

# École des Applications Militaires de l'Énergie Atomique Groupe d'Etudes Atomiques

## Le contrôle d'ambiance des postes de travail soumis au risque d'exposition au tritium

M. Mahu – L. Tenailleau

## Mission : arrêté du 11 mars 1999 (art. 2)

- contribuer à l'enseignement militaire supérieur interarmées en assurant la formation des officiers et sous-officiers des trois armées, de la gendarmerie nationale et des services interarmées en matière de sciences, de techniques et de sécurité nucléaires.
- participer à la formation des ingénieurs et techniciens relevant de la délégation générale pour l'armement et à celle des ingénieurs relevant d'organismes civils travaillant sur des programmes nucléaires militaires.

## Domaines concernés

- Armes nucléaires
- Propulsion nucléaire
- Maîtrise des risques
- Recherche, études et développement



## Missions

- Développement et validation des méthodes de mesure de la radioactivité mise en œuvre au sein de la marine nationale
- Evaluation des matériels de radioprotection et d'analyse radiologiques approvisionnés par la marine
- Etude des transferts des radionucléides depuis le point de rejet vers l'environnement et les bioindicateurs
- Calculs de l'impact dosimétrique des installations nucléaires de la marine



## Partenariats

- ↗ Participation à divers groupes de travail nationaux : Cetama<sup>1</sup>, BNEN<sup>2</sup>, GRNC<sup>3</sup>
- ↗ Collaborations entre laboratoires (IRSN, EDF, AREVA NC, ...)
- ↗ Accueil de stagiaires universitaires et de doctorants (Caen, Clermont-Ferrand, Strasbourg, ...)

<sup>1</sup> Commission d'établissement des méthodes d'analyse

<sup>2</sup> Bureau de Normalisation des Equipements Nucléaires

<sup>3</sup> Groupe de Radioécologie du Nord Cotentin

### article R4451-30 du code du travail

*Afin de permettre l'évaluation de l'exposition externe et interne des travailleurs, l'employeur procède ou fait procéder à des contrôles techniques d'ambiance.*

*Ces contrôles comprennent notamment :*

*1° En cas de risques d'exposition externe, la mesure des débits de dose externe avec l'indication des caractéristiques des rayonnements en cause ;*

*2° En cas de risques d'exposition interne, les mesures de la concentration de l'activité dans l'air et de la contamination des surfaces avec l'indication des caractéristiques des substances radioactives présentes.*

*Lorsque ces contrôles ne sont pas réalisés de manière continue, leur périodicité est définie conformément à une décision de l'Autorité de sûreté nucléaire prise en application de l'article R. 4451-3*

Dose efficace :

$$E = A_v \times Q \times t \times DPUI$$

$A_v$  : Activité volumique de l'air (Bq/m<sup>3</sup>)

$Q$  : Débit respiratoire

$t$  : durée d'exposition (h)

$DPUI$  : dose efficace par unité d'incorporation

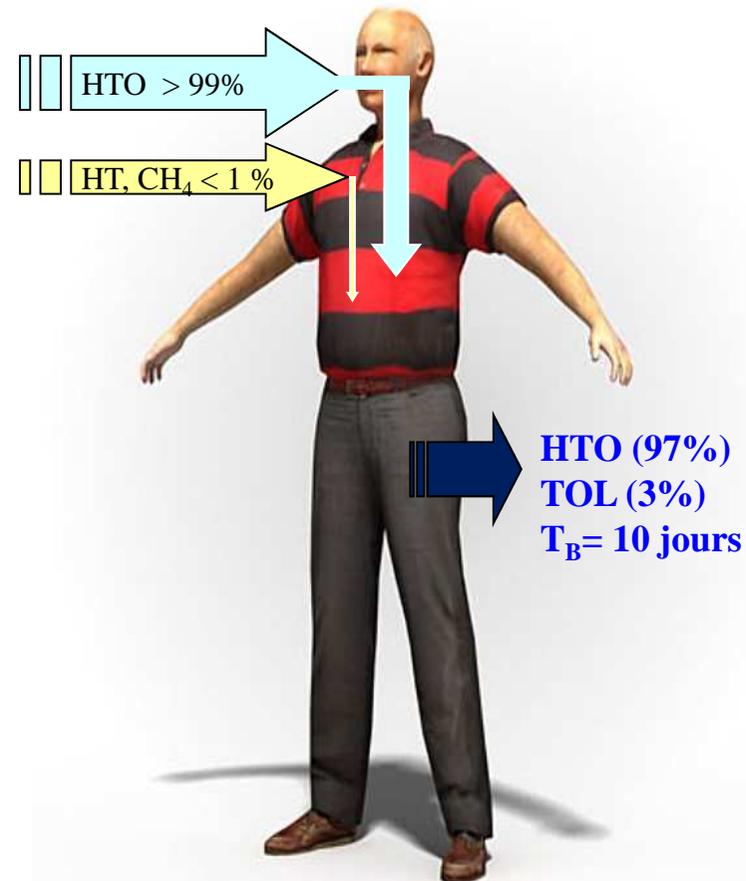
**$DPUI$  par inhalation:**

HT :  $1,8 \cdot 10^{-15}$  Sv/Bq

CH<sub>3</sub>T :  $1,8 \cdot 10^{-13}$  Sv/Bq

HTO :  $1,8 \cdot 10^{-11}$  Sv/Bq

TOL :  $4,1 \cdot 10^{-11}$  Sv/Bq



Modèle biocinétique : CIPR 56

### Les chambres d'ionisation :

- fonctionnement en courant
- mesure en temps réel
- détection à partir de 2,5 kBq/m<sup>3</sup>
- non sélectives (<sup>14</sup>C, iodes, gaz rares)
- sensible aux conditions de T° et H%



### Les compteurs proportionnels :

- fonctionnement en impulsionnel
- mesure intégrée à durée réglable
- détection à partir de 500 Bq/m<sup>3</sup> en 1 h
- mesure sélective 2 voies (<sup>3</sup>H + autres)
- nécessite l'apport d'Ar-CH<sub>4</sub>, Ar-CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>



### Les moyens de prélèvement



Barboteur MARC7000



Condenseur H3R7000



Préleveur autonome  
(SEIVA - CEA Valduc)



Préleveur passif  
(IRSN Le Vésinet)

### Les appareils d'analyse



Tricarb / Quantulus



HIDEX 300 SL



SDEC DPM 7001



HIDEX Triathler

# Méthode de mesure du tritium de l'air

## Les moyens de prélèvement



Barboteur MARC7000

- formes HTO + gaz
- prélèvement continu
- débit de 10 à 50 L/h
- durée de 1 heure à 1 mois
- Rdt de piégeage  $\approx$  100%
- dilution de 10 à 20



Préleveur autonome  
(SEIVA - CEA Valduc)

- forme HTO seule
- prélèvement continu
- débit = 240 L/h
- durée  $\leq$  8 heures
- volume d'air  $\leq$  2 m<sup>3</sup>
- pas de dilution
- désorption nécessaire



Condenseur H3R7000

- forme HTO seule
- prélèvement ponctuel
- durée de 30 min à 1 h
- volume d'air  $>$  1 m<sup>3</sup>
- Rdt de piégeage = 100%
- pas de dilution



Préleveur passif  
(IRSN Le Vésinet)

- forme HTO seule
- prélèvement continu
- durée de 1 jour à 2 mois
- volume d'air  $\approx$  0,1 m<sup>3</sup> / jour
- pas de dilution
- désorption nécessaire



- passeur d'échantillons
- flacons de 20 mL
- coïncidence à 2 PM
- quenching par source interne
- Sd  $\geq 5$  Bq/L sur 1 h

**Tricarb / Quantulus**



**SDEC DPM 7001**

- mono échantillon
- flacons de 20 mL
- coïncidence à 2 PM
- pas de corr. de quenching
- Sd  $\geq 20$  Bq/L sur 1 h



- passeur d'échantillons
- flacons de 20 mL ou 6 mL
- coïncidence à 3 PM
- méthode TDCR
- Sd  $\geq 10$  Bq/L sur 1 h

**HIDEX 300 SL**

### Appareils de laboratoire



**HIDEX Triathler**

- mono échantillon
- flacons de 20 mL ou 6 mL
- un seul PM
- pas de corr. de quenching
- forte chimiluminescence
- Sd  $\geq 100$  Bq/L sur 1 h

### Appareils portatifs

# Méthode de mesure du tritium de l'air

## Tableau de synthèse

Technique	Seuil de décision	Avantages / Inconvénients
Chambre d'ionisation	$\geq 2500 \text{ Bq/m}^3$	Réponse en temps réel Pas sélectif du tritium Influence radon, T° et H%
Compteur proportionnel	$\approx 500 \text{ Bq/m}^3$	Mesure sélective du tritium Peu d'influence du radon, de la T° et de l'H% Nécessite un gaz additionnel (Ar+CH <sub>4</sub> , Ar+CO <sub>2</sub> , ...)
Barbotage + analyse	Triathler $\geq 200 \text{ Bq/m}^3$ Tricarb $\geq 10 \text{ Bq/m}^3$	Mesure sélective du tritium Analyse séparée des gaz (HT, CH <sub>3</sub> T, ...) / HTO Nécessite une préparation échantillon avant analyse Dilution du prélèvement d'un facteur > 10
Gel de silice + analyse	Triathler $\geq 50 \text{ Bq/m}^3$ Tricarb $\geq 2,5 \text{ Bq/m}^3$	Mesure du tritium sous forme HTO seulement Nécessite une désorption et préparation échantillon Faible volume d'eau disponible ( $\approx 2,5 \text{ mL / heure}$ )
Condenseur + analyse	Triathler $\geq 1 \text{ Bq/m}^3$ Tricarb $\geq 0,05 \text{ Bq/m}^3$	Volume d'eau important ( $> 10 \text{ mL / heure}$ ) Mesure du tritium sous forme HTO seulement Nécessite une préparation échantillon

**Nota :** les seuils de décisions des analyses sont calculés pour une durée de prélèvement de 1 heure et une durée de comptage de 1 heure

- Sociétés : APVL, Berthold, Canberra Prémium Analyses, PerkinElmer, Saphymo  
SDEC France, ScienceTech
- D. Maro, D. Hébert, L. Sollier – IRSN Cherbourg Octeville
- P. Caldeira Ideias, D. Tournieux, O. Pierrard – IRSN Le Vésinet
- E. Finot, C. Saut, J.C. Niepce, C Bergeon, C. Mavon – SEIVA, université de Franche-Comté
- M. Mahu, A. Diascorn, J. L. Trolet, M. Calvez, G. Boisset – EAMEA Cherbourg

***MERCI POUR VOTRE ATTENTION***