

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



VENTILATION NUCLEAIRE

Formation INSTN 10/2012 | Dominique BOIS

dominique.bois@cea.fr

☎04.42.25.41.53

www.cea.fr



SOMMAIRE

1. **ROLE DE LA VENTILATION**
2. **DEROULEMENT D'UNE ETUDE**
3. **DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS**
4. **INCENDIE / VENTILATION**
5. **ESSAIS, MISE EN SERVICE**
6. **MAINTENANCE / EXPLOITATION**



Role de la ventilation

Role de la ventilation

Le rôle de la ventilation est d'assurer les fonctions suivantes :

- **Confinement.**
- **Assainissement.**
- **Epuration.**
- **Surveillance.**
- **Conditionnement.**
- **Confort.**

Les cinq premières fonctions sont des fonctions de sûreté.

Cette fonction a pour but de protéger le personnel, l'environnement et le public du risque de dispersion de la contamination.

Deux types de barrière :

- **Barrière statique**, constituée d'obstacles matérialisés par les parois d'un local, d'une enceinte, d'un procédé ou d'un équipement, dont l'étanchéité est « garantie » en situation normale d'exploitation mais pas forcément en situations incidentelle ou accidentelle.
C'est le confinement statique.
- **Barrière dynamique**, réalisée par le maintien du sens et de la vitesse des écoulements d'air (fonction de la D_p) vers les zones dont le niveau de contamination est le plus élevé.
C'est le confinement dynamique.

La Ventilation permet d'assurer le confinement dynamique tout en étant étroitement liée à la qualité du confinement statique.

La combinaison de barrière statique et dynamique constitue un système de confinement



Selon les niveaux de risque des installations on met en œuvre plusieurs systèmes de confinement

On a généralement 2 systèmes:

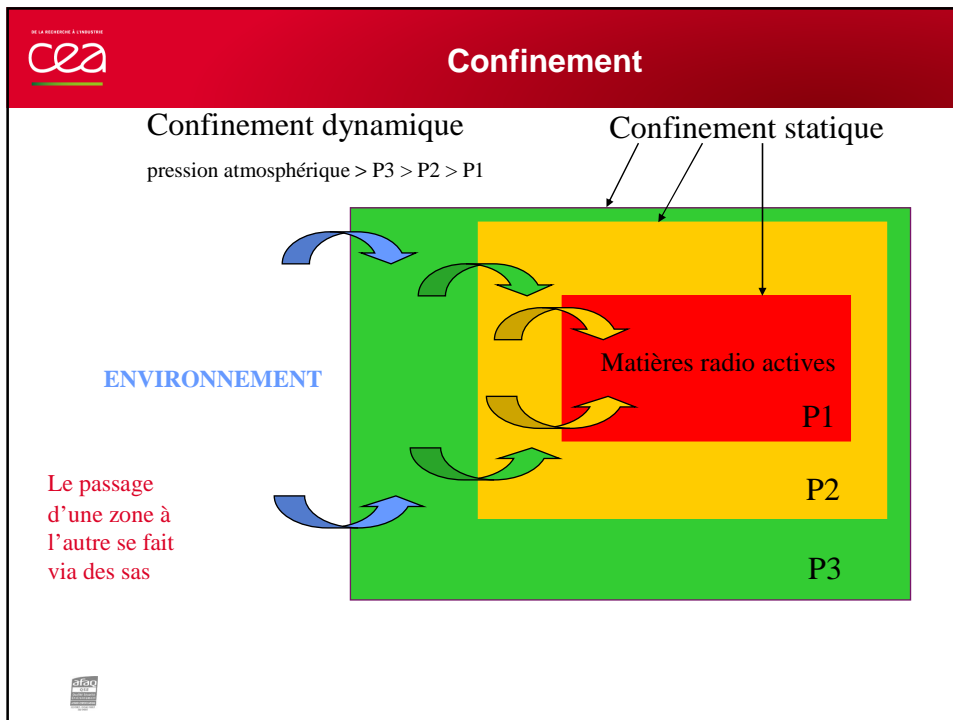
1^{er} système de confinement :

- Confinement statique qualifié (boite à gant, source scellée, conteneur,...) ou système de captation à la source (sorbonne, hotte, ...) + confinement dynamique selon les besoins.
- But : Confiner et capter les matières radioactives au plus près pour protéger le personnel et les locaux.**

2^{ème} système de confinement :

- Confinement statique non qualifié (locaux, portes, siphons de sol...) + confinement dynamique optimisé.
- But : Protéger l'environnement en cas de défaillance du 1^{er} système de confinement.**





cea DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

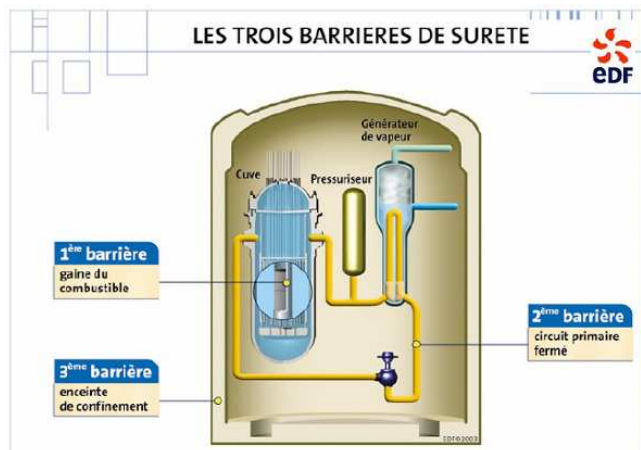
Confinement

Exemples de barrières statiques

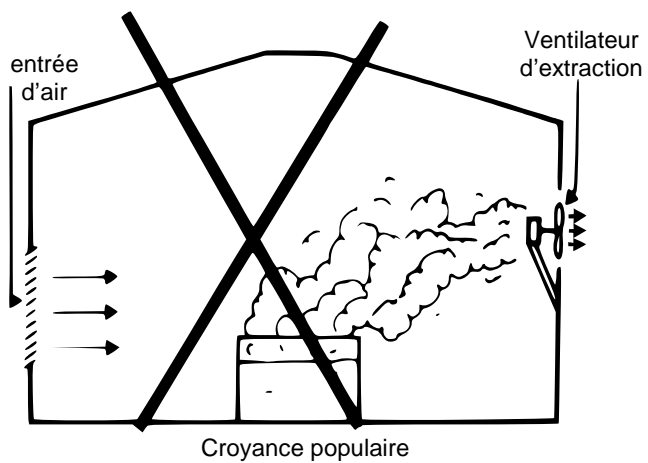
	REP	Labo. et Usine
1 ^{ère} barrière	Gaine combustible	Composants liés au procédé (BàG, cuve, ampoule, tuyauterie, ...)
2 ^{ème} barrière	Enveloppe du circuit primaire (cuve, GV, pompe, ...)	Laboratoire, Enceinte du bâtiment
3 ^{ème} barrière	Enceinte réacteur	Enceinte du bâtiment, Selon les installations

afao

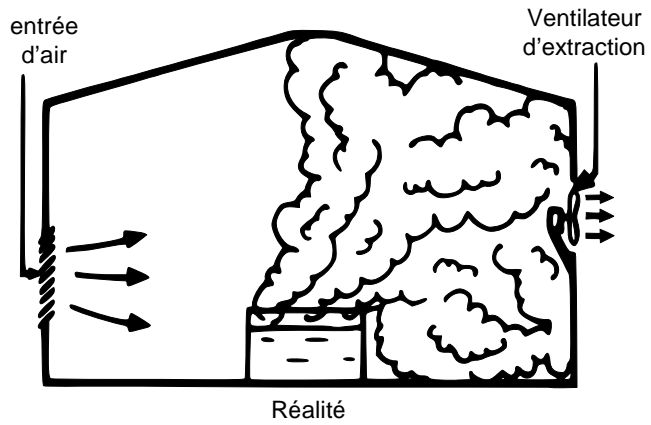
Exemples de barrières statique: REP



1^{er} système de confinement

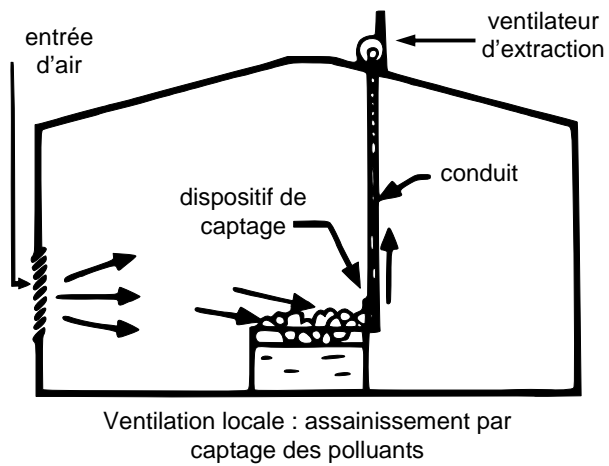


1^{er} système de confinement

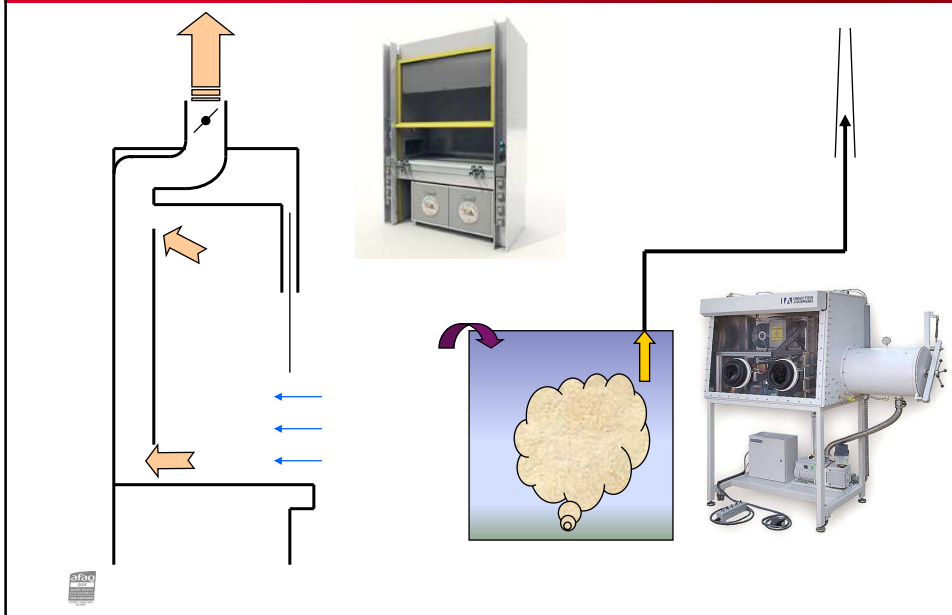


1^{er} système de confinement

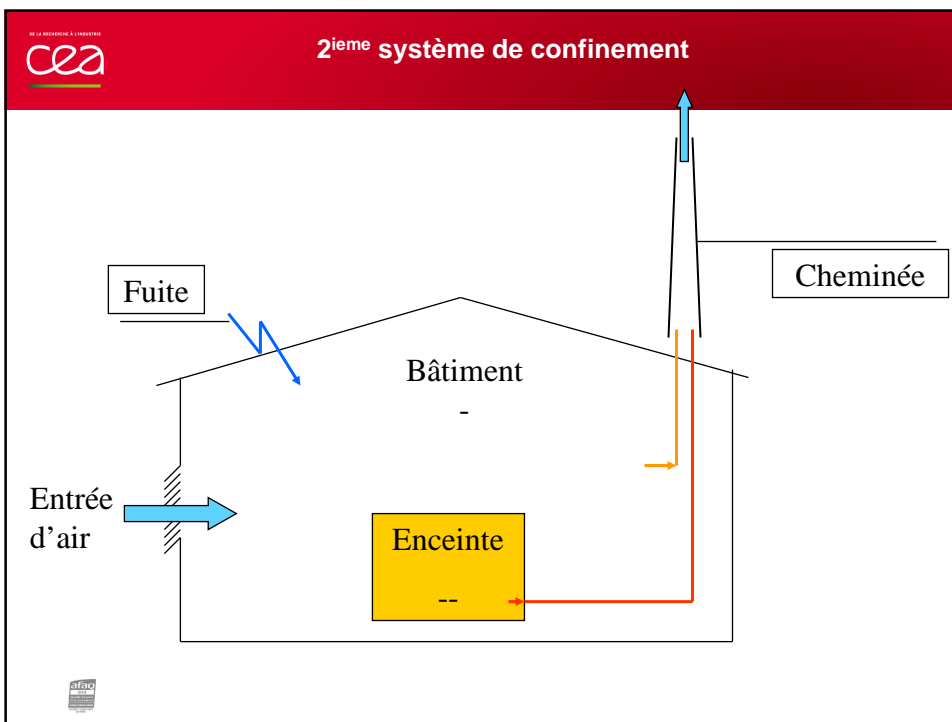
Hotte ou table aspirante



1^{er} système de confinement



2^{ème} système de confinement



Cette fonction est assurée par le renouvellement de l'atmosphère intérieure des volumes.

Une installation de ventilation nucléaire est basée sur le principe général du " tout air neuf ". Deux options peuvent être combinées pour limiter les débits d'air véhiculés :

- Le recyclage.
- Les transferts (entrants et sortants).

Le taux de renouvellement doit faire l'objet d'une réflexion, peut-il être réduit ? ou doit-il être réduit ? :

- Un taux de renouvellement élevé ne contribue pas à augmenter l'efficacité de la protection des opérateurs.
- Un taux de renouvellement élevé contribue à assurer les cascades de dépressions lorsque le taux de fuite des locaux est important.

Un taux de renouvellement élevé peut être requis lorsque l'objectif est de baisser le niveau d'activité et/ou de compenser les effets thermiques et/ou du vent.



Cette fonction permet de concentrer les aérosols, particules et poussières, gaz et vapeurs, dans des éléments définis et contrôlés en vue de les collecter, de les traiter et/ou de les éliminer.

La fonction épuration de l'air d'une installation de ventilation est principalement assurée par deux systèmes :

- Dispositifs de filtration (aérosols, particules, poussières)
- Dispositifs d'adsorption (gaz et vapeurs) à charbons actifs imprégnés

L'efficacité d'un élément filtrant vis-à-vis d'un aérosol peut s'exprimer par :

- Le Coefficient d'épuration = rapport de la concentration amont sur la concentration aval.



Cette fonction permet de garantir la représentativité des dispositifs de contrôles (aérosols, température, gaz), en organisant les écoulements et mouvements d'air (ou autres gaz).

La fonction surveillance ne dépend pas uniquement du taux de renouvellement, mais surtout des écoulements et des mouvements d'air dans un local fortement influencés par :

- La diffusion de l'air soufflé (phénomènes d'induction).
- La présence d'obstacles (zones mortes).
- Les effets thermiques (phénomènes de stratification).

Sauf dans le cas de dispositions particulières, il faut savoir que la distribution des vitesses d'air dans un local est à priori impossible à caractériser.



Cette fonction permet :

- D'assurer un fonctionnement des appareils et systèmes (procédés, outillages, informatique) aux conditions nominales spécifiées.
- De garantir la sûreté de certaines opérations présentant des risques (chimiques, mécaniques, électriques).



Cette fonction permet d'adapter l'ambiance des locaux (température et humidité) aux conditions de travail du personnel.

Le confort est une fonction indirectement liée à la sûreté. En effet, des conditions de travail dans une ambiance aux conditions climatiques inadaptées peuvent induire des risques " d'erreurs humaines ".

Il est important de noter que l'aspect confort est souvent en opposition avec les fonctions de sûreté. La principale cause de ce conflit est provoquée par les fuites des locaux. La mise en dépression d'un local peut réduire à néant les impératifs de dimensionnement du traitement de l'air.

Les critères de confort concernent les conditions suivantes :

- Température.
- Hygrométrie.
- Niveaux sonores.



ETUDE D'UNE INSTALLATION

Nature du problème à résoudre

Déroulement de l'étude

Documents applicables

Critères économiques

Déroulement de l'analyse des risques

TRAVAILLEURS :

Respect de la réglementation (température, hygrométrie, renouvellement d'air neuf, empoussièrément, bruit...).

POPULATION :

Respect des normes de rejet.

PROCEDE MIS EN OEUVRE :

Assurer des conditions compatibles avec le procédé (température, humidité, pression ...).



RECUEIL DES DONNEES DE BASE :

Les données économiques, de site, d'environnement et procédé mis en oeuvre.

DETERMINATION ET QUALIFICATION DES FONCTIONS :

Recherche des fonctions à respecter impérativement (permanence du fonctionnement, contraintes thermiques, secteurs de feu ...).

QUALITE DE CONSTRUCTION :

Définition du type de qualité requis pour l'ensemble des équipements en fonction du temps d'exploitation prévu.



TRAVAILLEURS :

- Réglementation d'hygiène et sécurité,
- Protection contre les rayonnements ionisants,
- Acoustique, incendie, électrique ...

POPULATION :

- Protection des populations contre les rayonnements ionisants,
- Réglementation des établissements classés,
- Règles fondamentales de sûreté...



MATERIEL :

- Réglementation et normes des appareils électriques, mécanique,
- Qualification du matériel utilisé (tenue au feu, au séisme...).
- Homologation des matériels utilisés (CTHEN, CSTB, etc ...)

SITE :

- Altitude, latitude,
- Vents dominants,
- Statistiques de température et d'humidité,
- Précipitations,
- Phénomènes particuliers (neige, givre, vents de sable, nappe phréatique...),
- Ensoleillement,
- Empoussièrément,
- Pollution par d'autre sites industriels,
- Données sur la population (concentration, distance ...),
- Risques particuliers (séisme, explosion, incendie..).



BATIMENT :

- Disposition des locaux,
- Communications fonctionnelles et ouvertures extérieures,
- Caractéristiques des matériaux de construction ...

APPAREILLAGE DU PROCEDE :

- Charge thermique par local,
- Émission de polluant, gaz, vapeurs aérosols poussières,
- Forme physico chimique des polluants,
- Risques d'incendie et / ou d'explosion,
- Conditions pour le bon fonctionnement des appareils mis en oeuvre ...

EXPLOITATION :

- Souhaits des exploitants,
- Possibilité d'intervention, de modification, de démantèlement,
- Charges thermiques (l'éclairage, l'appareillage, l'occupation par le personnel,...)
- Contraintes d'exploitation,
- Contrôle commande.



Textes généraux:

- Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.
- Décret 63-1228 du 11/12/1963 (arrêté « INB »)
- Arrêté du 10/08/1984 (arrêté « qualité »)
- Décret du 04/05/1995 (rejet d'effluent liquide et gazeux)
- Arrêté du 26/11/1999 (limites et modalités de rejet des INB)
⇔ Arrêté du 02/02/1998 pour les ICPE
- Arrêté du 31/12/1999 (arrêté « environnement »)
Modifié le 31/01/2006 sur la partie concernant l'incendie
⇔ pour les INB-S



Textes spécifiques:

Arrêté du 07/10/1977

=> périodicité des contrôles réglementaires en matière de ventilation et filtration

Décret 2002-460 du 04/04/2002

=> protection générale des personnes

Décret 2003-296 du 31/03/2003 et Article R232-5 du code du travail

=> protections des travailleurs

Arrêtés de rejets propres à chaque INB

=> limites et modalités des rejets

.....

=> radioprotection, zonage, zonage déchets,...



INB autres que réacteurs:

RFS II.2 de 1991: Systèmes de ventilation

=> Exigences de conception et d'exploitation des systèmes de ventilation

RFS I.4.a de 1985: Protection contre l'incendie

=> Exigences de prévention, sectorisation, détection, intervention,...

NB.: la RFS entreposage formule des exigences spécifiques au confinement

Réacteurs de Recherche:

RFS RR1 de 1986: Systèmes d'épuration équipant les systèmes de ventilation

=> Exigences de conception, d'exploitation et de test des systèmes d'épuration

RFS RR2 de 1991: Protection contre l'incendie

=> Exigences de prévention, sectorisation, détection, intervention,...

REP: pas de RFS spécifique mais la fonction « confinement » est évoquée dans presque toutes



Normes AFNOR, CEN, ISO

NFE36 et E51: Machines aérauliques

NFM62: Installations – Enceintes de confinements

=> NF M62-200 à 203 Classement des enceintes et méthodes de test d'étanchéité

<=> ISO 10648-1 et 10648-2 (avec des valeurs de classes différentes)

=> NF M62-206 Test d'efficacité des PAI

NFX10: Méthodes d'essais

NFX44: Filtration de l'air, enceintes de sécurité

=> NFX44-011 Test d'efficacité des filtres

NF/ISO 11933-4 (2001): Ventilation des enceintes de confinement

NF/ISO 17873 (2004): Critères pour la conception et l'exploitation des systèmes de confinement et de ventilation des INB autres que les réacteurs (approuvée par l'ASN)

ISO 26802 (2010): Critères pour la conception et l'exploitation des systèmes de confinement et de ventilation des réacteurs nucléaires



Guides:

Guide de Ventilation des Installations Nucléaires (1987) (guide CETREVE)

CEA/IPSN – Centre Technique de Référence en Ventilation et Epuration

=> Cas d'application, spécifications techniques

Recueil de fascicules PMDS

=> Cas d'application, spécifications techniques

Recommandations CEA/DPSN

=>spécifications et exigences sur les clapets coupe feu, les filtres et RGR

Guide méthodologique « inter exploitant » concernant l'analyse du risque incendie en application de l'AM du 31/12/1999 modifié le 31/01/2006

=> Principes de confinement et de ventilation en incendie

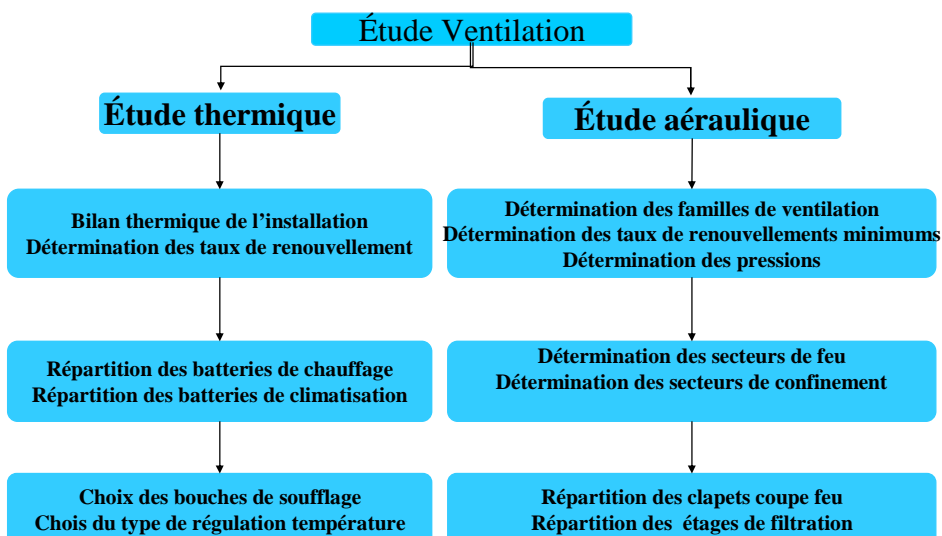
Bases de données BADIMIS de l'IRSN synthétisant les données bibliographiques concernant les coefficients de remise en suspension des aérocontaminants



Hormis les impositions réglementaires, l'application des RFS ou le respect des normes de ventilation nucléaire ne constituent pas une obligation.

Les normes de ventilation nucléaire n'imposent pas de solutions techniques précises mais explicitent en détail les éléments à prendre en compte dans l'analyse du confinement et préconisent certaines dispositions et valeurs guides.

Ces normes définissent un référentiel technique et un langage commun essentiel dans la discussion entre l'exploitant, l'autorité de sûreté et son appui technique.



INVENTAIRE DES RISQUES POTENTIELS :

- **Risques internes** : Ce sont les risques issus du procédé mis en oeuvre.
- **Risques externes** : Ce sont les risques issus de l'environnement (séismes, corrosion, air salin, conditions climatiques ...).

CONSEQUENCES HUMAINES ET MATERIELLES EN CAS DE PERTE DE LA FONCTION :

- Conséquences d'un arrêt de ventilation sur le personnel, sur le matériel et l'environnement.



1. Le choix des matériaux.
2. Le type d'équipement à installer.
3. La redondance éventuelle des équipements et / ou des réseaux.
4. Les secours nécessaires (mécaniques, électriques ...).
5. L'implantation relative des équipements les uns par rapport aux autres.
6. Les contraintes d'exploitation (possibilité d'essais in situ, d'intervention, de modification, de démantèlement).
7. Le schéma fonctionnel de l'installation.
8. La note de fonctionnement servant de base à l'analyse de sûreté de l'installation.



COMPROMIS COUT D'INSTALLATION / EXPLOITATION.

- Une installation comportant trop de fuites entraîne des débits plus importants donc des coûts d'exploitation plus important (consommation électrique).
- Des sections de gaine trop faibles entraînent une augmentation des pertes de charge donc une augmentation de la consommation électrique.
- Une installation d'entreposage de déchets n'a pas besoin d'être maintenue à des températures de 20 °C mais plutôt au tour de 15 °C (vérifier l'absence de condensation sur les colis).

DUREE DE VIE PREVUE DE L'INSTALLATION.

- Une installation prévue pour 40 ans n'est pas réalisée avec les même matériaux que celle prévue pour 6 mois .

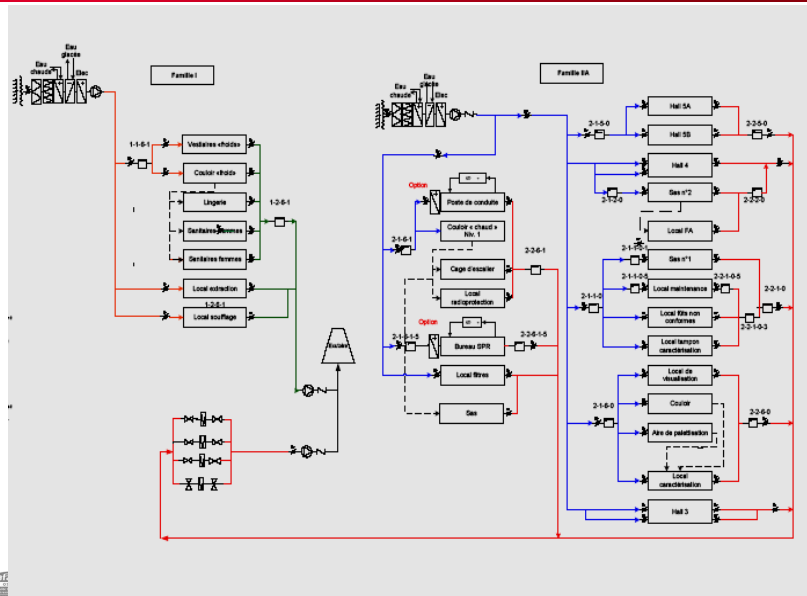


Schéma d'installation

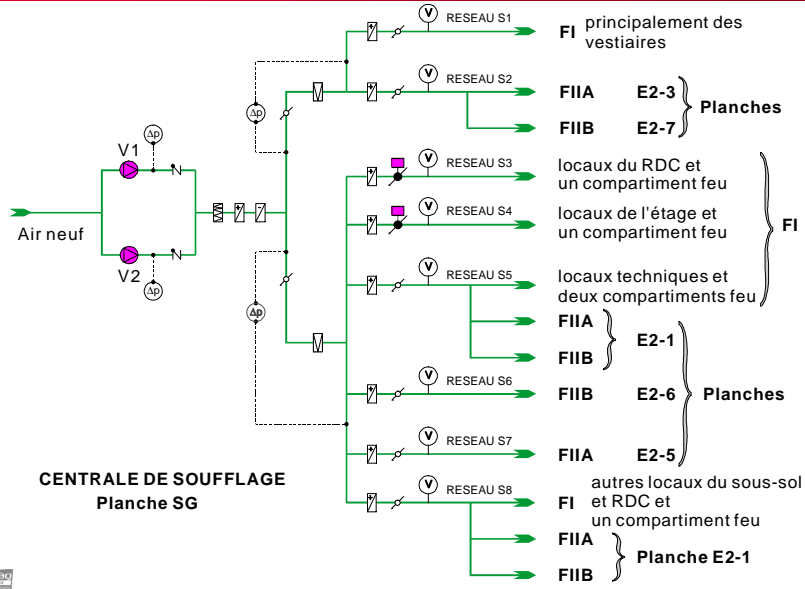
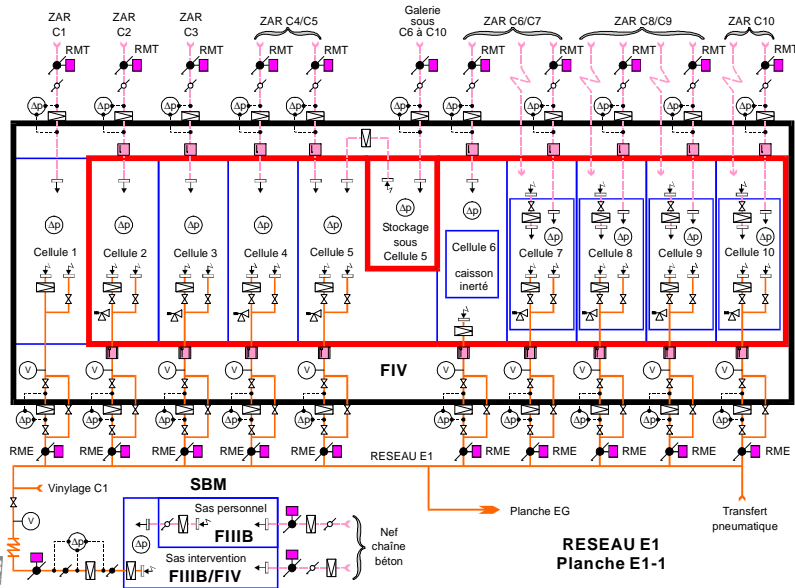
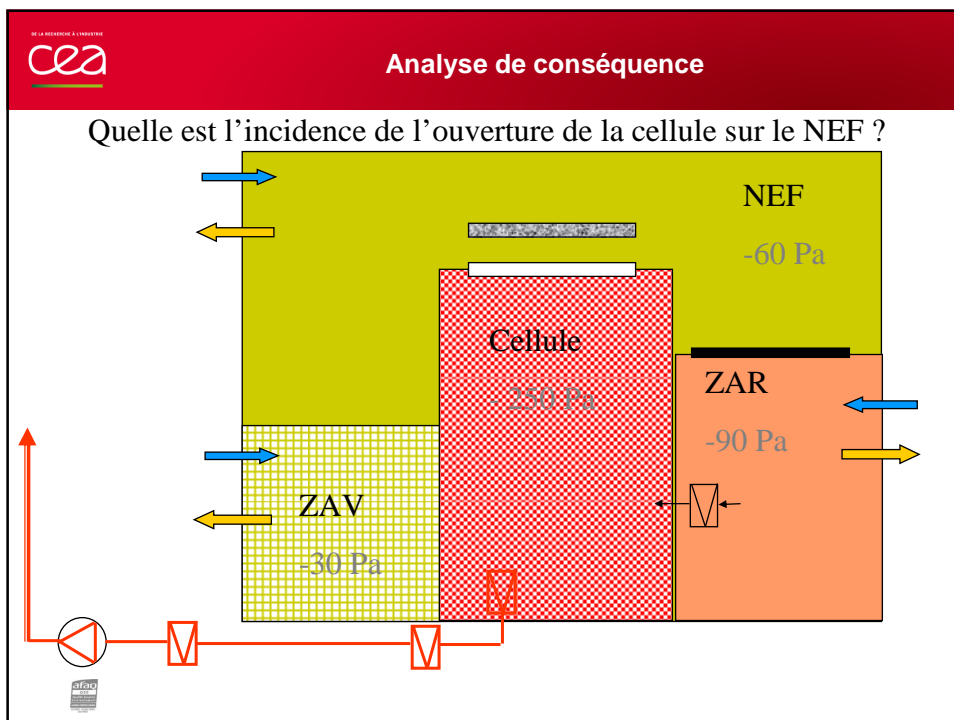
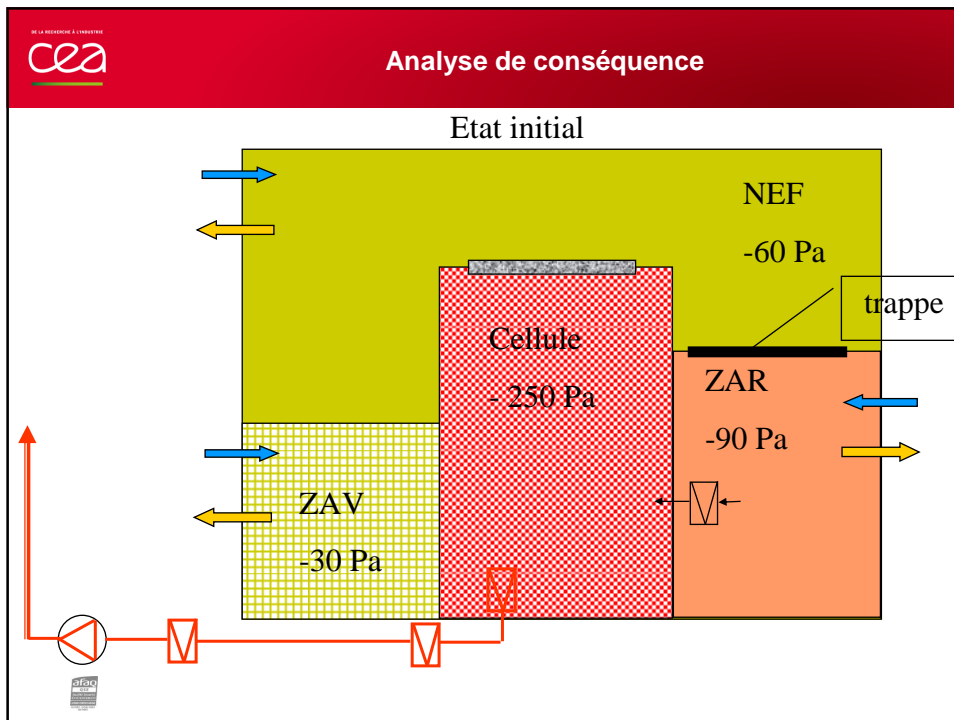


Schéma d'installation





CLASSIFICATION DES LOCAUX AU CEA

Norme ISO 17 873



Maîtrise du risque de dissémination

Dimensionnement des systèmes de confinement dynamique

LPCA (20mSv sur 2000h)
unité des critères normatifs
de conception des systèmes
de ventilation nucléaire pour
couvrir les situations
normales et accidentelles



RCA (dose de 20mSv sur
800h)
unité des critères
réglementaires de zonage
radioprotection de
conception et opérationnel

NF/ISO 17873
NF/ISO 26802
CIPR 103 (DAC)

Arrêté du 15/05/2006



La contamination atmosphérique est caractérisée par une grandeur qui traduit le risque d'exposition interne des radionucléides :

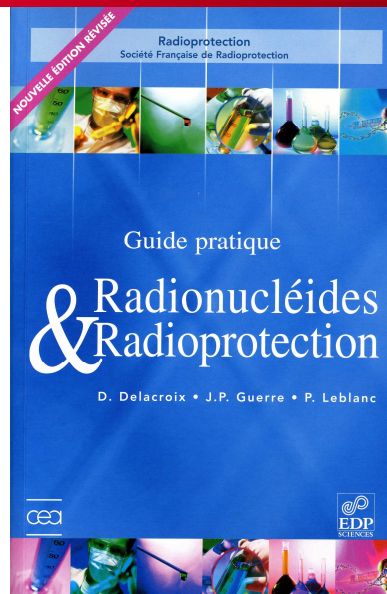
Limite Pratique de Contamination dans l'Air (LPCA)

$$LPCA = \frac{AI_{20\text{ inhalation}}}{Q_{resp} \times t}$$

$AI_{20\text{ inhalation}}$ \Rightarrow Activités Incorporées conduisant à une dose engagée égale à 20 mSv

Q_{resp} \Rightarrow Débit respiratoire = 1.20 m³h⁻¹

t \Rightarrow Temps d'exposition = 2000 h / an



Période : 877 ans Activité massique : $6,34 \cdot 10^{11}$ Bq.g⁻¹ Groupe de risque : 1 238 Pu
94

Plutonium - 238

Principales émissions				Sécher d'exemption			
Gamma / X		Bêta (élect)		Électrons		Alpha	
E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%	Quantité en Bq	Concentration en Bq.g ⁻¹
51	14	12	100	5	450	20	1
12	35	<1	22	21	1449	71	Transport (Bq)
82				22	8	41	1.10 ¹
9,0ms				0	0	41	1.10 ¹

Exposition externe (µSv.h⁻¹) pour une activité de 1 Bq

Source ponctuelle : face à 10 m (2,8.10⁻³), à 1 m (2,8.10⁻²), à 0,1 m (2,8.10⁻¹)
 Surface plane : à 10 m (2,8.10⁻³), à 1 m (2,8.10⁻²), à 0,1 m (2,8.10⁻¹)
 Source étendue : à 10 m (2,8.10⁻³), à 1 m (2,8.10⁻²), à 0,1 m (2,8.10⁻¹)
 au contact (2,8.10¹)

Exposition interne pour les travailleurs

Dose efficace par unité d'incorporation en Sv.Bq⁻¹

Voie	R	M	L
Inhalation	1 µm	1 µm	1 µm
Composé non toxique	1 µm	1 µm	1 µm
Oxyde insoluble	1 µm	1 µm	1 µm

Données pratiques

Débit de dose efficace par immersion⁽¹⁾ : $1,3 \cdot 10^{-8}$ µSv.h⁻¹ par Bq.m⁻³ LPCA^{(1),(2)} : $1,9 \cdot 10^{-1}$ Bq.m⁻³

Organe exposé contribuant le plus à la dose efficace
 Inhalation : Surfaces osseuses (M-L, 1 µm), voies respiratoires supérieures (L, 5 µm)
 Ingestion : Surfaces osseuses

$AI_{20inhalation} (Bq)^{(2)} : 4,7 \cdot 10^2$

$AI_{20ingestion} (Bq)^{(2)} : 8,7 \cdot 10^4$

(1) Calculée dans un volume de 100 m³.
 (2) Valeurs les plus restrictives.
 (3) La LPCA prend en compte l'exposition par inhalation et par immersion.

$LPCA_{Pu238} = 1,9 \cdot 10^{-1} Bq.m^{-3}$

Valeur de la AI_{20} inhalation

Données pratiques

Débit de dose efficace par immersion⁽¹⁾ : $1,3 \cdot 10^{-8}$ µSv.h⁻¹ par Bq.m⁻³ LPCA^{(1),(2)} : $1,9 \cdot 10^{-1}$ Bq.m⁻³

Organe exposé contribuant le plus à la dose efficace
 Inhalation : Surfaces osseuses (M-L, 1 µm), voies respiratoires supérieures (L, 5 µm)
 Ingestion : Surfaces osseuses

$AI_{20inhalation} (Bq)^{(2)} : 4,7 \cdot 10^2$

$AI_{20ingestion} (Bq)^{(2)} : 8,7 \cdot 10^4$

(1) Calculée dans un volume de 100 m³.
 (2) Valeurs les plus restrictives.
 (3) La LPCA prend en compte l'exposition par inhalation et par immersion.

Dimensionnement des systèmes de confinement dynamique

Classement en famille, type ou classe de ventilation :

Les résultats de l'analyse du risque de dissémination permettent le classement des locaux en fonction de leur niveau de risque

Type de ventilation	Contamination permanente normale attendue	Contamination accidentelle potentielle	Classes de confinement
	Cp	Ca	
I	0	≤ 1	C1
II A	≤ 1	≤ 80	C2
II B	≤ 1	≤ 4 000	C3
III A	≤ 80	≤ 4 000	C4*
III B	≤ 4 000	≥ 4 000	C4**
IV	> 4 000	>> 4 000	C4***

TYPE I

Pas de filtration.

TYPE II A

Un étage de filtration avant rejet cheminée.

TYPE II B

Deux étages de filtration avant rejet cheminée.

TYPE III A

Un filtre au plus près du local + un filtre avant rejet cheminée.

TYPE III B

Un filtre blindé au plus près du local + un filtre avant rejet cheminée.

TYPE IV

Un filtre blindé + un filtre non blindé au plus près du local + un filtre avant rejet cheminée.



Dimensionnement des systèmes de confinement dynamique

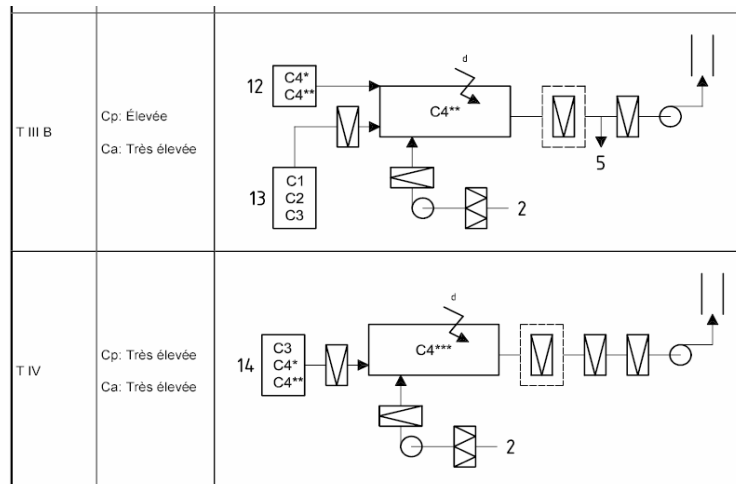
Exemples de schémas types, extrait de la norme ISO17873

<p>T II A</p>	<p>Cp: Non significative Ca: Moyenne</p>	
<p>T II B</p>	<p>Cp Non significative Ca: Élevée</p>	



Dimensionnement des systèmes de confinement dynamique

Exemples de schémas types, extrait de la norme ISO17873



Les différences de pression des locaux garantissent le confinement dynamique de l'installation.

- Conception de l'installation en « poupées Russes »

Les valeurs de pression sont données par rapport à une pression de référence, généralement la pression extérieure.

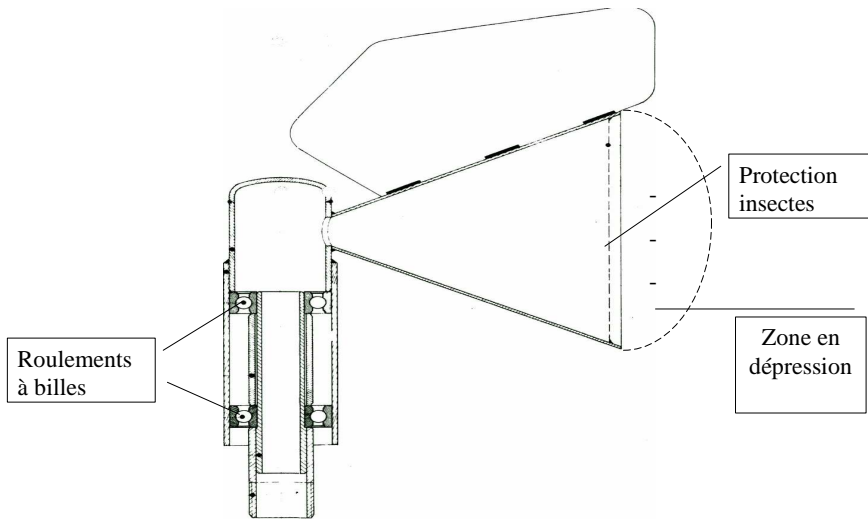
Le choix des valeurs de pression des locaux doit tenir compte des phénomènes de tirage thermique, des fuites entre locaux, de l'influence du vent.

La prise de pression de référence doit être le plus indépendante possible des fluctuations extérieures.

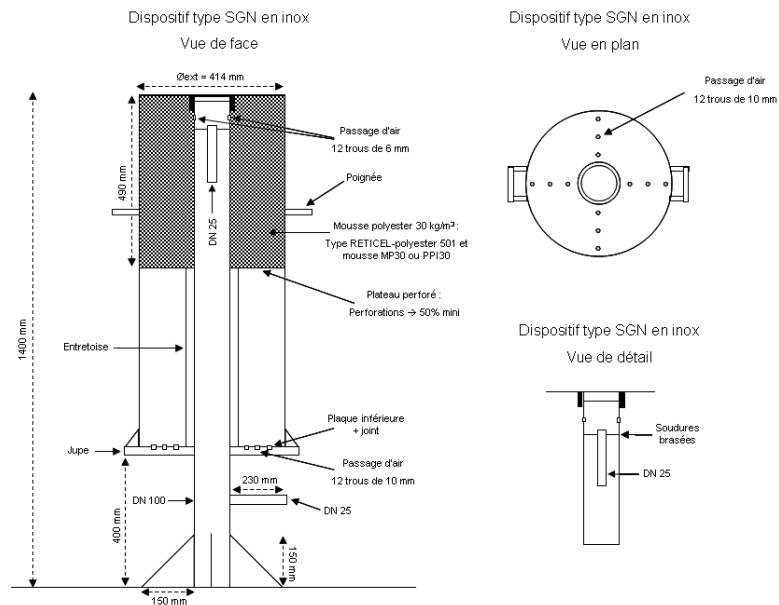
La ligne de pression de référence est le « neurone » de l'installation. **Elle doit être fiable.**



PRINCIPE D'UNE PRISE DE REFERENCE



PRINCIPE D'UNE PRISE DE REFERENCE





AIR MONITOR CORPORATION

1050 Hepper Avenue • Santa Rosa, CA 95403

Corporate Offices
P.O. Box 6158
Santa Rosa, CA 95406
Tel: (707) 544-2706
Fax: (707) 524-2423

NON-DOMESTIC, NON-LC TRADE TERMS FOR CUSTOMERS OF AIR MONITOR CORPORATION

Prices. List prices will be Air Monitor Corporation's published U.S. Price Schedules in effect at the time of order entry, or those prices issued via a written quotation by an authorized employee of Air Monitor Corporation. All price schedules, freight costs, documentation costs, etc., are in U.S. Dollars.

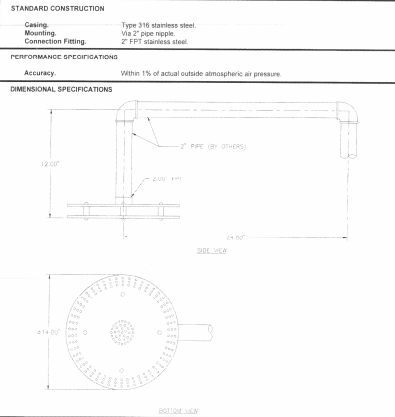
Freight. Published U.S. Price Schedules are Ex-Factory, with freight and insurance at the expense of the customer. Special export packaging is not included.

Financial Arrangements. Payment in full is to be made by wire transfer. Upon receipt of the funds, the order will be released into Production.

Domestic Bank Information for Telex Transfers

Air Monitor Corporation
Account No. 6404174674
c/o Westamerica Bank
Transit Routing No. 121140218
Attention: Wire Department
111 Santa Rosa Avenue
Santa Rosa, California 95404, USA
Phone No. 1-707-576-2400
Fax No. 1-707-576-3687

**S.O.A.P.
STATIC OUTSIDE AIR PROBE**



P.O. Box 6158 • Santa Rosa, CA 95406 • (707) 544-2706 • (707) 524-2423 fax



Skid de mesure de pression de référence



MANOMETRE DE MESURES DIFFERENTIELLES A BARGRAPH



- Affichage de la valeur mesurée
- LED de couleur différentes Rouges, Oranges, Vertes
- Visualisation de la valeur mesurée en fonction du positionnement des LED

Matériel destiné aux mesures dans les locaux, boîtes à gants, sas d'intervention, etc. ...

Possibilité de :

- Report à distance,
- Centralisation sur informatique avec adressage IP ,
- Relais d'alarme,
- Sortie 4-20 mA, 0 – 10 V ou numérique



Confinement dynamique = ventilation

- Il vient en complément du confinement statique pour pallier les défauts d'étanchéité.
- Il permet d'orienter les sens d'air de l'extérieur des bâtiments vers l'intérieur, c'est-à-dire des zones les moins contaminées vers les zones les plus contaminées.
- Les cascades de dépression sont donc établies en fonction des niveaux de risque

NB. La fiabilité des systèmes de confinement est à adapter aux risques.

Autre paramètres à prendre en compte pour l'établissement des cascades de dépression:

- Étanchéité des locaux.
- Effets thermiques dans les locaux de hauteur importante.
- Effets du vent sur les façades et sur les prises d'air.



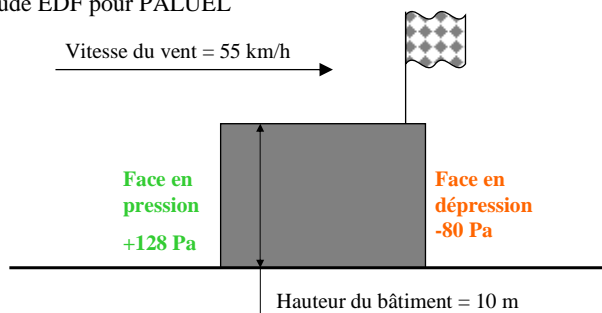
- ☞ Les faces d'un bâtiment soumises à l'effet du vent sont en pression. Ce phénomène **favorise** le sens correct de l'air vers l'intérieur du bâtiment.
- ☞ Les faces d'un bâtiment sous le vent sont en dépression. Ce phénomène **ne favorise pas** le sens correct de l'air vers l'intérieur du bâtiment.

NOTA :

- ☞ Les effets du vent sont pratiquement impossible à compenser.
- ☞ L'étanchéité des locaux et la conception de l'installation en «poupées Russes» permettent de limiter les conséquences de ces effets.



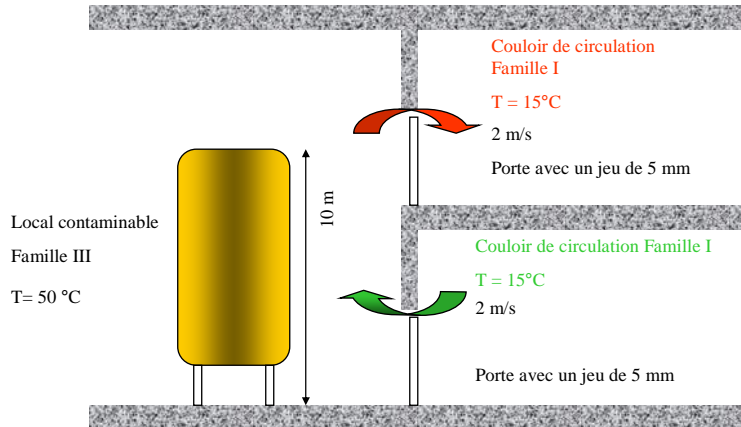
Voir étude EDF pour PALUEL



Vitesse du vent	50% des cas		90% des cas		Extrême 130 km/h	
	Moyenne 25 km/h	Coup de vent 55 km/h	Surpression	Dépression	Surpression	Dépression
Pression Pa	Surpression	Dépression	Surpression	Dépression	Surpression	Dépression
Hauteur 10 m	23	-15	128	-80	650	-410
Hauteur 20 m	31	-20	170	-107	860	-540
Hauteur 30 m	36	-23	200	-124	1000	-630



Pour une hauteur de 10 m et une différence de température de 35 °C on obtient une différence de pression de 15 Pa et une vitesse de 2 ms au passage de porte (fuite).



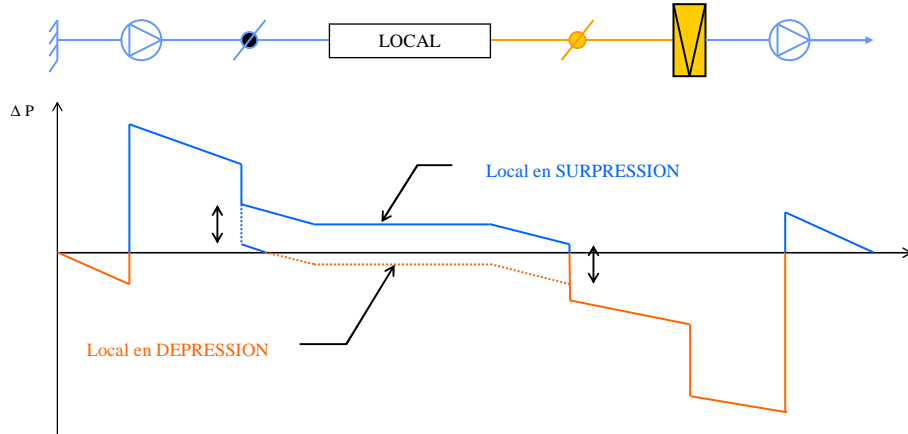
$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h \cdot \Delta T / T$$



Compte tenu de l'importance comparée des effets de vent sur les façades, des effets thermiques de " cheminée " et des fluctuations attendues sur les dépressions dans les locaux, les valeurs suivantes peuvent être adoptées :

Nature du local ou de la zone	Valeur de dépression ^a	Classe de confinement
Zones non contrôlées ou locaux exempts de toute contamination	Pression atmosphérique ou légère surpression	Non classée
Zones surveillées avec des faibles niveaux de contamination surfacique ou atmosphérique. Les locaux classés C1 sont normalement exempt de toute contamination en condition normale d'exploitation.	< 60 Pa	C1
Locaux classés en zones contrôlées et présentant un potentiel de contamination modéré.	80 à 100 Pa	C2
Locaux classés en zones contrôlées et présentant un potentiel de contamination élevé.	120 à 140 Pa	C3
Locaux classés en zones contrôlées et présentant un très fort potentiel de contamination. Zones non accessibles en conditions normales de fonctionnement, sauf circonstances particulières.	220 à 300 Pa	C4
^a Comparé à la pression de référence		





Ordre de grandeur des fuites :

Une porte non étanchée à deux battants de 2.00 m sur 1.70 m ayant un jeu de 3 mm sur le pourtour et un jeu variant de 3 à 10 mm sur la partie inférieure produit un débit de fuite :

Δp (Pa)	10	20	40	60	80
Débit ($m^3 h^{-1}$)	550	770	1100	1340	1550

Une porte conforme aux classes de la norme AFNOR NF P 60-303 de 2m sur 2m et 3cm d'épaisseur l'ordre de grandeur donne :

Classes	Jeu typique (mm)	Débit de fuite ($m^3 h^{-1}$)	Δp (Pa)
A1	0.7	128	40
A2	0.33	44	40
A3	0.17	16	40

Ordre de grandeur des fuites de portes :

Les portes sont classifiées suivant la norme NF EN 12207. La classification est basée sur une comparaison de la perméabilité à l'air par rapport à la surface totale et sur la perméabilité à l'air par rapport à la longueur du joint ouvrant.

CLASSE	Perméabilité à l'air de référence à 100Pa par rapport à la surface totale m³/h.m²	Perméabilité à l'air de référence à 100Pa par rapport à la longueur des joints m³/h.m	Pression d'essai maximale
0	pas d'essai effectué		
1	50	12,5	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600



Les taux de renouvellement sont calculés en premier lieu pour satisfaire le chauffage des locaux.

Les taux de renouvellement sont primordiaux pour palier aux fuites entre locaux.

Pour des raisons économiques, ils devront être les plus faibles possible.

Le coût d'une installation de ventilation est directement proportionnel au débit d'air rejeté (de 100 à 300 € x m³ en fonction de la complexité)



Préconisations ISO 17 873 sur les taux de renouvellement

Nature du local	Renouvellement d'air type (par heure)	Classe de confinement
Sas, vestiaires	4 à 5	C1, C2 ou C3
Couloirs normalement exempts de contamination	1 à 2	C2
Locaux normalement inactifs	1 à 2	C2
Zones contrôlées présentant un potentiel de contamination modéré	2	C2
Zones de maintenance attenantes à un confinement primaire à potentiel de contamination modéré	1 à 5	C3
Zones contrôlées à fort potentiel de contamination	5 à 10	C3
Zones de maintenance attenantes à un confinement primaire à potentiel de contamination élevé	10	C3
Confinement primaire (boîte à gants, enceinte de confinement ou cellule blindée)	1 à 30 (dépend pleinement du procédé, du volume de l'enceinte de confinement et du risque)	C4



Le confinement dynamique est directement lié à :

- L'efficacité de la captation,
- La vitesse de passage au droit des ouvertures (vitesse minimale > 0,5 m/s sauf pour Pu > 1 ms et H₃ > 1,5 m/s),
- La différence de pression entre locaux.



Cette fonction est assurée par le renouvellement de l'atmosphère intérieure des volumes.

Une installation de ventilation nucléaire est basée sur le principe général du " tout air neuf ". Deux options peuvent être combinées pour limiter les débits d'air véhiculés :

- Le recyclage.
- Les transferts (entrants et sortants).

Le taux de renouvellement doit faire l'objet d'une réflexion, peut-il être réduit ? ou doit-il être réduit ? :

- Un taux de renouvellement élevé ne contribue pas à augmenter l'efficacité de la protection des opérateurs.
- Un taux de renouvellement élevé contribue à assurer les cascades de dépressions lorsque le taux de fuite des locaux est important.

Un taux de renouvellement élevé peut être requis lorsque l'objectif est de baisser le niveau d'activité et/ou de compenser les effets thermiques et/ou du vent.



Minimisation des débits mis en jeu

Le traitement thermique de l'air soufflé est beaucoup plus important en tout air neuf qu'avec un mélange air neuf / air recyclé :

- un local ayant 5 kW de déperditions à -10°C extérieur, en considérant $1000\text{ m}^3/\text{h}$ d'apport d'air neuf, aura besoin d'une puissance de chauffage de 15 kW en soufflage tout air neuf
- seulement de 6 kW en soufflage avec 90% de recyclage.

La filtration à mettre en place est de même beaucoup plus importante ; de plus, l'air neuf est, avec le personnel exploitant, le plus grand apport de poussières et de particules dans l'installation et donc la principale cause de colmatage des filtres tant au soufflage qu'à l'extraction

- un air extérieur « sale » contient plus de 10 milliards de particules de plus de $0.1\text{ }\mu\text{m}$ par m^3 ,
- une personne génère 1 million de particules de plus de $0.1\text{ }\mu\text{m}$ par seconde



Assainissement de l'atmosphère des locaux de l'installation

Cette fonction consiste à renouveler l'atmosphère des locaux et enceintes par un apport d'air neuf

Le taux de renouvellement doit faire l'objet d'une optimisation:

- Le taux de renouvellement doit permettre d'assainir l'atmosphère des locaux à un niveau d'activité le plus faible possible (limite de détection et en fonction du classement par type de ventilation).
- Le taux de renouvellement doit permettre de prendre en compte des risques spécifiques (Hydrogène, anoxie,...)
- Un bon brassage de l'air du local diminue les zones mortes et améliore les vitesses de détection.
- Un taux de renouvellement élevé contribue à assurer les cascades de dépressions lorsque le taux de fuite des locaux est important.
- Le taux de renouvellement doit permettre de maintenir les conditions d'ambiance et d'hygiène



Exemple :

Le code du travail définit des débits minimaux à mettre en œuvre en fonction du type d'activité du travailleur (article R232-5-3).

- Locaux sans travail physique : 25 m³h⁻¹ par occupant
- Locaux de restauration, réunion : 30 m³h⁻¹ par occupant
- Atelier ou locaux avec travail physique léger : 45 m³h⁻¹ par occupant
- Autre ateliers ou locaux : 60 m³h⁻¹ par occupant



Cette fonction permet de concentrer les aérosols, particules et poussières, gaz et vapeurs, dans des éléments définis et contrôlés en vue de les collecter, de les traiter et/ou de les éliminer.

La fonction épuration de l'air d'une installation de ventilation est principalement assurée par deux systèmes :

- Dispositifs de filtration (aérosols, particules, poussières)
- Dispositifs d'adsorption (gaz et vapeurs) à charbons actifs imprégnés

L'efficacité d'un élément filtrant vis-à-vis d'un aérosol peut s'exprimer par :

- Le Coefficient d'épuration = rapport de la concentration amont sur la concentration aval.



Facteurs qui entraînent un vieillissement prématuré du filtre :

- Chimiques (vapeurs acides corrosives contenues dans l'air)
- Chocs thermiques
- Colmatage trop rapide
- Forte exposition
- Les efforts mécaniques dus à des transitoires de ventilation (régulation ou pompage)
- Une humidité supérieure à 90 %



Cette fonction permet de garantir la représentativité des dispositifs de contrôles (aérosols, température, gaz), en organisant les écoulements et mouvements d'air (ou autres gaz).

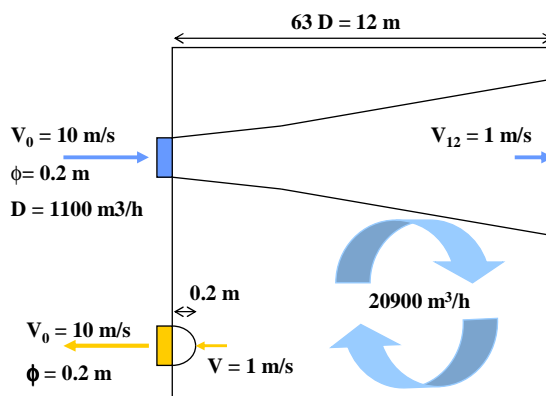
La fonction surveillance ne dépend pas uniquement du taux de renouvellement, mais surtout des écoulements et des mouvements d'air dans un local fortement influencés par :

- La diffusion de l'air soufflé (phénomènes d'induction).
- La présence d'obstacles (zones mortes).
- Les effets thermiques (phénomènes de stratification).

Sauf dans le cas de dispositions particulières, il faut savoir que la distribution des vitesses d'air dans un local est à priori impossible à caractériser.



Effets produits par le soufflage et l'extraction



Pour le soufflage :

La vitesse à une distance de x m

$$V_x = V_0 \cdot 6,2 \cdot \phi / x$$

Le débit à une distance de x m

$$Q_x = Q_0 \cdot 0,32 \cdot x / \phi$$

ϕ = Section de la bouche

Pour l'extraction :

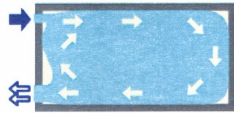
La vitesse à une distance de x m

$$V_x = V_0 / (10 x^2 + \phi)$$



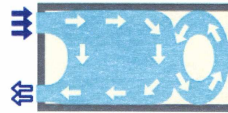
BRASSAGE

Bonne diffusion de l'air

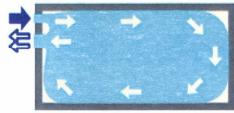


Bon :
soufflage horizontal en haut à grande vitesse,
reprise en bas sur le même mur.

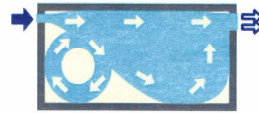
Diffusion de l'air médiocre



Médiocre :
soufflage horizontal en haut à faible vitesse et faible portée,
reprise en bas sur le même mur (création d'une zone morte).



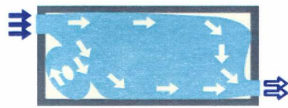
Bon :
soufflage horizontal en haut à grande vitesse,
reprise en haut sur le même mur.



Médiocre :
soufflage horizontal en haut à grande vitesse,
reprise en haut sur le mur opposé (by-pass d'une partie du débit).



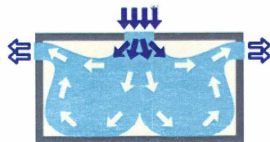
BRASSAGE



Bon :
soufflage horizontal en haut à faible vitesse,
reprise en bas sur le mur opposé.



Médiocre :
soufflage horizontal en haut à grande vitesse,
reprise en bas sur le mur opposé (création d'une zone morte).



Bon :
soufflage sous plafond sous angle moyen,
reprises hautes symétriques.



Médiocre :
soufflage sous plafond sous angle moyen,
reprises basses symétriques (création de zones mortes au plafond).



Maintien des conditions d'ambiance pour les équipements et les procédés

Cette fonction permet :

- ☞ D'assurer un fonctionnement des appareils et systèmes (procédés, outillages, équipements informatiques, matériels électriques) aux conditions nominales spécifiées.
- ☞ De garantir la sûreté de certaines opérations présentant des risques particuliers (chimiques, mécaniques, électriques, mise en œuvre par exemple d'un inertage).



Cette fonction permet d'adapter l'ambiance des locaux (température et humidité) aux conditions de travail du personnel.

Le confort est une fonction indirectement liée à la sûreté. En effet, des conditions de travail dans une ambiance aux conditions climatiques inadaptées peuvent induire des risques " d'erreurs humaines ".

Il est important de noter que l'aspect confort est souvent en opposition avec les fonctions de sûreté. La principale cause de ce conflit est provoquée par les fuites des locaux. La mise en dépression d'un local peut réduire à néant les impératifs de dimensionnement du traitement de l'air.

Les critères de confort concernent les conditions suivantes :

- Température.
- Hygrométrie.
- Niveaux sonores.



	Techniques utilisées
Les hottes	
Les sorbonnes	
Les boites à gants	
Le bâtiment	

CEA DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE


ENCEINTES DE CONFINEMENT

Le type d'enceinte à mettre en œuvre découle de l'activité et des quantités de matières radioactives manipulées


La norme **ISO 10648/2**, distingue 4 classes d'étanchéité auxquelles correspondent des techniques spécifiques de contrôle

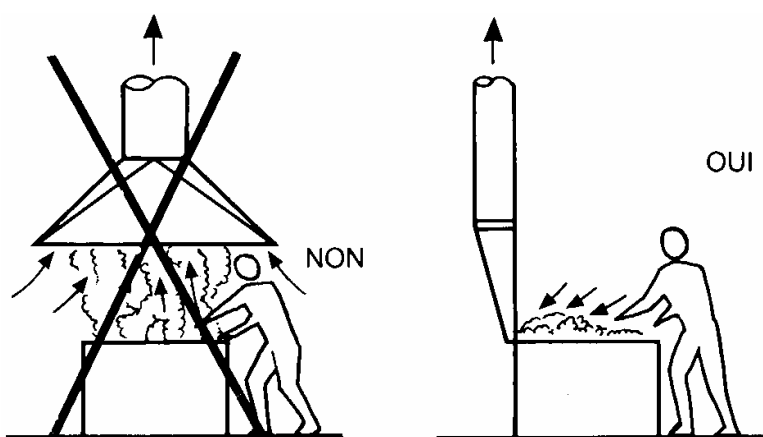
Classification des enceintes selon leur taux de fuite horaire

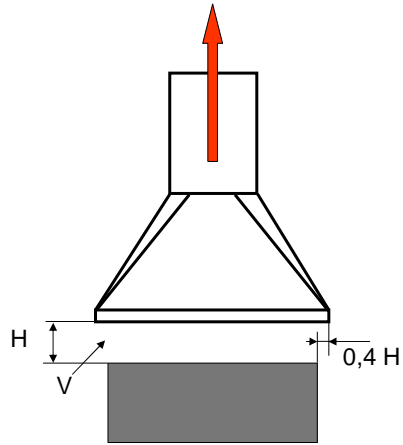
Classe ISO	Taux de fuite horaire Tf
1	$Tf \leq 5.10^{-4} \text{ h}^{-1}$
2	$Tf \leq 2.5.10^{-3} \text{ h}^{-1}$
3	$Tf \leq 10^{-2} \text{ h}^{-1}$
4	$Tf \leq 10^{-1} \text{ h}^{-1}$



La norme NF X 62-200 est également applicable.





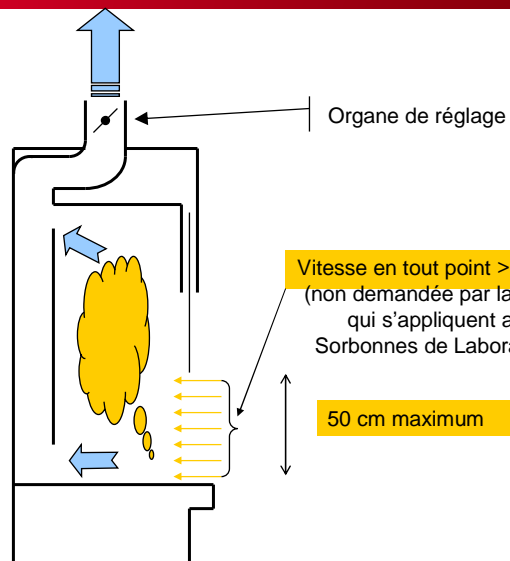


4 cotés ouverts
 $Q = 1,4 PHV$

2 cotés ouverts b et L
 $Q = (b + L) HV$

Pas de recyclage
dans le local

Prévoir la
compensation de
débit dans le local
d'implantation





Ce qu'il ne faut surtout pas faire:
plus aucune protection de l'individu



La ventilation d'une boîte à gants est généralement assurée par un système d'extraction spécifique et par simple transfert à l'admission.

L'épuration est assurée :

- A l'admission, par une double filtration
- À l'extraction, par une double filtration avec une permanence de la fonction lors du changement du filtre extérieur.

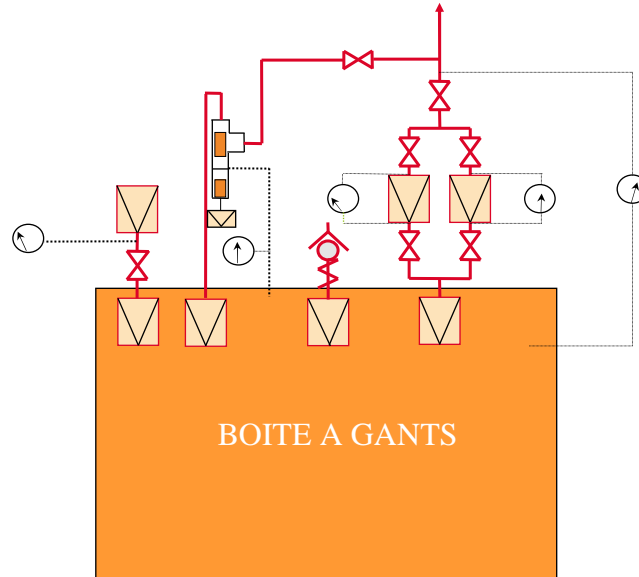
Il faut impérativement assurer une vitesse de passage minimale au droit d'une ouverture (arrachement de gant par exemple).

Vitesses de passage minimales :

- 1 m/s pour le Pu
- 1.5 m/s pour le Tritium
- 0.5 m/s pour tous les autres cas

Penser aux arrêts de l'installation et asservir les alimentations en gaz.

Boite à gants



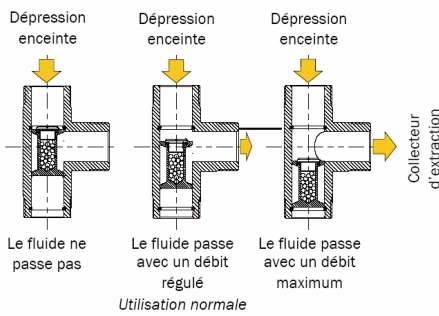
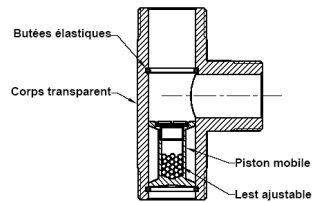
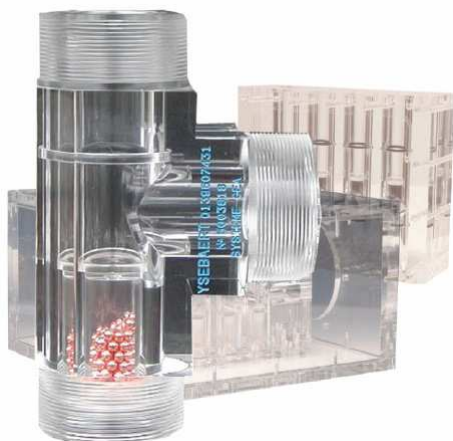
TYPES DE FILTRES BâG



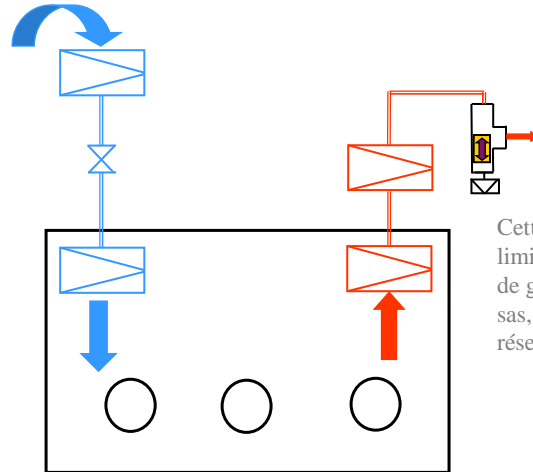
TYPES DE FILTRES BâG



VANNE DE REGULATION BâG



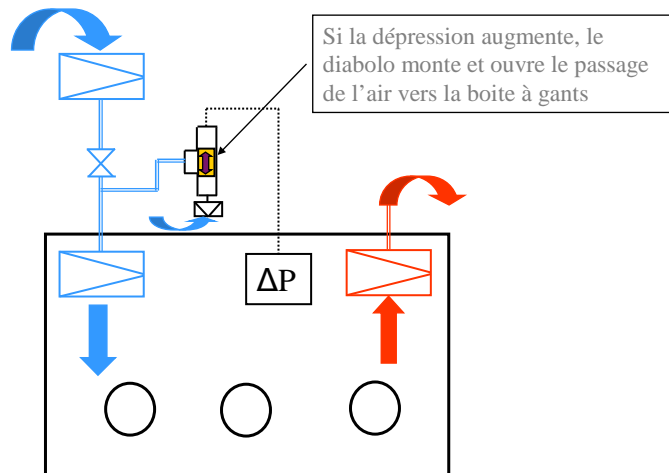
Fonction régulation de dépression



Cette fonction permet de limiter les mouvements de gant, d'ouverture de sas, de variation de réseau, etc.



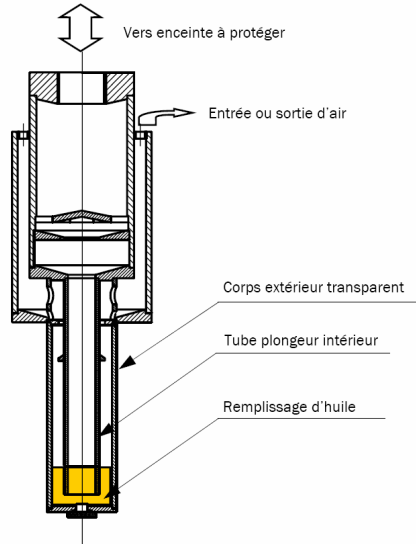
Fonction sécurité excès de dépression



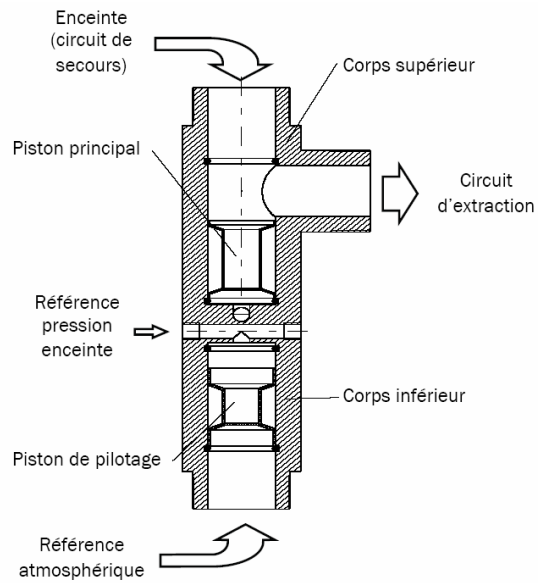
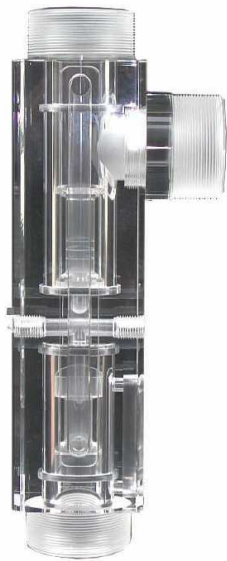
Si la dépression augmente, le diabolos monte et ouvre le passage de l'air vers la boîte à gants



Soupape casse vide à huile BàG



VANNE DE SECURITE BâG

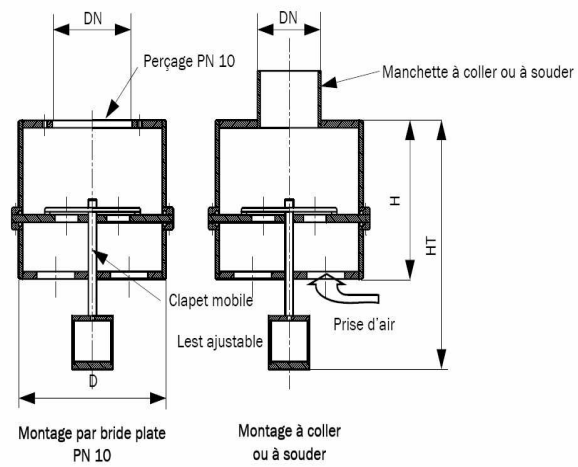


Module complet pour BâG



- Régulation permanente de la dépression.
- Sécurité excès de dépression.
- Sécurité manque de dépression.
- Contrôle visuel du débit.

Souape de décharge



LES VENTILATEURS



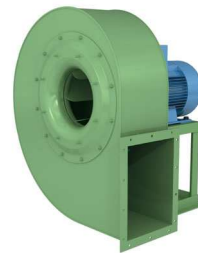
LES VENTILATEURS

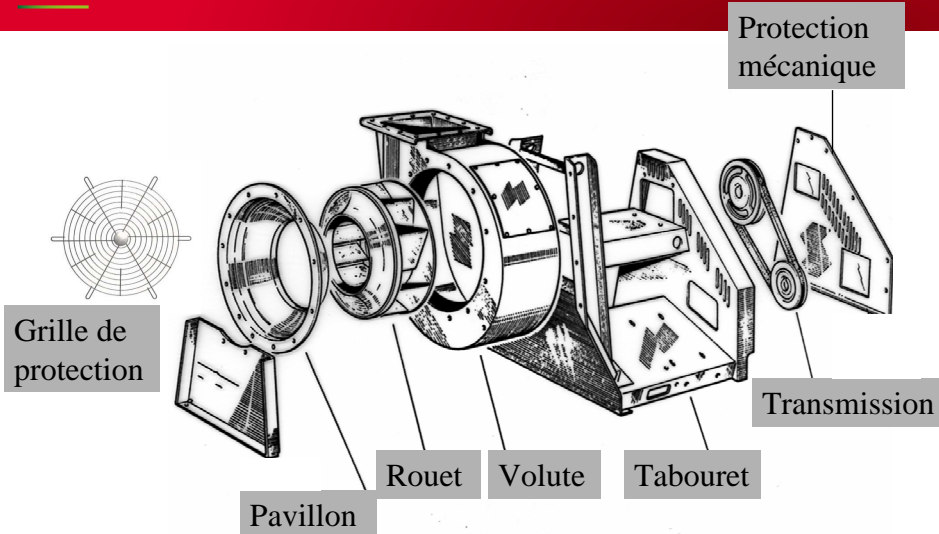
Il existe 3 grands types de ventilateurs très utilisés :

☞ roue à aubes inclinées vers l'arrière. →

☞ roue à aubes inclinées vers l'avant.

☞ hélicoïde. ↓



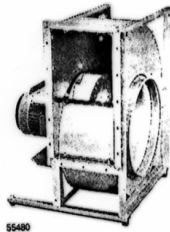


entraînement direct,

entraînement par accouplement élastique,

entraînement par courroies.

ENTRAÎNEMENT DES VENTILATEURS

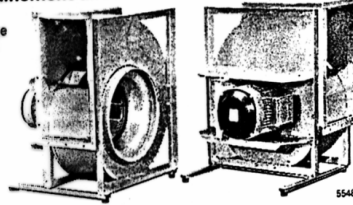


55480

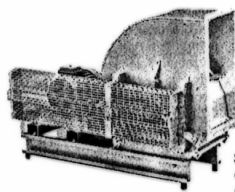
Ventilateurs à entraînement direct

- faible encombrement
- faibles coûts de montage
- faibles coûts d'entretien
- pas de pertes dues à la transmission

Simple ouïe
GTAF-1
GTAB-1



55483

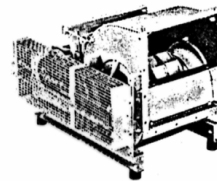


55481

Ventilateurs à entraînement par courroies

- flexibilité maximale
- peut être sélectionné pour débit/pression définis
- réglage aisé des débit/pression désirés

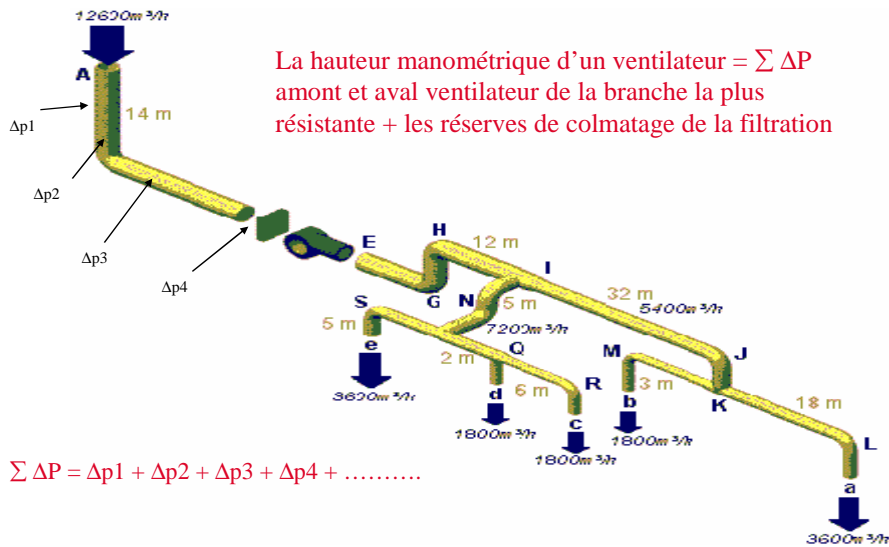
Simple ouïe
GTAF-3
GTAB-3
GTBB-3



55484



Calculs de perte de charge



La vitesse de rotation n d'un ventilateur, son débit Q , sa hauteur manométrique P_t et sa puissance absorbée P_w varient en fonction des lois suivantes :

Le débit varie **proportionnellement** la vitesse de rotation :

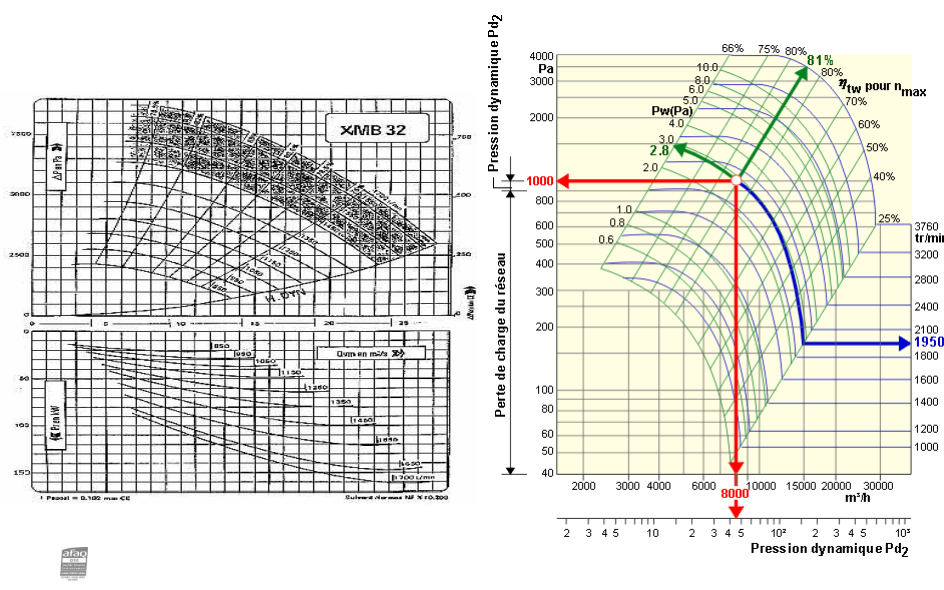
$$Q_1/Q_2 = n_1/n_2$$

Le gain de pression varie comme le **carré** de la vitesse de rotation :

$$P_{t1}/P_{t2} = (n_2/n_1)^2 = (Q_1/Q_2)^2$$

La puissance à l'arbre varie comme le **cube** de la vitesse de rotation :

$$P_{w1}/P_{w2} = (Q_1/Q_2)^3 = (n_1/n_2)^3$$

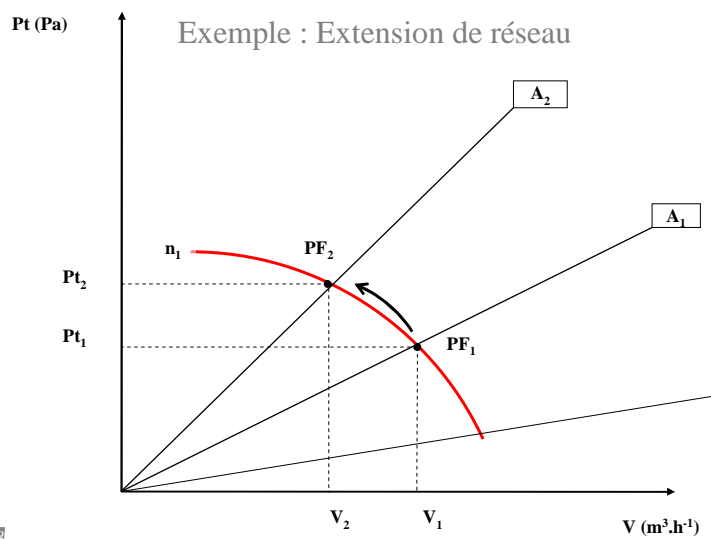


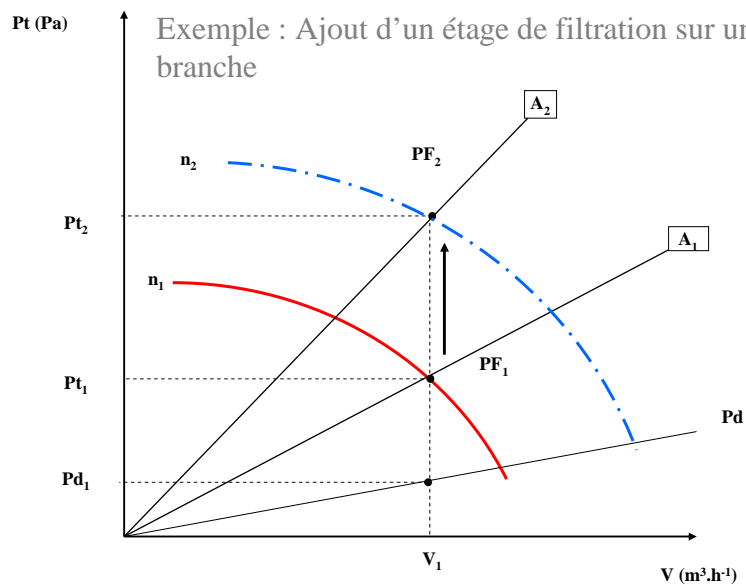
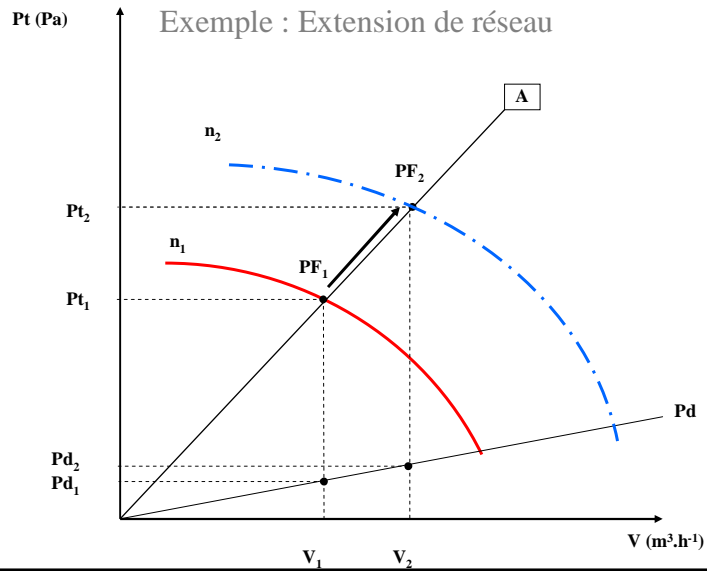
Les caractéristiques fonctionnelles du système Ventilation, résultent d'un état d'équilibre entre les réseaux (conduits et éléments passifs) et le point de fonctionnement du ventilateur.

Tout changement de régime du système Ventilation, entraîne un nouveau point d'équilibre et donc un nouveau point de fonctionnement du ventilateur.

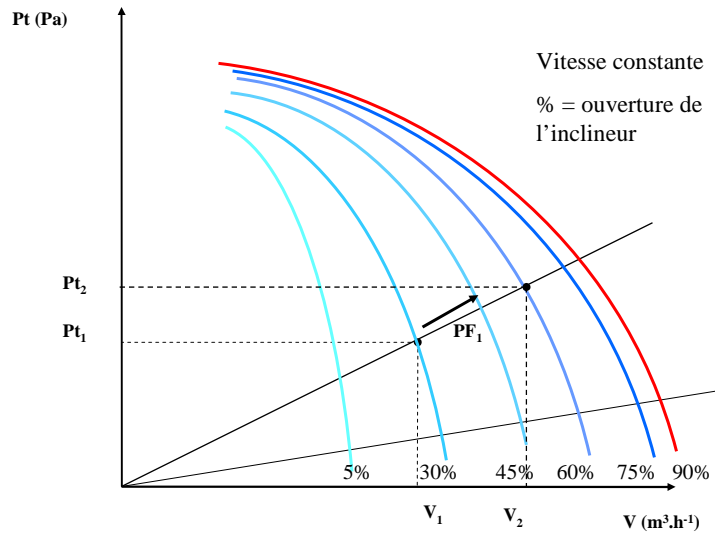
Les paramètres représentatifs de l'état d'équilibre du système Ventilation sont donnés par les points de fonctionnement suivants :

- ☞ Ventilateurs.
- ☞ Dispositifs de filtration.
- ☞ Organes d'équilibrage, dont le réglage est fixé une fois pour toutes.

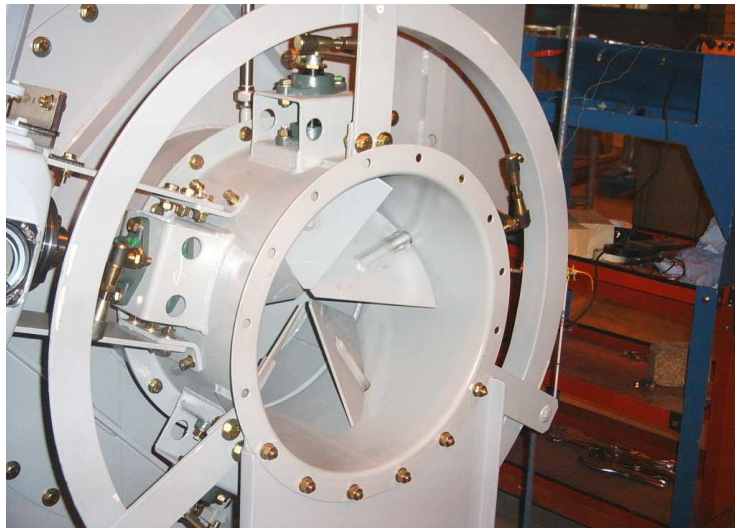


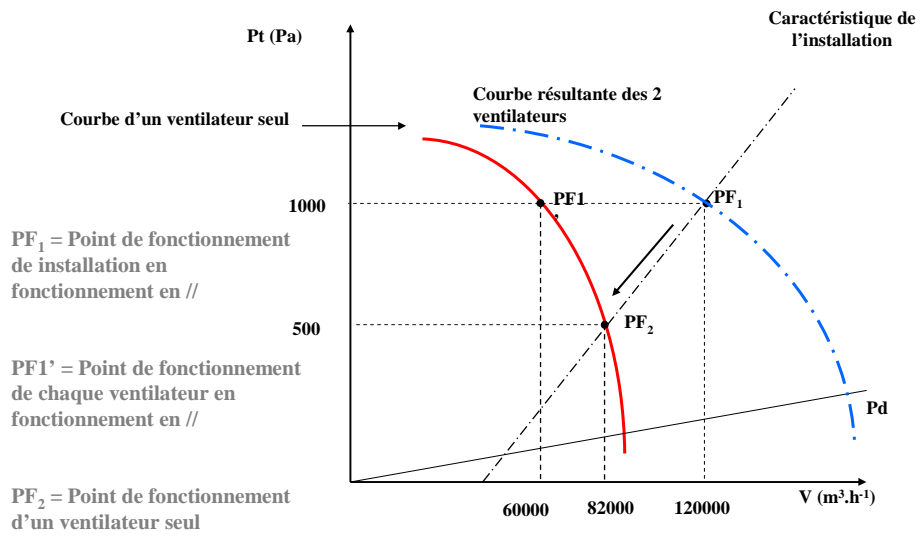


COURBE VENTILATEUR AVEC INCLINEUR

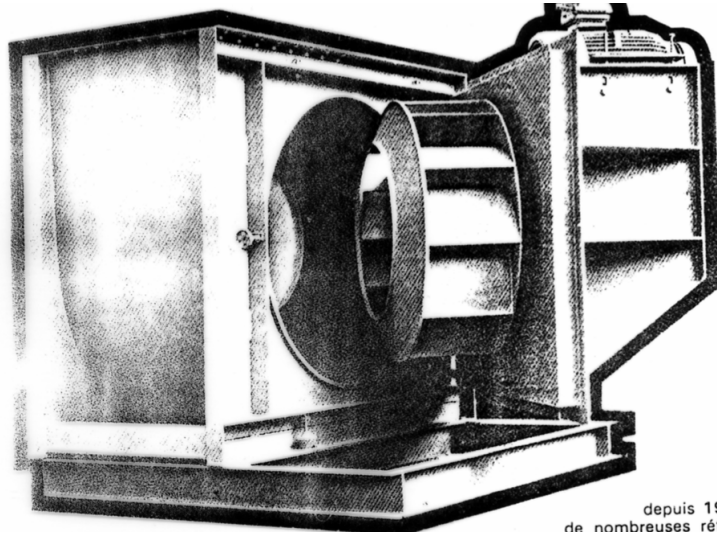


Aubage de pré-rotation ou inclineur





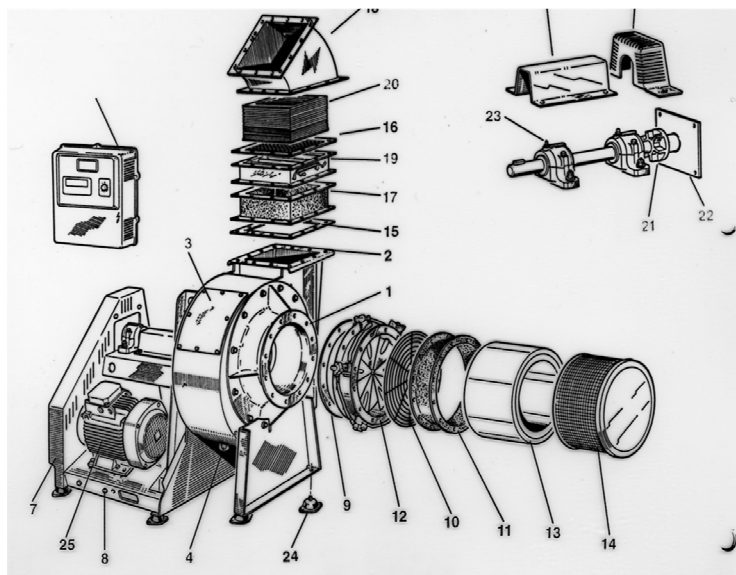
VENTILATEUR A « PORTE »



depuis 197
de nombreuses référi



Accessoires des ventilateurs





**Les ventilateurs relais
sont à proscrire**



Clapet anti-retour





Si le clapet anti retour est monté horizontalement,
prévoir une butée pour que l'ouverture totale $< 90^\circ$



LES CONDUITS

La fabrication des conduits de ventilation répond aux recommandations du document EUROVENT 2/3 "Conduits aéraulique en tôle - Dimensions normalisées"

CONDUITS EN TOLE D'ACIER GALVANISE A CHAUD, QUALITE AGRAFAGE (tôles de classe 1 suivant la norme NF A 36-321).

Les conduits fabriqués à l'aide de ces tôles sont destinés exclusivement aux réseaux de soufflage. Une attention particulière à l'étanchéité des tronçons et des raccords sera apportée.

CONDUITS EN TOLE D'ACIER NOIR PEINTE (nuance E 24 qualité soudable)

Les conduits en acier noir peint sont destinés en général à l'extraction d'ambiance des locaux. Le raccordement des tronçons de gaine devra être étanche et l'ensemble devra tenir à des température de 200°C.

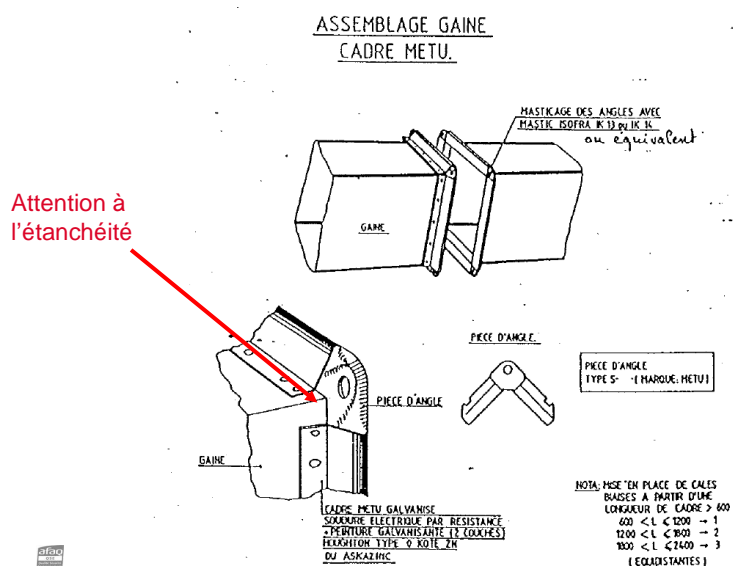
Les peintures à mettre en oeuvre devront garantir une tenue en température de 200°C pendant une heure. Avant revêtement, les tôles seront décapées par sablage intérieur et extérieur. La peinture devra être décontaminable d'une épaisseur totale de 75µm.

CONDUITS EN ACIER INOXYDABLE (nuance Z2CN 18-10)

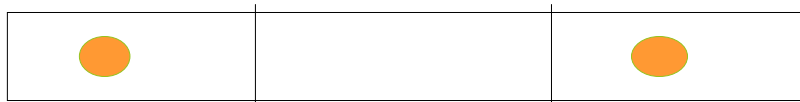
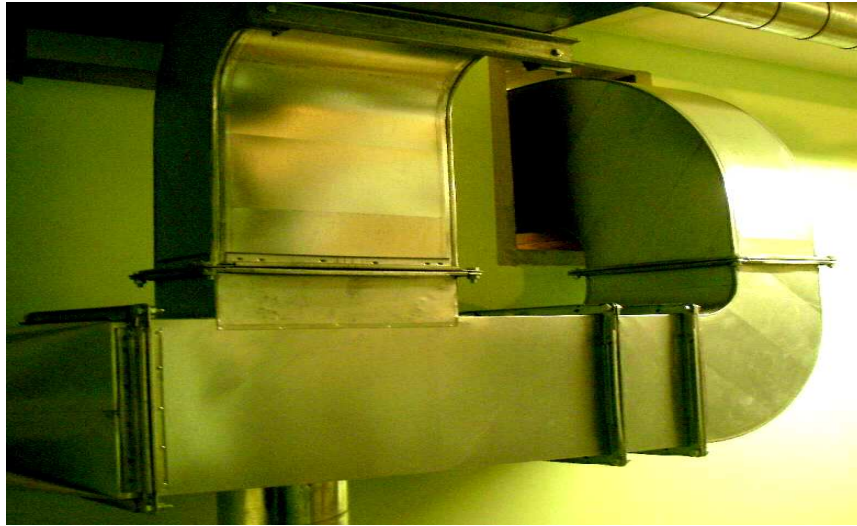
Les conduits en acier inoxydable sont destinés en général à l'extraction des locaux à fort risques de contamination et au procédé.



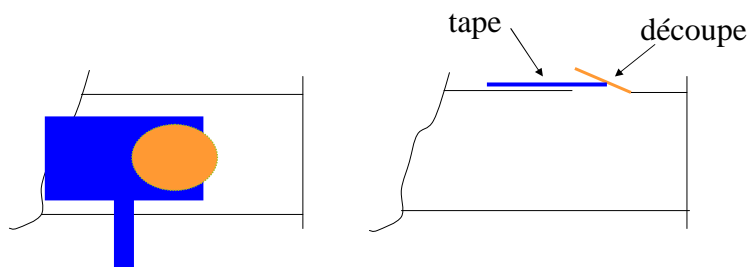
Raccordement des conduits en tôle agrafée



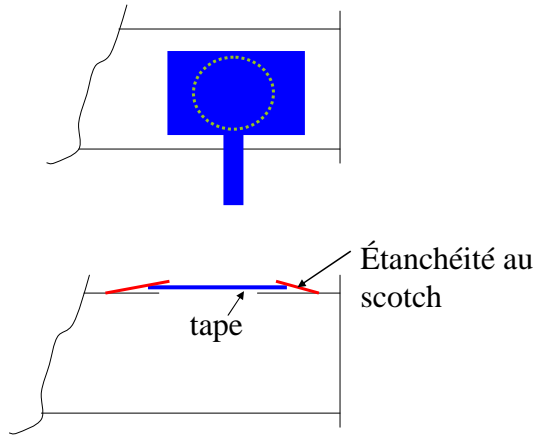




Pré découpe de la gaine pour le raccordement du by pass

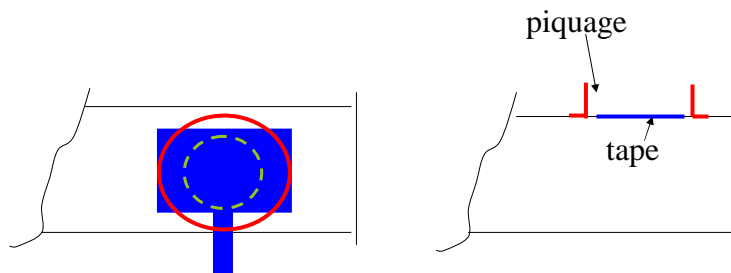


Création d'un by pass



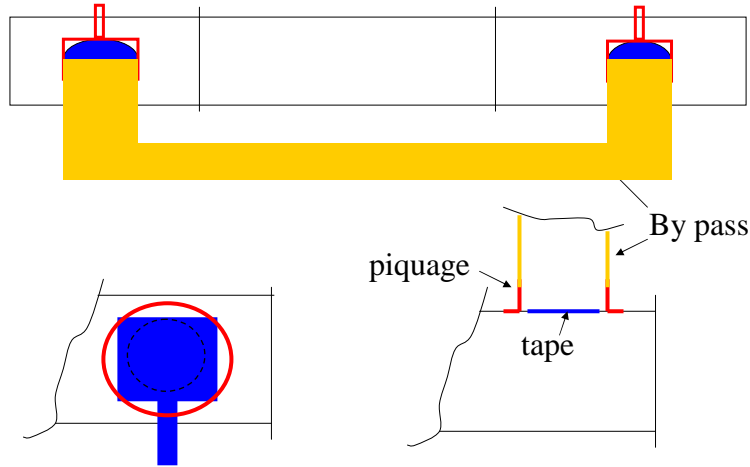
Mise en place d'une tape d'isolement

Création d'un by pass



Pose du piquage de by pass amont et aval

Création d'un by pass

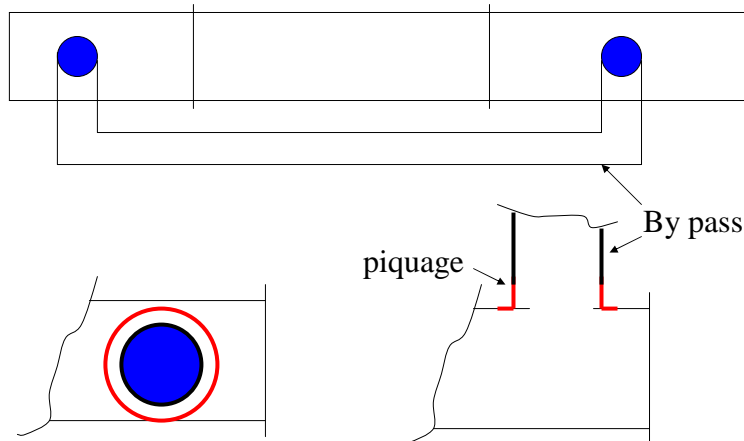


Montage de la gaine de by pass

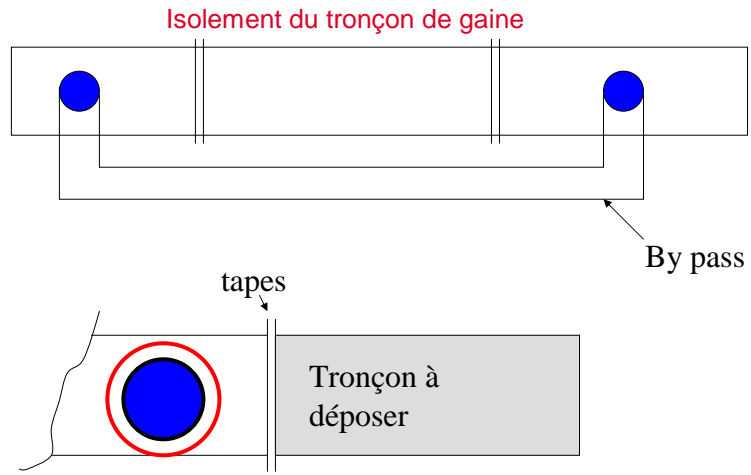


Création d'un by pass

Mise en service du by pass, Suppression des tapes amont et aval



Création d'un by pass



Création d'un by pass





LES ORGANES DE REGLAGE

- LES REGISTRES A VANTELLES

- LES REGISTRE A PELLE OU PAPILLON

Registre d'équilibrage à vanelles



Registre d'équilibrage à vanelles



Registre d'équilibrage à vanelles



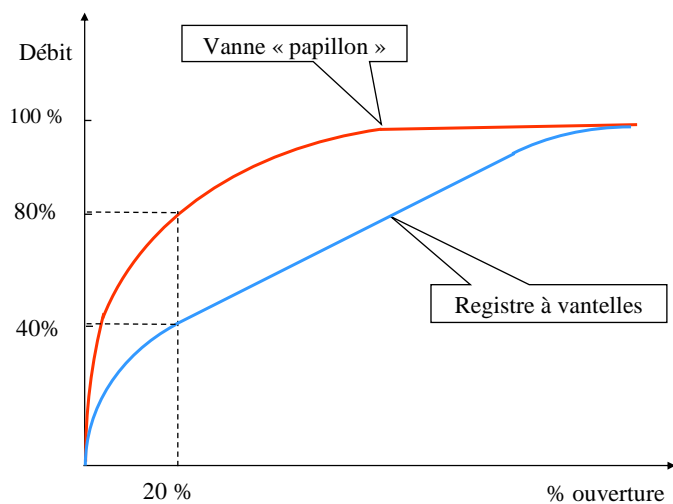
Registre d'équilibrage à vanelles



Registre d'équilibrage à pelle



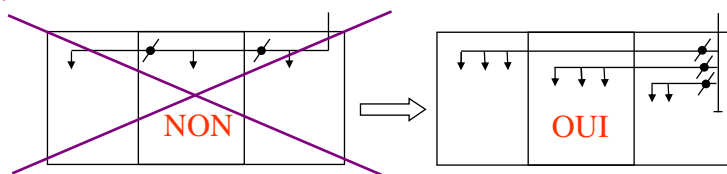
LES ORGANES DE REGLAGE



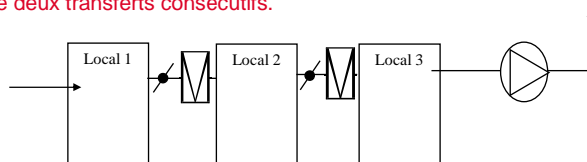


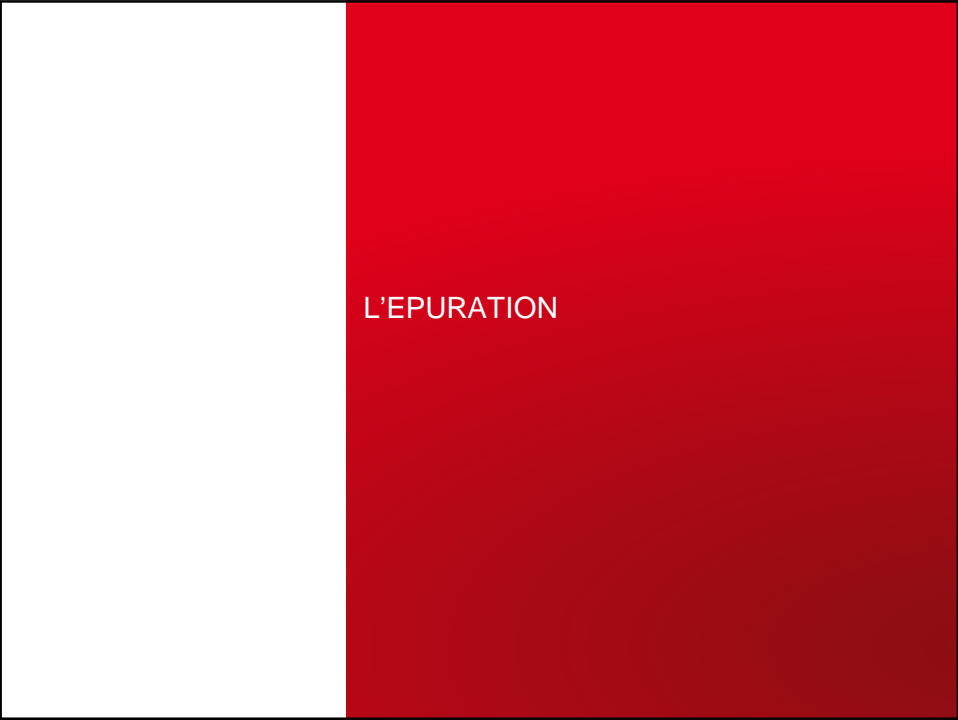
Dans tous les cas, installer un registre de réglage de débit sur chaque branche desservant un local (un au soufflage, un à l'extraction).


Ne jamais ventiler des locaux en série.

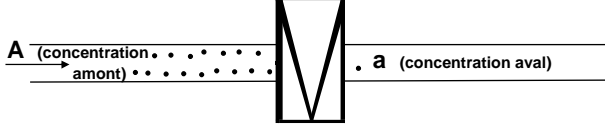


Pas plus de deux transferts consécutifs.







L'EPURATION



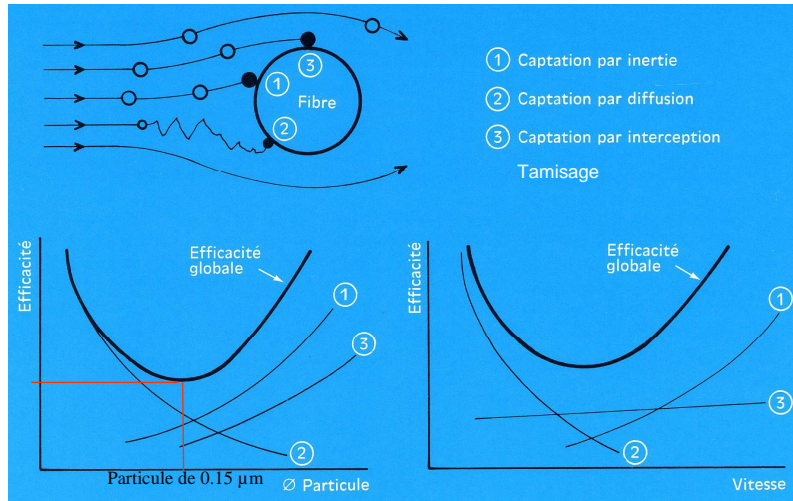
Différentes grandeurs caractérisant l'efficacité

- ☞ Le rendement : $R(\%) = 100 \cdot (A - a/A) = 100 \cdot (1 - a/A)$
- ☞ La perméance : $P(\%) = 100 \cdot a/A = 100 - R(\%)$
- ☞ Le Coefficient d'épuration : $CE = A/a$

Filtre	R(%)	P(%)	CE
HE	95	5	20
THE (H13)	99,99	0,01	10 000
THE (H14)	99,999	0,001	100 000



Mécanismes de piégeage d'un aérosol sur un filtre :



Les filtres d'entrée d'air

Les pré filtres de faible efficacité
Les filtres moyenne ou haute efficacité



Les filtres première barrière

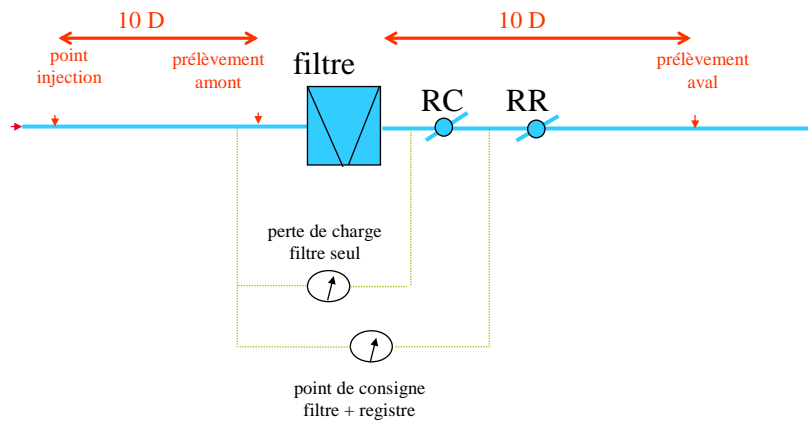
Les filtres deuxième barrière

Les filtres dernier étage avant rejet cheminée



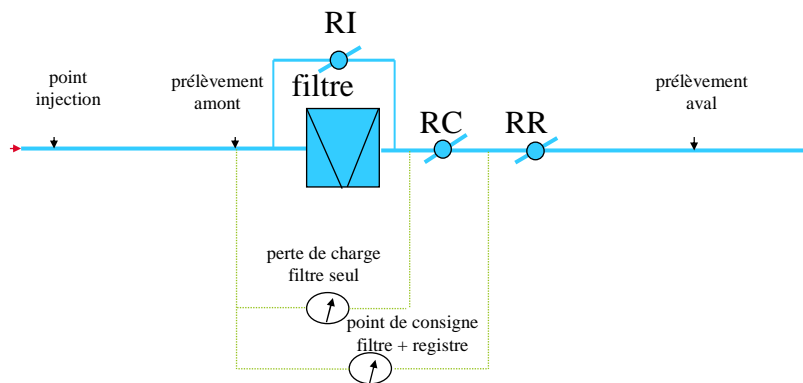
SCHEMA DE PRINCIPE FILTRATION

RC = Registre de compensation de colmatage
 RR = Registre de réglage de débit



SCHEMA DE PRINCIPE FILTRATION

Montage ne nécessitant pas le maintien de la fonction lors du changement de filtre (ex. : 1ière barrière)

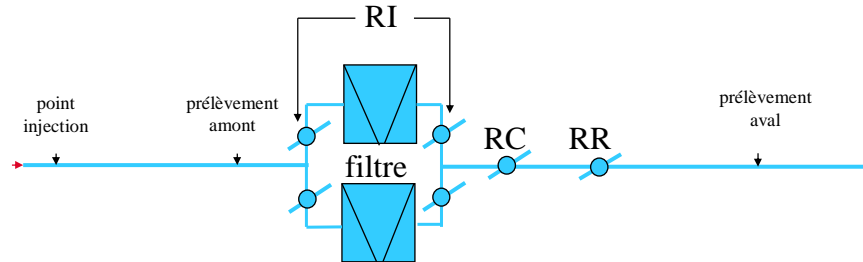


RC = Registre de compensation de colmatage
 RR = Registre de réglage de débit
 RI = Registre d'isolement



SCHEMA DE PRINCIPE FILTRATION

Montage nécessitant le maintien de la fonction lors du changement de filtre (ex. : DNF)



RC = Registre de compensation de colmatage

RR = Registre de réglage de débit

RI = Registre d'isolement



LA FILTRATION



Registre
d'isolement
étanche





Cage support d'élément filtrant destinée aux caissons 80 dièdres



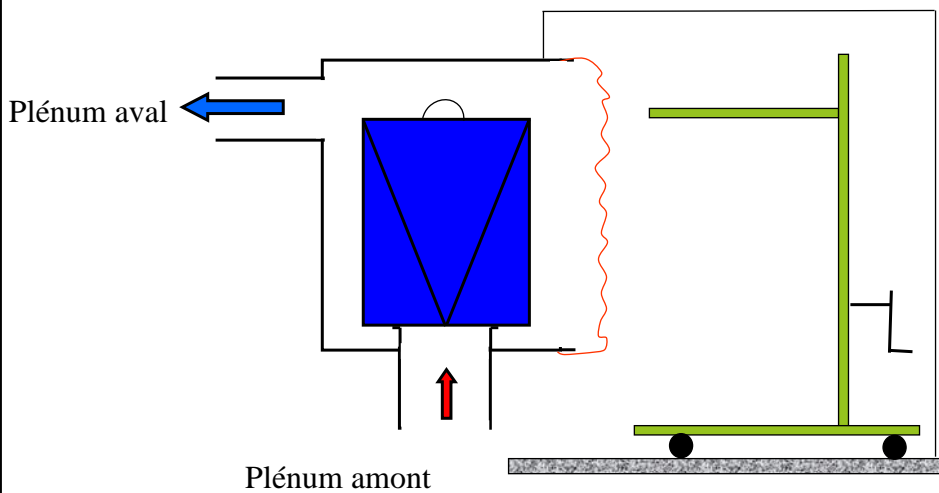
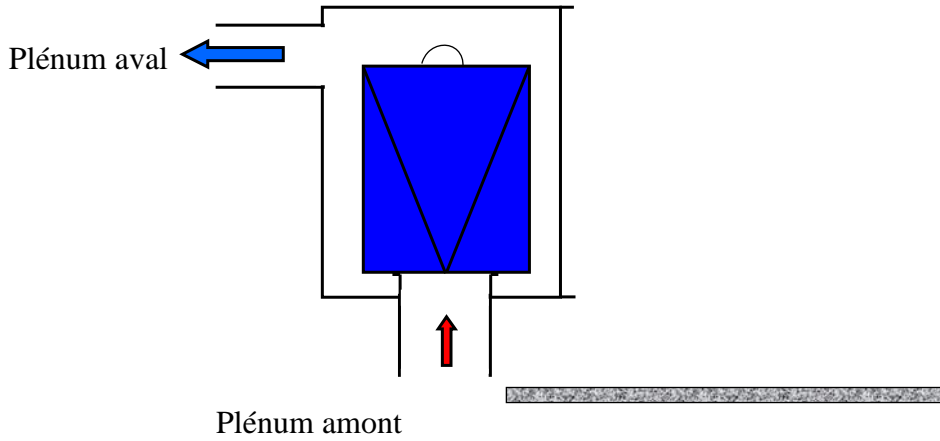
Caisson filtre destiné à recevoir :

- un élément THE
- un élément à charbon actif

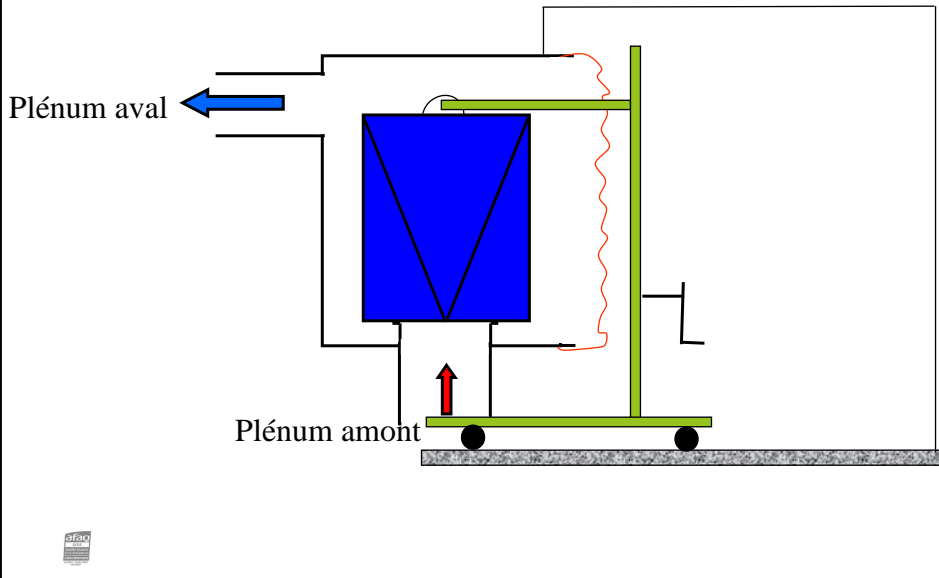
Pas deux filtres THE en série



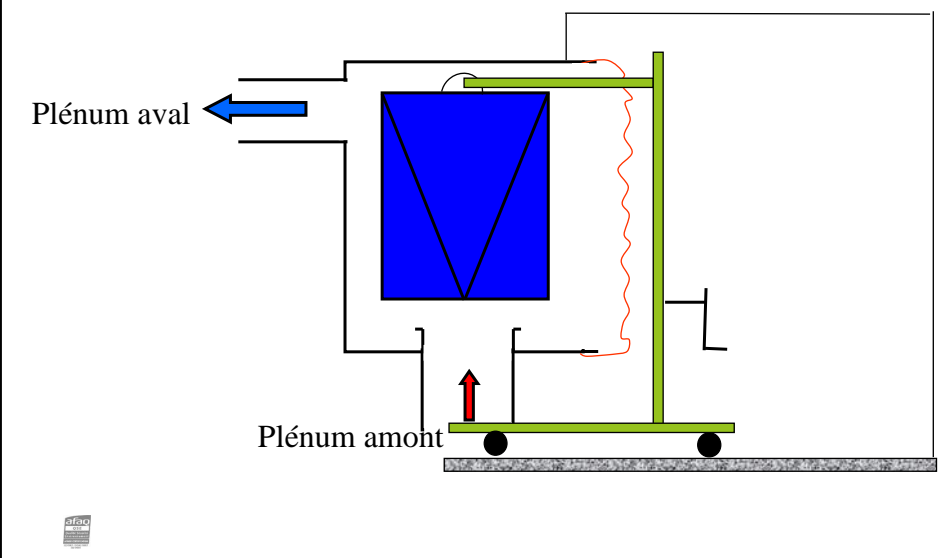




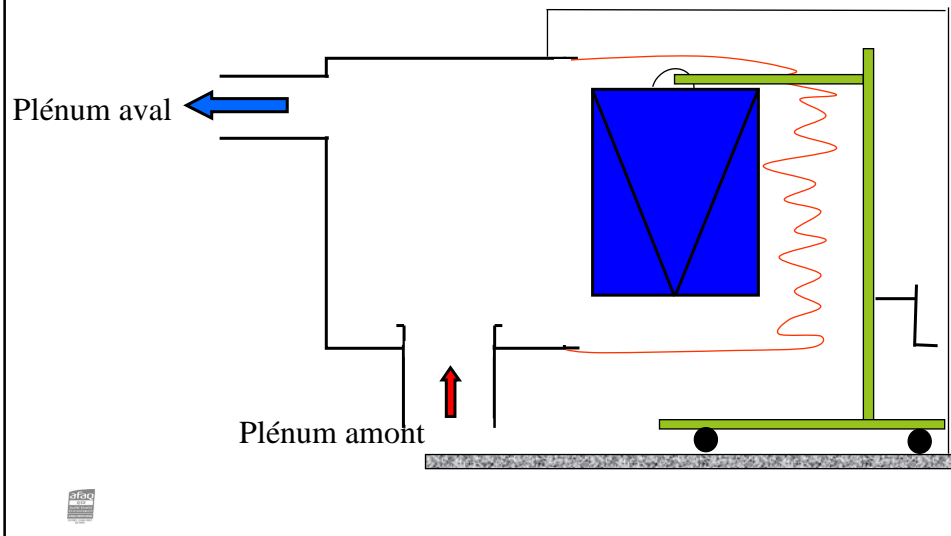
Changement de filtre en caisson 80 dièdres



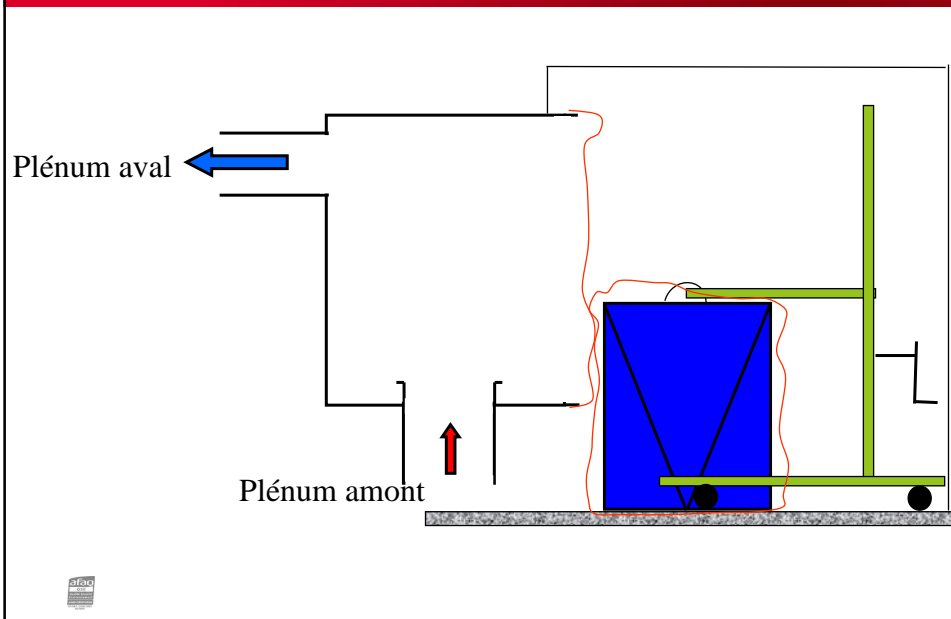
Changement de filtre en caisson 80 dièdres



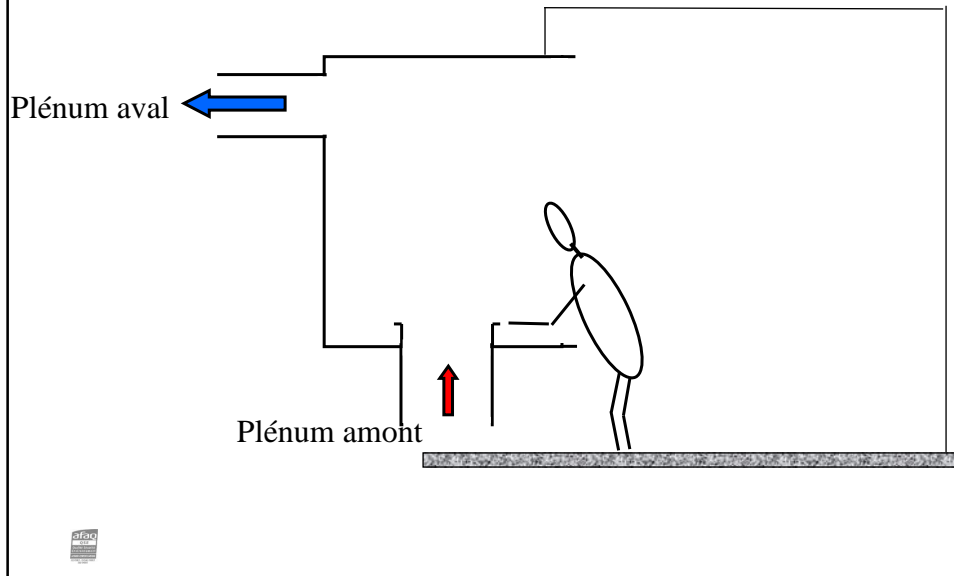
Changement de filtre en caisson 80 dièdres



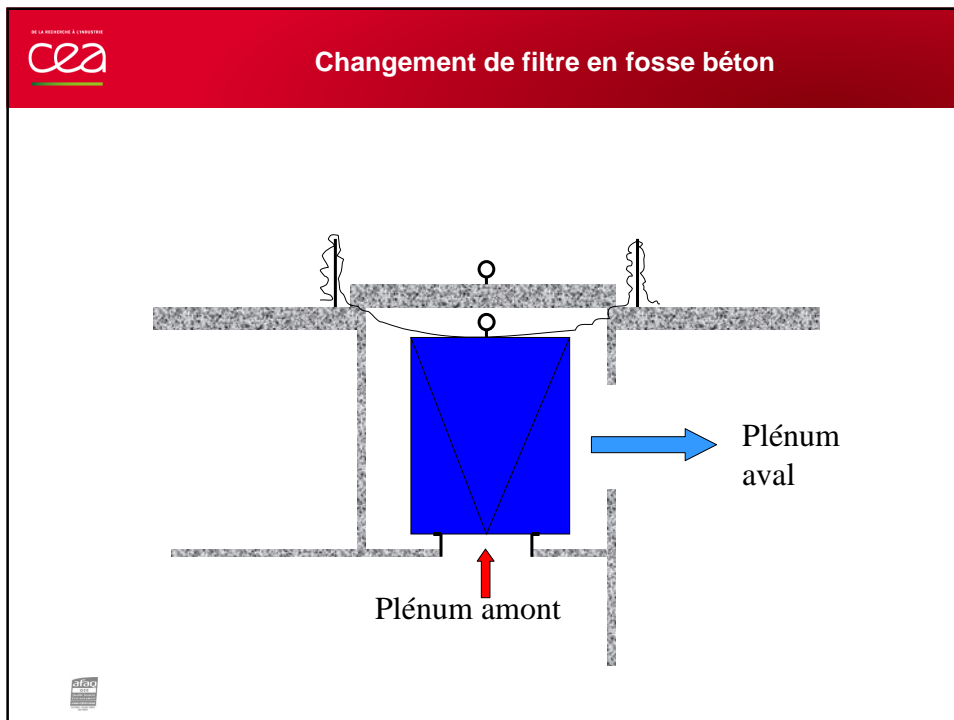
Changement de filtre en caisson 80 dièdres



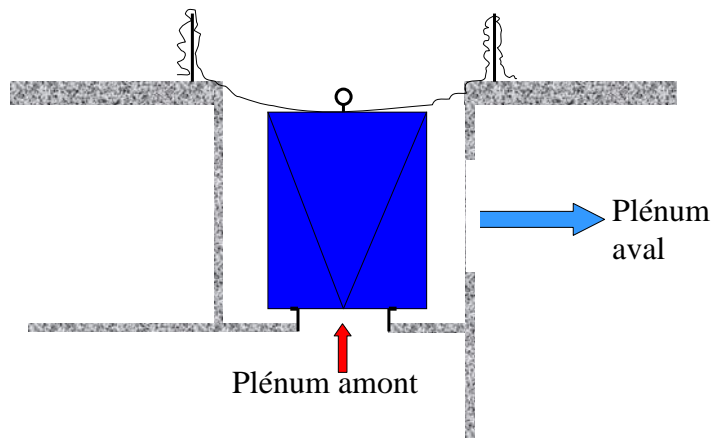
Changement de filtre en caisson 80 dièdres



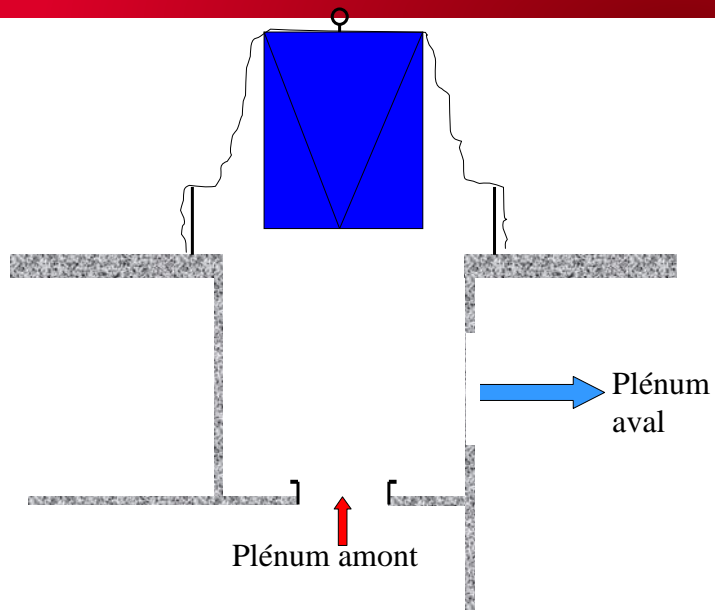
Changement de filtre en fosse béton



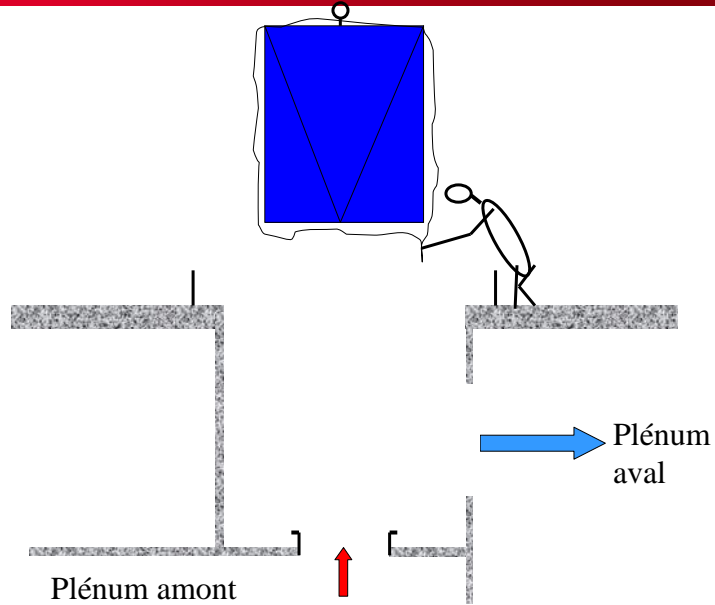
Changement de filtre en fosse béton



Changement de filtre en fosse béton

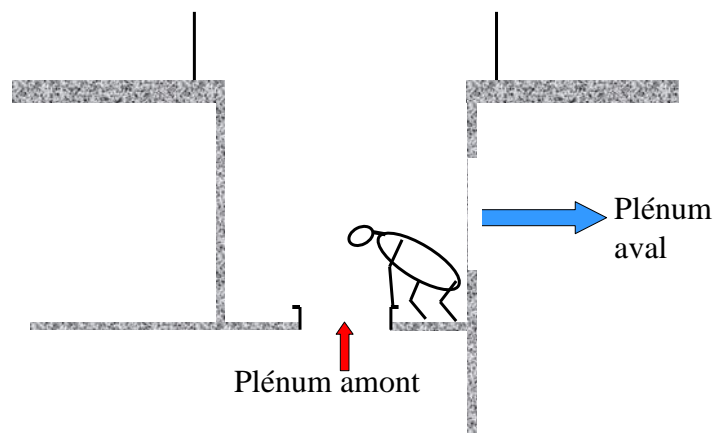


Changement de filtre en fosse béton

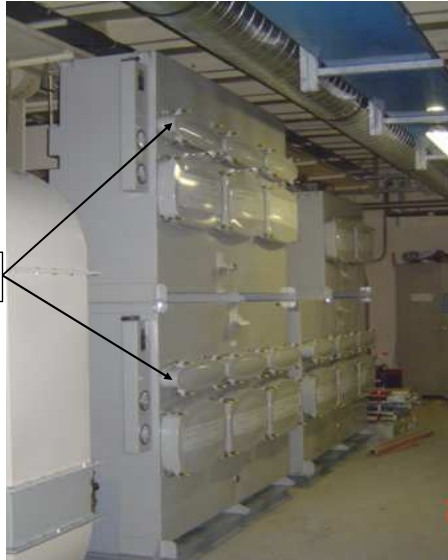


Changement de filtre en fosse béton

Assainissement de la portée de joint



Pare étincelles



Les PLUS Camfil Farr

MODES OPÉRATOIRES

PROCÉDURE DE REMPLACEMENT DES FILTRES SUR UNE INSTALLATION EN SERVICE

Ce qui suit concerne le remplacement des filtres THE et des filtres à charbon actif. Pour les Préfiltres, le processus est le même avec un seul arbre à cames.



1. Le carter est en service registres ou vannes couvertes, les poignées de manœuvre des arbres à cames sont en position verrouillée.



2. Fermer les registres ou les vannes d'isolement ou à défaut arrêter la ventilation.
3. Ouvrir l'orifice de mise à l'air.
4. Dévisser les écrous de serrage puis retirer le couvercle.
5. Installer la console de maintien.



6. À travers le sac souple, tirer les poignées collantes des arbres à cames et les placer en position d'ouverture.



8. Souder d'une façon étanche le sac entre cellule et sas. Former 3 soudures parallèles.



7. Sortir la cellule filtrante usagée dans le sac virage.



9. Découper entre 2 soudures et évacuer la cellule dans son sac.



17451, Avenue de la République 93257 La Courneuve Cedex
Tel. +33(0)1 48 10 10 10 - Télécopie +33(0)1 42 10 12 10

www.camfilfarr.com



10. Décoller la bande adhésive et faire glisser doucement le résidu du sac sur la nervure extérieure du sac.
 11. Présenter le filtre mou, joint de caoutchouc côté plus du joint et pousser face à l'extérieur sous un nouveau sac vierge. Faire ce sac par dessus le résidu du sac sur la nervure libre et le maintenir en place à l'aide d'une bande adhésive.



12. En plaçant le bras dans la manchette du sac retournée à l'intérieur, arracher le résidu du sac, introduire le résidu du sac dans la manchette développée à l'intérieur du sac.



14. Introduire la cellule neuve dans le caisson jusqu'aux lattes.
 15. Verrouiller la cellule en tournant les arbres à cames en position verrouillée.



16. Souder le sac et le placer à l'extérieur du sac. Remettre le couvercle en place.
 17. Fermer l'orifice de mise à l'air.



13. Souder la manchette et l'évacuer après coupure (voir figure 8).



18. Ouvrir les registres ou les vannes d'isolation et remettre la ventilation en service.



1745, Boulevard de la République 92557 Le Tremblay-Laines Cedex
 Tél. +33(0)1 46 01 01 01 - Télécopie +33(0)1 47 01 27 01

www.camfilfarr.com

ACCESSOIRES

ÉQUIPEMENTS

BOÎTES À SAUVIS

LES PLUS CAMFIL

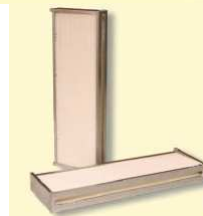
ADSORPTION

THE

ME / HE

ASSURANCE QUALITÉ

HISTORIQUE



FILTRES SPECIAUX



PRE FILTRE TELEMANIPULABLE

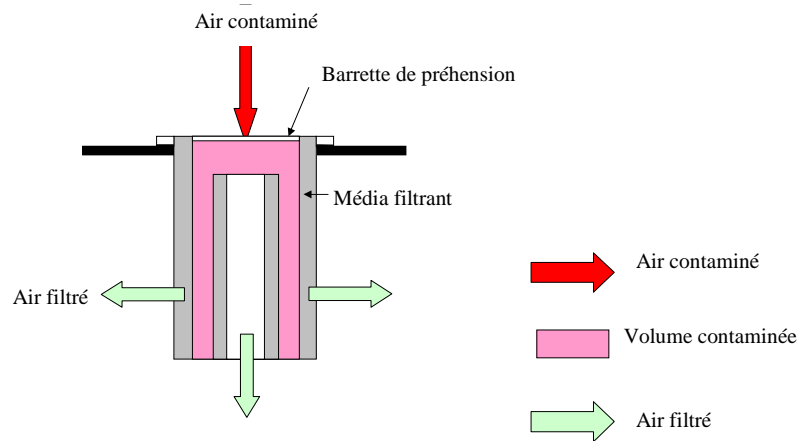
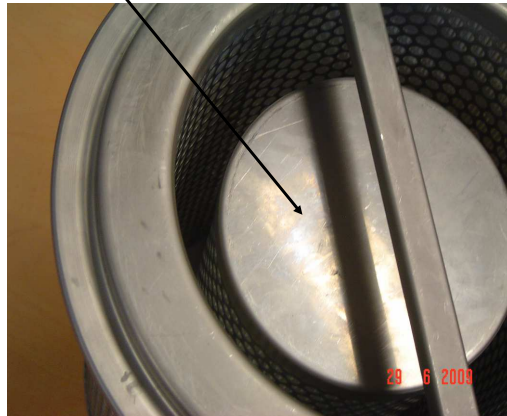


Schéma de principe

Deuxième cartouche
filtrante concentrique

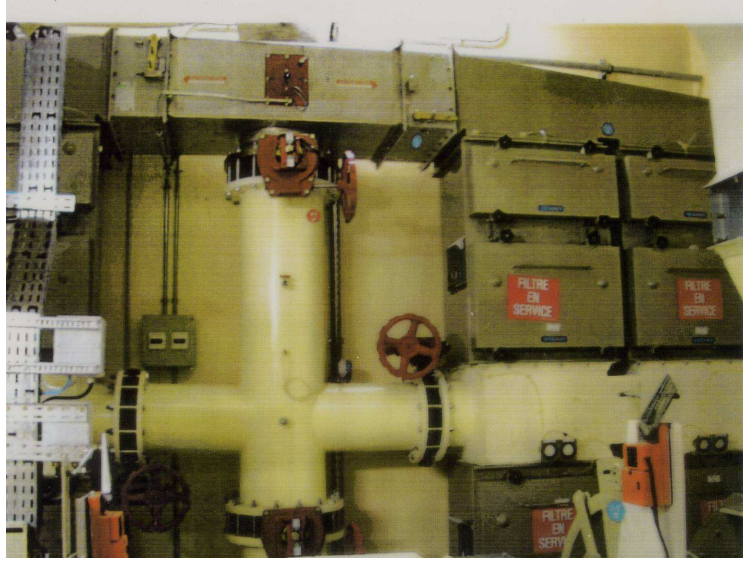


COUT

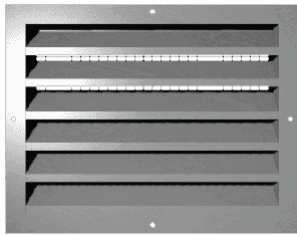
- Le cout global d'une poubelle MI est de 10 000 €.
- Le surcout d'un élément filtrant de taille réduite est de 500 €.

GAINS

- La réduction par 2 du nombre de poubelle lors des phases de changement des pré-filtres cellule entraîne une économie de **9000 € par poubelle non produite (en 2010)**.

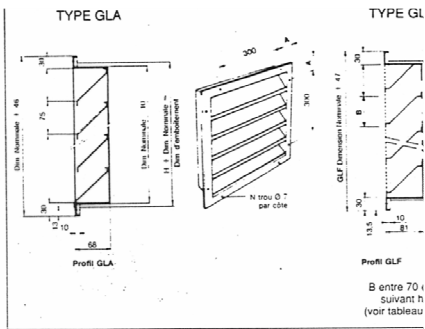


Les DIFFUSEURS

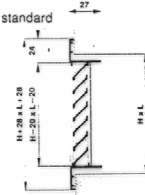


Grilles de soufflage - reprise

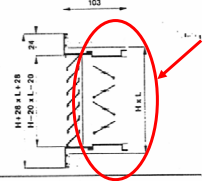
Longueur ou Hauteur Nominale	A (en mm)	Cote B/GLF (mm)	N Nb de trous par côté (Ø 7 mm)
200	123.5	75	1
300	173.5	70	1
400	73.5	78	2
500	123.5	70	2
600	173.5	74	2
700	73.5	78	3
800	123.5	78	3
900	173.5	74	3
1000	73.5	75	4
1100	123.5	78	4
1200	173.5	74	4
1400	123.5	78	5
1600	73.5	75	6
1800	173.5	75	6
2000	123.5	74	7



GEA : utilisation standard



Utilisation en grille de reprise avec un registre R



Damper



VENTILATION - INCENDIE

Secteur de feu (SF) :

Volume élémentaire délimité par des éléments de construction dont le degré de résistance au feu 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.

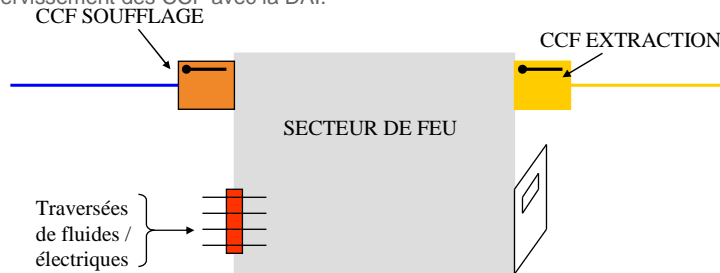
Secteur de confinement (SC) :

Volume constitué d'un local ou groupe de locaux, dont les caractéristiques permettent d'assurer, en situation d'incendie, une limitation de la dispersion des matières toxiques ou radioactives hors de ce volume.

Secteur de feu et de confinement (SFC) : N'est plus défini.

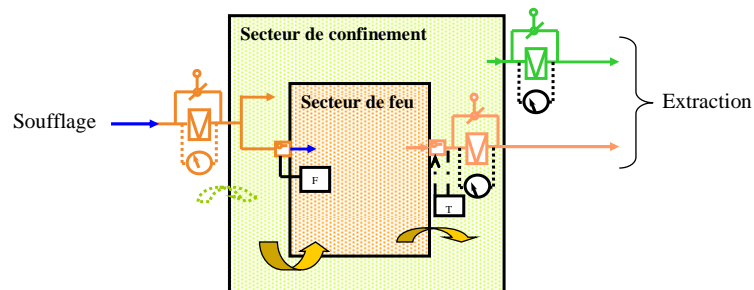
MESURES DE PROTECTION RETENUES :

- Sectorisation coupe feu 2h00 des parois, des traversées et des communications fonctionnelles,
- Clapets coupe feu amont et aval,
- Détection automatique incendie (DAI),
- Asservissement des CCF avec la DAI.



MESURES DE PROTECTION RETENUES :

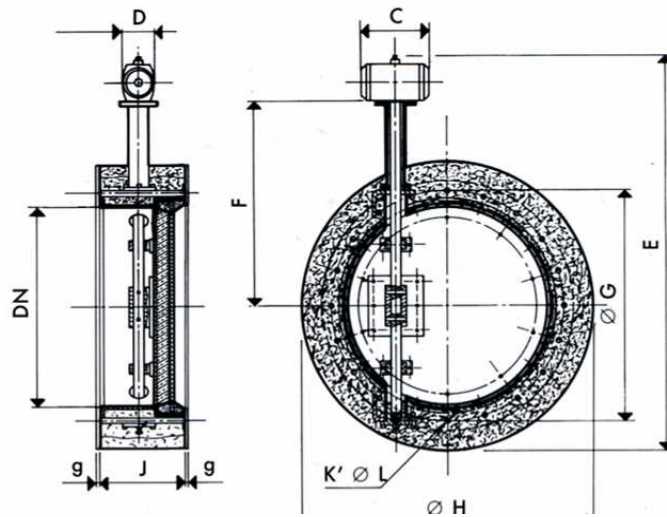
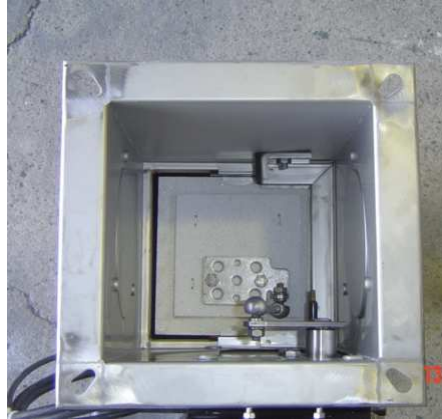
- Barrière de confinement autour du SF (filtration THE amont et aval local ou groupe de locaux).
- Secteur de confinement si en cas d'incendie dans le SF les conséquences sur le groupe de référence sont > 1 mSv en l'absence de disposition particulière (arrêt ventilation).
- En cas de parois communes au SF et au SC il faudra prouver qu'elles répondent aux deux exigences (feu et confinement).
- Séparation des réseaux d'extraction SF et SC.



Les clapets coupe feu doivent répondre à un certain nombre de conditions :

- ☞ Avoir une enveloppe extérieure étanche,
- ☞ Rester manoeuvrable à chaud,
- ☞ Ne pas comporter de joints intumescent,
- ☞ Avoir une étanchéité amont / aval relative sous 1500 Pa,
- ☞ Pouvoir être manoeuvrable à distance et in situ.





Clapet coupe feu



QUALIFICATION DES EQUIPEMENTS

Type de CCF	Arrêté du 3 août 1999	Spécif. PMDS 002	Spécif. CTHEN 93-031	Spécif. CLA 01 01 PMDS 001
Degré CF	Suivant exigence	≥ 2 heures	≥ 2 heures	≥ 2 heures
Étanchéité amont / aval sous 1500 Pa	≤1677 m ³ h ⁻¹ m ⁻² à chaud ≤ 1115 m ³ h ⁻¹ m ⁻² à froid	≤1677 m ³ h ⁻¹ m ⁻² à chaud	≤1677 m ³ h ⁻¹ m ⁻² à chaud ≤ 1115 m ³ h ⁻¹ m ⁻² à froid	≤1677 m ³ h ⁻¹ m ⁻² à chaud
Étanchéité interne / externe sous 1500 Pa	Pas de spécification	Pas de spécification	≤1 m ³ h ⁻¹ m ⁻²	≤1 m ³ h ⁻¹ m ⁻²
Manoeuvrabilité	50 manoeuvres à froid, pas de spécification à chaud	50 manoeuvres à froid, fermeture à 400°C et réouverture à 30°C	100 manoeuvres à froid, cycle de manoeuvre jusqu'à 400°C	50 manoeuvres à froid, cycles de manoeuvre jusqu'à 350°C
Pression maximale de service	Pas de spécification	2500 Pa	3000 Pa	1500 Pa
Joint intumescent	OUI	NON	NON	NON

Les clapets coupe feu sont manoeuvrables à 200 ou 400°C.

⇒ Le réseau de gaine aval doit tenir à ces températures.

Dimensionnement des gaine à 400 °C jusqu 'au point de dilution + habillage coupe feu de celles ci pour ne pas propager l'incendie.

Attention :

⇒ au risque de ré inflammation du à des températures de gaz > 500 °C.

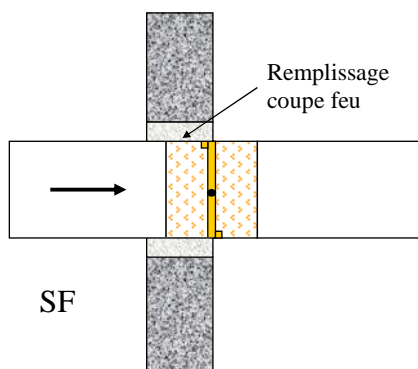
⇒ à la tenue des premières barrière de filtration, filtre THE homologué CTHEN à 200 °C continu 2 heures.

Conclusion :

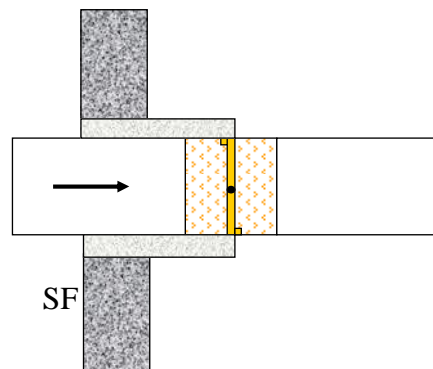
Les asservissements des CCF extraction se fond généralement à 200°C pour limiter le risque de ré inflammation des gaz extraits et le dimensionnement des réseaux de gaine à 400°C.



Montage règlementaire



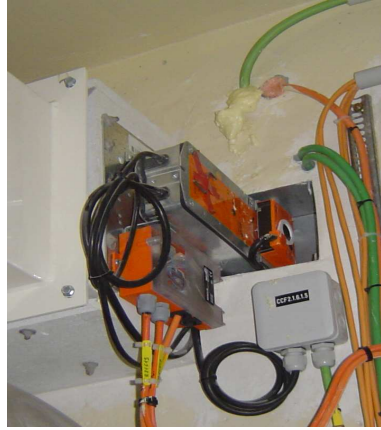
Montage toléré sous certaines conditions



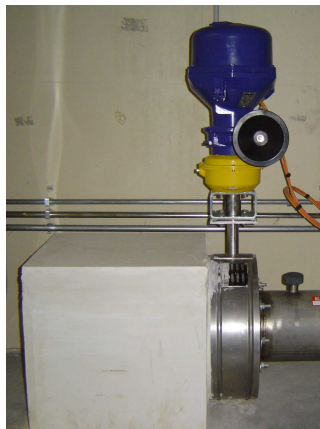
Validation du montage par un organisme agréé



Montage des CCF



Montage des CCF

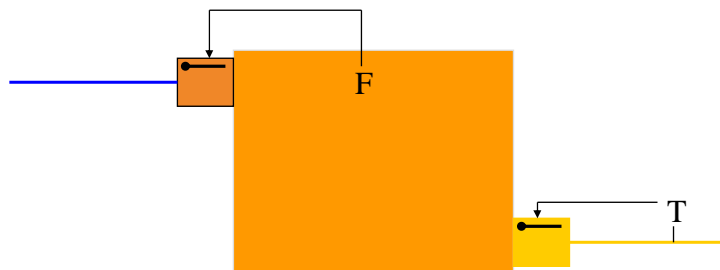


Conduite de la ventilation durant un incendie

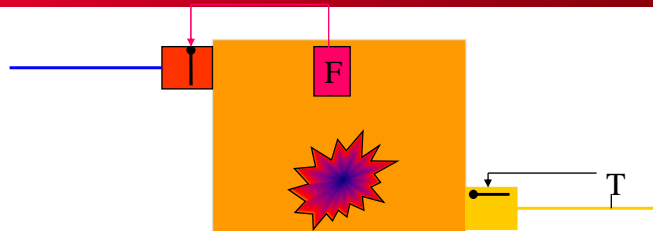
Le CCF du soufflage se ferme sur détection du local.

Le CCF de l'extraction se ferme sur détection température en gaine.

Lors de la fermeture incidentelle du CCF extraction, le CCF soufflage se ferme.

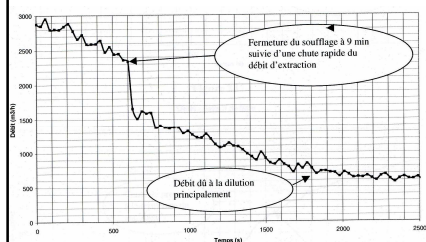


Conduite de la ventilation durant un incendie

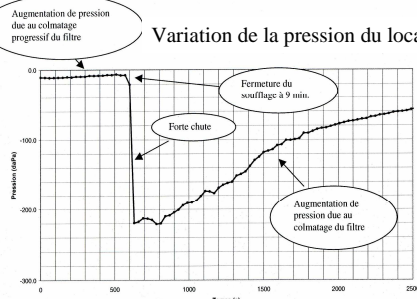


Penser au problèmes d'accès en installant un système d'aide à l'ouverture des portes

Variation du débit d'extraction



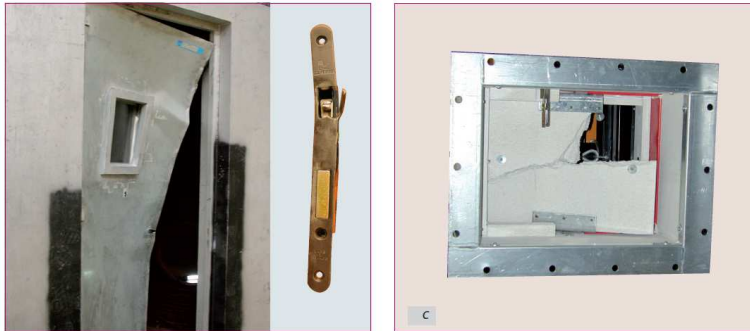
Variation de la pression du local



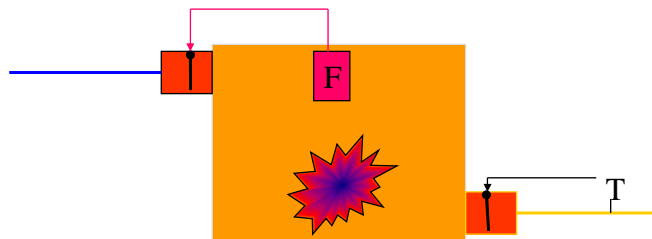
Penser au sens d'ouverture des portes coupe-feu
Aide à l'ouverture des portes pour évacuation en cas de feu

Feu peut générer des surpressions importantes donc des forces considérables sur les portes et clapets coupe-feu

Exemple: 1 Pa = 1N/m² pour une porte de surface 2 m² et une pression de 500 Pa, on obtient une force de 1000 N, soit près de 100 kg !



État des équipements à l'issue du test de résistance mécanique : déformation d'une porte (A), rupture du pêne d'une porte (B), clapet coupe-feu (C).



Débits soufflage / extraction

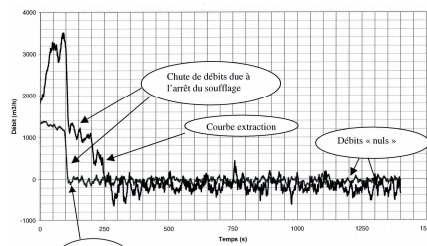
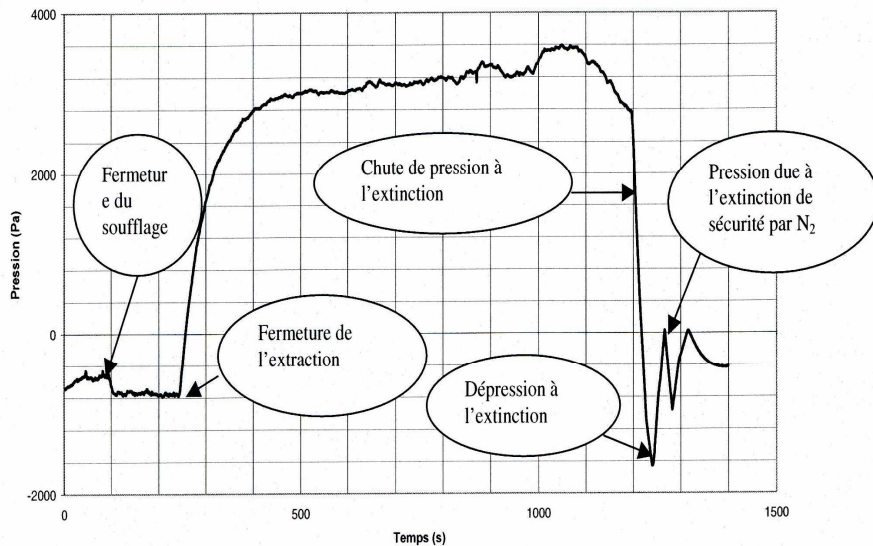


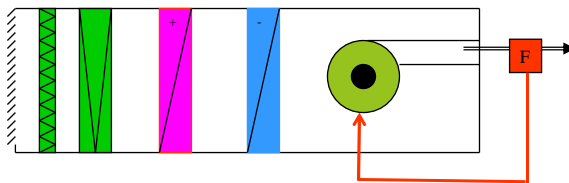
Figure 42



Variation de pression du local



Centrale de Traitement d'Air (CTA)



Protection de l'installation d'un incendie externe par la détection en aval de la pré filtration asservie au fonctionnement du ventilateur.

Quelle est la bonne gestion de la ventilation durant un incendie ?

Il n'y en a pas à priori



Quelques orientations:

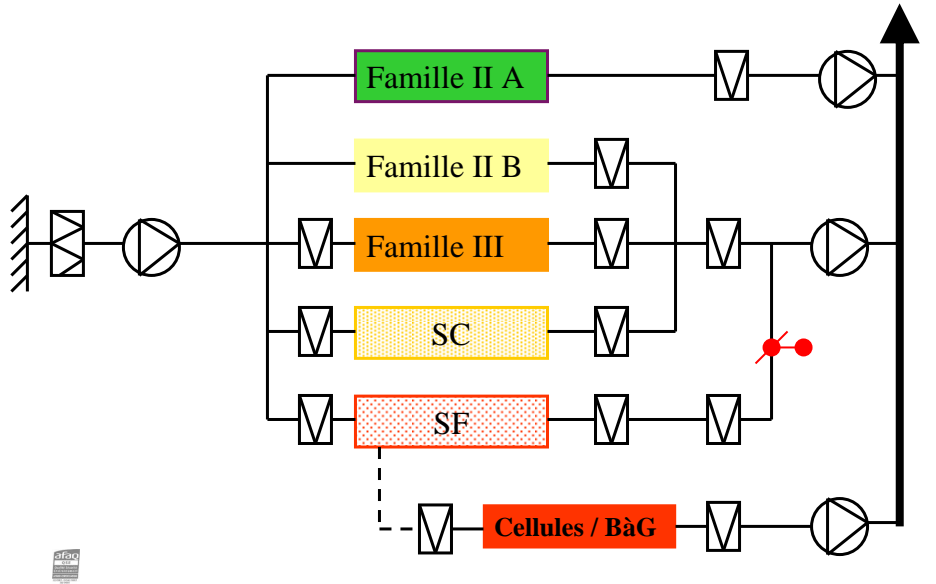
- Spécialisation des réseaux pour garantir le maintien du confinement dynamique du SC pendant toute la durée de l'incendie
- Mise au point de stratégies de pilotage de la ventilation pour maintenir l'extraction du SF le plus longtemps possible sans pour autant risquer de dégrader la ventilation du secteur de confinement
- Mise au point de nouvelles solutions: limitation de la surpression créée par un incendie dans un local confiné (Brevet Sphinx)

Mais encore beaucoup de compromis:

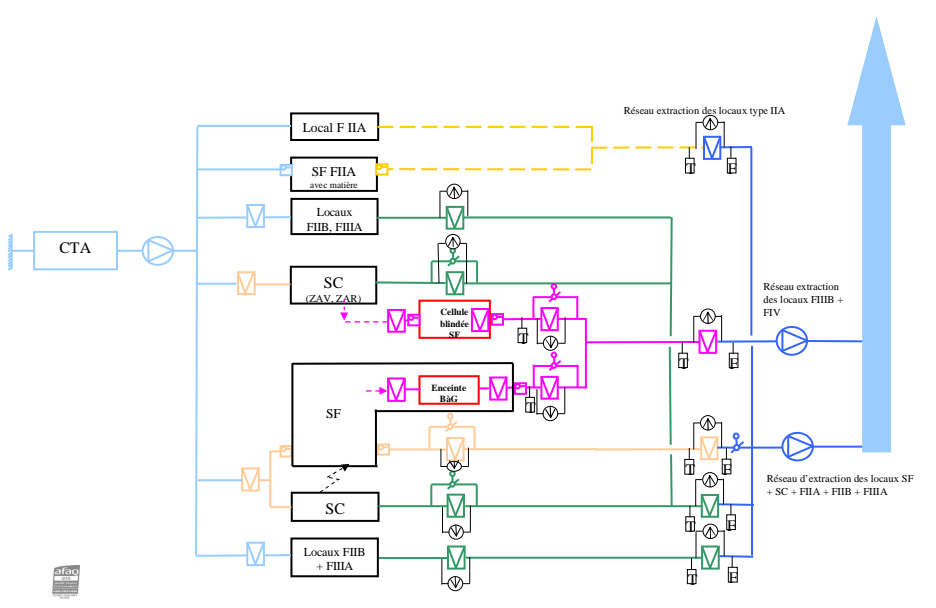
- Perturbation de l'intervention par les dépressions excessives
- Perturbation du confinement par l'intervention des pompiers
- Impossibilité de faire du désenfumage en zone nucléaire = risque de l'intervention sur un feu en milieux confiné (backdraft)



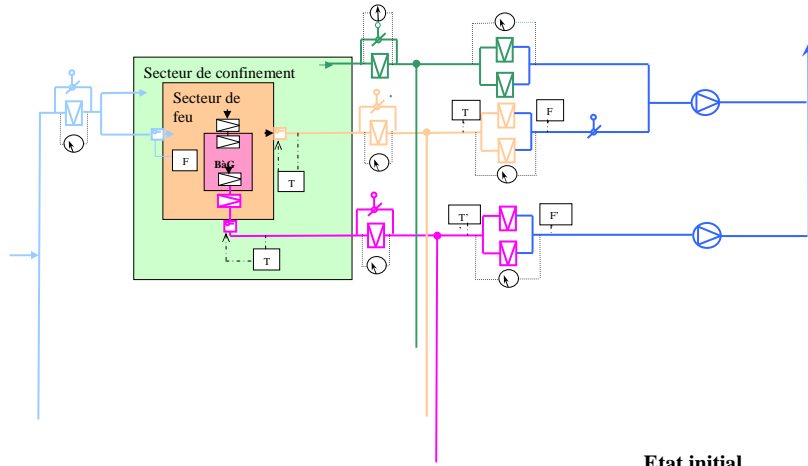
Principe d'architecture des réseaux



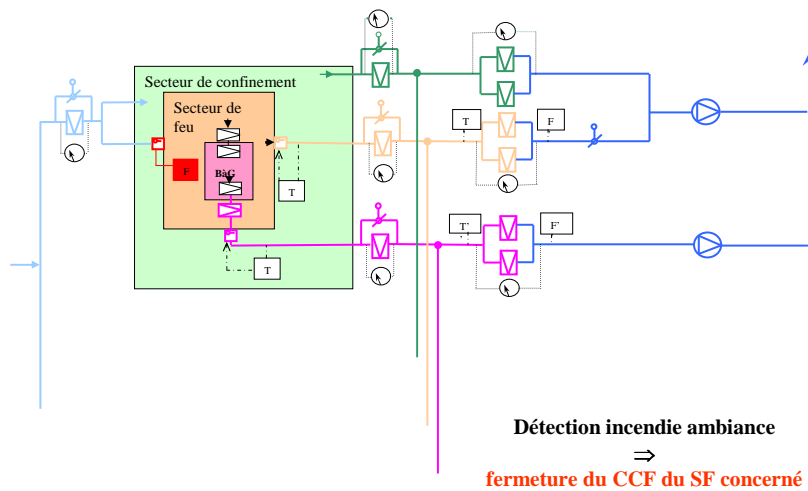
Principe d'architecture des réseaux



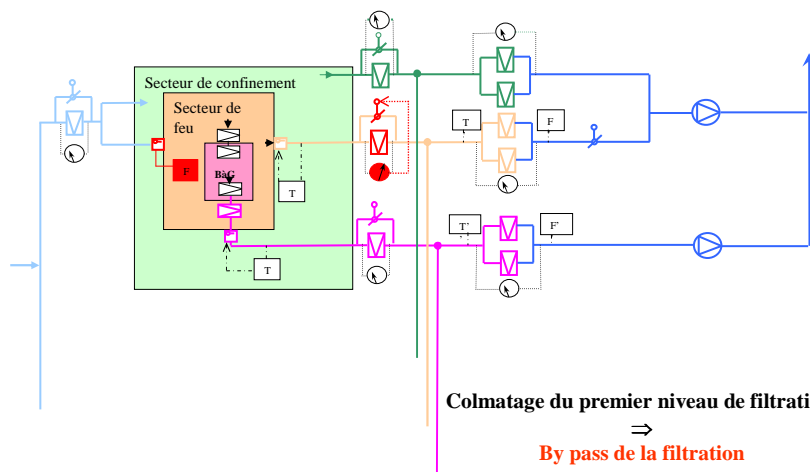
Conduite de la ventilation durant un incendie



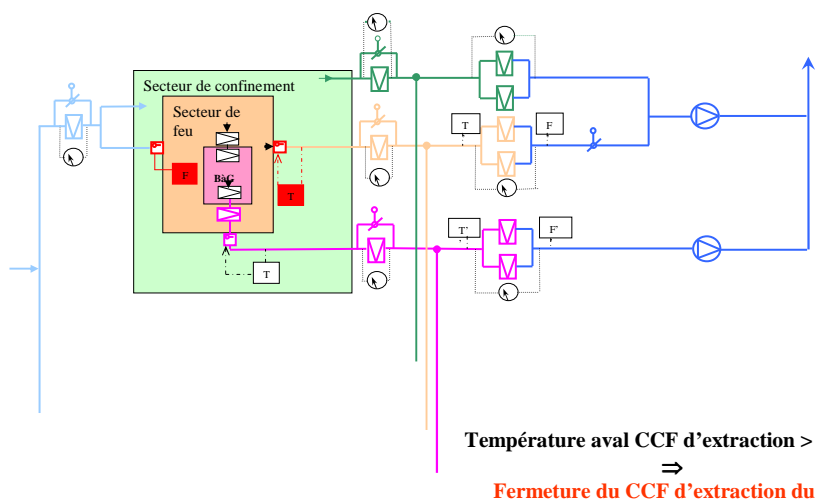
Conduite de la ventilation durant un incendie



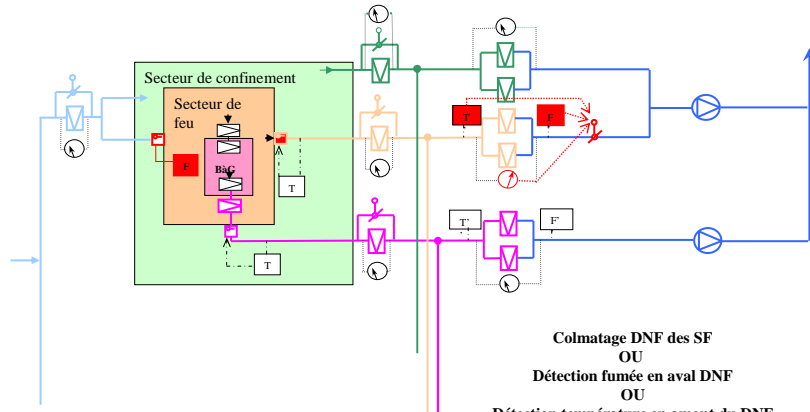
Conduite de la ventilation durant un incendie



Conduite de la ventilation durant un incendie

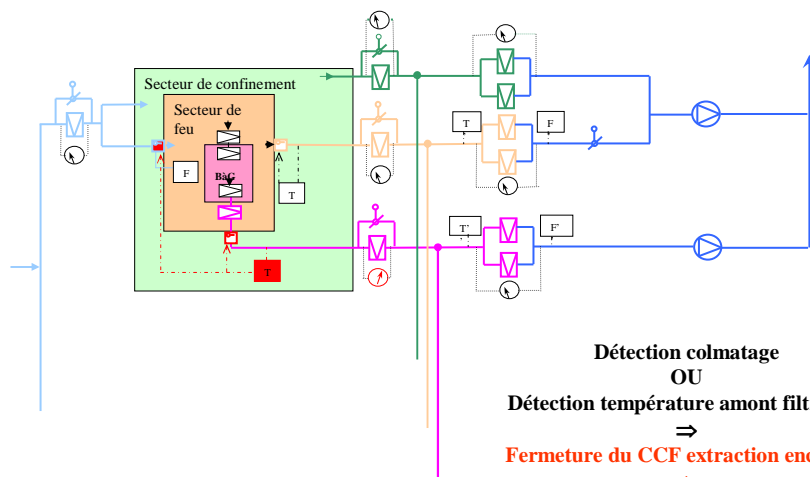


Conduite de la ventilation durant un incendie

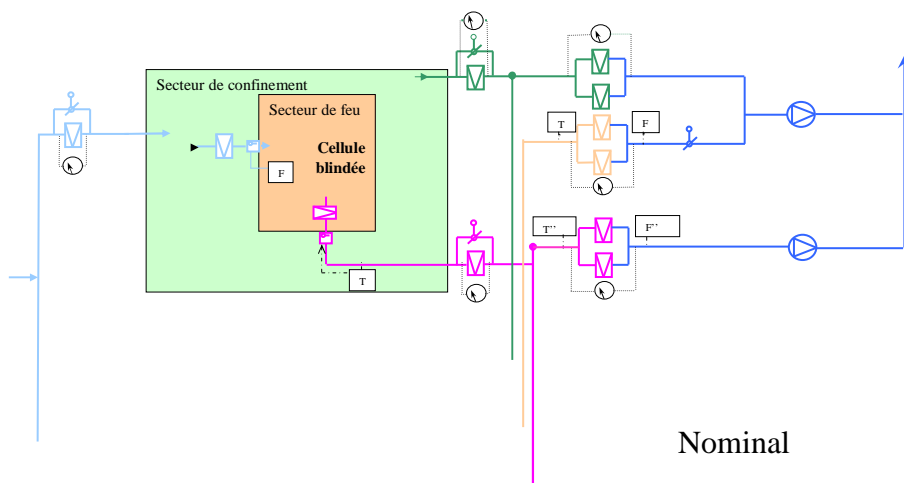
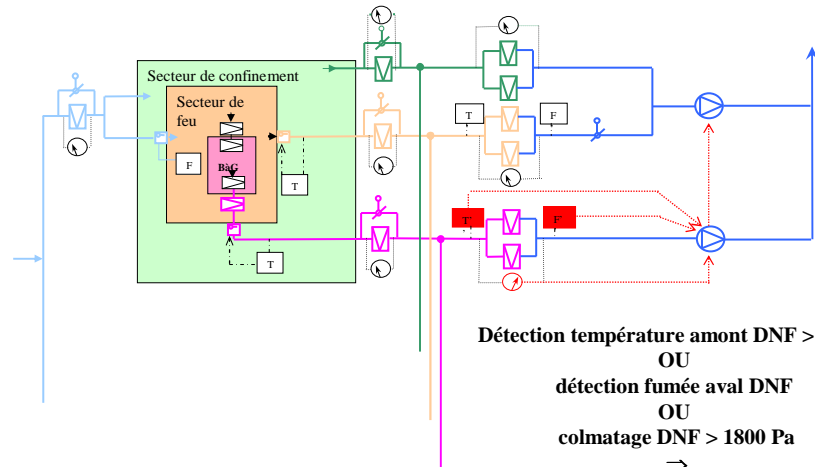


Colmatage DNF des SF
 OU
 Détection fumée en aval DNF
 OU
 Détection température en amont du DNF
 ⇒
 Isolement de l'antenne d'extraction de tous les SF
 +
 Fermeture de tous les CCF soufflage et extraction des autres SF

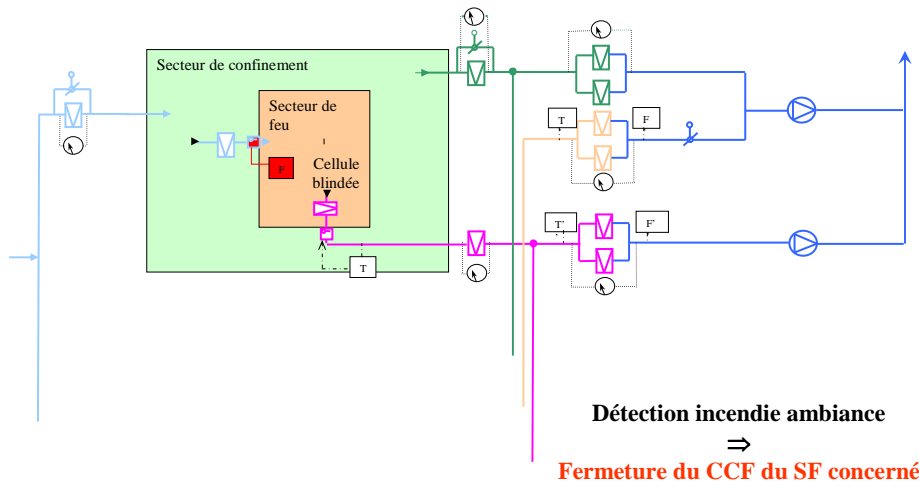
Conduite de la ventilation durant un incendie



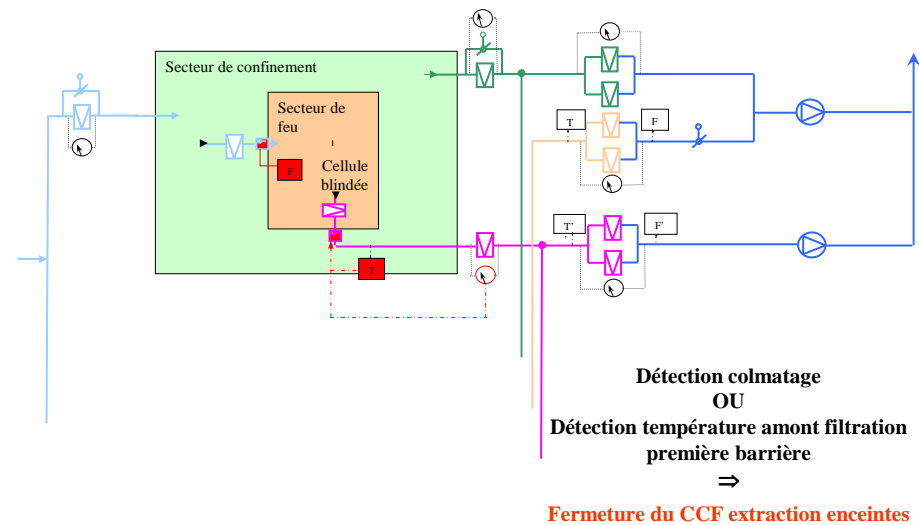
Détection colmatage
 OU
 Détection température amont filtration
 ⇒
 Fermeture du CCF extraction enceintes
 +
 fermeture du CCF soufflage du SF



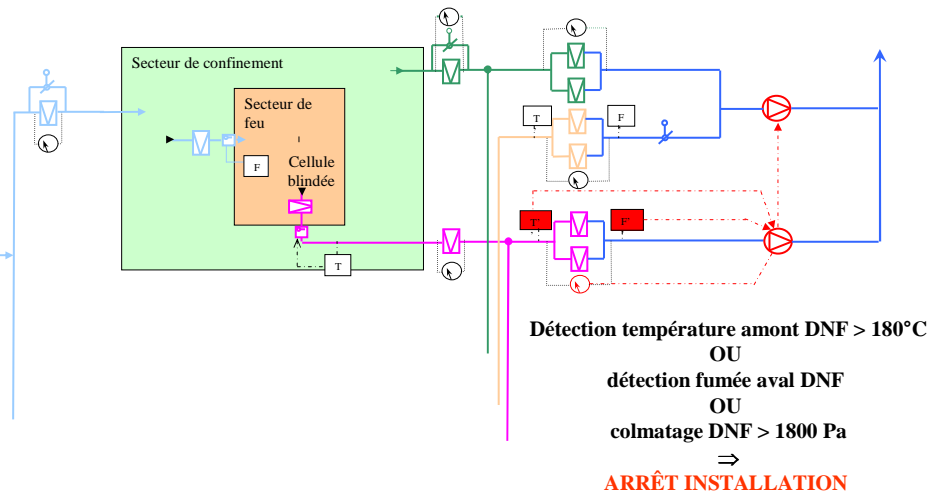
Conduite de la ventilation durant un incendie



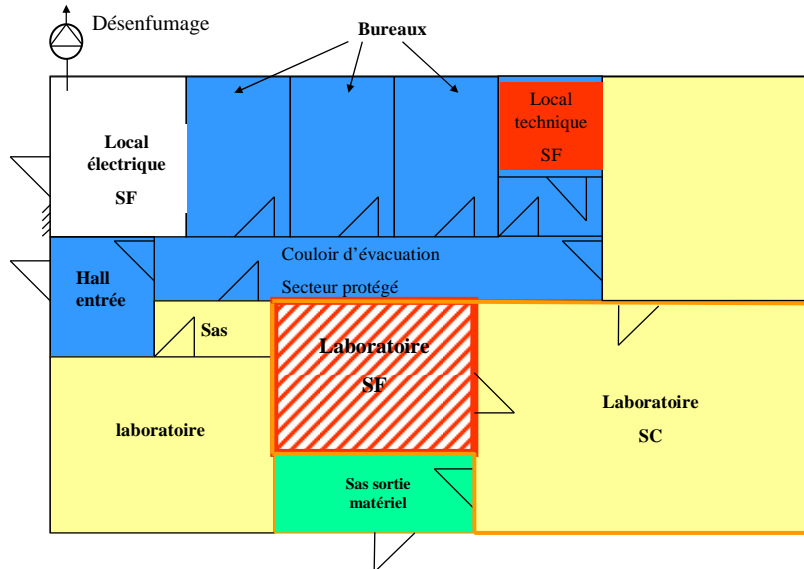
Conduite de la ventilation durant un incendie



Conduite de la ventilation durant un incendie



CONCEPTION DES INSTALLATIONS DE VENTILATION



Déclinaison des objectifs réglementaires dans les normes:

§9.6.2 ISO/NF 17873 (2004) (ventilation des labos et usines)

§8.6.2.2 ISO 26 802 (2010) (ventilation des réacteurs)

Les options de gestion de la ventilation en incendie mentionnent en cas de fermeture des clapets de soufflage et d'extraction l'utilisation de:

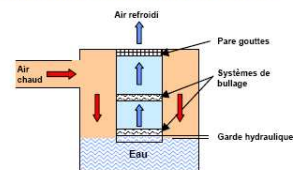
« dispositifs additionnels, permettant de limiter les excursions de pression dans les locaux concernés » de façon à garantir l'intégrité du confinement



Fonctionnement de la soupape SPHINX®

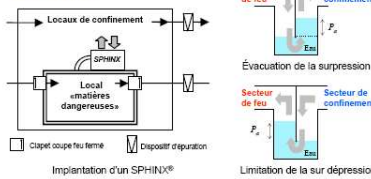
Principes mis en œuvre

- Fonctionnement en garde hydraulique (siphon)
- Evacuation des gaz du secteur feu vers le secteur de confinement
- Refroidissement des gaz par bullage
- Piégeage des aérosols et autres particules dans l'eau



Avantages

- Système assurant le confinement statique du secteur feu
- Système assurant la continuité du secteur feu
- Système réversible
- Système passif



Performances

Modèle petit débit
(0,8 m × 0,6 m × 1,1 m)



Modèle grand débit
(2,3 m × 1,5 m × 1,3 m)



PERFORMANCES

Modèle	Petit débit	Grand débit
Débit	1 500 m ³ .h ⁻¹	20 000 m ³ .h ⁻¹
Température en entrée	1 100 °C	1 100 °C
Température en sortie	< 120 °C	< 120 °C
Pression	< 2 000 Pa	< 1 500 Pa

Produit autorisé par l'ASN en INB*

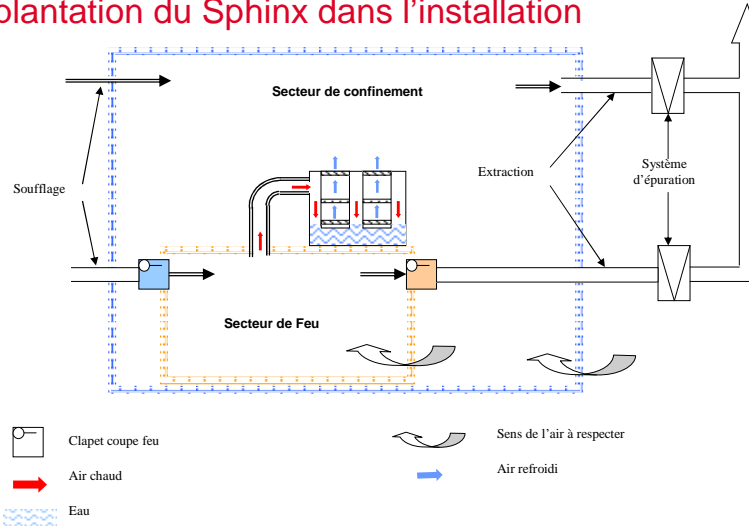
Produit qualifié coupe feu 2 heures par BPECTIS



© 2011 CEA - Tous droits réservés- Reproduction interdite sans autorisation

* ASN : Autorité de Sécurité Nucléaire INB : Installation Nucléaire de Base

Implantation du Sphinx dans l'installation



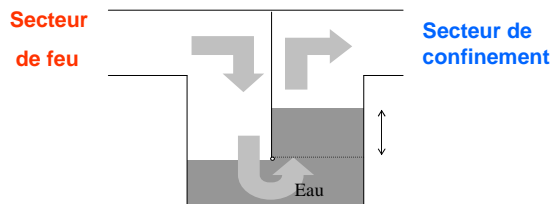
Principe de fonctionnement:

Développement du feu (forte surpression) :

☞ Évacuation des gaz du secteur feu vers le secteur de confinement par « bullage » dans une garde hydraulique (garantie de non propagation du feu, refroidissement des fumées < 300°C et piégeage d'une partie des aérosols).

☞ Limitation de la pression < 2000 Pa pour garantir la tenue des clapets coupe-feu (homologués pour 2100 Pa).

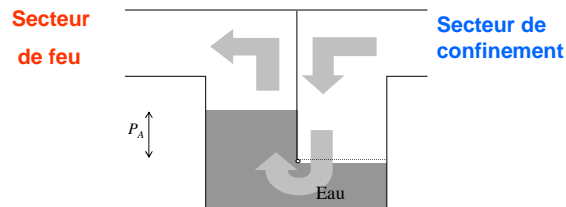
La pression de déclenchement est fonction de la géométrie et de la hauteur d'eau dans le SPHINX.



Extinction du feu (forte dépression) :

- Admission d'air du secteur confinement vers le secteur feu par « bullage » dans la garde hydraulique (système réversible). Limitation de la dépression à < 2000 Pa.

La pression de déclenchement est fonction de la géométrie et de la hauteur d'eau dans le SPHINX.



SPHINX® gamme de présérie:

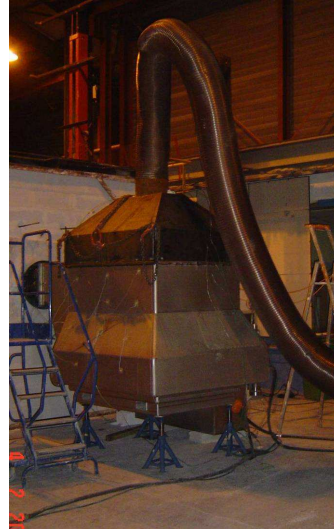
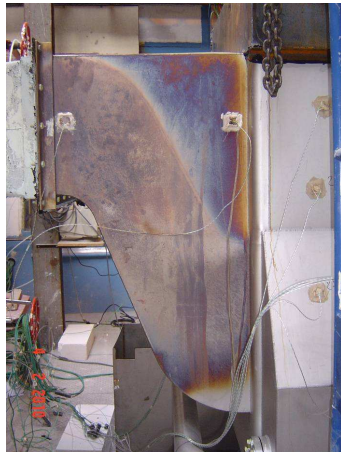
Ensembles unitaires compacts et modulaires :

- SPHINX® modèle grand débit 2,3 m x 1,5 m x 1,3 m : Débit ~20000 m3/h
Régulation automatique des niveaux d'eau en situation normale et en incendie
- SPHINX® modèle petit débit 0,8 m x 0,6 m x 1,1 m: Débit ~1500 m3/h
Appoint d'eau manuel

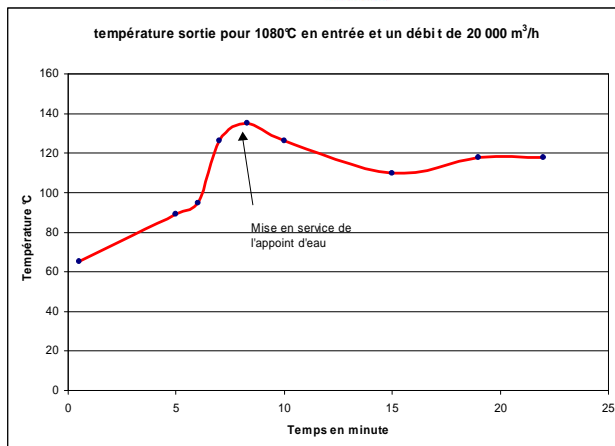
Seuil de pression: < 2000 Pa



Essais de performances à haute température
sur four d'essai



Essais de performances à haute température
sur four d'essai



Modèle grand débit

Température
d'entrée = 1100°C
Débit = 2000m³/h



Panache de vapeur au
refoulement

Performances thermiques et aérauliques

Température entrée d'air : **1100 °C**

Température sortie stabilisée : **<120 °C**

Débit petit modèle : **1500 m³/h**

Perte de charge: **< 2000 Pa**

Débit grand modèle : **20000 m³/h**

Perte de charge: **< 1500 Pa**

Fonctionnement sans appoint d'eau : **≈ 8 minutes**



Qualification coupe feu 2 heures

Modèle de présérie petit et grand débit

Étanchéité au feu

- Tampon de coton > 2h
- Calibre d'ouverture > 2h
- Inflammation soutenue > 2h

Isolation thermique

- Température < 180°C > 2h*

(*avec un habillage coupe feu de la tulipe d'admission)

Respect de l'ensemble des critères normalisés de qualification coupe feu des équipements pour une durée > 2h permettant un classement en comparaison au classement définis dans la norme EN 1366-2

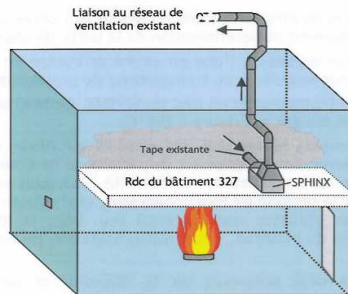


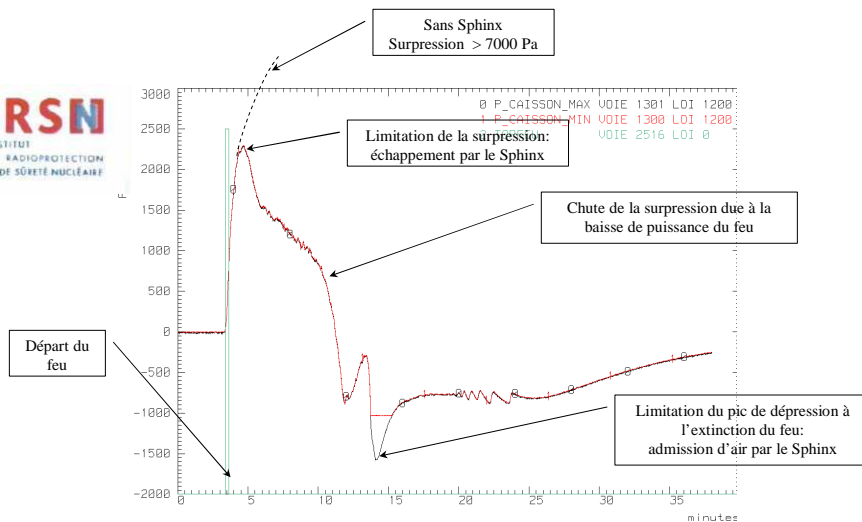
Essais IRSN sur feu réel dans le caisson Pluton

Conditions d'essais des essais de R&D de l'IRSN FLIP 10.3



- Volume du caisson : 400m3
- Combustible : 12l de dodécane
- Surface du foyer : 0.4m2
- T° moyenne du caisson : 100°C
- Puissance du foyer: < 0,5MW





Essais IRSN sur feu réel dans le caisson Pluton

L'incendie est structurant pour :

- La conception de l'architecture de l'installation (distribution des locaux).
- La conception des systèmes de ventilation (spécialisation des réseaux).

Règles d'implantation des locaux :

- Sûreté nucléaire :
 - Barrières coupe feu,
 - Secteurs de confinement,

- Sécurité classique :
 - Protection des itinéraires d'évacuation,
 - Dégagement protégés permettant l'évacuation des personnes et facilitant l'intervention des pompiers,
 - Mise en surpression relative permanente des axes d'évacuation (difficile à réaliser).



Pour faciliter l'approche incendie et vérifier l'impact de celui ci sur l'ensemble de l'installation il existe plusieurs code de calcul :

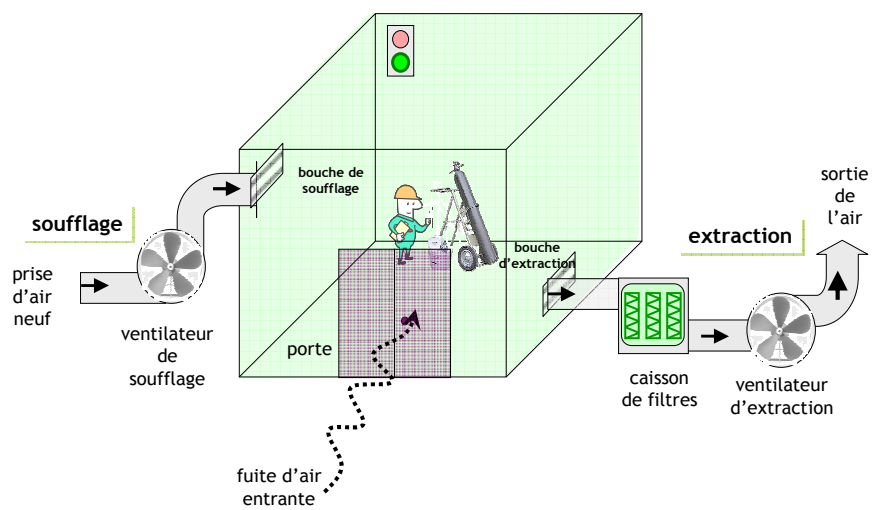
- Codes purement incendie
- Le code Confinement Dynamique Incendie du pôle de compétence incendie du CEA,
 - Le code MAGIC de EDF,
 - Le code FLAMME'S de l'IRSN,
 - Les codes FLAMME'S et SIMEVENT couplés de l'IRSN, AREVA NC et AREVA SGN. (code incendie et aéraulique).
 - Le code de calcul SYLVIA de l'IRSN.

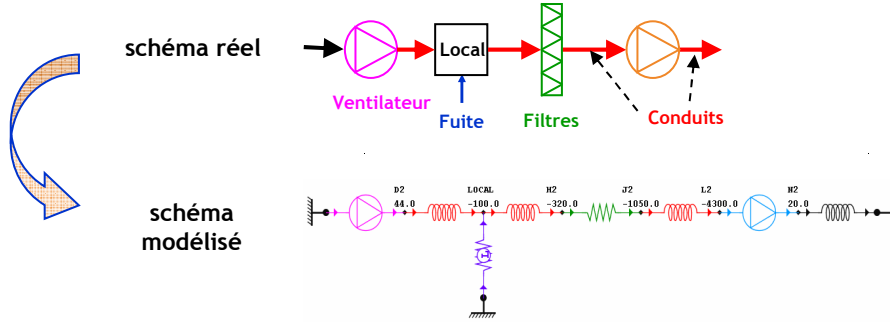


CODE DE CALCULS SYLVIA



Généralités : exemple de local industriel ventilé





Branche : élément résistant ou moteur

— loi de comportement $\Delta P = f(Q, \rho)$

Nœud : point de connexion entre branches (dont locaux)

— P, T, ρ , C_i uniforme (par zone)

→ modélisation par analogie électrique

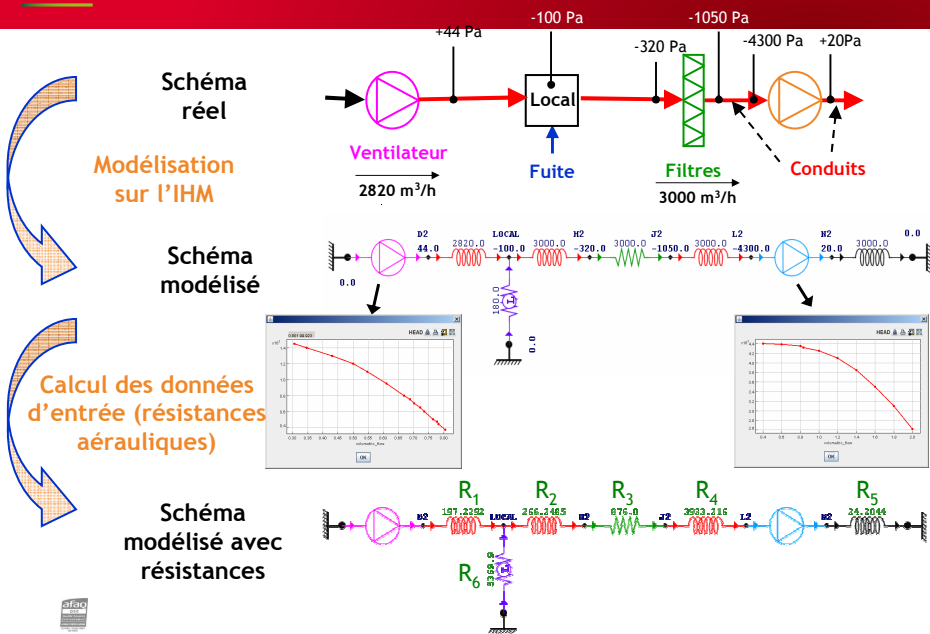


Schéma réel

Modélisation sur l'IHM

Schéma modélisé

Calcul des données d'entrée (résistances aérauliques)

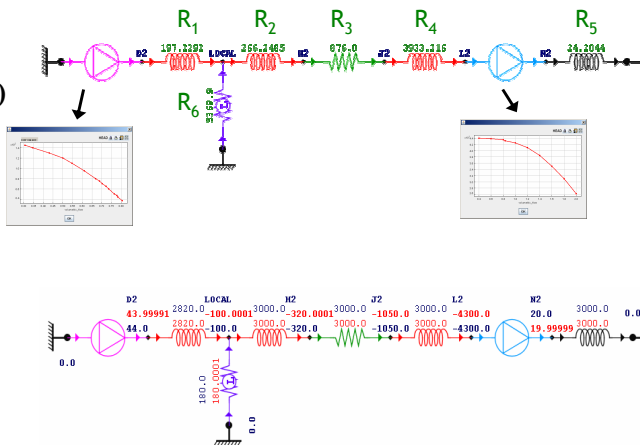
Schéma modélisé avec résistances



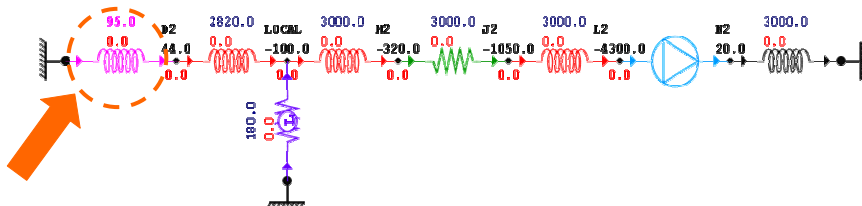
Schéma modélisé (avec résistances)

Calcul : traitement du cas nominal

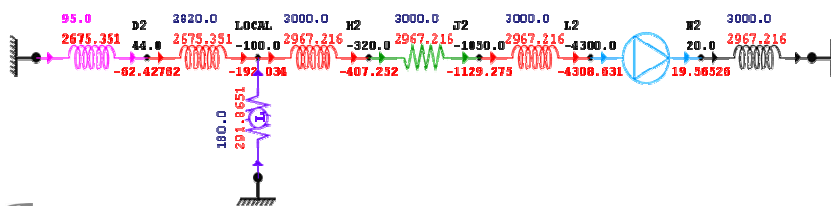
Cas nominal (vérification)



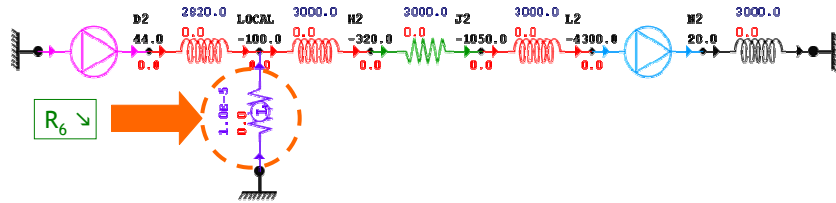
Fichier de données



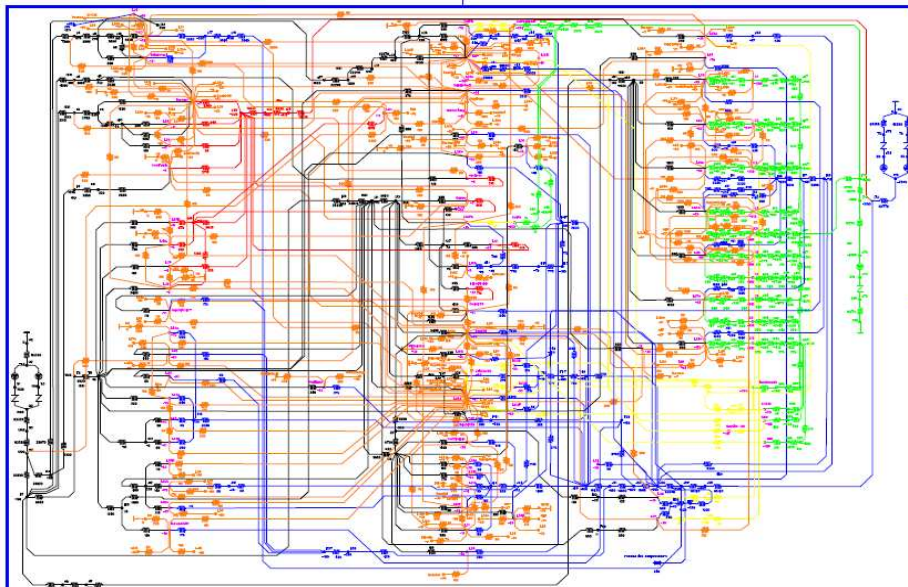
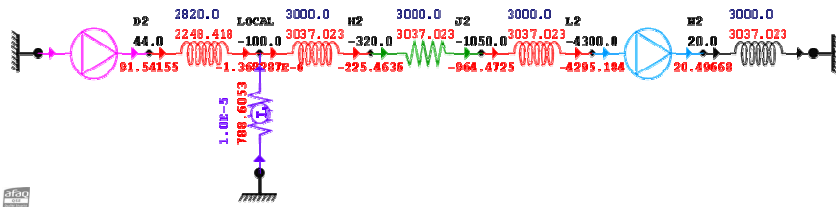
Fichier de résultats

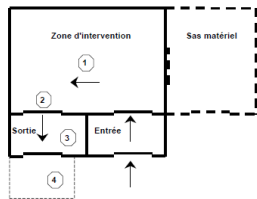
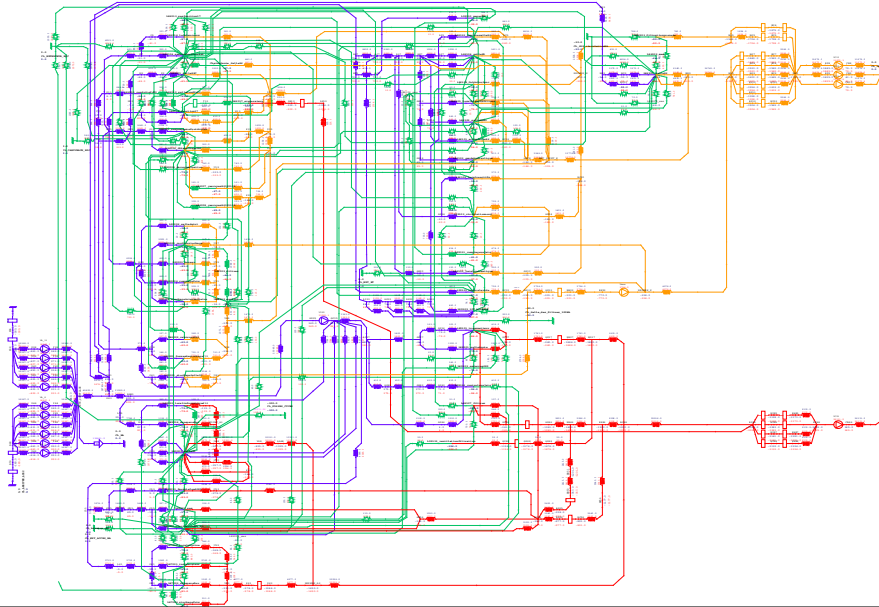


Fichier de données



Fichier de résultats





Ventilation de chantier



Chapitre 01 : Sas d'intervention

Chapitre 02 : Critères de confinement dynamique

Chapitre 03 : Dimensionnement de la ventilation

Chapitre 04 : Démarche générique de conception

Chapitre 05 : Maintenance, équipements et contrôle

Chapitre 06 : Guide confinement de chantier extérieur

Conclusions



Le rôle de la ventilation est d'assurer les fonctions suivantes :

- Confinement, captation
- Assainissement de l'atmosphère des locaux de l'installation
- Épuration avant rejet
- Surveillance
- Maintien des conditions ambiantes pour les équipements et les procédés
- Confort

Les cinq premières fonctions sont des fonctions de sûreté.

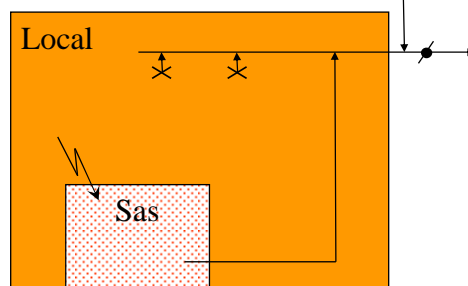
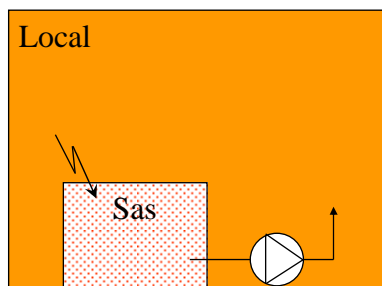
Fonctions nécessitant une ventilation homogène: pas forcément appliquées pour les sas – enceinte de chantier nucléaire



Les sas d'intervention servent à assurer un confinement statique complété par un confinement dynamique pour des interventions d'assainissement ou de démantèlement.

Pour assurer la ventilation, il y a deux solutions :

- Par recyclage dans le local d'implantation,
- En se raccordant sur l'installation bâtiment existante



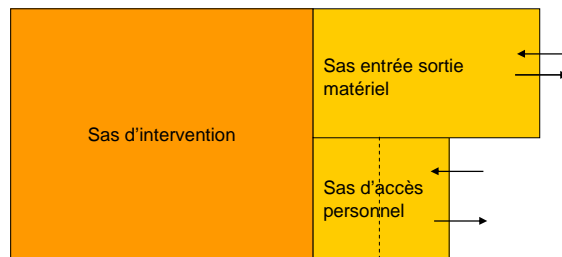
Règles de conception

La conception du confinement statique est laissée à l'initiative du Titulaire des travaux, qui prendra en compte :

1. la zone d'implantation délimitée par le client, les zones de circulation, les co-activités,
2. le classement déchet des installations situées à proximité du chantier,
3. la présence de parois existantes sur lesquelles le confinement du chantier pourra totalement ou partiellement reposer,
4. les fonctions associées au sas : sas de travail, sas d'entrée/sortie, sas de contrôle radiologique ...,
5. la dépression dans le sas, influant sur la tenue mécanique requise au niveau des parois,
6. l'analyse de risques incendie du chantier (vulnérabilité au feu des parois, charge calorifique, travaux par points chauds)
7. la présence éventuelle de contamination alpha,
8. la sensibilité au vent,
9. Le traitement des déchets initiés par le démontage du sas (**attention à l'aluminium**).

La configuration type d'un sas de confinement statique comporte les éléments suivants :

- une zone de travail,
- un sas entrée/sortie personnel (séparé en deux),
- un sas entrée/sortie matériel/déchet



Nota: Sas personnel et sas matériel peuvent être commun si la surface du chantier est $< 4 \text{ m}^2$



La configuration type d'un sas de confinement statique :

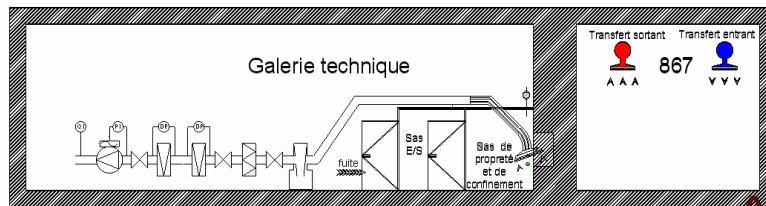
- **Privilégier l'éclairage à l'extérieur** au travers de panneaux en lexan (évite apport calorifique dans le sas et facilite la maintenance de l'éclairage / limite la production de déchets nucléaire),
- L'extraction placée au 2/3 de la hauteur pour extraire les fumées, suite à l'analyse incendie,
- **Mise en place de fenêtre translucides** (vinyle cristal) et étanches dans les parois du confinement de chantier pour permettre la visualisation de l'intérieur par l'extérieur dès que la surface du confinement dépasse 4 m^2
- La rigidité mécanique de la structure sera suffisante pour supporter les matériaux composant le confinement et la dépression souhaitée (porte sas limitée à 80 Pa, sas vinyle ne tient pas à la dépression, le dimensionnement est fait sur la vitesse d'air),
- **Étanchéifier les traversées** (câbles, poutres, ...) du sas,
- Les matériaux composant le confinement de chantier devront être acceptés dans les filières déchets nucléaires (cas des structure de sas en aluminium qui pose problème),
- Débit de ventilation à adapter à l'apport de calories ($1500 \text{ m}^3/\text{h}$ mini pour torche à plasma),
- Prévoir des moyens de communications à l'intérieur du sas,
- Prévoir les moyens de manutention (déchets, ...) dans le sas afin de limiter les ouvertures du sas.

Attention: air comprimé et tenue d'intervention peuvent provoquer des surpressions dans le sas.



Types de sas:

- **Sas en prolongement d'un local :**
un sas peut être aménagé pour déplacer le confinement statique du local en vue de l'ouverture d'un mur par ex. Dans ce cas là, il est nécessaire que le sas respecte la classe d'étanchéité du local avec lequel il est en relation).



- **Sas d'intervention (intérieur) :**
il n'existe pas de critère d'étanchéité absolu pour ces sas.
- **Sas extérieur:**
Tenue neige, pluie et vent + critère d'étanchéité
le critère d'étanchéité est souvent le plus contraignant



Matériaux

Les matériaux constitutifs des parois d'un sas de confinement sont choisis en fonction de :

1. la durée d'utilisation du confinement statique,
2. l'état radiologique des équipements à démanteler,
3. l'environnement de la zone d'intervention,
4. la tenue au feu (travaux par points chauds),
5. la tenue mécanique à la dépression créée par le confinement dynamique,
6. la tenue aux agressions potentielles (points chauds, agressions chimiques et mécaniques,...),
7. l'aspect économique,
8. L'étanchéité lors de la reconduction d'un confinement statique.

4 types de matériaux sont généralement utilisés dans la construction de sas. Ils sont nommés ci-après du moins au plus résistant :

1. Souple : vinyle,
2. Thermorétractable,
3. Semi-rigide (panneaux modulaires en polycarbonate, PVC, ...),
4. Rigide (acier facilement décontaminable).



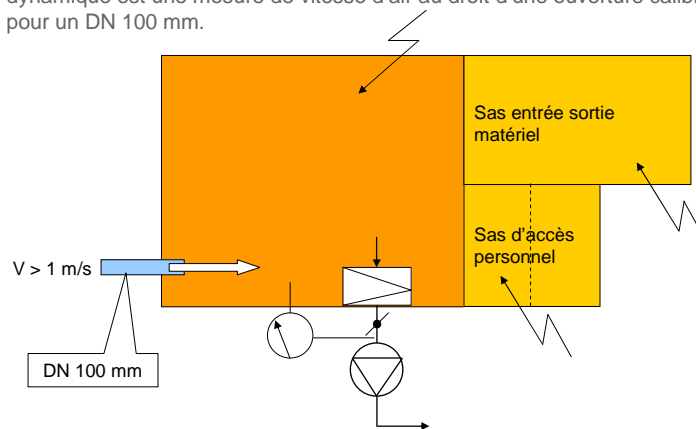
Critère de dépression

- Valeur de conception de la dépression de l'enceinte :
 - ≤ 40 Pa et ≥ 20 Pa
 - Rex UP1 sur sas avec critère de confinement dynamique obtenu pour 20 Pa de dépression.
- Mise en « Etat sûr » pour dépression ≤ 15 Pa
- Taux de renouvellement fixé entre 2 et $10.h^{-1}$ et/ou analyse thermique dans le sas (le taux de renouvellement retenu sera le plus grand des deux).



Critère de vitesse d'air

- Le critère à respecter pour s'assurer du bon fonctionnement du confinement dynamique est une mesure de vitesse d'air au droit d'une ouverture calibrée de 1 m/s pour un DN 100 mm.



Critère de vitesse d'air

- Vitesse d'air sur orifice calibré DN100 :
 - ≥ 1 m/s ($\geq 1,5$ m/s en présence de tritium)
 - Essais menés par le CEA sur boucle BEATRICE (Cadarache). (Essais réalisés par IRSN/DSU/SERAC)
- Critère plus facilement atteignable que le critère de dépression pour les enceintes de confinement ne pouvant pas avoir un confinement statique satisfaisant (environnement non favorable: traversées de tuyauteries, chemin de câble, carneaux, ...)

$$Q_{\text{extraction}} = Q_{\text{tube DN100}} + Q_{\text{fuites}} + Q_{\text{opérations}}$$

Q_{fuites} : lié à la **qualité de conception du confinement** de chantier et **l'étanchéité de l'ouvrage** sur lequel il repose.

$Q_{\text{opérations}}$: débits apportés par les opérations dans le sas (outils pneumatiques, tenues ventilées (ex: 60 m³/h par tenue MURU), ...)

Nota: prendre en compte l'aspect thermique dans le sas qui peut imposer un débit. On retiendra le débit le plus important pour la conception de la ventilation.



Critère de vitesse d'air

- Vigilance sur la qualité de conception du confinement de chantier :



Les critères de réception et la qualité du montage de sas resteront inchangés même si le critère de vitesse est facilement atteignable.

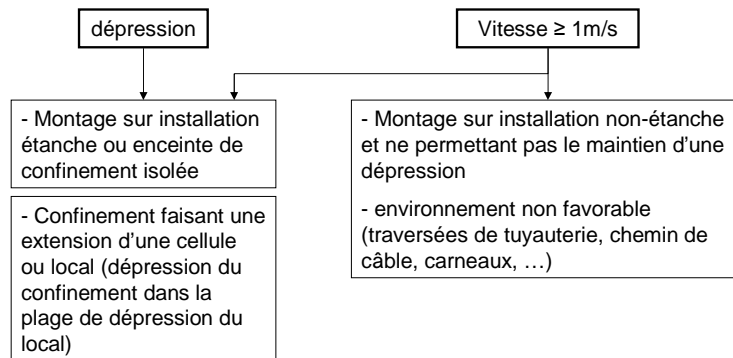
- Contrôle visuel du confinement statique (bon montage, dimensions, construction, configuration),
- Contrôle visuel du bon montage des équipements (pare-étincelles, préfiltres et filtres, ...),
- Essais d'efficacité des filtres (monté in situ),
- Vitesses d'air sur orifice calibré



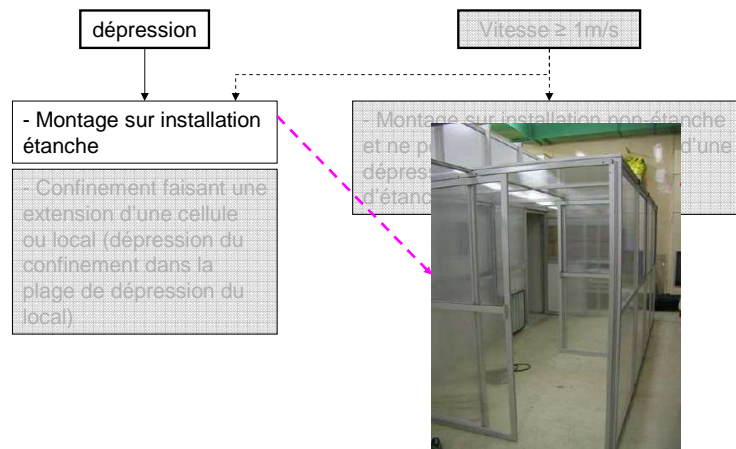
Choix du critère « confinement dynamique »

- Vigilance sur la qualité de conception du confinement de chantier :

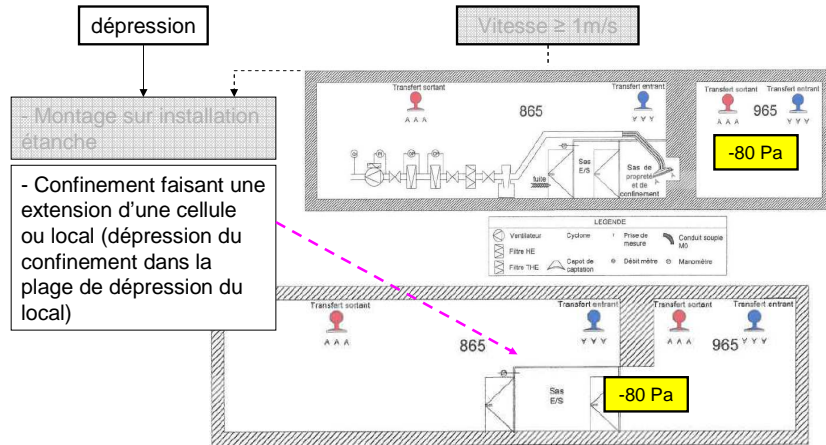
Les critères de réception et la qualité du montage de sas resteront inchangés même si le critère de vitesse est facilement atteignable.



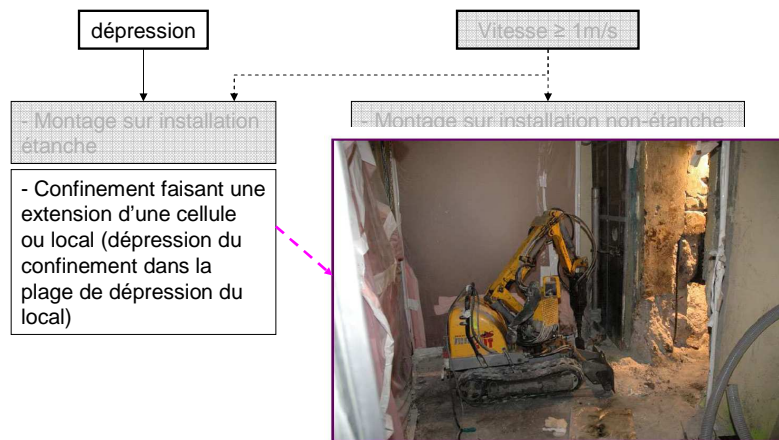
Choix du critère « confinement dynamique »



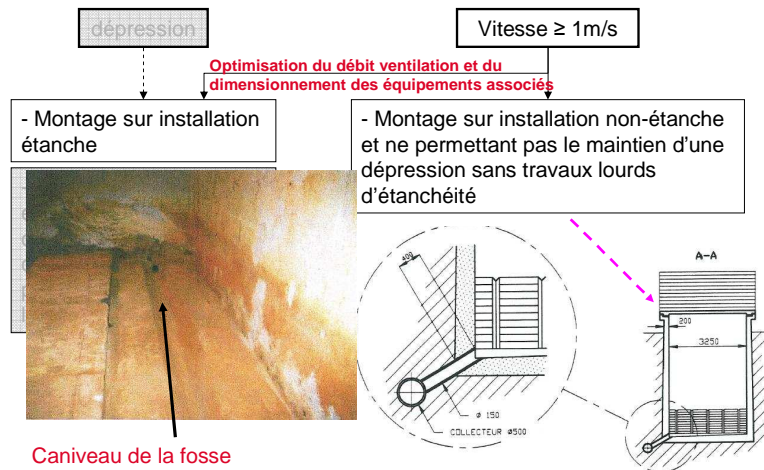
Choix du critère « confinement dynamique »



Choix du critère « confinement dynamique »



Choix du critère « confinement dynamique »



Dimensionnement de la ventilation

Dimensionnement de la ventilation

Norme ISO 17873 pour définition des étages de filtration (calcul LDCA)

Classe	Contamination normale et/ou occasionnelle attendue
C1	Zone propre exempte, en condition normale de fonctionnement, de toute contamination radioactive, surfacique ou atmosphérique. Seul un faible niveau de contamination est accepté dans des circonstances exceptionnelles.
C2	Zone habituellement propre en fonctionnement normal. Dans des circonstances exceptionnelles uniquement, résultant d'un incident ou d'un accident, un niveau modéré de contamination surfacique ou atmosphérique est acceptable; des dispositions appropriées doivent être prises pour en assurer la surveillance.
C3	Zone où une certaine contamination surfacique peut être présente mais normalement exempte de toute contamination atmosphérique. Dans des situations particulières, consécutives à des incidents ou accidents, des risques potentiels de contamination à des niveaux supérieurs à ceux des zones C2 peuvent survenir ; des dispositions adaptées doivent être prises pour en assurer la surveillance.
C4	Zone où les niveaux de contamination permanente et occasionnelle sont tels que l'accès est normalement interdit au personnel, sauf avec des équipements de protection appropriés.

Classification usuelle des zones de confinement



Type de ventilation = dispositions techniques

Type de ventilation	Contamination permanente normale attendue Cp	Contamination accidentelle potentielle Ca	Classes de confinement
I	0	≤ 1	C1
II A	≤ 1	≤ 80	C2
II B	≤ 1	≤ 4 000	C3
III A	≤ 80	≤ 4 000	C4*
III B	≤ 4 000	≥ 4 000	C4**
IV	> 4 000	>> 4 000	C4***



☞ Type I

Pas de filtration.

☞ Type II A

Un étage de filtration avant rejet cheminée.

☞ Type II B

Deux étages de filtration avant rejet cheminée.

☞ Type III A

Un filtre au plus près du local + un filtre avant rejet cheminée.

☞ Type III B

Un filtre blindé au plus près du local + un filtre avant rejet cheminée.

☞ Type IV

Un filtre blindé + un filtre non blindé au plus près du local + un filtre avant rejet cheminée.



Un classement des locaux est établi en fonction des risques de contamination atmosphérique considérés en situation normale et accidentelle maximale (exemple : maintenance) afin de définir le dimensionnement et les dispositions techniques adaptées du système de ventilation.

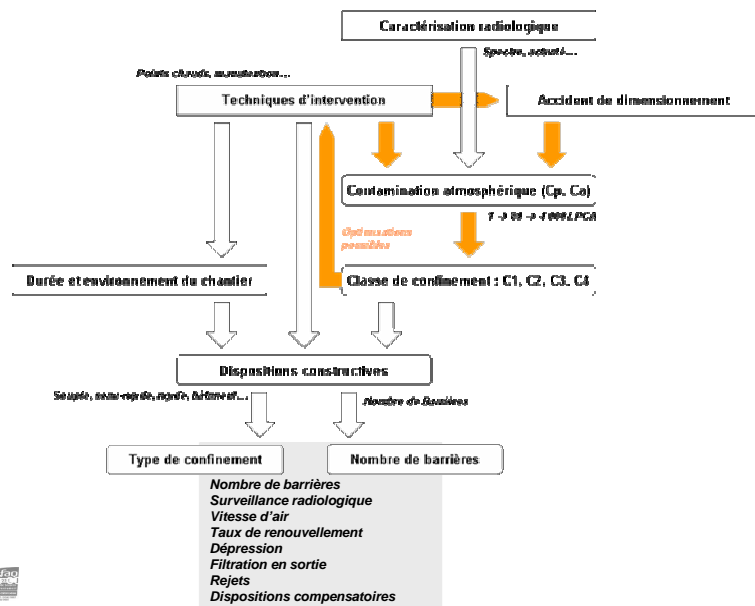
Les situations accidentelles telles que l'incendie, le séisme, ... ne sont pas prises en compte mais font l'objet de dispositions et de procédures de conduite spécifiques.

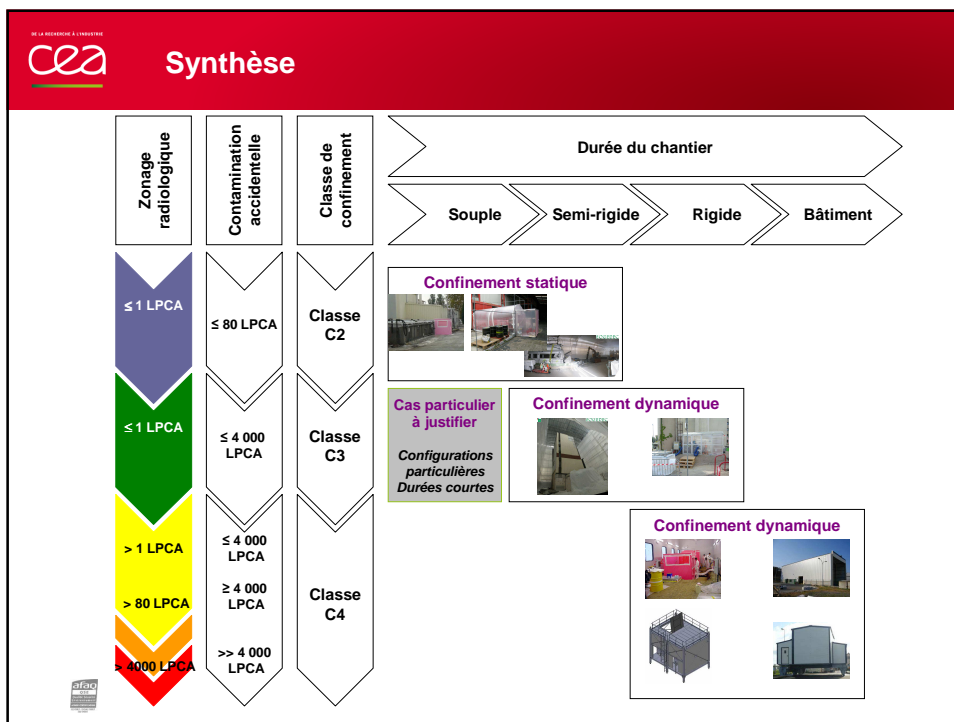
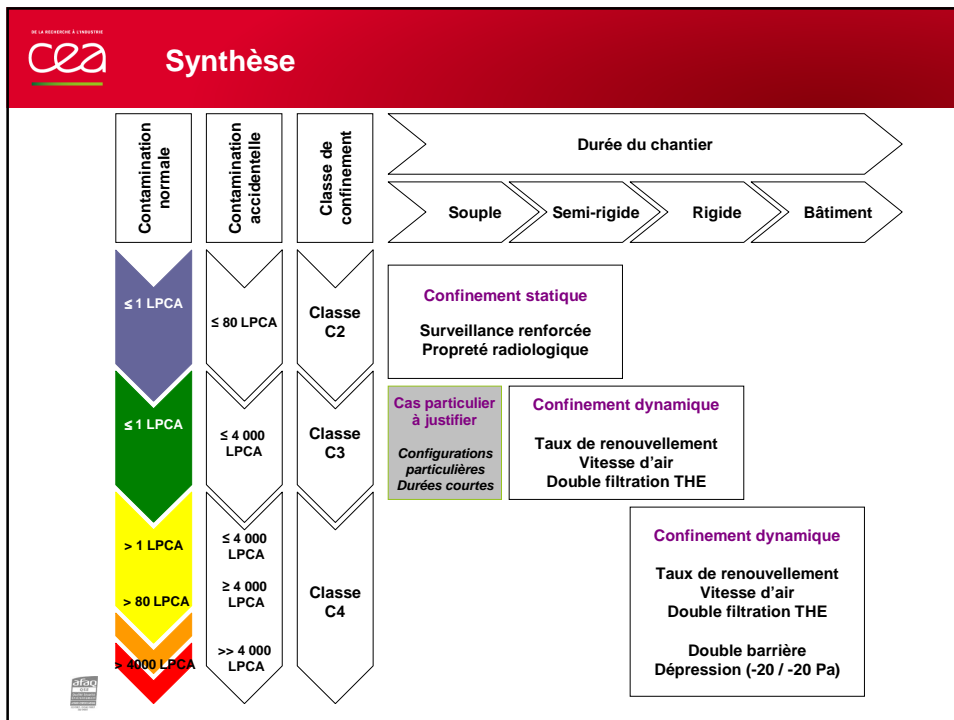


Démarche générique de conception



Démarche générique de sûreté

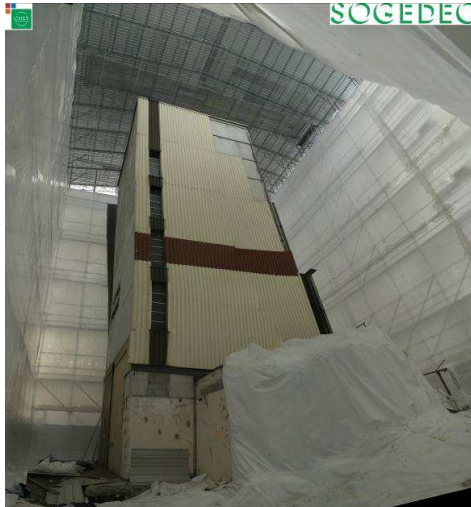




Exemple de sas vinyle: Installation G1, Marcoule



Exemple de sas thermorétractable: INB 36 Bâtiment O, Grenoble



Exemple de sas polycarbonate:



Exemple de sas rigide (tôle d'acier):

Sas de découpe, démantèlement du stockage 40, Marcoule



Maintenance, équipements, contrôle

- Contrôle du personnel dans le sas entrée/sortie du personnel avec mise en place d'une balise aérosol si besoin;
- Contrôle du matériel dans le sas entrée/sortie matériel
- Balise aérosol à l'extérieur du sas pour vérifier l'absence de rétrodiffusion ou balise dans le sas si intervention avec l'APVR uniquement pour vérifier si on ne dépasse pas le seuil de 10 RCA,
- Caractéristiques aérauliques
 - Imposer une valeur de dépression pour un sas souple est difficile.
 - Les paramètres influents sont la vitesse de passage de l'air au droit des ouvertures (pour éviter la rétrodiffusion) et le taux de renouvellement de l'air :
 - Renouvellement d'air : concernant les sas de confinement intérieur, un taux de renouvellement de 5 est suffisant en général.
 - Vitesse de passage de l'air minimales [norme ISO 17873] :
 - 0,5 m/s en sortie.
 - 1 m/s s'il y a présence de Pu.
 - 1,5 m/s s'il y a présence de Tritium

Soufflage

Il n'y a pas de soufflage, uniquement admission par fuites ou par transfert filtré.

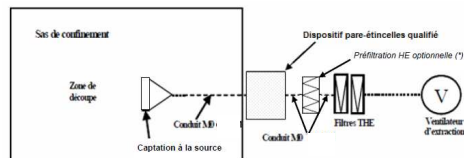
Extraction

Il existe deux types de montage :

- les caissons autonomes (type PROMINDUS/VECTORI/CAMFIL), attention à la hauteur manométrique du ventilateur,
- les montages « classiques » de type ventilateurs+filtre+gaine.

Les équipements de ventilation à mettre en place, depuis le sas vers l'émissaire, sont les suivants :

- cas standard : bouche d'extraction munie de média + double filtration THE + ventilateur,
- découpe par point chaud : mettre un pare étincelle en amont de la filtration et (si besoin) un filtre décolmatable en amont du THE.



Les caissons autonomes sont à privilégier :

Caisson CAMFIL (CTHEN)



Caisson PROMINDUS

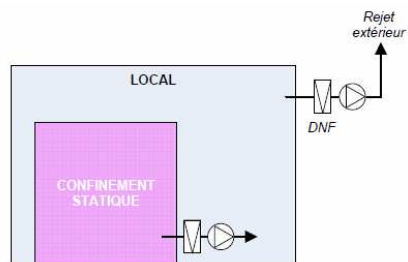


Filtre CTHEN pression d'écrasement des joints 1200 kg (déformation plan de joint!)

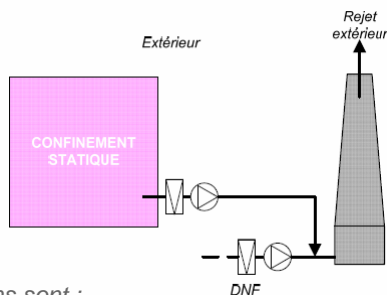


Sas en prolongement d'un local : l'ajout d'un tel sas ne doit pas déséquilibrer la ventilation nominale du bâtiment. Il est ventilé par la ventilation du local qu'il prolonge.

Sas d'intervention (intérieur) : le rejet est à réaliser directement dans le local si possible (fonctionnement en « canard »). Cela permet de ne pas toucher à la ventilation du bâtiment et donc de ne pas déséquilibrer le confinement dynamique de l'installation.



Sas extérieur : l'idéal est dans ce cas là de tirer une gaine jusqu'à l'émissaire du bâtiment. Dans ce cas, le Dernier Etage de Filtration (DNF) aura les mêmes contraintes que le DNF de l'installation.



Les autres solutions sont :

- Le rejet dans un local du bâtiment à proximité. Il faut alors procéder à un rééquilibrage aéraulique et asservir le ventilateur du sas à la ventilation générale du bâtiment,
- créer un émissaire associé au sas. Il faut alors mettre en place des contrôles et surtout obtenir une autorisation.



- Un contrôle visuel du confinement statique (bon montage: dimensions, construction, configuration),
- Un contrôle visuel du bon montage des pare-étincelles, préfiltres et filtres,
- Un contrôle de présence de repérage pour les filtres, préfiltres et manomètres ainsi qu'une vérification de la cohérence avec celui indiqué dans les modes opératoires et fiches relevés,
- test d'efficacité des filtres THE in situ, conformément à la norme NF X 44 011,
- La vérification des sens d'air (test à la poire à fumée) ou des vitesses d'air aux interfaces ou des dépressions requises,
- Un test des asservissements, s'il y'en a,
- La vérification, lorsque la ventilation de chantier est assurée par la ventilation générale, de la non perturbation du régime aéraulique du bâtiment.



Type de contrôle	Périodicité
Contrôle de l'état des confinements (intégrité du confinement statique) et vérification de l'étanchéité des gaines	Journalière
Relevé des débits de la ventilation. <i>Nota : La mesure n'est pas nécessaire. En pratique, il suffit de lire le point de consigne (ΔP filtre + registre de décolmatage) et de le reporter dans un registre.</i>	Journalière
Vitesse de passage de l'air au niveau du sas d'entrée/sortie du personnel (uniquement si le confinement dispose d'un trou témoin)	
Vérification du critère d'acceptation du confinement dynamique (exemple : vérification de la dépression s'il y'a un critère de ΔP)	A chaque intervention
Contrôle du colmatage des filtres THE par mesure de la perte de charge entre l'amont et l'aval du filtre	En continu, à chaque début et fin de poste
Test de l'efficacité des filtres THE. <i>Nota : Les tests d'efficacité du filtre THE (NF X 44-011) doivent être impérativement réalisés in situ.</i> <i>Nota bis: Difficulté à réaliser le test de 2 THE en série</i>	A chaque mise en service puis à chaque changement de filtre

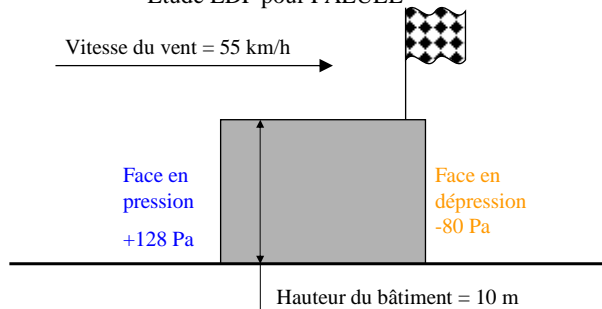


- Penser à contrôler la DAI (Détection Alarme Incendie). L'inhibition de la DAI se fait via un permis feu, il faut ensuite penser à remettre la DAI en fin de poste,
- Contrôler le bon fonctionnement des balises de radioprotection,
- Maintenir le chantier propre à chaque fin de poste,
- Eviter différents régimes de ventilation pour un sas,
- Arrêt de la ventilation du sas à éviter même hors période de travail (nuit notamment), sauf si des garanties sont respectées:
 - Plus de terme source mobilisable,
 - Sas assaini

Nota: Pour les sas extérieurs, en cas d'absence de ventilation, le vent peut entraîner des inversions de sens d'air.



Étude EDF pour PALUEL



Vitesse du vent	50% des cas		90% des cas		Extrême 130 km/h	
	Moyenne 25 km/h	Coup de vent 55 km/h	Extrême 130 km/h	Extrême 130 km/h	Extrême 130 km/h	Extrême 130 km/h
Pression Pa	Surpression	Dépression	Surpression	Dépression	Surpression	Dépression
Hauteur 10 m	23	-15	128	-80	650	-410
Hauteur 20 m	31	-20	170	-107	860	-540
Hauteur 30 m	36	-23	200	-124	1000	-630



Suite à l'analyse des risques, un certain nombre de précautions sont à prendre, en particulier pour l'incendie.

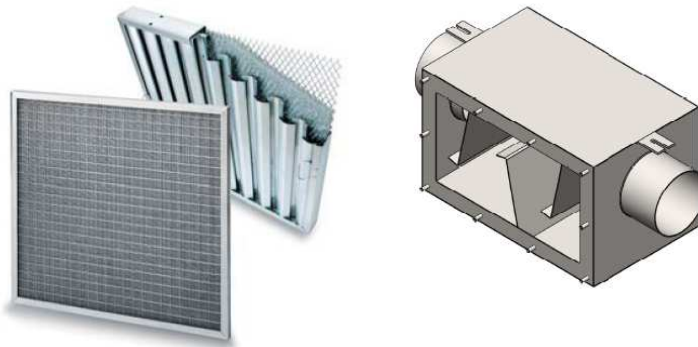
En fonction du type d'outil de découpe par points chauds utilisé, il faudra installer du matériel pare étincelles qualifié pour protéger le ou les étages de filtration situés sur l'extraction.

- Disqueuse
- Oxycoupage
- Torche plasma



Matériel de protection qualifié :

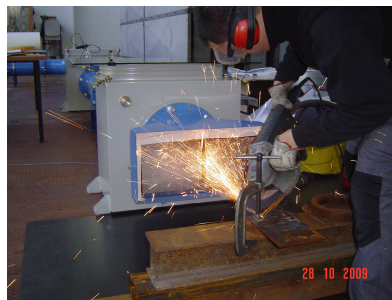
- **Cammetal** référence CAMFIL FARR 6271-99 + dimensions
- **TM CHOC** référence CAMFIL FARR : 1465.XX.XX dimensions frontale
- **Boîte à chicanes**



Dispositif de protection qualifié	Configuration de mise en œuvre	Débit d'extraction	Outils et procédé de découpe
Boîte à chicane selon plans de réalisation N° 03 230P01	Filtre placé en aval du dispositif à une distance minimale de 1 m.	0 à 1500 m ³ /h	Disqueuse Torche plasma Oxy-coupage
CAMMETAL dim. : 610x305x50 Réf. : CAMFIL TYPE 6271	Filtre raccordé en aval du dispositif par un conduit de diamètre 250mm d'une longueur minimale de 1,5 m	0 à 1500 m ³ /h	Disqueuse
CAMMETAL dim. : 610x305x50 Réf. : CAMFIL TYPE 6271	Filtre raccordé en aval du dispositif par un conduit de diamètre 250mm d'une longueur minimale de 3 m	0 à 750 m ³ /h	Disqueuse Torche plasma Oxy-coupage
Filtre à impact + CAMMETAL dim. : Réf. : 0111964	Filtre placé en aval du dispositif à une distance minimale de 1 m.	0 à 750 m ³ /h	Disqueuse Torche plasma Oxy-coupage
Filtre à impact + CAMMETAL dim. : 610x305x50	Filtre raccordé en aval du dispositif par un conduit de diamètre 250mm d'une longueur minimale de 1,5 m	0 à 1500 m ³ /h	Torche plasma Oxy-coupage



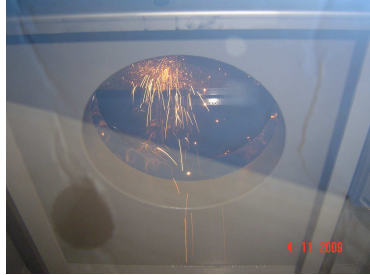
Cammetal



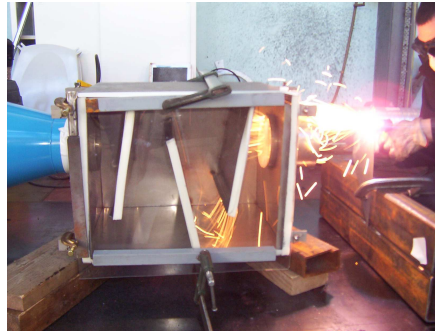
TM CHOC



PARE ETINCELLES



Etincelles passant à travers une protection non qualifiée

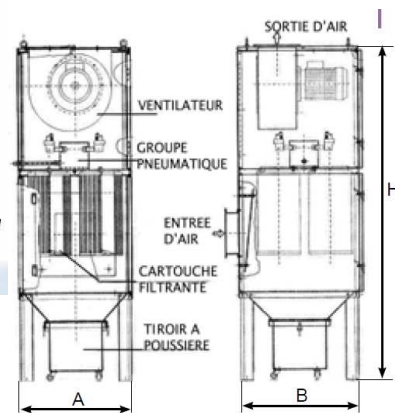


Boite à chicanes

Filtre décolmatable



Filtres compact de 1200 à 16000 m³/h



Guide confinement de chantier extérieur



Guide confinement de chantier extérieur

- Demande initiée par les projets de DEM de stockage des réactifs liquides « stockage 40 » de l'usine UP1 et du stockage 94 :

Souhait d'homogénéiser les pratiques sur chantiers extérieurs en termes de:

- Conception de système de confinement (1,2,3 barrières?),
- Conception de la ventilation associée (cascade de dépression, sens d'air, ...?)
- Contrôle, utilisation et gestions des régimes de ventilation

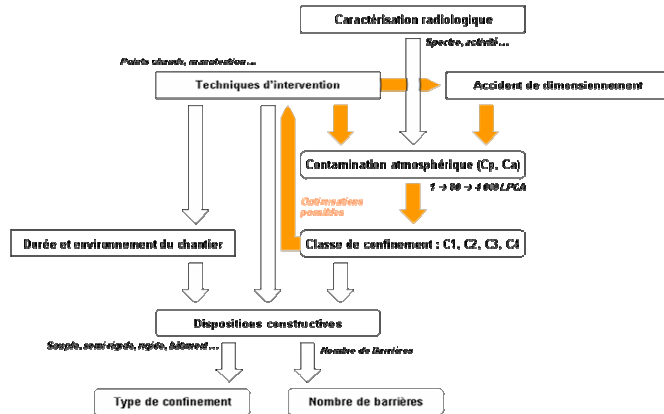
Pas de contexte réglementaire actuellement applicable au démantèlement.

Rédaction Guide DPAD décrivant démarche générale de sûreté; visant à déterminer les dispositions constructives de tels confinements sur la base de REX

Nota: Cette démarche ne se substitue pas à une analyse de sûreté!



Démarche générique de sûreté



Confinement statique

- Confinement extérieur respectant :
 - Tenue neige, pluie et vent
 - Etanchéité relative pour sens d'air
- Confinement intérieur respectant:
 - Critère d'étanchéité pour une dépression ou vitesse d'air

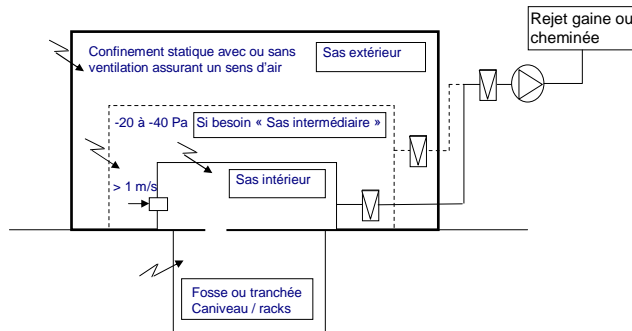
Nombre de barrière recommandé:

classe de confinement	durée chantier / contraintes climatiques		
	1 barrière	2 barrières	3 barrières
C1			
C2			
C3			
C4*			
C4**			
C4***			



Exemple de montage d'enceintes extérieures

- Critère de vitesse pour le 1^{er} sas:
 - Suivi en continu de la vitesse d'air sur orifice calibré



Confinement statique

- Choix des dispositions constructives :

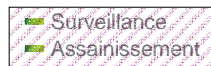
Classe	Durée du chantier			
	Semaines	Mois	Années	> 10 ans
	Souple	Semi-rigide	Rigide	Bâtiment
C2	Recommandé			
C3	Possible	Recommandé		
C4*	Déconseillé	Possible	Recommandé	
C4**	Déconseillé		Recommandé	
C4***				



Confinement dynamique

- Fonctions assurées par le confinement dynamique :

- Confinement
- Épuration
- Conditionnement
- Confort



Nécessite une ventilation homogène via soufflage: favorise le transfert de contamination !

- Principe ventilation de confinement de chantier:

- Pas de soufflage, admission par transfert d'air et/ou fuites,
- Extraction autonome



Confinement dynamique

- Classe de confinement définie sur la base de la norme ISO 17.873 :

- Défini le nombre d'étage de filtration à l'extraction
- Mise en place de filtre à l'admission si dépression (continuité du confinement statique).

- Critère de dépression ou de vitesse d'air sur orifice calibré DN100:

dépression

Vitesse $\geq 1\text{m/s}$

- Montage sur installation étanche ou enceinte de confinement isolée

- Confinement faisant une extension d'une cellule ou local (dépression du confinement dans la plage de dépression du local)

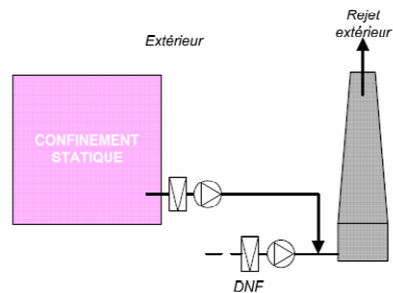
- Montage sur installation non-étanche et ne permettant pas le maintien d'une dépression

- environnement non favorable (traversées de tuyauterie, chemin de câble, carreaux, ...)



Equipements, rejets et contrôle

- Ventilation autonome privilégiée
- Rejets:
 - Raccordement au pieds d'un émissaire existant (solution privilégiée)
 - Rejet dans un local voisin, ventilé (nécessite un rééquilibrage + asservissement ventilation chantier)
 - Création d'une gaine de rejet contrôlé ou d'un nouvel émissaire



CONCLUSION

Ce qu'il faut retenir

➤ **Importance du confinement dynamique en sûreté**

➤ **Les mouvements d'air sont principalement dus:**

- ✓ Aux soufflages
- ✓ A la présence de sources thermiques
- ✓ Aux écarts de densité importants entre un gaz léger et l'air

Le débit d'extraction « épure » l'air du local

Le débit de soufflage « homogénéise » les concentrations de polluants

Importance de s'assurer de l'homogénéité d'un renouvellement d'air dans un local ou une enceinte.

⇒ Ne pas souffler devant un obstacle. Bien positionner les bouches de soufflages et d'extraction (pas les une en face des autres) pour éviter les zones « mortes ».



Ce qu'il faut retenir

➤ **Critère de dimensionnement des débits**

- ✓ **Etape 1:** Choisir un taux de renouvellement R minimum
 - Classement du local
 - Situation accidentelle
- ✓ **Etape 2:** Prise en compte d'autres risques que radiologique
 - Explosion / anoxie ...
 - Thermique (débit mini de 1500 m³/h pour évacuation thermique découpe torche à plasma)
- ✓ **Etape 3:** Prise en compte des débits de fuites
- ✓ **Etape 4:** Etude thermique spécifique (climatisation)
- ✓ **Etape 5:** Analyse des étapes 1, 2 et 3

⇒ **Q_{max} à reboucler avec étude de l'étape 4**



Ce qu'il faut retenir

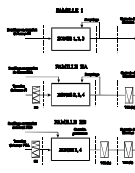
➤ **Définition du type de ventilation**

✓ Données d'entrée: spectres, activités, scénario de démantèlement ou fonctionnement

✓ Etape 1 : Calcul des LDCA

- En situation normale
- En situation accidentelle

Type de ventilation	Contamination permanente normale attendue Cp	Contamination accidentelle potentielle Ca	Classes de confinement
I	0	< 1	C1
II A	< 1	< 80	C2
II B	< 1	< 4 000	C3
III A	< 80	< 4 000	C4*
III B	< 4 000	> 4 000	C4**
IV	> 4 000	>> 4 000	C4***



✓ Etape 2 : architecture du réseau de ventilation

- Etage de filtration
- Cascade de dépression / sens d'air entre locaux de famille différentes
Valeurs recommandées: - 40 Pa entre locaux à risques différents
- 80 Pa par rapport à l'extérieur

✓ Etape 3 : dimensionnement des débits

✓ Etape 4 : Calcul des pertes de charge de la ligne la plus résistive et dimensionnement des ventilateurs



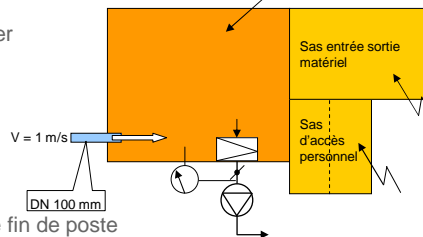
Ce qu'il faut retenir

➤ **Confinement de chantier**

- ❑ Nature du sas (souple, semi-rigide, rigide) fonction de la nature des opérations, la durée, conditions environnantes (sas en extérieur, lieu de passage fréquent, ouverture d'un mur, ...),
- ❑ Pour des dépressions importantes (> 40 à 60 Pa), le confinement de chantier devra être étanche (sas vinyle non adapté),
- ❑ Rejet directement dans le local ou sur un émissaire existant: ne pas perturber la ventilation existante,
- ❑ Constitution d'un confinement de chantier

Confinement dynamique garantie par vitesse de 1 m/s sur DN100

- ❑ Contrôle des filtres THE et maintien de la propreté du sas à chaque fin de poste

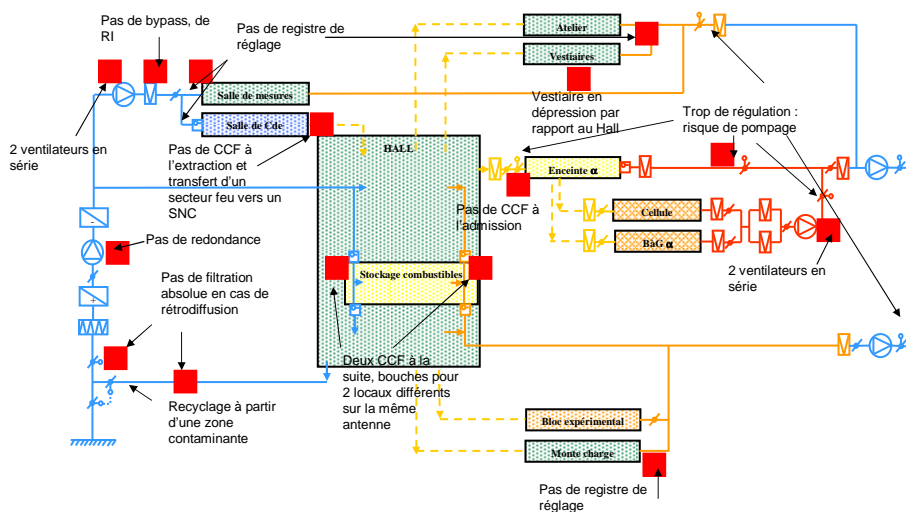


FIN

Merci de votre attention



SOLUTION



Et il en manque encore sûrement !!!!!

