

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 : Cetama¹, BNEN², GRNC³
- ↪ Collaborations entre laboratoires (IRSN, EDF, AREVA NC, ...)
- ↪ Accueil de stagiaires universitaires et de doctorants (Caen, Clermont-Ferrand, Strasbourg, ...)

¹ Commission d'établissement des méthodes d'analyse

² Bureau de Normalisation des Equipements Nucléaires

³ 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/m³)

Q : Débit respiratoire

t : durée d'exposition (h)

$DPUI$: dose efficace par unité d'incorporation

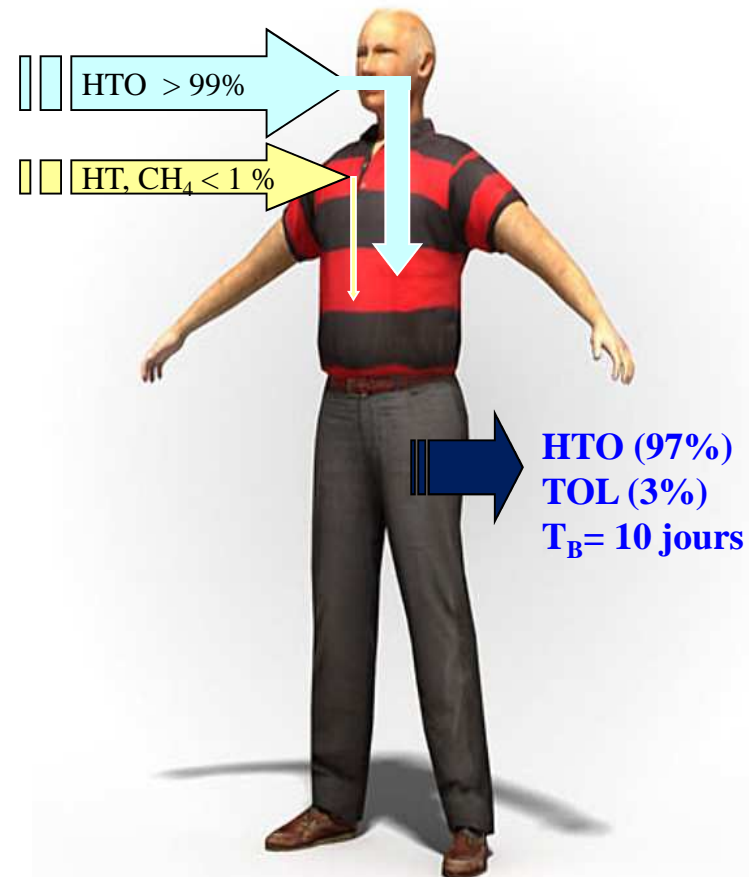
$DPUI$ par inhalation:

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

CH₃T : $1,8 \cdot 10^{-13}$ 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/m³
- non sélectives (¹⁴C, 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/m³ en 1 h
- mesure sélective 2 voies (³H + autres)
- nécessite l'apport d'Ar-CH₄, Ar-CO₂, CH₄



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 m³
- pas de dilution
- désorption nécessaire



Condenseur H3R7000

- forme HTO seule
- prélèvement ponctuel
- durée de 30 min à 1 h
- volume d'air $>$ 1 m³
- 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 m³ / 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 ₄ , Ar+CO ₂ , ...)
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 ₃ 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