



125 (0) i+E
FR 9501877

R
A
P
P
O
R
T

CEA-DES--195

RAPPORT DES/195

**LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE
DISSÉMINATION DES MATIÈRES
RADIOACTIVES DANS LES USINES DU
CYCLE DU COMBUSTIBLE EN FRANCE**

RUIZ J.



57°55'N. 52°45'W

RAPPORT DES/195

**LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE
DISSÉMINATION DES MATIÈRES
RADIOACTIVES DANS LES USINES DU CYCLE
DU COMBUSTIBLE EN FRANCE**

RUIZ J.*

OECD Nuclear Energy Agency Topical meeting
on the safety of the nuclear fuel cycle,
CADARACHE, 20-21 septembre 1994.

* DES/SEPRI 01.015

RAPPORT DES/195

**LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE
DISSÉMINATION DES MATIÈRES
RADIOACTIVES DANS LES USINES DU CYCLE
DU COMBUSTIBLE EN FRANCE**

RUIZ J.*

OECD Nuclear Energy Agency Topical meeting
on the safety of the nuclear fuel cycle,
CADARACHE, 20-21 septembre 1994.

* DES/SEPRI

Sommaire

1. OBJET DE L'EXPOSE.....	1
2. CRITERES GENERAUX DE CONCEPTION.....	2
3. TEXTES DE BASE.....	2
3.1. TEXTES LEGISLATIFS	2
3.2. REGLES FONDAMENTALES DE SURETE (RFS)	4
3.3. NORMES	4
3.4. GUIDES	5
4. LES DIFFERENTES COMPOSANTES DU CONFINEMENT	5
4.1. GENERALITES	5
4.2. CONFINEMENT STATIQUE	5
4.2.1. PREMIER SYSTEME DE CONFINEMENT.....	6
4.2.2. DEUXIEME SYSTEME DE CONFINEMENT	7
4.3. CONFINEMENT DYNAMIQUE	7
4.3.1. PRISE EN COMPTE DES RISQUES ENGENDRES PAR LE PROCEDE.....	7
4.3.2. PRISE EN COMPTE DES RISQUES ENGENDRES PAR LA VENTILATION	10
5. SURVEILLANCE DU CONFINEMENT	14
6. RETOUR D'EXPERIENCE	15
7. GLOSSAIRE	16

1. OBJET DE L'EXPOSE

Dans cet exposé sont présentés les principes de conception retenus pour traiter le risque de dissémination de matières radioactives dans les usines du cycle du combustible nucléaire en France. L'ensemble des usines du cycle du combustible allant de l'enrichissement de l'uranium à la fabrication des différents combustibles et au retraitement de ces derniers après utilisation dans les centrales est concerné (usines d'enrichissement et de fabrication du combustible, usines de retraitement, installations de traitement et d'entreposage des déchets à l'exception des ouvrages de stockage). Il s'agit d'un exposé général qui ne traite toutefois pas certains cas particuliers comme la prise en compte spécifique du confinement des gaz dans les usines d'enrichissement.

La prise en compte du risque de dissémination de matières radioactives dans ce type d'installations est réalisée, dans le cadre d'une démarche de défense en profondeur, par la mise en place de systèmes de confinement successifs. Ces systèmes de confinement sont dimensionnés en fonction du risque de dissémination de matières radioactives et du risque d'exposition externe.

Dans cet exposé, nous nous attacherons à présenter :

- la réglementation, les normes, les guides,
- les différentes composantes nécessaires à la réalisation du confinement dans les usines du cycle du combustible et la façon dont elles sont réalisées,
- les évolutions des méthodes et des conceptions,
- la surveillance,
- le retour d'expérience.

Bien que les travaux de recherche ne soient pas développés dans cet exposé, on peut noter qu'ils constituent une aide importante à l'analyse et à la conception des systèmes de confinement. Un certain nombre de programmes en cours de réalisation permettent d'étudier des phénomènes particuliers tels que les transferts d'aérosols notamment en cas d'incendie, le développement de codes permettant, par exemple, d'étudier plus en détail le comportement d'un système de ventilation en situation dégradée. Une part des travaux de recherche contribue par ailleurs au développement de nouveaux matériels (dans le domaine de la filtration par exemple).

Les principes exposés fondent les démarches des concepteurs et des exploitants nucléaires aussi bien que celles des organismes de sûreté. Rappelons que le Département d'Evaluation de Sûreté de l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire a pour mission d'évaluer, à la demande de l'Autorité de Sûreté française, les dossiers présentés par les concepteurs et exploitants nucléaires dans le cadre des procédures réglementaires.

2. CRITERES GENERAUX DE CONCEPTION

De manière générale, les risques doivent être identifiés et pris en compte de sorte que les dispositions de conception et d'exploitation les éliminent ou rendent leurs conséquences acceptables dans le cadre des objectifs visés, tant pour le personnel que pour l'environnement. Il s'agit principalement, dans notre cas, de la prise en compte :

- des risques présentés par le procédé,
- des risques associés aux circuits de ventilation (exposition externe par accumulation de matières dans les circuits, propagation d'incendie...),
- des risques internes ou externes pouvant affecter la fonction de sûreté du confinement (incendie, perte des alimentations électriques, agressions externes..).

Les critères généraux de conception doivent prendre en compte, compte tenu des objectifs de sûreté visés, la nécessité d'assurer la permanence de la fonction confinement, celle-ci étant généralement une fonction importante pour la sûreté. Les principaux critères généraux de conception sont les suivants :

- critère de défaillance unique : redondance des éléments importants pour la sûreté, séparation physique et géographique (prise en compte des modes communs),
- spécialisation, isolement possible de portions de circuits, séparation des réseaux de ventilation des bâtiments et des procédés,
- dimensionnement au séisme de tout ou partie des barrières de confinement et, dans certains cas, des circuits de ventilation,
- classement des locaux en zones de radioprotection,
- classement des locaux en secteurs de feu ou secteur de feu et de confinement,
- surveillance fiable du fonctionnement,
- possibilité de contrôles, d'essais, d'entretien.

3. TEXTES DE BASE

En France, le dimensionnement des systèmes de confinement s'appuie sur un certain nombre de textes réglementaires, de règles fondamentales de sûreté, de normes ou de guides. La réglementation spécifique aux rejets radioactifs n'est pas présentée dans cet exposé.

3.1. TEXTES LEGISLATIFS

Les textes réglementaires sont pour la plupart regroupés dans la brochure n° 1420 : Protection contre les rayonnements ionisants, textes législatifs et réglementaires. Les principaux sont les suivants.

a - Décret 66-450 du 20/06/1966 modifié par décret 88-521 du 18/04/1988 relatifs aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants.

Ce décret définit, notamment, la classification des personnes en fonction des doses auxquelles elles peuvent être exposées (travailleurs de catégories A ou B, personnes du public) et les limites de doses admissibles pour chacun de ces groupes. Les limites annuelles d'incorporation (LAI) et les limites dérivées de concentration des radionucléides dans l'air (LDCA) pour l'exposition professionnelle sont répertoriées dans l'annexe IV de ce décret (voir glossaire p 17).

b - Décret 75-306 du 28/04/1975 modifié par décret n° 88-662 du 06/05/1988 relatif à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants dans les installations nucléaires de base.

Ce décret définit, notamment, les différents types de zones de radioprotection et leurs modes de signalisation.

c - Les arrêtés pris en application des différents articles du décret 75-306.

Un certain nombre d'arrêtés précisent les modalités d'application de différents articles du décret ci-dessus. Pour ce qui concerne le sujet traité ici, nous en citerons principalement deux qui fixent :

- les seuils et les modalités de signalisation des zones spécialement réglementées ou interdites à l'intérieur de chaque zone réglementée (arrêté du 07/07/1977),
- la périodicité des contrôles effectués pour les dispositifs de ventilation et de filtration ainsi que pour les dispositifs de surveillance (arrêté du 07/10/1977).

Zones de radioprotection

La réglementation prévoit le classement des locaux en zones de radioprotection en fonction des taux d'exposition externe et de contamination observés dans les locaux en fonctionnement normal.

	Zones spécialement réglementées ou interdites				
	Zone surveillée	Zones contrôlées			
Débit de dose ambiant	2,5 μ Sv/h (0,25 mrem/h)	7,5 μ Sv/h (0,75 mrem/h)	25 μ Sv/h (2,5 mrem/h)	2 mSv/h (200 mrem/h)	100 mSv/h (10 rem/h)
Contamination atmosphérique LDCA	1/10	3/10	1	80	4000
Matérialisation des zones	(bleue)	(verte)	jaune	orange	rouge

(Décret 75-306 du 28/04/1975 modifié par décret 88-662 du 06/05/1988 - Décret 66-450 du 20/06/1966 modifié par décret 88-521 du 18/04/1988 - Arrêté du 07/07/1977)

OCDE - Cadarache 20/21 septembre 1994 - La prise en compte du risque de dissémination de matières radioactives dans les usines du combustible en France.

Le tableau ci-dessus expose les différentes zones existantes en fonction des limites réglementaires. La matérialisation "couleur" jaune, orange et rouge des zones est réglementaire (arrêté du 07/07/1997). Les couleurs bleue et verte, sans être réglementaires, sont traditionnellement employées dans l'ensemble des installations.

3.2. REGLES FONDAMENTALES DE SURETE (RFS)

Les Règles Fondamentales de Sûreté (RFS) sont éditées par la Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires (DSIN) qui dépend du Ministère chargé de l'industrie. A la différence des décrets et arrêtés cités ci-dessus qui doivent être strictement respectés, les exploitants peuvent ne pas appliquer une RFS s'ils apportent la preuve que les objectifs de sûreté visés par la règle sont atteints par d'autres moyens. Pour ce qui concerne le confinement des matières radioactives dans les laboratoires et usines, il en existe deux :

- la RFS II-2 série "u" - systèmes de ventilation,
- la RFS I.4.a série "u" - protection contre l'incendie.

La RFS "ventilation" expose les exigences applicables à la conception et à l'exploitation des systèmes de ventilation assurant des fonctions de sûreté dans les installations pour protéger les personnes du public et l'environnement contre les risques de dissémination de matières radioactives induits par l'exploitation de ces installations.

La RFS "incendie" expose les dispositions générales de conception et d'exploitation à prendre pour les installations à l'égard des risques d'incendie, compte tenu des risques radioactifs que ceux-ci peuvent induire.

3.3. NORMES

Les normes françaises sont éditées par l'Association Française de Normalisation (AFNOR). Comme dans le cas des RFS citées ci-dessus, les exploitants peuvent ne pas appliquer les normes. Cependant, le respect des normes en vigueur permet d'éviter de reprendre de manière détaillée l'évaluation de la sûreté des éléments concernés. Les normes applicables au confinement des laboratoires et usines sont nombreuses. On peut citer :

- les normes de la série M - "combustible et énergie nucléaire" et plus particulièrement le groupe M62 - "Installations - Enceintes de confinement",
- les normes de la série X - "normes fondamentales, normes générales" et plus particulièrement le groupe X 44 : "Filtration de l'air - Enceintes de sécurité".

Parmi les normes du groupe M62 se trouvent notamment celles qui définissent les classes d'étanchéité des enceintes de confinement et les méthodes d'essais permettant de s'assurer de la validité des étanchéités retenues.

Parmi les normes du groupe X44 se trouvent notamment celles qui définissent les méthodes de mesure de l'efficacité des filtres.

3.4. GUIDES

Il existe différents guides édités par l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN). Ces guides, sans être réglementaires, apportent un certain nombre de renseignements principalement sur les grands principes généralement appliqués et sur les matériels existants. Ils constituent une aide à la conception. Ils sont élaborés grâce à la collaboration des analystes de sûreté, des concepteurs et des exploitants. Comme dans le cas précédent leur utilisation facilite l'évaluation de sûreté de l'installation. Concernant le confinement, il s'agit principalement :

- du guide de ventilation,
- des catalogues PMDS (Protection, Manipulation, Détection, Sécurité).

4. LES DIFFERENTES COMPOSANTES DU CONFINEMENT

4.1. GENERALITES

Dans les usines, le procédé met en œuvre des matières radioactives sous différentes formes physico-chimiques (poudres, solutions aqueuses ou organiques, gaz, ...). En fonction du procédé, ces différentes formes peuvent être présentes en même temps dans l'installation.

Le procédé nécessite l'utilisation d'installations qui peuvent être complexes : enceintes de confinement reliées entre elles, appareils chaudronnés (dissolveurs, homogénéiseurs, cuves,...), moyens de transport dans l'installation (réseaux pneumatiques, circuits de solutions ou d'effluents, conteneurs,...), emballages de transport vers d'autres installations...

La diversité des produits mis en œuvre, la présence géographiquement étendue à des niveaux généralement significatifs de matières radioactives contribuent à la complexité de l'étude du risque de dissémination de matières radioactives, chaque installation ayant, de fait, des caractéristiques différentes.

Le confinement est obtenu par l'association du confinement statique, formé par les parois des appareils du procédé, des cellules et des locaux, et du confinement dynamique réalisé par la ventilation. Pour concevoir le confinement, il est donc très important de connaître les caractéristiques relatives au terme source (produits mis en œuvre).

La surveillance du confinement est assurée notamment par les mesures de radioprotection et les mesures réalisées sur les réseaux de ventilation (dépressions, températures,...).

4.2. CONFINEMENT STATIQUE

Le confinement statique est assuré par deux systèmes de confinement :

- le premier système, assuré par les appareils chaudronnés, les enceintes, les emballages de transport, etc., confine les matières radioactives au plus près des sources,
- le deuxième, constitué par les locaux environnants, formé d'une ou deux barrières selon l'importance des risques, renforce la protection statique vis-à-vis de l'environnement.

4.2.1. Premier système de confinement

Le rôle du premier système est d'assurer le confinement des matières radioactives au plus près de la source. Il peut être formé d'une ou deux barrières. C'est le premier système de confinement qui assure la protection du personnel vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives. Il doit donc être réalisé et analysé avec soin.

Généralement, les appareils de procédé sont placés dans des enceintes de confinement dont on vérifie le niveau d'étanchéité. Il existe des exceptions à cette règle, notamment lorsqu'il s'agit d'appareils chaudronnés étanches ne présentant pas de risques d'exposition externe incompatibles avec la présence de personnel (cuves d'effluents par exemple).

Ce système de confinement comporte des traversées permettant l'introduction des matières, le passage des câbles d'alimentation électrique ou de commande, l'évacuation des déchets et effluents,... Ces traversées doivent être conçues de telle sorte que le niveau d'étanchéité requis soit reconstitué.

L'efficacité du confinement statique est éprouvée, lors de la conception, par différentes méthodes.

Il peut s'agir de contrôles en usine (par exemple le contrôle des soudures des appareils chaudronnés) ou sur site (par exemple les tests d'étanchéité des enceintes). La norme NF M 62-200 définit les classes d'étanchéité des enceintes en fonction de la toxicité des produits traités. Les normes M 62 - 210 à 213 définissent les méthodes de contrôles des taux de fuite définis.

Classe	Taux de fuite horaire T_f ou Taux de renouvellement horaire T_R	Exemple
Classe 1	$T_f \leq 5.10^{-4} \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère contrôlée
Classe 2	$T_f < 10^{-2} \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère très dangereuse en permanence
Classe 3	$T_f < 10^{-1} \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère pouvant être très dangereuse
Classe 4	$T_f < 1 \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère pouvant devenir dangereuse en cas d'opération spéciale
Classe 5	$T_f > 1 \text{ h}^{-1}$ avec une vitesse d'admission en tout point $> 0,5 \text{ ms}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère à faible potentiel à risque

Taux de fuite ou taux de renouvellement horaire selon la norme M 62-200

La norme internationale n° ISO 10468-2 (NF M 62-230) : "Enceinte de confinement - partie 2 - classification des enceintes selon leur étanchéité et méthodes de contrôles associés" doit paraître prochainement. Cette norme fera état de 4 classes de confinement au lieu de 5, les enceintes définies par

un taux de fuite supérieur à celui de la classe 4 étant hors du domaine d'application de cette norme. Par ailleurs, à l'exception de la classe 1, les taux de fuite admis pour les classes définies dans cette norme seront plus contraignants que ceux présentés ci-dessus.

4.2.2. Deuxième système de confinement

Le deuxième système de confinement est formé par l'ensemble des locaux classés en zones surveillée ou contrôlée au sens du décret 75-306 (cf § 3.1.).

De manière générale, l'accès aux locaux abritant les enceintes proprement dites se fait par des sas matériels et personnels, le plus souvent distincts, équipés de moyens de radioprotection. Ces locaux, sauf exception, ne présentent pas de paroi en contact direct avec l'extérieur.

De même que pour les enceintes, un taux de fuite peut être exigé pour certains locaux (cas des locaux classés secteurs de feu et de confinement par exemple, voire pour certains bâtiments (lorsque ceux-ci restent l'unique protection de l'environnement, après séisme par exemple). Dans ce cas, les traversées des parois sont également conçues pour respecter le niveau d'étanchéité requis.

4.3 CONFINEMENT DYNAMIQUE

Le confinement dynamique, assuré par la ventilation, complète le confinement statique. Il assure les fonctions de sûreté suivantes :

- confinement de la radioactivité, notamment en cas de défaillance du confinement statique (rupture de barrière),
- évacuation des dégagements thermiques lorsque le procédé le nécessite.

4.3.1. Prise en compte des risques engendrés par le procédé

La présentation qui suit s'appuie fortement sur le guide de ventilation édité par l'IPSN (voir § 3.4.). Initialement édité en 1982, une révision de ce guide a vu le jour en 1987.

La conception des réseaux de ventilation découle du classement des locaux en fonction du taux de contamination atmosphérique en fonctionnement normal et incidentel ou accidentel.

Pour chaque local, on définit une famille de ventilation, un niveau de dépression par rapport aux locaux et enceintes avoisinants de manière à créer une cascade de dépressions des locaux présentant le moins de risques vers les locaux à risques les plus importants et enfin les enceintes de confinement, ainsi qu'un taux de renouvellement horaire.

Les paragraphes qui suivent présentent les principes de conception des systèmes de ventilation utilisés actuellement pour des installations neuves. En réalité, il y a toujours des écarts à l'application de ces principes, écarts éventuellement importants pour les installations anciennes. Le but de l'analyse de sûreté est d'identifier ces écarts et surtout de juger de leur acceptabilité du point de vue des risques.

a - Définitions des familles de ventilation

Le tableau ci-après récapitule les définitions des différentes familles de ventilation en fonction des taux de contamination atmosphérique dans les locaux.

Famille	Contamination permanente admissible (LDCA)	Contamination accidentelle maximale (LDCA)
I	0	0
IIA	≤ 1	≤ 80
IIB	≤ 1	$\leq 4\ 000$
IIIA	≤ 80	$\leq 4\ 000$
IIIB	$< 4\ 000$	$\geq 4\ 000$
IV	$> 4\ 000$	$\gg 4\ 000$

LDCA : Limite Dérivée de Concentration dans l'Air

Ce classement, datant de 1982 (et partiellement de 1987 lors de la révision du guide) tend à être remis en cause actuellement, pour être à la fois simplifié et complété. Certaines simplifications seraient tout à fait justifiées.

Par exemple, le guide présente plusieurs schémas-type de ventilation pour un même niveau de risque en tenant compte du zonage de radioprotection ce qui peut apporter des confusions dans son utilisation. Or, le risque d'exposition externe, dans les locaux et enceintes, n'intervient pas dans le dimensionnement des circuits de ventilation.

En outre, le guide de ventilation n'aborde pas la prise en compte du risque d'incendie dans la conduite de la ventilation. Ce sujet fait actuellement l'objet de réflexions dans différents groupes de travail (voir § 5.3.2. d).

Actuellement, on s'oriente donc vers l'utilisation d'un classement des locaux en "classes de confinement" plutôt qu'en "familles de ventilation", classement qui devrait permettre de prendre en compte le risque de dissémination sans ambiguïté par rapport au zonage de radioprotection.

On peut illustrer cette tendance par le tableau suivant qui reste cependant un exemple pouvant évoluer en fonction des études en cours :

Classe de confinement des locaux et des cellules	C1	C2	C3	C4
Niveau de contamination permanente (LDCA)	0	$< 0,1$	$< 0,1$	Variable
Niveau de contamination occasionnelle (LDCA)	0,1	1	4000	4000
Niveau de contamination occasionnelle (fréquence)	Très faible	Faible	Moyen	Elevé

Répartition des locaux en classes de confinement

b - Cascades de dépressions

La ventilation doit assurer une cascade de dépressions entre les locaux des différentes familles.

D'une manière générale, les dépressions sont de l'ordre de :

- Famille I : Pression atmosphérique ou légère surpression,
- Famille II : de -8 à -10 daPa
- Famille III : de -12 à -14 daPa
- Famille IV : < -22 daPa

Dans les enceintes de famille IV, la dépression peut atteindre -50 daPa lorsque les produits manipulés sont particulièrement dangereux (plutonium par exemple).

c - Taux de renouvellement horaire

Les taux de renouvellement horaire des locaux, c'est-à-dire les débits de ventilation locaux, peuvent difficilement faire l'objet de recommandations a priori ; ils dépendent de plusieurs facteurs :

- le classement par rapport au risque de contamination et notamment le taux de contamination permanente à viser,
- l'existence éventuelle de risques spécifiques (gaz inertes, gaz inflammables ou explosifs),
- le maintien du confinement dynamique en situation incidentelle ou accidentelle, qui dépend par exemple de la taille des ouvertures postulées de la barrière de confinement,
- le conditionnement climatique (dégagements thermiques à évacuer).

En pratique, les taux de renouvellement horaires s'échelonnent, pour un certain nombre d'installations typiques, de 1 à 5 environ pour des locaux correspondant respectivement aux familles I à IV.

d - Dispositifs de filtration et d'épuration

Les dispositifs de filtration et d'épuration en fonction des familles de ventilation sont présentés dans les tableaux suivants.

Les principes appliqués pour l'élaboration de ces tableaux sont essentiellement les suivants :

- éviter le transfert de la contamination dans d'autres locaux ou enceintes par la mise en place de filtres à l'extraction mais également au soufflage lorsque c'est nécessaire,
- mise en place d'une filtration au plus près de la source d'émission potentielle de matières radioactives afin de limiter l'importance des volumes contaminés,
- assurer une redondance des moyens de filtration en fonction du risque pour pallier la défaillance d'un niveau de filtration et protéger l'environnement en toutes circonstances,
- assurer la permanence de la ventilation, et de la filtration notamment pour le dernier niveau de filtration à l'égard de l'environnement, pendant les interventions sur les filtres.

Des systèmes de contrôle et de surveillance des transferts de contamination sont indiqués sur ces tableaux. Ceux-ci peuvent être renforcés ou adaptés en fonction de l'installation.

Par ailleurs, un certain nombre de dispositifs permettent de s'assurer de la permanence de la filtration, notamment la dépression aux bornes des filtres pour suivre l'évolution du colmatage qui peut ensuite être compensé, dans un premier temps par le réglage des registres prévus à cet effet puis par le remplacement des filtres.

4.3.2. Prise en compte des risques engendrés par la ventilation

Les principaux risques qui peuvent être engendrés, propagés, ou aggravés par la ventilation sont les suivants :

- exposition aux rayonnements,
- dissémination de matières radioactives,
- incendie.

Pour prévenir ces risques, un certain nombre de mesures sont prises en compte au cours des études de conception. Ces risques sont prévenus par les dispositions suivantes :

a - Risque d'exposition externe

La prévention de ce risque est réalisée en évitant les dépôts de matière dans les circuits par :

- l'étude des tracés des circuits : absence de "bras morts", rayons de courbure adéquats, mise en place d'éléments filtrants au plus près des sources, vitesses d'écoulement adaptées....,
- la nature des circuits : acier inoxydable, acier noir peint,...

Lorsque le dépôt de matière ne peut pas être évité (filtre de premier niveau, par exemple) des protections biologiques sont mises en place.

b - Risque de dissémination

Pour prévenir ce risque, on prend les dispositions suivantes :

- éviter le recyclage des rejets de l'installation ou d'une installation voisine (choix de l'emplacement des prises d'air, hauteur des cheminées...),
- choix d'un niveau d'étanchéité approprié des gaines notamment jusqu'au premier étage de filtration,
- maintien de la permanence de l'extraction pendant le changement des premiers niveaux de filtration,
- maintien de la permanence de la filtration pendant le changement du dernier niveau de filtration,

Tableau III : CLASSEMENT PAR FAMILLES

RISQUES DE CONTAMINATION	ORGANISATION DE LA VENTILATION EN FONCTION DES RISQUES DE CONTAMINATION	EXEMPLES
FAMILLE I CP = 0 CA = 0	Soufflage ou transfert de zone 1, FI 	ZONE : 1 Salle de concert
	Soufflage ou transfert de zone 1 ou 2, FI 	Couloirs stockage...
	Soufflage ou transfert de zone 1 ou 2 ou 3 ou 4, FI 	
FAMILLE II A CP ≤ 1 LDCP CA = improbable toujours ≤ 80 LDCP	Soufflage ou transfert de zone 1 ou 2, FI 	
Soufflage ou transfert de zone 2 ou 3, FIA Transfert de zone 1 ou 2 ou 3, FI 		
Soufflage ou transfert de zone 2 ou 3 ou 4, FIA Transfert de zone 1 ou 2 ou 3 ou 4, FI 		
FAMILLE II B C.P. ≤ 1 LDCP C.A. ≤ 4000 LDCP	Soufflage ou transfert de zone 3, FIB Soufflage ou transfert de zone 3 ou 4, FIB Transfert de zone 2 ou 3 ou 4, FIA Contrôle permanent 	ZONE : 3, 4 Evaporateurs P.F. Cellules chimiques froides Traitement d'eau Stockage résines Traitement solvants Dissolveurs Stockage Produits de fisson
Prélèvement in situ Détection β Contrôle γ	Filtre haute efficacité Filtre très haute efficacité CP : Contamination permanente CA : Contamination accidentelle	S ₁ : Systèmes permettant la filtration et l'extraction d'air en permanence S ₂ : Systèmes permettant l'extraction d'air en permanence, pendant le remplacement de la filtration F : Famille

Tableau III : CLASSEMENT PAR FAMILLES (Suite)

RISQUES DE CONTAMINATION	ORGANISATION DE LA VENTILATION EN FONCTION DES RISQUES DE CONTAMINATION	EXEMPLES
<p>FAMILLE III A CP ≤ 80 LSCA CA ≤ 4000 LSCA</p>	<p>Possibilité de prélèvement</p> <p>Soufflage ou transfert de zone 3, FIB ou zone 3, FII A</p> <p>Transfert de zone 2 ou 3, FII A</p>	<p>ZONE : 3, 4 Cellule d'intervention à faible risque de contamination</p>
<p>FAMILLE III B CP ≤ 4000 LSCA CA importante plus de 4000 LSCA</p>	<p>Possibilité de prélèvement</p> <p>Soufflage ou transfert de zone 3 ou 4, FIB ou zone 3 ou 4, FII A</p> <p>Transfert de zone 2 ou 3 ou 4, FII A</p>	
<p>FAMILLE IV CP de l'ordre de 4000 LSCA CA très supérieur à 4000 LSCA</p>	<p>Possibilité de prélèvement</p> <p>Soufflage ou transfert de zone 2 ou 3, FII A ou FIB</p>	<p>Zone : 4 Cellule de cisailage Cellule d'intervention à fort risque de contamination</p>
	<p>Possibilité de prélèvement Traitement spécifique Procédé</p> <p>Soufflage ou transfert de zone 3, FII A ou FIB</p>	<p>Zone : 4 Encante poudre Pu</p>
<p>(RX)β Prélèvement in situ (RE)β Détection β (Y)β Contrôle γ</p>	<p> Filtre haute efficacité Filtre très haute efficacité CP : Contamination permanente CA : Contamination accidentelle</p>	<p>S₁ : Systèmes permettant la filtration et l'extraction d'air en permanence S₂ : Systèmes permettant l'extraction d'air en permanence, pendant le remplacement de la filtration F Famille</p>

- changement des éléments filtrants sous protections étanches,
- montage en dépression des éléments filtrants (en amont des ventilateurs et non en aval),
- choix des débits permettant d'assurer des vitesses d'écoulement d'air adéquates dans certains cas d'ouverture du premier système de confinement (ouverture de sas d'introduction de matériels) ou rupture du confinement statique (arrachage d'un gant d'une boîte à gants).

c - Séisme

Selon les conclusions de l'analyse de sûreté relative au risque dû au séisme, tout ou partie des circuits de ventilation peuvent être dimensionnés au séisme en fonction du but recherché :

- éviter que des éléments importants pour la sûreté ne soient détruits par des projectiles provenant de composants des installations de ventilation qui pourraient se décrocher au cours d'un séisme,
- conserver les circuits en état après séisme,
- disposer d'une installation de ventilation en état de fonctionnement après séisme.

d - Incendie

En ce qui concerne les circuits de ventilation proprement dits, ceux-ci doivent être dimensionnés pour ne pas propager un incendie d'un local vers un autre.

Les locaux sont classés en Secteurs de Feu (SF) ou Secteurs de Feu et Confinement (SFC) dont on peut rappeler les définitions ci-après :

Secteur de Feu : on appelle secteur de feu chaque volume élémentaire délimité par des éléments de construction dont le degré de résistance a été choisi en fonction de l'incendie considéré comme plausible qui s'y déclarerait ou le menacerait et les moyens de secours programmés pour le temps correspondant au degré de résistance qualifiant ce secteur de feu.

Secteur de feu et de confinement : on appelle secteur de feu et de confinement un secteur de feu dans lequel un incendie peut entraîner un relâchement de matières radioactives qui conduirait, en l'absence de mesures évitant leur dispersion à l'extérieur du secteur de feu considéré, à un dépassement, pour les travailleurs et la population, des équivalents de doses maximaux admissibles en fonctionnement normal fixés par le décret 66-450 du 20 juin 1966 modifié par le décret 88-521 du 18 avril 1988.

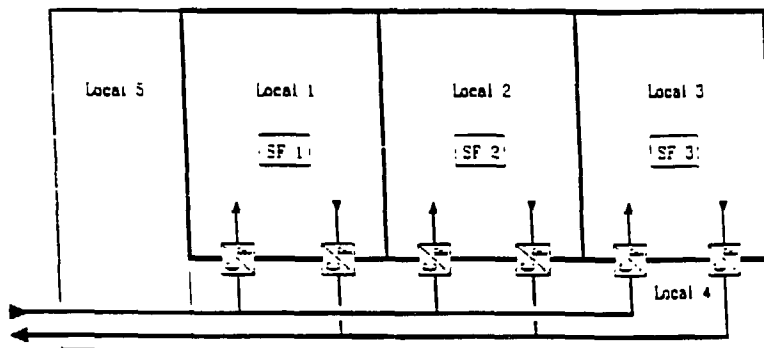
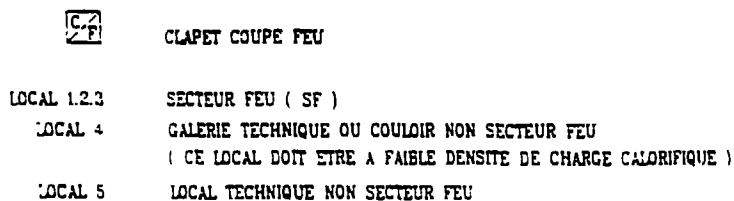
La ventilation est alors dimensionnée en tenant compte des critères suivants :

- possibilité d'arrêter et de fermer le soufflage par des clapets coupe-feu (CCF) pour éviter l'apport d'air neuf alimentant l'incendie,
- possibilité de fermer l'extraction également par des CCF pour protéger la dernière barrière de filtration,

- réalisation de conduits résistants en température,
- possibilité de contournement du premier niveau de filtration par un bypasse étanche pour éviter son colmatage trop rapide et sa destruction,
- dilution des gaz chauds par de l'air frais provenant de locaux présentant un même niveau de risque (respect de la séparation des circuits) en amont du dernier étage de filtration pour en assurer la protection tout en permettant de conserver l'extraction dans le local en feu,

Il n'y a pas de règle générale concernant la conduite de la ventilation d'un SFC, la règle essentielle étant la protection de la dernière barrière de filtration, celle-ci étant l'ultime protection de l'environnement. La conduite peut être difficile en fonction de la complexité des réseaux. Chaque installation fait l'objet d'une analyse détaillée pour élaborer les procédures de conduite les mieux adaptées. Il est à noter que ce type de préoccupation fait actuellement l'objet de réflexions au sein de groupes de travail et est supporté par un programme important de recherche et développement.

Le schéma suivant présente un exemple simplifié de schéma de ventilation de secteurs de feu isolables séparément :



5. SURVEILLANCE DU CONFINEMENT

La surveillance des systèmes de confinement est réalisée par la mise en place d'un réseau d'appareils de radioprotection.

Pour ce faire, d'une façon très générale, on peut noter les règles suivantes.

Un certain nombre de contrôles peuvent être réalisés dans les gaines de ventilation en fonction des besoins : prélèvement, détection bêta, contrôle gamma.

Les locaux abritant des enceintes de confinement sont équipés de moyens fixes de mesures permanentes de la contamination et de l'irradiation ambiantes délivrant des alarmes en fonction des seuils atteints.

Les sas d'accès à ces locaux sont équipés de boîtiers d'accès permettant de connaître les niveaux de contamination et d'irradiation dans le local en fonction des seuils retenus ainsi que de moyens fixes et mobiles de contrôles du personnel sortant.

Les rejets à la cheminée sont surveillés en permanence (prélèvement sur filtre des aérosols, mesures en continu pour les cheminées rejetant l'air en provenance des cellules, des enceintes et des appareils de procédé...).

6. RETOUR D'EXPERIENCE

Au niveau du retour d'expérience, des modifications peuvent être apportées aux installations suite aux évolutions de celles-ci (modification du procédé, des produits traités,...) et des mises à niveau susceptibles d'être introduites à la suite du développement de nouveaux matériels (R & D) ou pour pallier des problèmes que le retour d'expérience aurait fait apparaître au cours de la vie des installations.

Les enseignements du retour d'expérience ont essentiellement porté sur :

- la séparation des réseaux de ventilation en fonction des risques présentés par les différents locaux desservis. Les locaux de famille I sont raccordés à un réseau spécifique. A chaque famille de ventilation correspond un réseau d'extraction particulier.
- la mise en place de filtres sur des circuits de transfert d'air de locaux vers des enceintes,
- la limitation voire la suppression, autant que faire se peut, des ventilateurs intermédiaires, rendant plus facile le réglage des dépressions en cas de défaillance de l'un d'entre-eux.

7. GLOSSAIRE

AFNOR : Association Française de Normalisation

CCF : Clapet Coupe-Feu

CEA : Commissariat à l'Energie Atomique

DSIN : Direction de la Sûreté des installations Nucléaires

IPSN : Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire

LAI : Limite Annuelle d'Incorporation par ingestion ou inhalation : pour un radionucléide donné, activité incorporée en un an dont la valeur est la plus faible des deux valeurs suivantes :

a - celle qui entraîne un équivalent de dose engagé égal à 0,5 Sv pour l'organe ou le tissu le plus irradié,

b - celle qui entraîne la valeur de 0,05 Sv pour la somme des équivalents de dose engagés, au niveau des différents organes ou tissus, pondérés par des coefficients appropriés.

LDCA : limite dérivée de concentration d'un radionucléide dans l'air : concentration moyenne annuelle dans l'air inhalé, exprimé en unité d'activité par unité de volume qui, pour 2 000 heures de travail par an, entraîne une incorporation égale à la limite annuelle d'incorporation par inhalation ou, pour les gaz rares autre que le radon, entraîne un équivalent de dose égal à l'une des limites annuelles d'exposition fixées par l'article 9 du décret 66-450 du 20/06/1966.

PMDS : Protection - Manipulation - Détection - Sécurité. Cette structure créée au sein du CEA en 1967 s'est développée au sein de l'IPSN. Pour l'élaboration des guides, elle fait appel au concours d'analystes de sûreté, à des exploitants et des concepteurs.

RFS : Règle fondamentale de sûreté

R & D : Recherche et développement

SF : Secteur de Feu

SFC : Secteur de feu et de Confinement

Personnel de catégorie A : travailleurs directement affectés à des travaux sous rayonnements : personnes dont les conditions habituelles de travail sont susceptibles d'entraîner le dépassement des trois dixièmes des limites annuelles d'exposition fixées aux articles 9, 10 et 11 du décret 66-450 du 20/06/1966.

Personnel de catégorie B : travailleurs non directement affectés à des travaux sous rayonnements : personnes dont les conditions habituelles de travail sont telles qu'elles ne peuvent normalement pas entraîner le dépassement des trois dixièmes des limites annuelles d'exposition fixées aux articles 9, 10 et 11 du décret 66-450 du 20/06/1966.