50%)	NON (principalement)	Principalement non sismique	DER

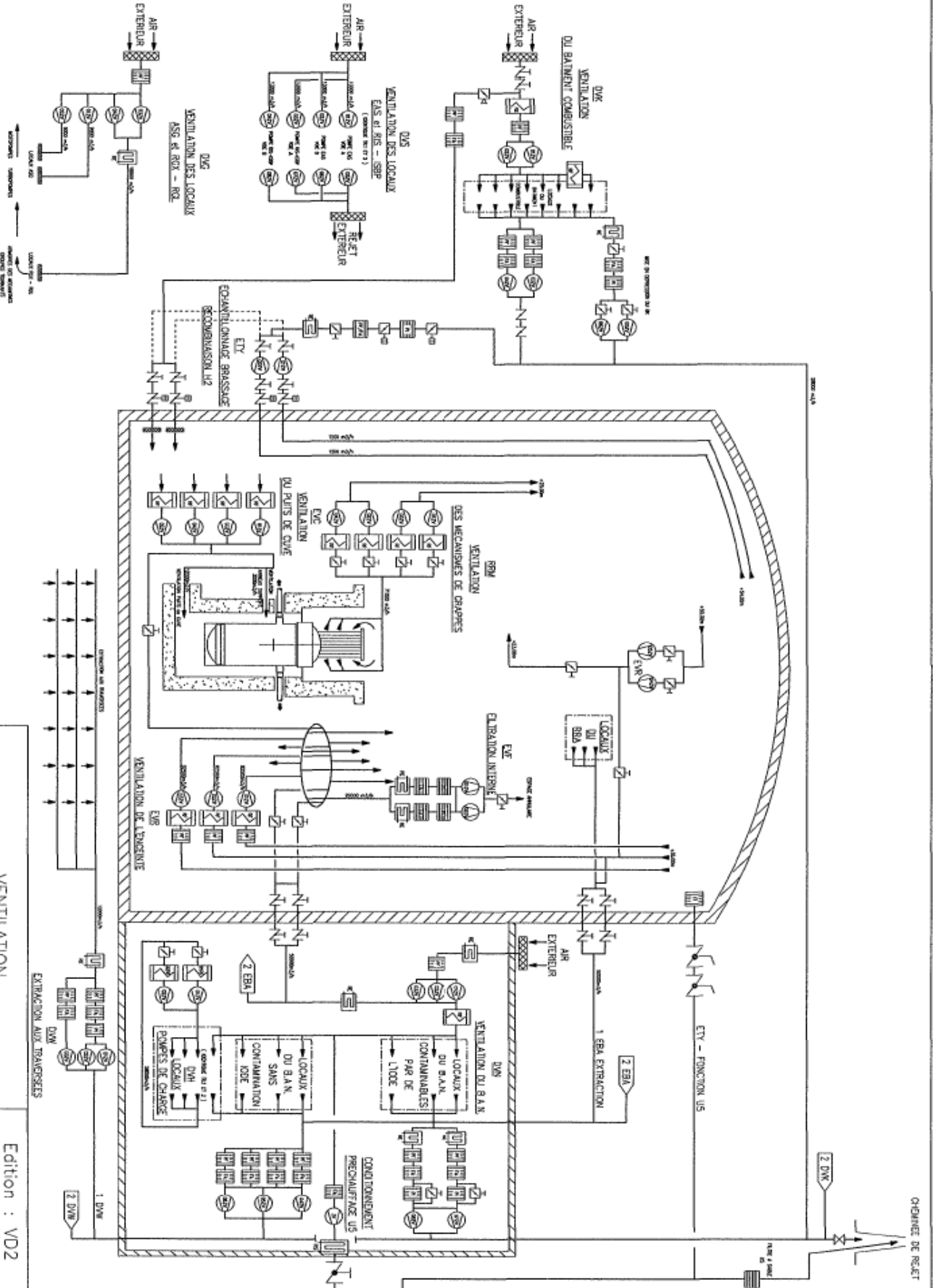
**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 8

Schéma multifonctionnel de la ventilation CP1 et CP2

RDS VD3 Volume II – chapitre 7 section 4

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)



VENTILATION
DE L'ÎLOT NUCLEAIRE

Edition : VD2
N° F-11.7.4
1
PALIER CP1-CP2

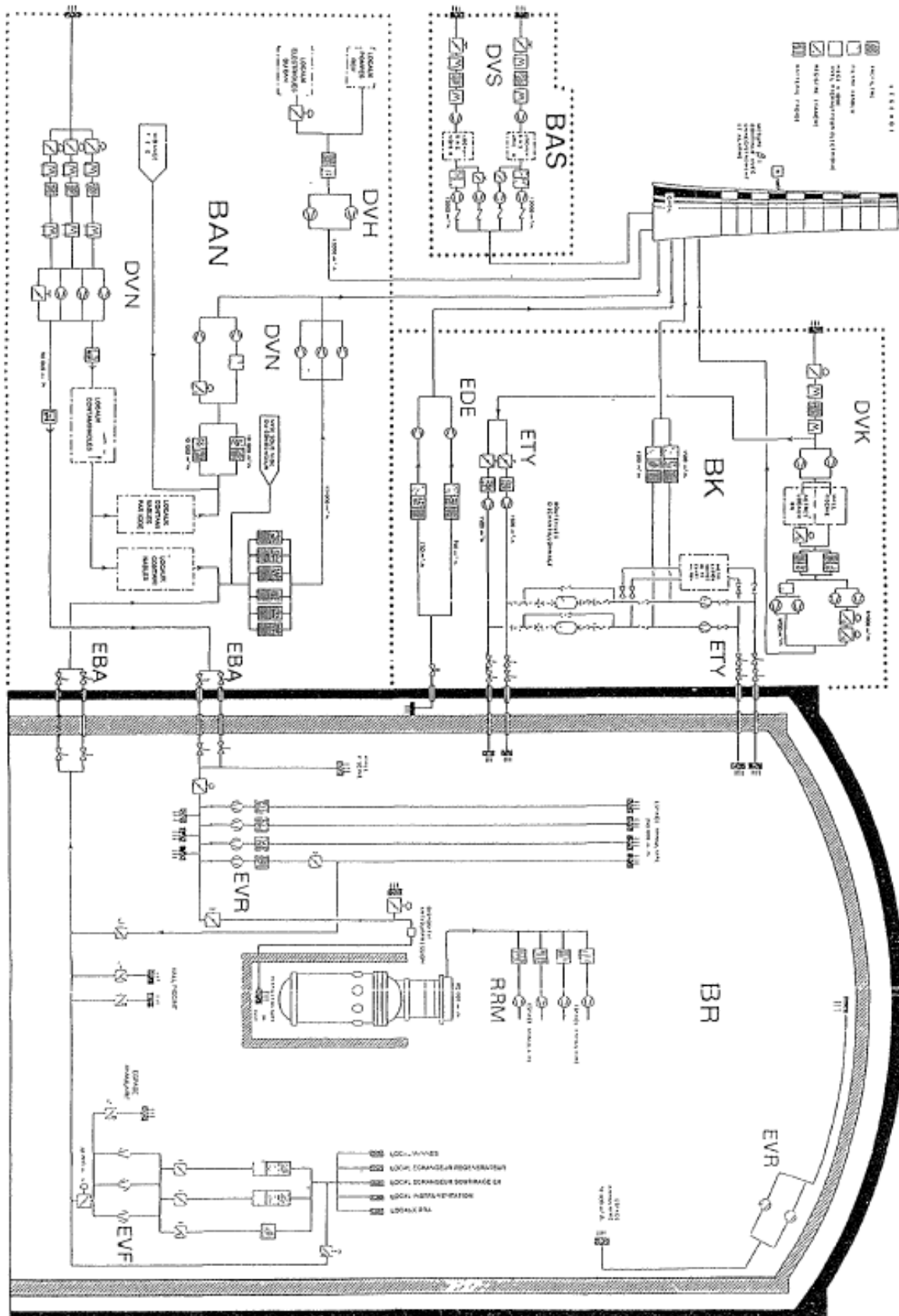
**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 9

Schéma multifonctionnel de la ventilation P4

RDS édition 1998 – Volume II chapitre 7 section 4

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)



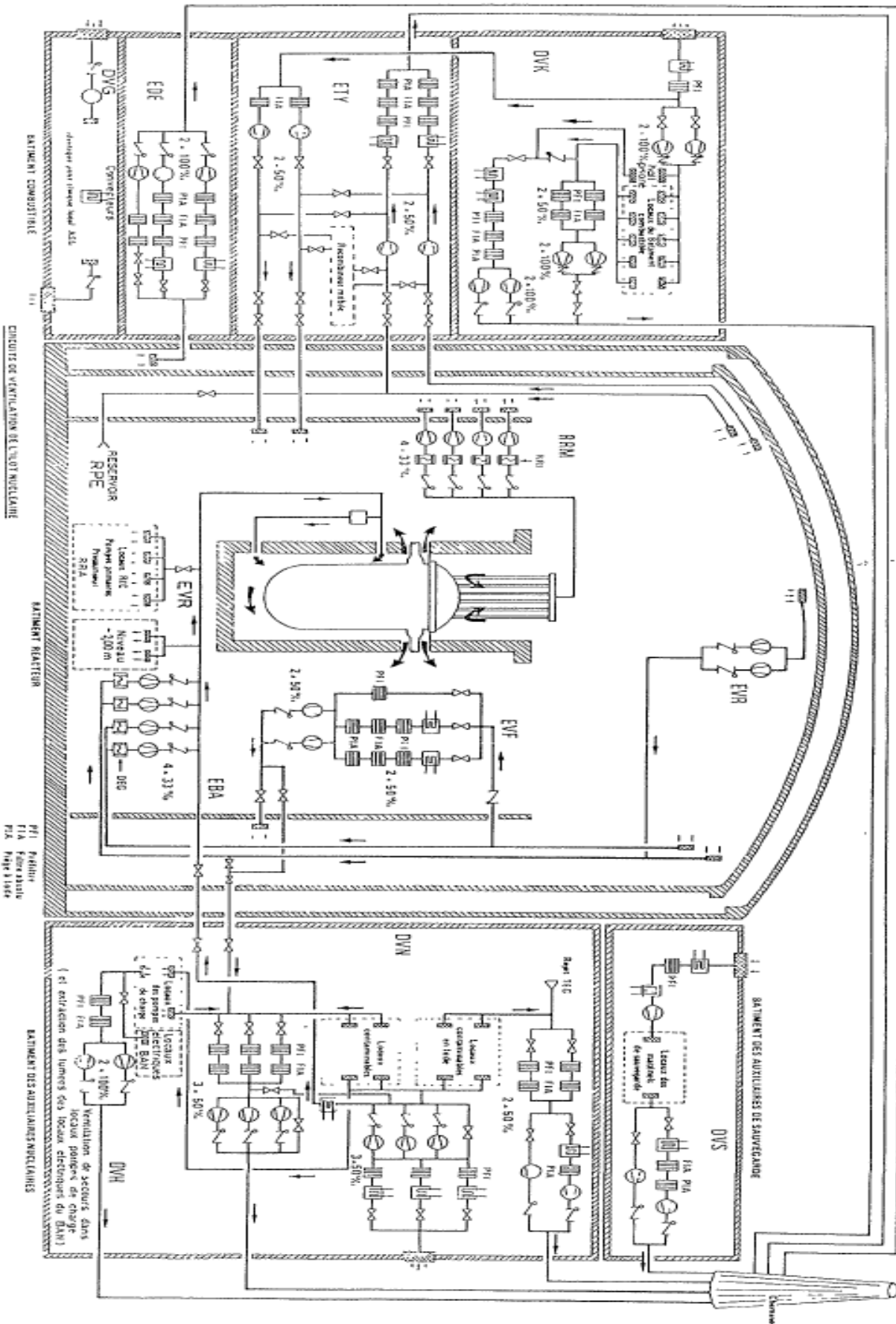
**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 10

Schéma multifonctionnel de la ventilation P'4

RDS édition 1998 – Volume II chapitre 7 section 4

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)



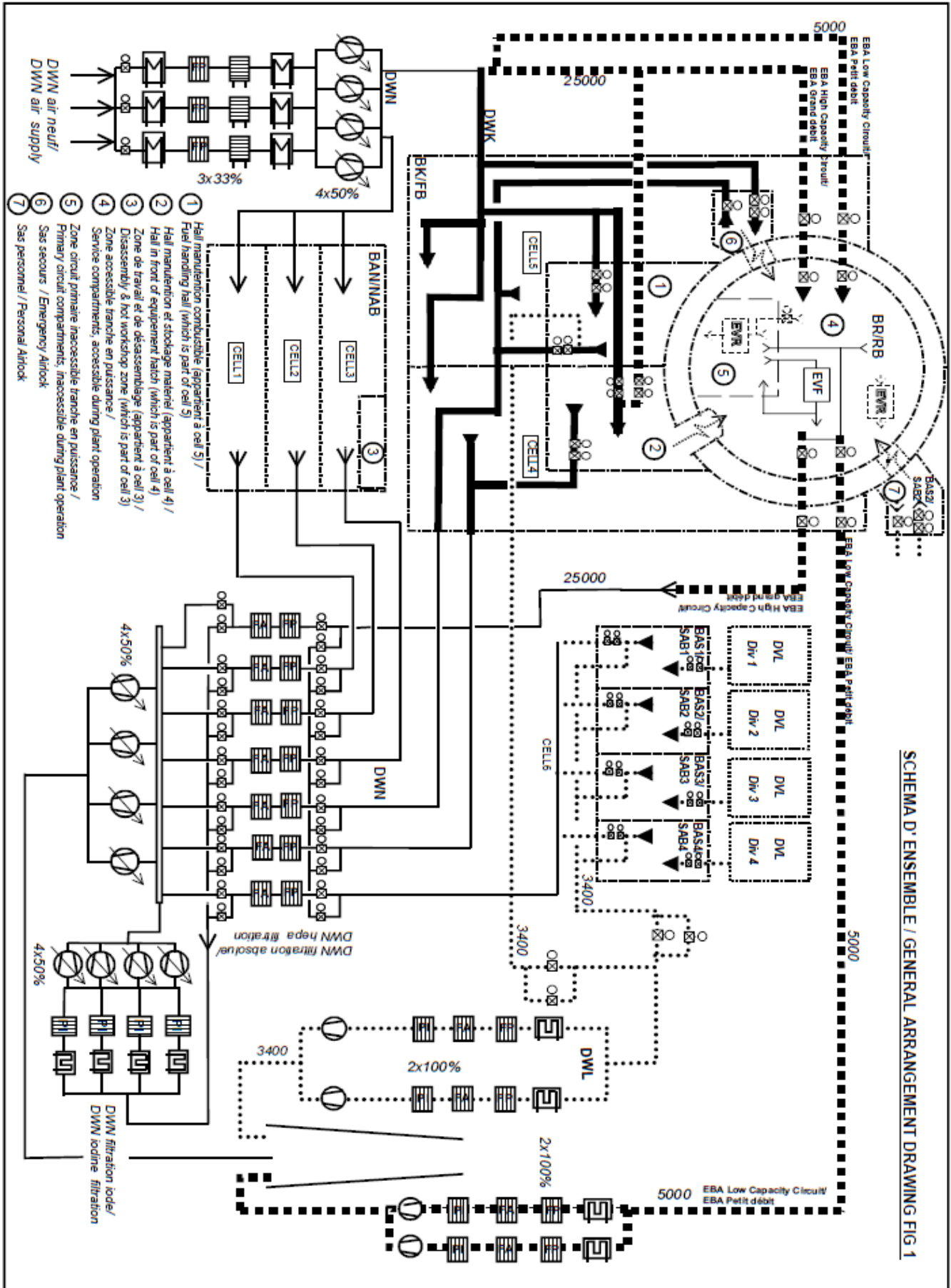
**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 11

Schéma multifonctionnel de la ventilation EPR

RPS - Volume II chapitre 9.4.2

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)



EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 12 1/6
---------------	-----------------------------	--------------------	------------------

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

ANNEXE 12

Critères et périodicités de contrôle des filtres THE
(extrait de la référence [35])

Fessenheim

Circuits de ventilation	Filtres THE	Périodicité du contrôle de delta P	Périodicité test efficacité	Critère de sûreté (donc de remplacement dans délais STE)	Critère d'entrée en suivi renforcé (voir logigramme page 3)	Critère de remplacement sous 2 mois (THE non classés de sûreté au titre du confinement)
Salle de Commande	DCC 101	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Bâtiment combustible	DVN 022	hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Zone des traversées	DVN 032/033	hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BR purification enceinte	EVF 100/101	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000 (voir & 6.2)
Bâtiment des auxiliaires nucléaires	DVN 006 à 009	hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Filtration U5	DVN 046	hebdo.	Changement uniquement sur delta P (aucune prise pour réaliser test efficacité)			
Bâtiment de sécurité	DVI 002	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000

Bugey

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 12 2/6
---------------	-----------------------------	--------------------	------------------

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

Circuits de ventilation	Filtres THE	Périodicité du contrôle de delta P	Périodicité test efficacité	Critère de sûreté (donc de remplacement dans délais STE)	Critère d'entrée en suivi renforcé (voir logigramme page 3)	Critère de remplacement sous 2 mois (THE non classés de sûreté au titre du confinement)
Salle de Commande	DCC 002	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Zone des traversées	DVNe 401/402	hebdo. hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BR purification enceinte	EVFb 101/102	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000 (voir & 6.2)
Bâtiment combustible	DVNd 302/303	hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Bâtiment des auxiliaires nucléaires	DVNa 002 à 005 DVNa 014/015	hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Sorbonnes REN	DVNa 019	hebdo.	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Bâtiment de sécurité	DVU 101	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000

CP1 et CP2

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Circuits de ventilation	Filtres THE	Périodicité du contrôle de delta P	Périodicité test efficacité	Critère de sûreté (donc de remplacement dans délais STE)	Critère d'entrée en suivi renforcé (voir logigramme page 3)	Critère de remplacement sous 2 mois (THE non classés de sûreté au titre du confinement)
Salle de Commande	DVC 001	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BK extraction iode	DVK 007	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BK extraction normale	DVK 005/006	hebdw	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Locaux périphériques Extraction iode	DWW 003	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Locaux périphériques Extraction normale	DWW 004	hebdw	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Mini balayage enceinte	ETY 002	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BR purification enceinte	EVF 001/002	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000 (voir & 6.2)
BAN extraction normale	DVN 001 à 004	hebdw	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
BAN extraction iode	DVN 005 / 006	hebdw ou annuelle selon fonctionnement	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Locaux des réservoirs supplémentaires TEG	DVN 963 / 964	hebdw ou annuelle selon fonctionnement	Après remplacement ou tous les 5 ans	1000	2000	Seul le THE de la file iode est classé de sûreté (963 ou 964 selon site)
Bâtiment de sécurité	DVU / DVT	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Filtration US	DVN 261 ou 262	hebdw	Changement uniquement sur delta P (aucune prise de test)			

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Circuits de ventilation	Filtres THE	Périodicité du contrôle de delta P	Périodicité test efficacité	Critère de sûreté (donc de remplacement dans délais STE)	Critère d'entrée en suivi renforcé (voir logigramme page 3)	Critère de remplacement sous 2 mois (THE non classés de sûreté au titre du confinement)
Salle de Commande	DVC 012	annuelle	après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
BK extr. normale ou lode	DVK 071/072	hebd.	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
secours pompes de charges	DVH 021	annuelle	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
BAN extraction normale	DVN 121 à 126	hebd.	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
BAN extraction lode	DVN 151/152	hebd.	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde BAS	DVS 061/062	annuelle	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
Espace entre enceintes extraction lode	EDE 031/032	annuelle	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
Espace entre enceintes extraction normale	EDE 030	hebd.	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Miri balayage enceinte	ETY 041/042	annuelle	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
BR purification enceinte	EVF 031/032	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000 (voir § 6.2)
BTE extr. lode (St Alban)	DVQ 071/072	hebd.	Après rempli, ou tous les 5 ans si >2000	1000	2000	
BTE ext. normale (St Alban)	DVQ 121/122	hebd.	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Bâtiment de sécurité	DVU 002/004	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

Circuits de ventilation	Filtres THE	Periodicité du contrôle de delta P	Periodicité test efficacité	Critère de sûreté (donc de remplacement dans délais STE)	Critère d'entrée en suivi renforcé (voir logigramme page 3)	Critère de remplacement sous 2 mois (THE non classés de sûreté au titre du confinement)
Salle de Commande	DVC 002	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	Le filtre aval P1 (004) a un rôle de rétention des fines de charbon
BK extraction iode	DVK 110	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BK extraction normale	DVK 071/072	hebd	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Ventilation secours pompes de charges	DVH 021	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BAN extraction normale	DVN 121 à 123	hebd	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
BAN extraction iode	DVN 151/152	hebd	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde BAS	DVS 061/062	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Espace entre enceintes extraction iode	EDE 031/032	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Espace entre enceintes extraction normale	EDE 030	hebd	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Mini balayage enceinte	ETY 041/042	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BR purification enceinte	EVF 031/032	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000 (voir & 6.2)
BTE extraction iode	DVQ 071/072	hebd	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BTE extraction normale	DVQ 121/122	hebd	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Bâtiment de sécurités	DVU 303	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Filtration U5	DVN 261	hebd	Changement uniquement sur delta P (aucune prise de test)			

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

N4

Circuits de ventilation	Filtres THE	Periodicité du contrôle de delta P	Periodicité test efficacité	Critère de sûreté (donc délais STE)	Critère d'entrée en suivi renforcé (voir logigramme p 3)	Critère de remplacement sous 2 mois (THE non classés de sûreté au titre du confinement)
Salle de Commande	DVC 206/208	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	Le filtre aval P1 (208) a un rôle de rétention des fines de charbon
BK extraction iode	DVK 110	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Ventilation secours pompes de charges	DVH 021	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BAN extraction normale	DVN 121 à 123	hebdo	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
BAN extraction iode	DVN 151/153	hebdo	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BAN ext. iode secours	DVN 155	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde BAS	DV'S 061/062	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Espace entre enceintes extraction iode	EDE 031/032	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
Espace entre enceintes extraction normale	EDE 030	hebdo	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Mini balayage enceinte	ETY 041	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BR purification enceinte	EVE 031/032	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000 (voir & 6.2)
BTE extraction iode	DVQ 125	annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans si > 2000	1000	2000	
BTE extraction normale	DVQ 121/122	Hebdo	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
BTE extraction « normale secours »	DVQ 123/124	hebdo	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Bâtiment de sécurité	DVU 002	Annuelle	Après remplacement ou tous les 5 ans			1000
Filtration U5	DVN 177	hebdo	Changement uniquement sur delta P (aucune prise de test)			

Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)

ANNEXE 13

Critères et périodicités de contrôle des pièges à iode
(extrait de la référence [31])

Fessenheim

Circuit de ventilation	Pièges à iode	Critère de sûreté	Critère de remplacement	Périodicité	Remarque
Salle de Commande	DCC 102	0,05 % Cf § 3.4	Sans objet	annuelle	contrôle d'étanchéité après remplacement annuel
Bâtiment combustible	DVN 023	10 (1)	20 (1)	semestrielle	Fonctionnement permanent
Zone des traversées	DVN 034	10 (1)	20 (1)	semestrielle	Fonctionnement permanent
Purification enceinte	EVF 102/103	Sans objet	0,05% (étanchéité)	voir § 5.2.3	Critère fonctionnel
Ventilation générale du BAN	DVN 010 à 013	10 (1)	20	semestrielle	Fonctionnement permanent
Bâtiment de sécurité	DVI 003	Sans objet	0,05% Cf § 3.4 (étanchéité)	voir § 5.2.2	Critère fonctionnel

Bugey

Circuit de ventilation	Pièges à iode	Critère de sûreté	Critère de remplacement	Périodicité	Remarque
Salle de Commande	DCC 003/005	0,05 % Cf § 3.4	Sans objet	annuelle	contrôle d'étanchéité après remplacement annuel
Zone des traversées	DVNe 403	10 (1)	20 (1)	semestrielle	Fonctionnement permanent
Purification enceinte	EVFb 103/104	Sans objet	0,05%(étanchéité)	voir § 5.2.3	Critère fonctionnel
Bâtiment combustible	DVNd 304	10 (1)	20 (1)	annuelle	Fonctionnement permanent
Ventilation générale du BAN	DVNa 006 à 011	10 (1)	20 (1)	annuelle	
Ventilation sorbonne REN	DVNa 20	Sans objet	10 (1)	annuelle	Local échantillonnage fluides radioactifs Critère fonctionnel
Bâtiment de sécurité	DVU 102/103	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.2	Critère fonctionnel

(1) : efficacité calculée sous une humidité relative de 90 %

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 13 2/3
---------------	-----------------------------	--------------------	------------------

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

CP1 et CP2

<i>Circuit de ventilation</i>	<i>Pièges à iode</i>	<i>Critère de sûreté</i>	<i>Critère de remplacement</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Remarque</i>
Salle de Commande	DVC 001	0,05% Cf § 3.4	Sans objet	annuelle	contrôle d'étanchéité après remplacement annuel
BK extraction iode	DVK 001	100	300	annuelle	
Locaux périphériques	DVW 001	100	300	annuelle	
Mini balayage enceinte	ETY 001	10	100	annuelle	
Purification enceinte	EVF 001/002	Sans objet	0,05%(étanchéité)	voir § 5.2.3	Critère fonctionnel
BAN extraction locaux contaminables iode	DVN 001/002	10	100	annuelle	
Local bâches TEG supplémentaires	DVnt 965 ou 966	10	100	annuelle	Un seul piège est installé: 965 PI ou 966 PI selon les sites
Locaux bâches TEG	TEG 001/002	10	100	annuelle	
Bâtiment de sécurité	DVU	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.2	Critère fonctionnel

P4

<i>Circuit de ventilation</i>	<i>Pièges à iode</i>	<i>Critère de sûreté</i>	<i>Critère de remplacement</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Remarque</i>
Salle de Commande	DVC 013	0,05 % Cf § 3.4	Sans objet	annuelle	contrôle d'étanchéité après remplacement annuel
Bâtiment combustible	DVK 111	100	300	annuelle	
BAN extraction iode	DVN 171	10	100	annuelle	
Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde BAS	DVS 071/072	100	300	annuelle	
Espace entre enceintes extraction iode	EDE 041/042	100	300	annuelle	Si EDE est requis pendant le test, augmenter le débit par 001 VA tout en gardant une marge de 5 mbar par rapport à l'alarme « dépression mini ».
Mini balayage enceinte	ETY 051/052	10	100	annuelle	
Purification enceinte	EVF 041/042	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.3	Critère fonctionnel
BTE extraction iode	DVQ 091	10	100	annuelle	Spécificité St ALBAN
Bâtiment de sécurité	DVU	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.2	Critère fonctionnel

EDF SEPTEN	Note ENGSIN080034	Indice A	ANNEXE 13 3/3
---------------	-----------------------------	--------------------	------------------

**Fiche MTE n° 019 : principes généraux de conception du confinement dynamique
et des circuits de ventilation (îlot nucléaire)**

P'4

<i>Circuit de ventilation</i>	<i>Pièges à iode</i>	<i>Critère de sûreté</i>	<i>Critère de remplacement</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Remarque</i>
Salle de Commande	DVC 003	0,05% Cf § 3.4	Sans objet	annuelle	contrôle d'étanchéité après remplacement annuel
BK extraction iode	DVK 111	100	300	annuelle	
BAN extraction iode	DVN 171	10	100	annuelle	
Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde BAS	DVS 071/072	100	300	annuelle	
Espace entre enceintes extraction iode	EDE 041/042	100	300	annuelle	Si EDE est requis pendant le test, augmenter le débit par 001 VA tout en gardant une marge de 5 mbar par rapport à l'alarme « dépression mini ».
Mini balayage enceinte	ETY 051/052	10	100	annuelle	
Purification enceinte	EVF 041/042	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.3	Critère fonctionnel
BTE extraction iode	DVQ 091	10	100	annuelle	
Bâtiment de sécurité	DVU	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.2	Critère fonctionnel

N4

<i>Circuit de ventilation</i>	<i>Pièges à iode</i>	<i>Critère de sûreté</i>	<i>Critère de remplacement</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Remarque</i>
Salle de Commande	DVC 207	0,05 % Cf § 3.4	Sans objet	annuelle	contrôle d'étanchéité après remplacement annuel
BK extraction iode	DVK 111	100	300	annuelle	
BAN extraction iode	DVN 171	10	100	annuelle	
Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde BAS	DVS 071/072	100	300	annuelle	
Espace entre enceintes extraction iode	EDE 041/042	100	300	annuelle	Si EDE est requis pendant le test, augmenter le débit par 001 VA tout en gardant une marge de 5 mbar par rapport à l'alarme « dépression mini ».
Mini balayage enceinte	ETY 051	10	100	annuelle	contrôle d'efficacité au débit d'essai (environ 2000 m ³ /h)
Purification enceinte	EVF 041/042	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.3	Critère fonctionnel
BTE extraction iode	DVQ 094	10	100	annuelle	installation prévue à terme
Bâtiment de sécurité	DVU	Sans objet	0,05%(étanchéité) Cf § 3.4	voir § 5.2.2	Critère fonctionnel