

COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE

INSTITUT DE PROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

DÉPARTEMENT DE PROTECTION TECHNIQUE

Service Technique des Equipements de Protection

*Laboratoire d'études, d'Industrialisation  
et de Normalisation*

*Quay*

CONTRÔLE DE L'ÉTANCHÉITÉ DES ENCEINTES  
DE CONFINEMENT DE CLASSES 1, 2 ET 3

par

R. DROUSSENT  
IPSN/DPT/STEP/LIN

et

A. LHERMENIER  
IRDI/DMECN/SELECI

Communication présentée à la réunion plénière  
du Groupe de Travail "LABORATOIRES CHAUDS et  
TELEMANIPULATION" de la COMMISSION DES COMMU-  
NAUTES EUROPEENNES les 13, 14 et 15 Juin 1984  
à HARWELL (Grande Bretagne)

CEN Saclay  
91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX  
FRANCE

COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE

INSTITUT DE PROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

DÉPARTEMENT DE PROTECTION TECHNIQUE

Service Technique des Equipements de Protection

*Laboratoire d'études, d'Industrialisation  
et de Normalisation*

CONTRÔLE DE L'ÉTANCHÉITÉ DES ENCEINTES  
DE CONFINEMENT DE CLASSES 1, 2 ET 3

par

R.DROUSSENT  
IPSN/DPT/STEP/LIN

et

A.LHERMENTIER  
IRDI/DMECN/SELECI

Communication présentée à la réunion plénière  
du Groupe de Travail "LABORATOIRES CHAUDS et  
TELEMANIPULATION" de la COMMISSION DES COMMU-  
NAUTES EUROPEENNES les 13, 14 et 15 Juin 1984  
à HARWELL (Grande Bretagne)

CEN Saclay  
91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX  
FRANCE

## I - INTRODUCTION

Après de nombreuses années d'utilisation d'enceintes de confinement, il est apparu à l'industrie française (pharmaceutique, électronique, médicale, ...), aux laboratoires de recherche (nucléaires, médicaux, ...) et aux autorités de sûreté qu'il était nécessaire d'élaborer des normes permettant de classer les dites enceintes selon leur étanchéité, et de définir les méthodes appropriées à leurs contrôles pour garantir cette étanchéité vis-à-vis des travailleurs et des populations environnantes.

Dans le cadre de l'Union de Normalisation de la Mécanique (UNM), un groupe de travail mixte comprenant le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) et des industriels concernés représentés par le SYndicat GENéral des Constructeurs d'équipements pour la chimie, les matières plastiques, le caoutchouc, l'Alimentation et pour les industries diverses (SYGECAM) ont étudié puis élaboré des projets de normes qui ont été soumis à l'Association Française de Normalisation (AFNOR). La norme NF M 62.200 relative à la classification des enceintes selon leur étanchéité a été éditée sous forme homologuée. Les autres normes M 62.210 à 62.213, relatives aux méthodes de contrôle sont éditées sous forme expérimentale dans un premier temps. Par la suite, elles seront soumises à enquêtes publiques auprès des utilisateurs et constructeurs.

Pour mémoire, nous rappelons que le CEA avait déjà dans le cadre de l'action P.M.D.S (Protection, Manipulation, Détection, Sécurité) élaboré seul une classification.

En effet il s'avérait que le constructeur d'un nouveau laboratoire, comprenant des enceintes de confinement, n'avait pas à sa disposition un grand nombre de normes nationales ou internationales (ISO) pour d'une part constituer le dossier de spécifications de ses fabrications et d'autre part démontrer la qualité de son matériel.

Cependant il est utile de rappeler que les conditions normales de fonctionnement ont toujours fait l'objet de contrôles particuliers. Les responsables d'installation ont toujours veillé par exemple à avoir une ventilation qui soit la meilleure possible. " L'étanchéité dynamique " étant considérée comme le principal paravent à la dissémination de la contamination. C'est ainsi que le laboratoire RM 2 du CEN Fontenay-aux-Roses et le Laboratoire LECA du CEN Cadarache, où sont manipulés les combustibles à base de plutonium, ont des débits globaux d'extraction supérieurs à  $10^5 \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Aussi, considère-t-on les conditions de fonctionnement normal satisfaisantes en général.

Depuis plusieurs années les autorités de sûreté insistent par contre sur les conditions de fonctionnement anormal, par exemple en cas d'arrêt prolongé de ventilation. Dans ce cadre, la notion d'étanchéité des enceintes de confinement prend tout son sens : elle est le complément matériel de la notion du confinement dynamique.

## II - OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La norme concernant la classification des enceintes (NF-M 62.200) a pour but de définir une classification des enceintes de confinement selon leur étanchéité.

Elle s'applique à des enceintes ou des ensembles d'enceintes utilisées pour des travaux sur produits radioactifs mais peut s'appliquer, également, aux enceintes ou ensembles d'enceintes pouvant être utilisées pour des travaux :

- sur produits toxiques,
- sur matières nécessitant une protection par rapport au milieu ambiant,
- nécessitant un milieu stérile.

La norme expérimentale M 62.210 a pour objet de définir la méthode de contrôle du taux de fuite horaire des enceintes de classes 1 et 2 en vue :

- de vérifier un taux de fuite horaire lors de leur réception, en considérant - dans ce cas - l'enceinte de confinement seule avec ses équipements fixes s'ils existent,
- de les affecter à la classe (1 ou 2) lors de la mise en exploitation,
- de vérifier l'appartenance continue à la classe (1 ou 2) lors d'un contrôle en cours d'exploitation.

Pour ces deux derniers cas, l'enceinte de confinement doit être contrôlée équipée de ses différents appareillages (filtres, circuits de ventilation, ...).

Cette dernière norme s'applique aussi bien aux enceintes de confinement travaillant en dépression qu'en surpression.

Il semble évident que la norme ne s'applique pas :

- aux récipients sous pression,
- aux sources scellées,
- aux emballages de transport de produits radioactifs,
- aux enceintes de confinement, circuits primaires et cuves des réacteurs nucléaires.

## III - DEFINITIONS

Ces définitions vont permettre de parler un langage simple, universel et compris par tous les auditeurs pour désigner des équipements ou procédés en usage dans nos laboratoires.

### BOITE A GANTS

Enceinte de confinement dans laquelle du matériel ou des produits peuvent être manipulés tout en restant isolés de l'opérateur. La manipulation se fait au moyen de gants fixés de façon étanche à des ouvertures (rond de gant) ménagées dans les parois de l'enceinte.

La boîte à gants est essentiellement utilisée pour la manipulation des émetteurs  $\alpha$  et éventuellement  $\beta$ . L'enceinte est alors mise sous faible dépression. On peut également l'utiliser pour la manipulation en atmosphère sèche, sans poussière, ou inerte.

Pour certaines applications, biologiques ou médicales (atmosphère stérile) l'enceinte est en légère surpression.

### ENCEINTE DE CONFINEMENT

Enceinte qui permet d'empêcher la dissémination des produits contenus dans le milieu intéressé vers le milieu extérieur, ou la pénétration de l'atmosphère extérieure vers le milieu intérieur, ou les deux à la fois.

Enceinte assurant uniquement le confinement et non le blindage. Quelquefois appelée "enceinte étanche".

### ENCEINTE

Une enceinte est un dispositif qui permet d'assurer la séparation entre un espace de travail, caractérisé par un milieu intérieur contenant des produits radioactifs, dangereux ou sensibles aux composants atmosphériques, et un espace environnant ou milieu extérieur, dans lequel se trouvent généralement les opérateurs humains.

### TAUX DE FUITE

Le taux de fuite est le rapport entre le débit de fuite (F) de l'enceinte à sa pression normale d'utilisation et le volume de la dite enceinte (V).

$$T_f = \frac{F}{V}$$

Il est conventionnellement exprimé par heure (h<sup>-1</sup>).

### TAUX DE RENOUVELLEMENT

Le taux de renouvellement est le rapport entre le débit volumique de la ventilation (Q) et le volume (V) de la dite enceinte de confinement.

$$T_R = \frac{Q}{V} \text{ h}^{-1}$$

Q est exprimé en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>

V est exprimé en m<sup>3</sup>.

## IV - CLASSIFICATION DES ENCEINTES DE CONFINEMENT

Dernièrement, la classification n'était appliquée uniquement que pour les boîtes à gants. L'usage était au CEA de les tester en les mettant dans une condition de dépression de 100 mm CE (colonne d'eau), puis de noter la remontée de pression en fonction du temps due aux fuites.

La classification s'établissait suivant le tableau ci-après :

C L A S S E	TYPE D'ENCEINTE	REMONTEE DE PRESSION
I	Atmosphère contrôlée	moins de 10 mm CE en 2 heures
II	Manipulation du Pu	10 mm CE h <sup>-1</sup>
III	Enceinte banale	20 à 30 mm CE h <sup>-1</sup>

Certains travaux sur des corps hautement toxiques ont nécessité de travailler sous atmosphère contrôlée de haute pureté et sous blindage à l'aide de télémanipulateurs. La classification ci-dessus a donc été par la suite étendue aux enceintes de confinement.

Maintenant, la norme AFNOR (NF-M 62.200) dont nous présentons l'extrait ci-après précise la classification des enceintes de confinement telle qu'elle a été adoptée.

La classification des enceintes de confinement est fondée sur la valeur du taux de fuite horaire ( $T_f$ ) ou sur le taux de renouvellement horaire ( $T_R$ ) en exploitation.

En exploitation, signifie que l'enceinte de confinement est entièrement munie de tous ses accessoires (gants, équipements de filtration, etc.) lors du contrôle.

Comme le montre le tableau ci-après, on distingue cinq classes d'étanchéité qui sont caractérisées par leur taux de renouvellement horaire pour quatre d'entre elles et par son taux de renouvellement horaire pour la cinquième dans laquelle l'étanchéité est assurée de façon dynamique.

CLASSE	Taux de fuite horaire $T_f$ ou taux de renouvellement horaire $T_R$	E X E M P L E
Classe 1	$T_f < 5 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère contrôlée.
Classe 2	$T_f < 10^{-2} \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère très dangereuse en permanence.
Classe 3	$T_f < 10^{-1} \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère pouvant être très dangereuse.
Classe 4	$T_f < 10 \text{ h}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère pouvant devenir dangereuse en cas d'opération spéciale.
Classe 5	$T_R > 1 \text{ h}^{-1}$ Avec une vitesse d'admission en tout point $> 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Enceinte de confinement à atmosphère à faible potentiel de risque.

Pour cette classification on tient compte uniquement de l'étanchéité, les autres aspects qui peuvent être importants pour les utilisateurs (résistance mécanique, degré de fonction, nature, etc.) ne sont pas pris en compte.

Les conséquences de cette classification des enceintes de confinement selon leur étanchéité est particulièrement importante, en ce sens que pour être classée elle impose les équipements nécessaires correspondants. Par exemple, une boîte à gants de classe 1 doit être équipée de deux filtres à l'admission et deux filtres à l'extérieur de la boîte. Si elle ne possède pas ce qui est nécessaire pour un tel classement, elle serait déclassée.

## V - METHODE DE CONTROLE DU TAUX DE FUITE HORAIRE DES ENCEINTES DE CLASSES 1 ET 2

### V-1. Type de contrôle

- Toute enceinte de confinement doit, avant sa mise en service, subir plusieurs types de contrôle d'étanchéité statique.
- Pour être acceptée, elle devra satisfaire à chaque essai au tableau présenté au § IV.
- Ces contrôles d'étanchéité statique devront être effectués dans les conditions suivantes :
  - essai chez le constructeur (dit essai à la réception) : l'essai est effectué sur l'enceinte de confinement seule avec ses équipements fixes s'ils existent. Pour se garder une marge de sécurité vis-à-vis des fuites au niveau des équipements de l'enceinte, il est habituel d'imposer un taux de fuite ou de renouvellement horaire à la réception plus sévère (par exemple : 10 fois plus pour les enceintes de classe 2, 3 ou 4) que celui qui est fixé pour la mise en exploitation ;
  - essai lors de la mise en exploitation : la boîte à gants doit être équipée de tous ses panneaux, ses joints et ses accessoires : filtres, manomètres, ronds de gants et de sacs (pour les essais, superposer un deuxième élément souple), passages étanches, etc. Les boîtes équipées d'obturateurs en place, convenablement serrés, on doit équiper les filtres extérieurs de vannes d'isolement permettant le raccordement d'une canalisation souple ;
  - contrôle d'étanchéité en cours d'exploitation : après chaque intervention, déplacement, modification, un nouveau contrôle d'étanchéité correspondant à sa classe sera effectué.

### V-2. Méthode de contrôle d'étanchéité

La méthode convient uniquement pour les classes 1 et 2. Elle consiste à mesurer l'augmentation du titre volumique en oxygène au cours du temps, à l'intérieur d'une enceinte de confinement préalablement balayée par un gaz neutre (azote ou argon). Ce balayage a pour but de ramener la concentration en oxygène résiduel à un niveau compatible avec la valeur du taux de fuite à mesurer.



La différence de titre volumique en oxygène dans l'enceinte de confinement entre la fin ( $O_{2f}$ ) et le début de contrôle ( $O_{2i}$ ), ramenée à une durée d'une heure donne le taux de fuite horaire de l'enceinte de confinement.

$$T_f = 300 \frac{O_{2f} - O_{2i}}{10^6 \times t}$$

$O_{2i}$  = titre volumique initial en oxygène (ppm-volume)

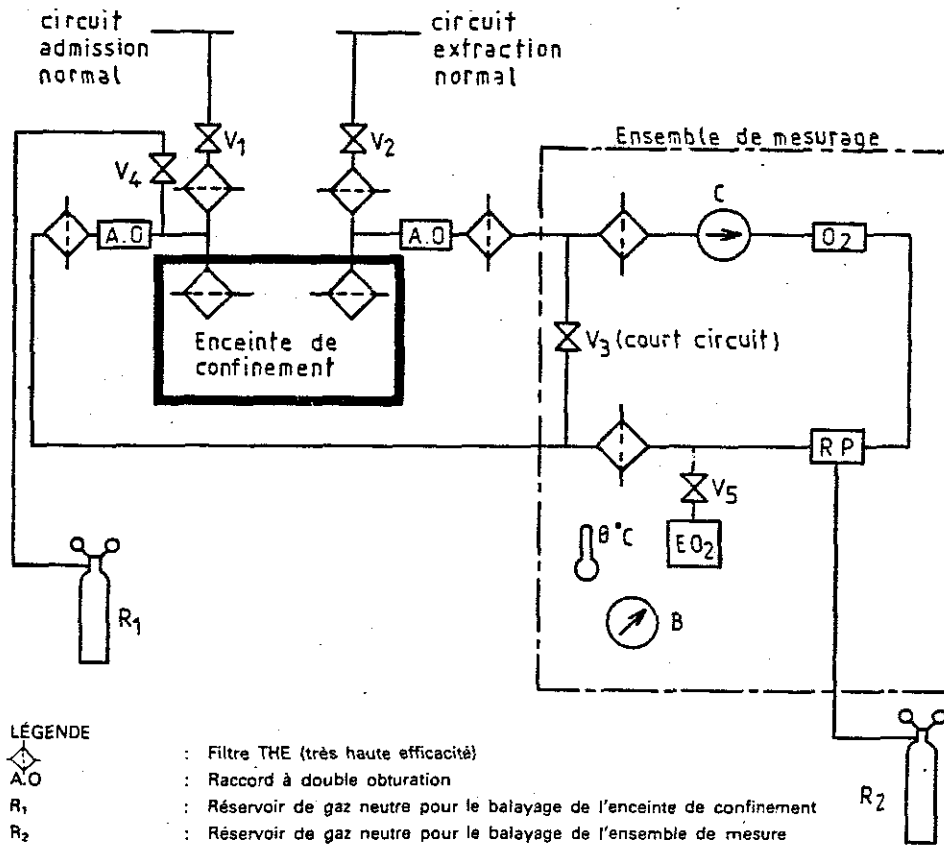
$O_{2f}$  = titre volumique final en oxygène (ppm-volume)

t = durée du contrôle en minutes

300 =  $\frac{100}{20} \times 60$  où  $\frac{100}{20}$  correspond à 20% d'oxygène dans l'air normal et 60 correspond à 60 minutes dans l'heure.

Pour des raisons de coût, le gaz neutre habituellement choisi est l'azote. Cette méthode peut être appliquée aussi bien aux enceintes de confinement travaillant en dépression qu'en surpression.

V-3. Schéma de principe



- LÉGENDE
- : Filtre THE (très haute efficacité)
  - A.O. : Raccord à double obturation
  - R<sub>1</sub> : Réservoir de gaz neutre pour le balayage de l'enceinte de confinement
  - R<sub>2</sub> : Réservoir de gaz neutre pour le balayage de l'ensemble de mesure
  - RP : Régulation de pression
  - V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub> : Robinets vannes
  - C : Circulateur
  - O<sub>2</sub> : Analyseur d'oxygène
  - EO<sub>2</sub> : Système d'étalonnage en oxygène
  - B : Baromètre
  - θ : Thermomètre

#### V-4. Description des appareillages

L'appareillage appelé "OXYFUIT", utilisé pour ce contrôle, comprend :

- un analyseur d'oxygène (O<sub>2</sub>) dont la résolution est compatible avec la mesure des taux de fuite correspondant aux enceintes de classes 1 et 2 ;
- une pompe de balayage ou circulateur (C) ;
- un dispositif de régulation de pression (RP) permettant de maintenir la pression relative dans l'enceinte de confinement dans un intervalle de 100 Pascals (10 mm CE) pendant toute la durée du contrôle ;
- un dispositif d'étalonnage (EO<sub>2</sub>) ;
- des filtres permettant d'éviter la pollution de l'ensemble de mesurage ;
- des capteurs de pression (B) et de température (θ).

Il est équipé de raccords auto-obturants permettant le branchement rapide sur les enceintes de confinement. Au cours de la mesure, l'enceinte à contrôler est maintenue à un niveau de pression constant équivalent à celui qui est retenu pour l'exploitation.

- L'analyseur d'oxygène est une cellule électro-chimique qui fonctionne comme pile à combustible. La diffusion de l'oxygène dans la cellule engendre un courant électrique proportionnel à la concentration en oxygène de la phase gazeuse au contact de la surface sensible de la cellule.

Le signal linéaire, produit par le transducteur, est amplifié par un amplificateur à deux étages transistorisés.

L'analyseur possède une compensation en température à thermistance qui maintient une précision de  $\pm 5\%$  entre 0 et 50°C. Il est isolé de l'oxygène de l'air par 2 vannes d'arrêt placées sur le circuit d'échantillonnage.

Il possède 4 gammes de mesure : 0-10/0-100/0-1000/0-10.000 vpm.  
Il est insensible aux solvants et hydrocarbures.

- La pompe de balayage est un compresseur à membrane compton ; elle assure un débit de l'ordre de  $3\text{m}^3.\text{h}^{-1}$  sous une pression de refoulement de 1 bar.
- Dispositif d'étalonnage : il consiste en un volume étalon d'air qui peut être injecté à volonté dans le circuit pour étalonner l'analyseur et calibrer l'enregistreur.
- Protection du dispositif de mesure : en enceinte active, des filtres absolus amovibles doivent être disposés sur le circuit pour protéger l'ensemble de mesurage contre la contamination.

- Régulation du débit : le débit est régulé manuellement par des bypass permanents disposés en dérivation de la cellule et du compresseur et à l'aide d'un ballon tampon incorporé à l'appareillage.

#### V-5. Mode opératoire

##### Contrôle de l'étanchéité de l'ensemble de mesurage

Avant branchement sur l'enceinte de confinement à contrôler, on effectue un balayage de l'ensemble de mesurage avec un gaz neutre pour le purger de l'air qui pourrait s'y trouver. Ce balayage est maintenu jusqu'à l'obtention sur l'analyseur d'oxygène d'une indication voisine du zéro.

Après arrêt du balayage, il convient de maintenir la circulation de marche dans l'ensemble de mesurage afin de s'assurer de la stabilité de l'indication de l'analyseur d'oxygène, qui confirme l'étanchéité du circuit.

##### Contrôle de l'analyseur d'oxygène

Au moyen du dispositif d'étalonnage, injecter un volume connu d'oxygène et vérifier la cohérence entre l'indication de l'analyseur d'oxygène et ce volume.

##### Balayage de l'enceinte de confinement

Avant tout mesurage, effectuer un balayage de l'enceinte de confinement avec un gaz neutre à un débit compatible avec le débit d'extraction afin de ne pas perturber la pression relative de l'enceinte de confinement.

- Brancher une bouteille de gaz neutre sur le raccord prévu à cet effet sur l'enceinte.
- Fermer la vanne d'entrée de l'enceinte, ouvrir lentement la vanne de balayage en surveillant la dépression.
- Pendant le balayage, isoler la cellule d'analyse ; régler le débit de balayage pour maintenir l'enceinte en dépression.

Ce balayage est prolongé jusqu'à obtention dans l'enceinte de confinement d'un titre volumique résiduel en oxygène compatible avec le taux de fuite à mesurer. Il peut être avantageux de choisir une valeur voisine de 100 ppm-volume pour les enceintes de confinement travaillant en dépression et 1000 ppm-volume pour les enceintes de confinement travaillant en surpression.

La fin du balayage est contrôlée au moyen de l'indication de l'ensemble de mesure préalablement vérifié et branché sur l'enceinte de confinement.

### Mesure du taux de fuite horaire

Arrêter le balayage et fermer le robinet d'extraction de l'enceinte de confinement.

Mettre en service le dispositif de régulation de la pression à la pression d'utilisation (au minimum 250 Pa), tout en maintenant la circulation en marche pour l'ensemble de mesurage.

Après stabilisation de l'indication de l'analyseur d'oxygène, noter le titre volumique initial  $O_2$ , la pression atmosphérique, la température et la pression relative dans l'enceinte de confinement.

Après un délai compatible avec le taux de fuite horaire à mesurer (en général 30 mn), noter le titre volumique final  $O_2$ , la pression atmosphérique, la température et la pression relative dans l'enceinte de confinement.

- Mettre en route l'enregistrement (sensibilité 50 mm V ; vitesse du papier 120 mm.h<sup>-1</sup>).
- Lorsque l'on veut tester le bon fonctionnement de l'appareil, il est possible d'introduire de l'air dans le circuit à l'aide du volume étalon : pour ce faire, actionner 1 fois le volume étalon, l'OXYFUIT tournant sur lui-même, la déviation de l'échelle 0-1000 vpm doit être de 200 vpm.

### Influence de la pression et de la température

Seule une régulation de pression est disposée sur le dispositif de mesure. En mode régulation automatique, en cas de baisse de pression, de l'azote d'appoint est prélevé dans une réserve (2ème bouteille d'azote) et en cas de surpression, des électrovannes (soupapes) rejettent le surplus à l'atmosphère.

La faible durée du contrôle (environ 1 heure) ne permet pas de prendre en compte des variations importantes de température.

## VI - METHODE DE CONTROLE DU TAUX DE FUITE HORAIRE DES ENCEINTES DE CLASSE 3

### VI-1. Objet et domaine d'application

La présente norme expérimentale a pour objet de définir la méthode de contrôle du taux de fuite horaire des enceintes de confinement de classe 3 en vue :

- de vérifier un taux de fuite horaire lors de leur réception ; en considérant dans ce cas l'enceinte de confinement seule avec ses équipements s'ils existent ;

- de les affecter à la classe 3 lors de la mise en exploitation ;
- de vérifier l'appartenance à la classe 3 lors d'un contrôle en cours d'exploitation ; dans ces deux derniers cas, l'enceinte de confinement est contrôlée équipée de ses différents appareillages, filtres et circuits de ventilation.
- Le texte initialement prévu pour des enceintes de confinement travaillant en dépression s'applique également aux enceintes de confinement travaillant en surpression, mais dans ce cas le schéma de principe doit être adapté.

## VI-2. Définition

Une enceinte de confinement de classe 3 est caractérisée par un taux de fuite horaire  $T_f < 10^{-1}$  (h<sup>-1</sup>).

## VI-3. Méthode de contrôle

### VI-3.1. Principe

On mesure le débit d'air ou de gaz nécessaire pour maintenir constante la dépression (ou la surpression) d'une enceinte de confinement isolée. Ce débit correspond aux fuites.

### VI-3.2. Matériel

#### Compteur hydraulique :

Pour la mesure du débit d'extraction (ou d'admission) et compte tenu des volumes des enceintes de confinement (1, 10, 100 ou 1000 m<sup>3</sup>), on utilise des compteurs hydrauliques de précision pour laboratoires, de calibres adaptés (1, 5, 25 ou 100 dm<sup>3</sup>) ayant une précision de  $\pm 0,5\%$ .

Sauf prescription particulière, la méthode de contrôle utilise un volucompteur de calibre adapté ayant une précision de  $\pm 5\%$ .

#### Manomètre :

Les mesures de dépression (ou de surpression) sont réalisées au moyen de manomètres dont la précision est telle que la dépression (ou la surpression) puisse être fixée à  $\pm 5$  Pa près.

#### Thermomètre :

Les mesures de température sont réalisées à  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Extraction (ou admission) :

On utilise de préférence le système de ventilation spécifique de l'enceinte de confinement.

VI-3.3. Procédure

Mettre en place les thermomètres. A l'intérieur de l'enceinte de confinement, le thermomètre doit être éloigné des parois de façon à donner la valeur moyenne de la température représentative de l'enceinte de confinement.

A l'extérieur de l'enceinte de confinement, il doit être éloigné des parois et indiquer la température moyenne du local.

Obturer les ouvertures fonctionnelles qui permettent la mise en place des équipements amovibles (gants, manches de protection, etc).

Fermer la vanne d'admission A, ouvrir la vanne E et régler au moyen de la vanne de régulation (R) la pression choisie lue sur le manomètre.

Laisser s'établir le régime permanent et noter la température, la pression dans l'enceinte de confinement, la durée de la mesure de débit et le volume extrait (ou admis) au volucompteur.

Pour ne pas être influencée par des paramètres extérieurs (pression atmosphérique, température, etc.) la mesure doit rester brève, 5 à 10 minutes par exemple.

REMARQUE

*Lors du contrôle d'une enceinte de confinement, il faut effectuer les opérations suivantes :*

- *créer une différence de pression double de celle qui est retenue pour l'exploitation normale ; la valeur minimale à retenir pour cette opération est fixée arbitrairement à 500 Pa ;*
- *maintenir cette différence de pression une demi-heure ;*
- *revenir ensuite à la pression retenue pour l'exploitation.*

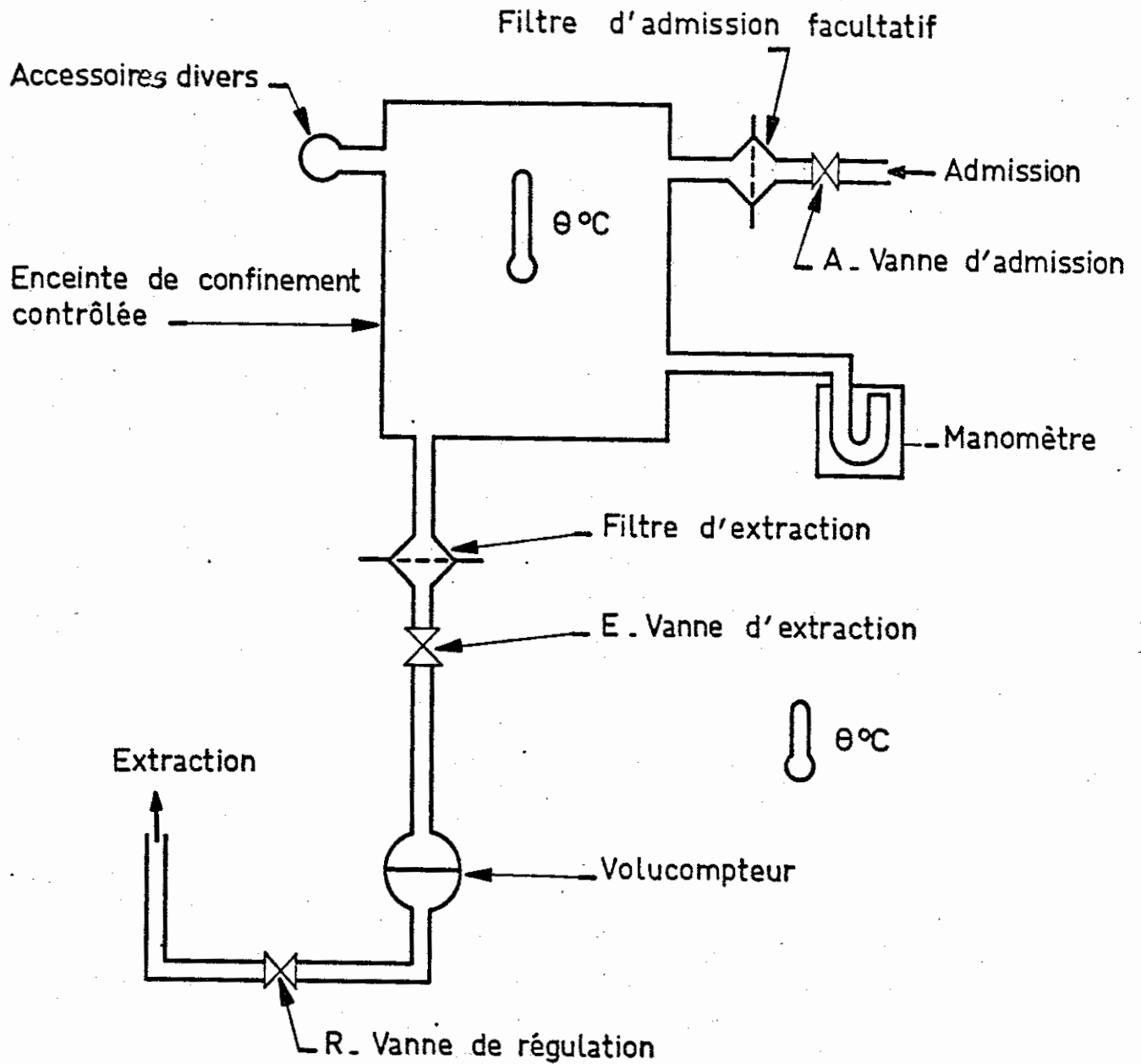
*Ces opérations ne sont pas utiles pour une enceinte de confinement en service.*

VI-4. Précision de la mesure

La mesure du taux de fuite horaire est faite avec une précision d'environ 1%.

Enfin, la norme prévoit un certain nombre de dispositions précisant :

- d'une part l'expression des résultats,
- d'autre part l'établissement d'un procès-verbal d'essai.



### SCHÉMA DE PRINCIPE

Enceinte de confinement classe 3  
Méthode de contrôle du taux de fuite horaire

### VI-5. Notre expérience dans ce domaine

Nous avons expérimenté officiellement cette norme sur 2 types d'enceintes de volume différent :

- l'une de 8 m<sup>3</sup> (une cellule de laboratoire chaud),
- l'autre inférieure à 1 m<sup>3</sup> (une boîte à gants).

Nous allons donc décrire ci-après les manipulations et les résultats des mesures du taux de fuites sur ces 2 types d'enceintes.

#### 1) L'enceinte de 8 m<sup>3</sup>

Il s'agit de préparations des sources neutroniques à base de Cf 252 tant pour les réacteurs EDF que pour les usages médicaux ou industriels divers.

##### a) Le matériel

Il s'agit d'un volucompteur. L'appareil est mis de niveau grâce à ses vérins. Le volume cyclique (obtenu pour 1 tour complet du volant) est défini par la "cylindrée du compteur", c'est-à-dire le volume limité par le volant de mesure et le niveau de liquide.

L'exactitude du compteur dépend de la précision avec laquelle est réalisé le niveau liquide.

Le volucompteur est placé sur le réseau extraction enceinte.

L'entrée du volucompteur est reliée à la sortie du filtre d'extraction enceinte, la sortie à l'entrée de la gaine d'extraction (voir schémas).

Une vanne de régulation et une vanne micrométrique sont montées en parallèle sur le raccordement sortie extraction du volucompteur (voir schéma).

##### b) Le mode opératoire

Pour éviter toute erreur due aux variations de température et de pression atmosphérique, les mesures ont été effectuées à l'équilibre de température et de dépression.

L'équilibre des températures a été obtenu en agissant sur l'éclairage intérieur enceinte (moyen efficace pour provoquer une augmentation de température) pour atteindre la température de la cellule.

L'équilibre des  $\Delta P$  (dépression) entre enceinte et volucompteur a été obtenu en régulant le débit à l'extraction (sortie du volucompteur) à l'aide des deux vannes montées en parallèle sur le circuit d'extraction.

Mise en dépression double de celle qui est retenue par la norme (NF M. 62-211 - Janvier 1982) pour l'exploitation normale de l'enceinte soit -500 Pa en fermant la vanne d'admission enceinte et en régulant par les vannes du circuit d'extraction.



Maintien de cette dépression durant une demi-heure puis lecture de la mesure du débit de fuite (voir tableau ci-joint).

L'appareil de mesure "Volucompteur" ayant une précision de  $\pm 0,5\%$ , la valeur lue sera donc celle fixée par les normes.

c) Les résultats

t° ENCEINTE °C	t° CELLULE °C	ΔP ENCEINTE Pa	ΔP VOLUCOMPTEUR Pa	Lecture volucompteur pendant 1 mn DEBIT HORAIRE DE FUITE m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>
20,5	20,8	- 500	- 500	
20,5	20,8	- 250	- 250	342.10 <sup>-3</sup>

$$\text{Taux de fuite } \frac{f}{V} \text{ h}^{-1} = \frac{0,342 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}{8 \text{ m}^3} = 0,042 < 0,1$$

L'enceinte ayant un taux de fuite horaire inférieur à 0,1, celle-ci peut être affectée en classe 3 (voir norme NF M 62.211 p2).

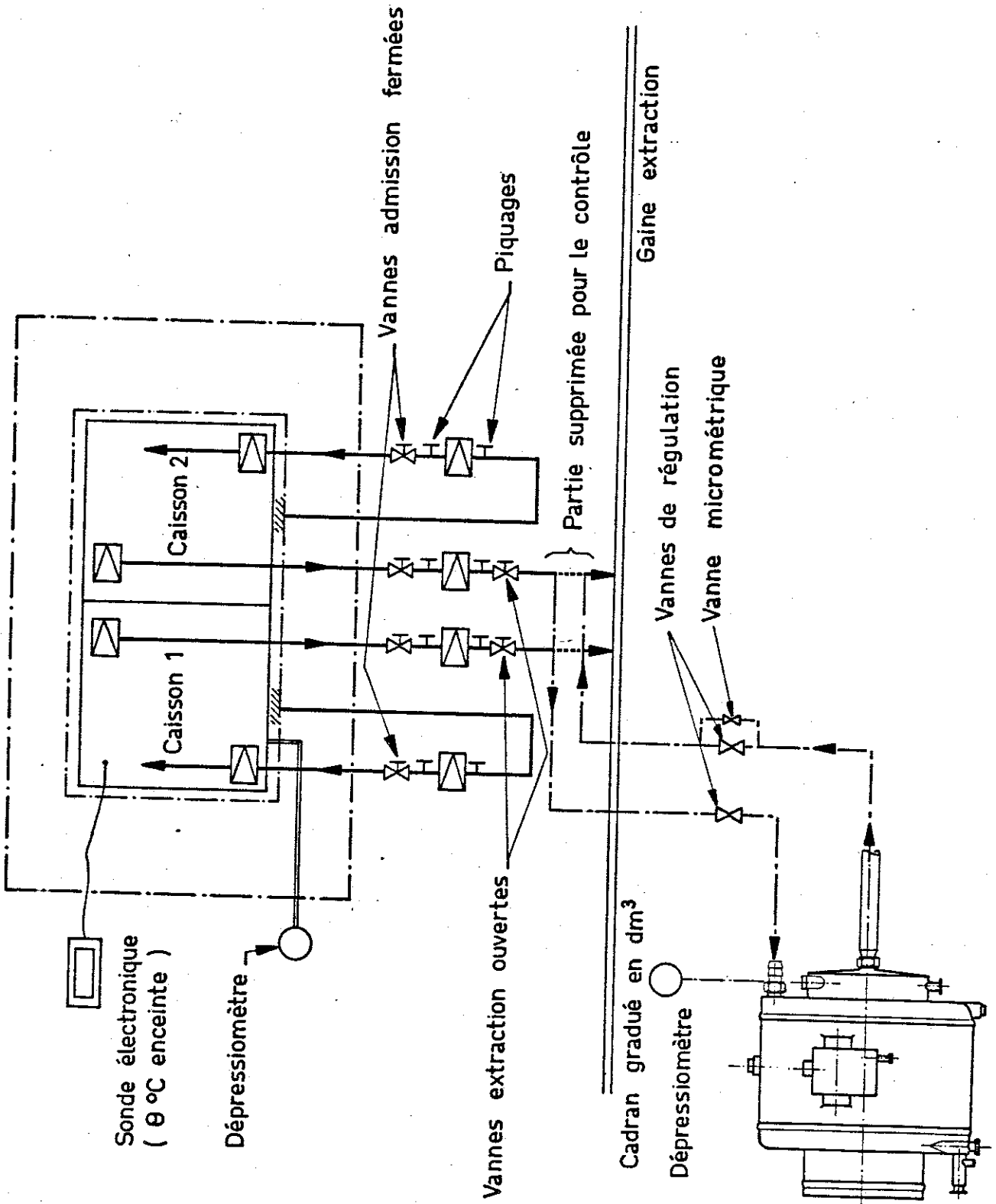


SCHÉMA DE BRANCHEMENT DU VOLUCOMPTEUR SCHLUMBERGER  
SUR ENCEINTE CELLULE 12

2) La boîte à gants

Il s'agit d'une BAG pour fabrication à usage médical de petites sources neutroniques à base de Cf 252.

a) Le matériel

Il s'agit du même appareil que pour la cellule précédente.

Le volucompteur est placé sur le réseau extraction BAG. L'entrée du volucompteur est reliée à la sortie du filtre d'extraction interne à la BAG, la sortie à l'entrée de la gaine d'extraction par l'intermédiaire du second filtre extérieur BAG (voir schéma).

Dépressiomètres : deux sont utilisés.

L'un branché sur le volucompteur : précision  $\pm 5$  Pa  
échelle de 0 à 80 mm CE.

L'autre sur la boîte à gants : précision  $\pm 5$  Pa  
échelle de 0 à 100 mm CE.

Une vanne de régulation et une vanne micrométrique sont montées l'une en série, l'autre en parallèle, sur le raccordement sortie extraction du volucompteur (voir schéma).

b) Le mode opératoire

L'équilibre des  $\Delta P$  (dépression) entre BAG et volucompteur a été obtenu en régulant le débit à l'extraction (sortie du volucompteur) à l'aide des deux vannes montées sur le circuit d'extraction.

Mise en dépression de la BAG à une valeur supérieure à celle retenue pour l'exploitation.

Maintien de cette dépression durant un quart d'heure puis lecture de la mesure du débit de fuite.

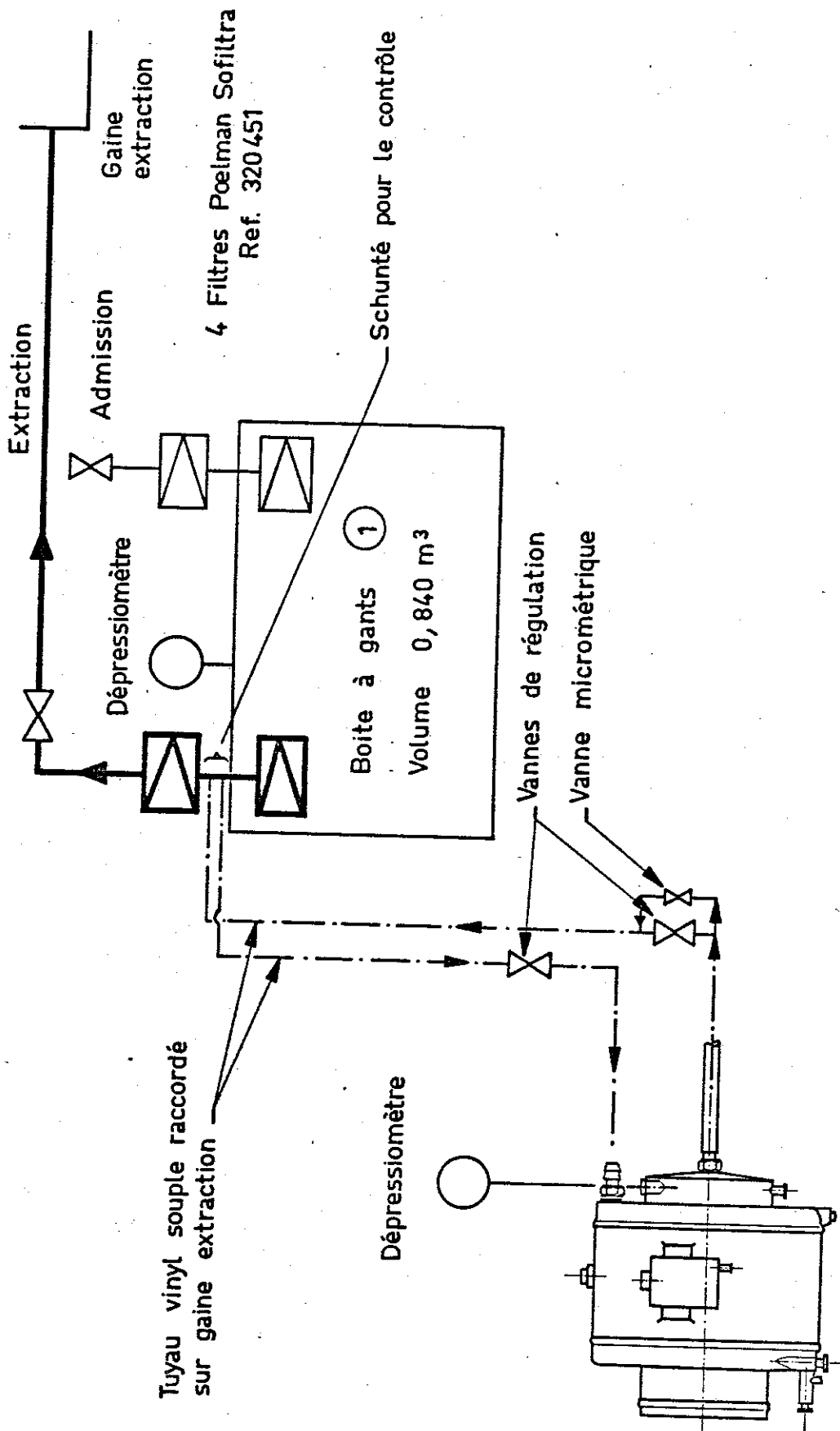
Ensuite, réglage de la dépression à la valeur retenue pour l'exploitation (voir tableau ci-joint).

c) Les résultats

t° CELLULE °C	ΔP ENCEINTE Pa	ΔP VOLUCOMPTEUR Pa	Lecture volucompteur pendant 5 mn DEBIT DE FUITE HORAIRE m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>
23°5	- 250	- 250	30.10 <sup>-3</sup>
23°5	- 200	- 200	19,2.10 <sup>-3</sup>

$$\text{Taux de fuite } \frac{F}{V} \text{ h}^{-1} = \frac{0,0192}{0,84} < 0,1$$

La boîte à gants ayant un taux de fuite horaire inférieur à 0,1, celle-ci peut être affectée en classe 3 (voir norme NF M 62.211 p2).



Volucompteur pression  $\pm 0,5\%$  de la mesure  
Volume cyclique 5 dm<sup>3</sup>

SCHÉMA DE BRANCHEMENT DU VOLUCOMPTEUR SCHLUMBERGER SUR BOITE  
A GANTS (1) - CELLULE 12

## VII - C O N C L U S I O N S

Ces normes sont un pas vers les contrôles efficaces des enceintes de confinement. Cependant elles ne sont pas totalement satisfaisantes pour les raisons suivantes :

- La norme dit que " *l'utilisateur doit définir en liaison avec les services de sûreté la classe d'étanchéité nécessaire à l'exploitation envisagée de l'enceinte de confinement* ".  
Cette phrase place dans l'embarras les services de sûreté car une classe d'étanchéité ne correspond pas à un niveau de sûreté de l'enceinte de confinement. Une enceinte très étanche peut devenir dangereuse (perçements de gants) alors qu'une enceinte moins étanche peut être sûre si le confinement dynamique est assuré par une ventilation appropriée et secourue.
- La norme ne tient compte que d'un sens de fuite (extérieur vers intérieur de l'enceinte) mais en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs c'est le sens inverse qui est à prendre en considération (à mesurer en cas d'équilibrage des pressions suite à un arrêt de ventilation par exemple). Une enceinte peut être très étanche dans un seul sens uniquement (problèmes d'application des joints).
- La colonne exemple amène un exploitant à choisir une classe d'enceinte plutôt qu'une autre sur des critères uniquement qualitatifs, donc parfois d'une manière subjective.
- Un même produit (plutonium par exemple) peut se trouver en classe 1, 2, 3, 4 ou 5 suivant la forme et la concentration (métal, oxyde, solutions).

Mais l'ensemble des normes établies concernant l'étanchéité des enceintes de confinement permettront dorénavant :

- de contrôler une enceinte lors de sa réception, de sa mise en exploitation et en cours d'exploitation avec ses matériels annexes ;
- de lui attribuer une classe, donc un taux de fuite ;
- de régler d'éventuels litiges entre constructeurs et utilisateurs.

Il reste donc pour encore améliorer ces méthodes :

- d'analyser le processus de contamination apparue à partir d'enceintes et d'essayer d'établir un lien entre classification et sûreté ;
- d'étudier les transferts de contamination par les micro-fuites et l'efficacité du confinement dynamique en cas d'ouverture de l'enceinte ;
- de réaliser des tests de localisation des fuites pour mieux définir les points sensibles des enceintes ;
- de vérifier les notions de vieillissement des enceintes par des contrôles périodiques.