

MONITEUR DE TRITIUM ATMOSPHERIQUE

A SCINTILLATION LIQUIDE (MOTRIS)

Moniteur de **Tri**tium à **Sc**intillation
(**MoTriS**)

Lionel Tenailliau – Valentin Blais – Alexandre Diascorn

- I. Qui sommes nous ?
- II. Qu'est ce que le tritium ?
- III. Surveillance du tritium atmosphérique :
- IV. Principe de mesure du moniteur de tritium à scintillation (MoTriS)
- V. Etude du bruit de fond
- VI. Présentation des performances

Ecole des Applications Militaires de l'Energie Atomique

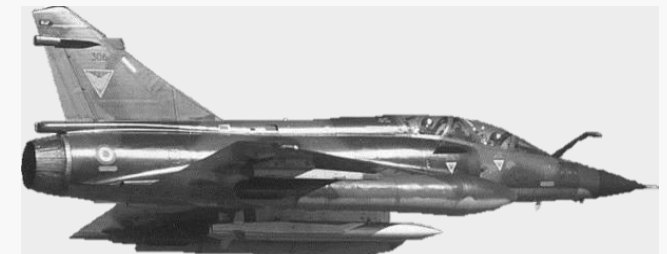
Missions : arrêté du 11 mars 1999 (art. 2)

- 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 direction générale de l'armement et à celle des ingénieurs relevant d'organismes civils travaillant sur des programmes nucléaires militaires.



Domaines concernés

- Propulsion nucléaire
- Armes nucléaires
- Maîtrise des risques
- Recherche, études et développement
 - Laboratoire de physique nucléaire
 - **Groupe d'Etudes Atomiques**



Missions :

- Développement et validation des méthodes de mesure de la radioactivité dans les rejets et l'environnement
- Etude de la diffusion et des transferts des radionucléides depuis le point de rejet vers l'environnement.
- Synthèse et archivage des données relatives au suivi des rejets et de la surveillance radiologique des sites nucléaires de la Marine
- Validation des calculs d'impact dosimétrique des installations nucléaires de la marine.

Capacités d'analyses et d'expertises :

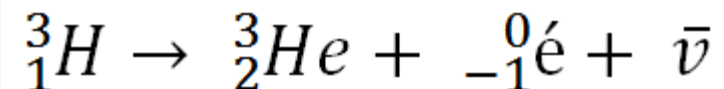
- Analyse du ^3H et du ^{14}C dans les eaux, l'air, les effluents liquides et les matrices biologiques.
- Analyse par spectrométrie gamma d'échantillons solides, liquides et gazeux.
- Analyse par spectrométrie alpha dans les eaux et effluents liquides.
- Comptages alpha/bêta dans les eaux, les filtres et les frottis.

Accréditation/Agréments :

- Accrédité COFRAC (NF EN ISO/CEI 17025) pour l'analyse du tritium dans les eaux.
- Détient 17 agréments de l'ASN pour l'analyse de la radioactivité dans l'environnement.



Qu'est ce que le tritium ?



Energie bêta max = 18,6 keV => **quasi-indéetectable avec des détecteurs usuels de radioprotection**

Période radioactive : 12,3 ans

Période biologique : ≈ 10 jours (HTO) ; ≈ 40 jours (OBT ou TOL)

=> **bioaccumulation possible ($T_{\text{biologique}} \geq 1$ an)**

Coefficients de dose h(g) des formes gazeuses pour les travailleurs :

- composés organiques : (OBT ou TOL) : $3,5 \cdot 10^{-11}$ Sv/Bq (A. Spé. $5\mu\text{m}$)
- vapeur d'eau tritiée (HTO) : $2,0 \cdot 10^{-11}$ Sv/Bq
- méthane tritié (CH_3T) : $5,9 \cdot 10^{-14}$ Sv/Bq
- gaz tritié (HT) : $2,0 \cdot 10^{-15}$ Sv/Bq

=> **impact dosimétrique négligeable**

Très volatile, échangeable avec H, présent dans la plupart des matériaux : => **contamination systématique**

Appareils de mesure en continu du tritium atmosphérique :

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)
- sensibles aux conditions de T° et H%

Les compteurs proportionnels :

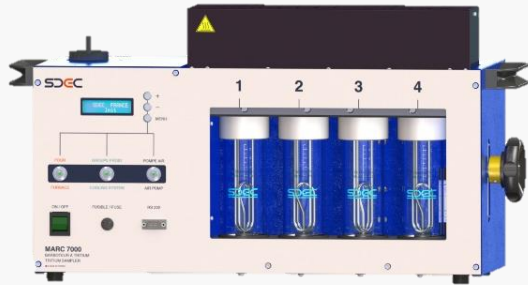
- fonctionnement en impulsionnel
- mesure intégrée à durée réglable
- détection à partir de 500 Bq/m³ en 1 h
- mesure sélective 2 voies (³H + autres)
- nécessite l'apport d'Ar-CH₄ ou Ar-CO₂



Appareils de prélèvement du tritium dans l'air :

Les barboteurs tritium:

- prélèvement sur plusieurs heures/jours
- mesure différée sur appareil de laboratoire
- prélèvement sélectif avec spéciation HTO / T_{gaz}
- Dilution de l'activité d'un facteur 10 à 20



NF ISO 20041
NF ISO 20045

Le condenseur :

- Prélèvement en moins d'1 h
- Mesure d'hygrométrie en //
- Pas de dilution de l'activité
- Pas de spéciation possible



Brevet Marine/IRSN

NF ISO 20041
NF M60-312-2 (en cours)

Les piègeurs passif :

- prélèvement sur plusieurs jours
- simplicité de mise en place
- nécessite un système de désorption
- faible coût d'exploitation
- Pas de dilution de l'activité
- Pas de spéciation possible



Brevet IRSN

NF M60-312-2 (en cours)

Présentation du Moniteur Tritium à Scintillation

MoTriS => Surveillance de l'activité volumique du tritium dans l'air en temps réel

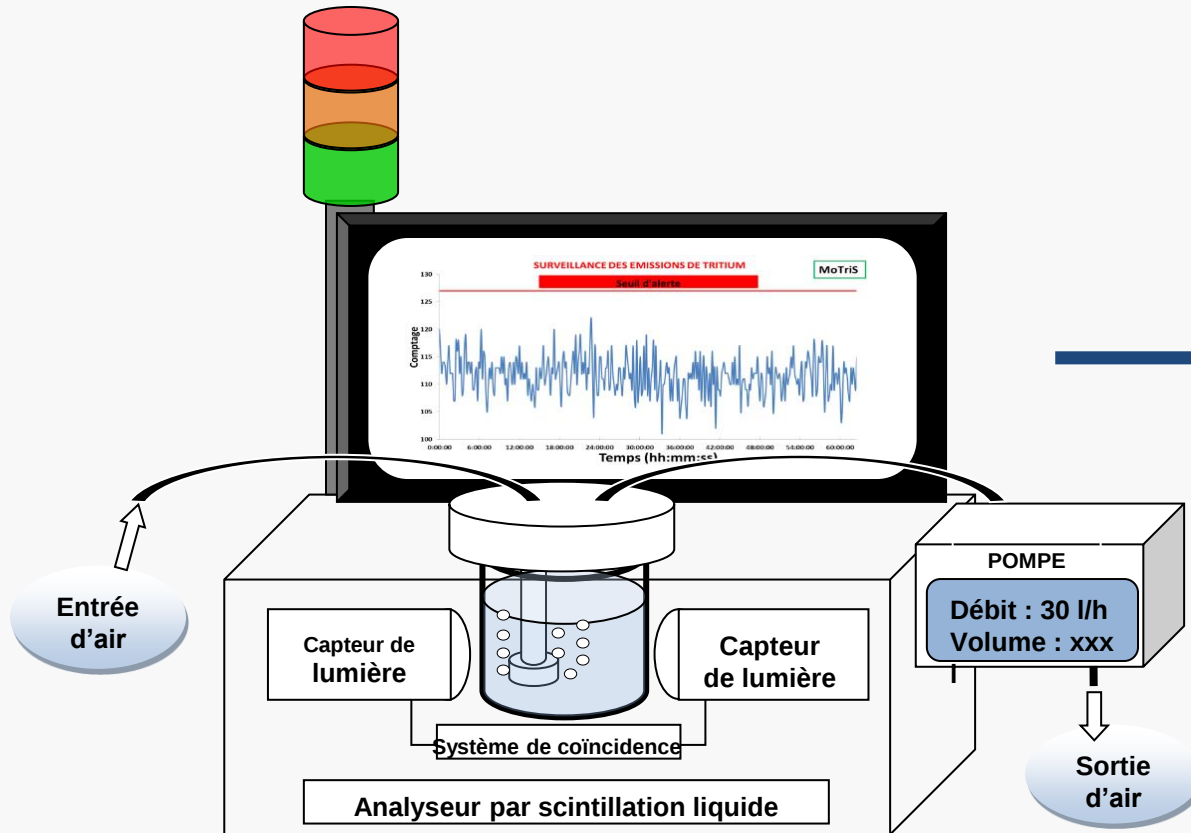


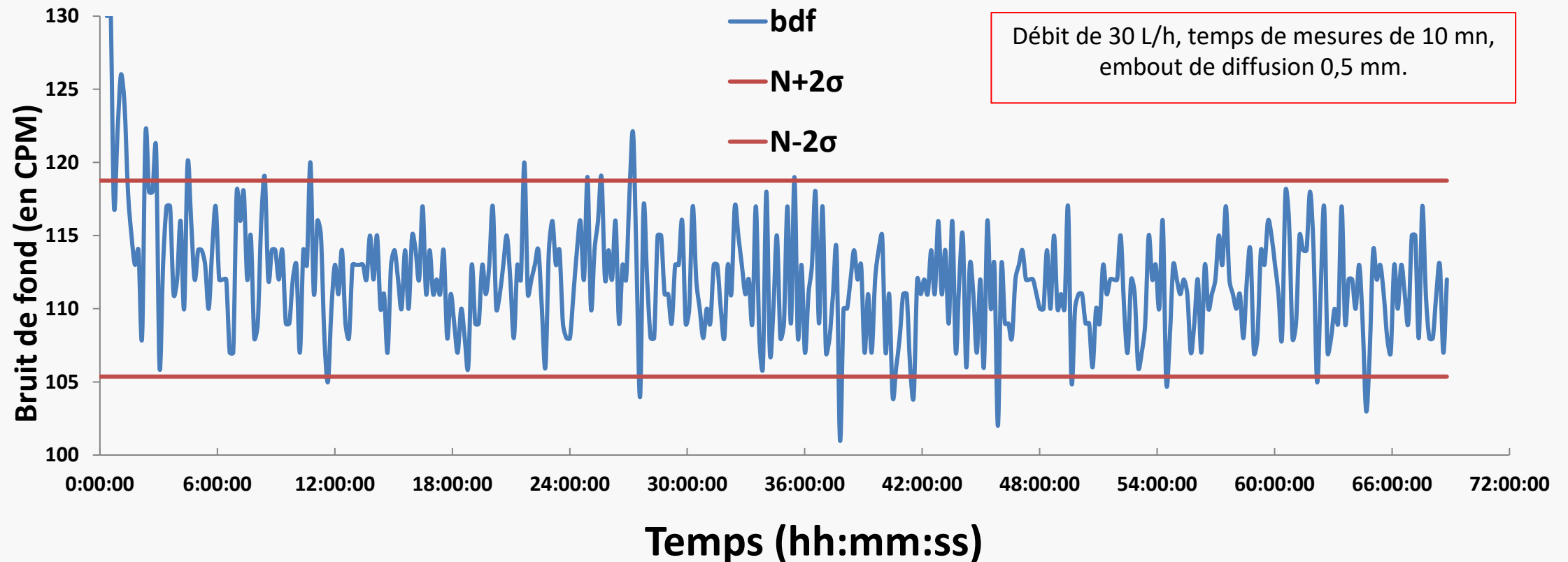
Schéma de principe



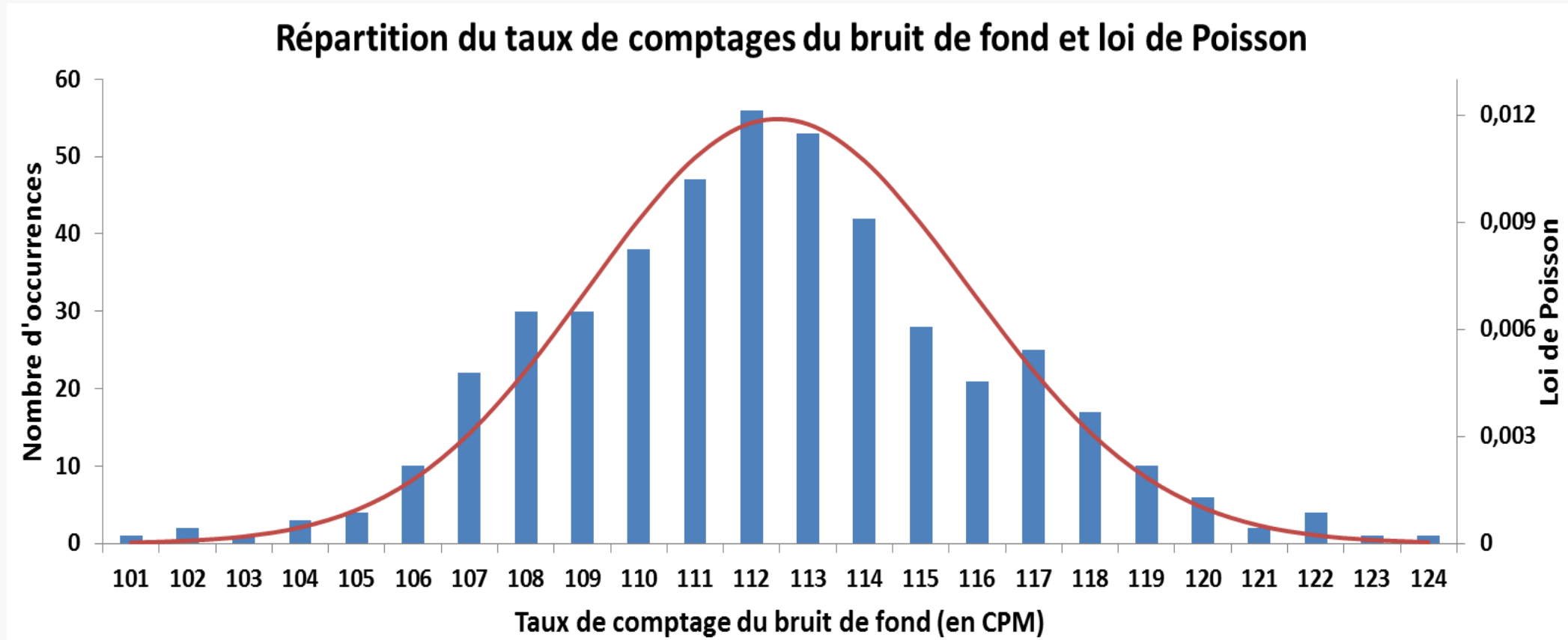
Prototype réalisé en partenariat avec SDEC France

Un bruit de fond stable dans la durée :

Evolution du bruit de fond durant 3 jours



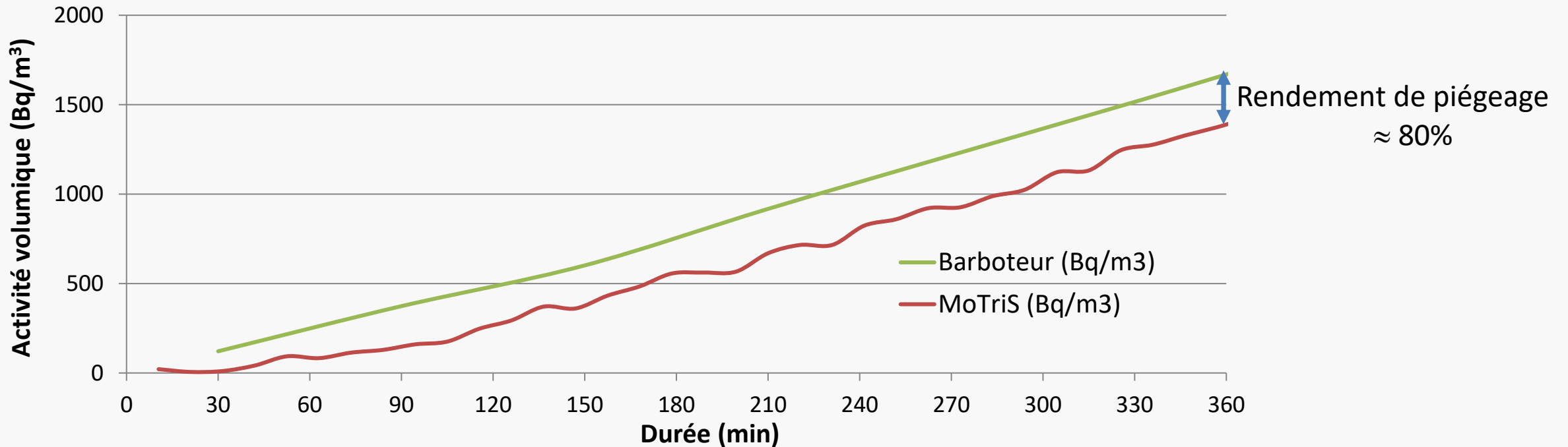
Répartition du bruit de fond :



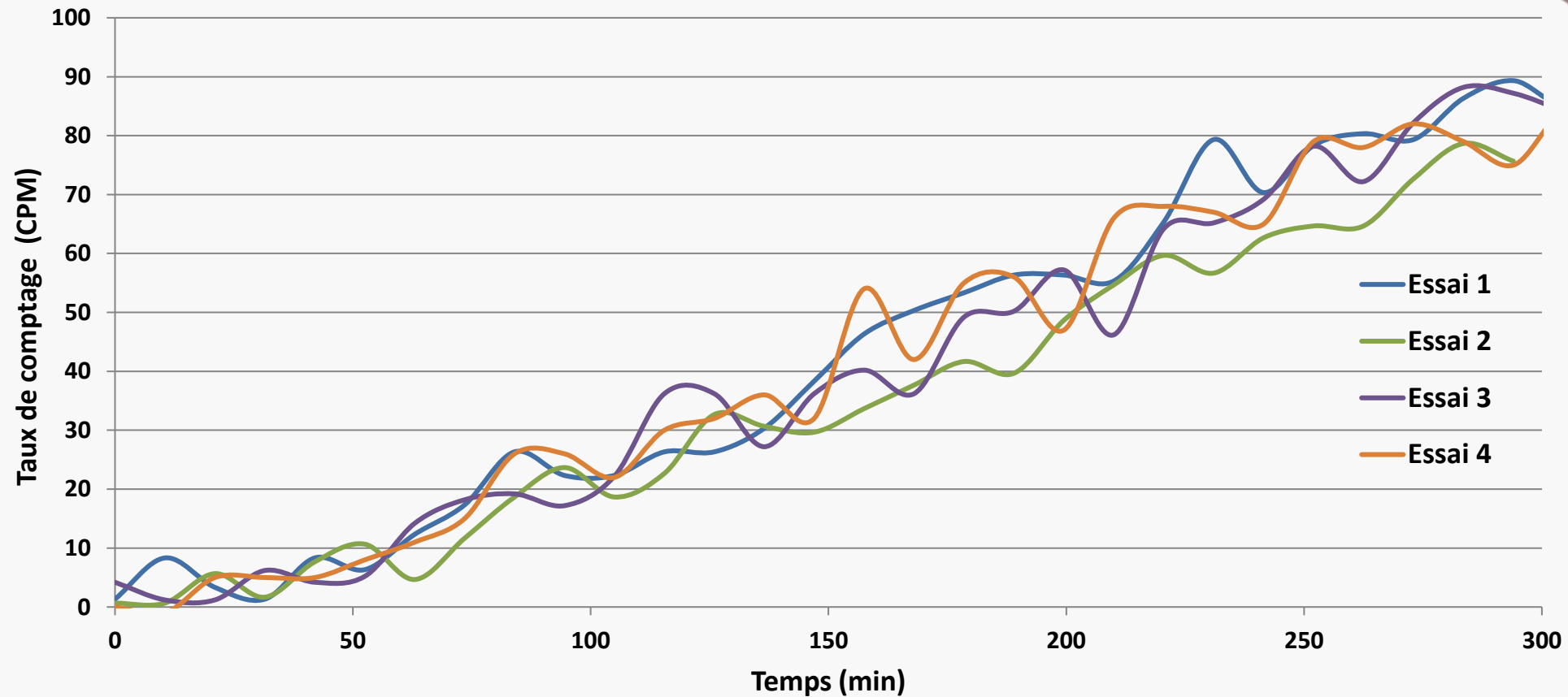
Relation activité volumique/comptage

$$A_V = \frac{N}{t_c} \times \frac{1}{\varepsilon} \times \frac{1}{(D_p \times t_p) \times \varepsilon_p}$$

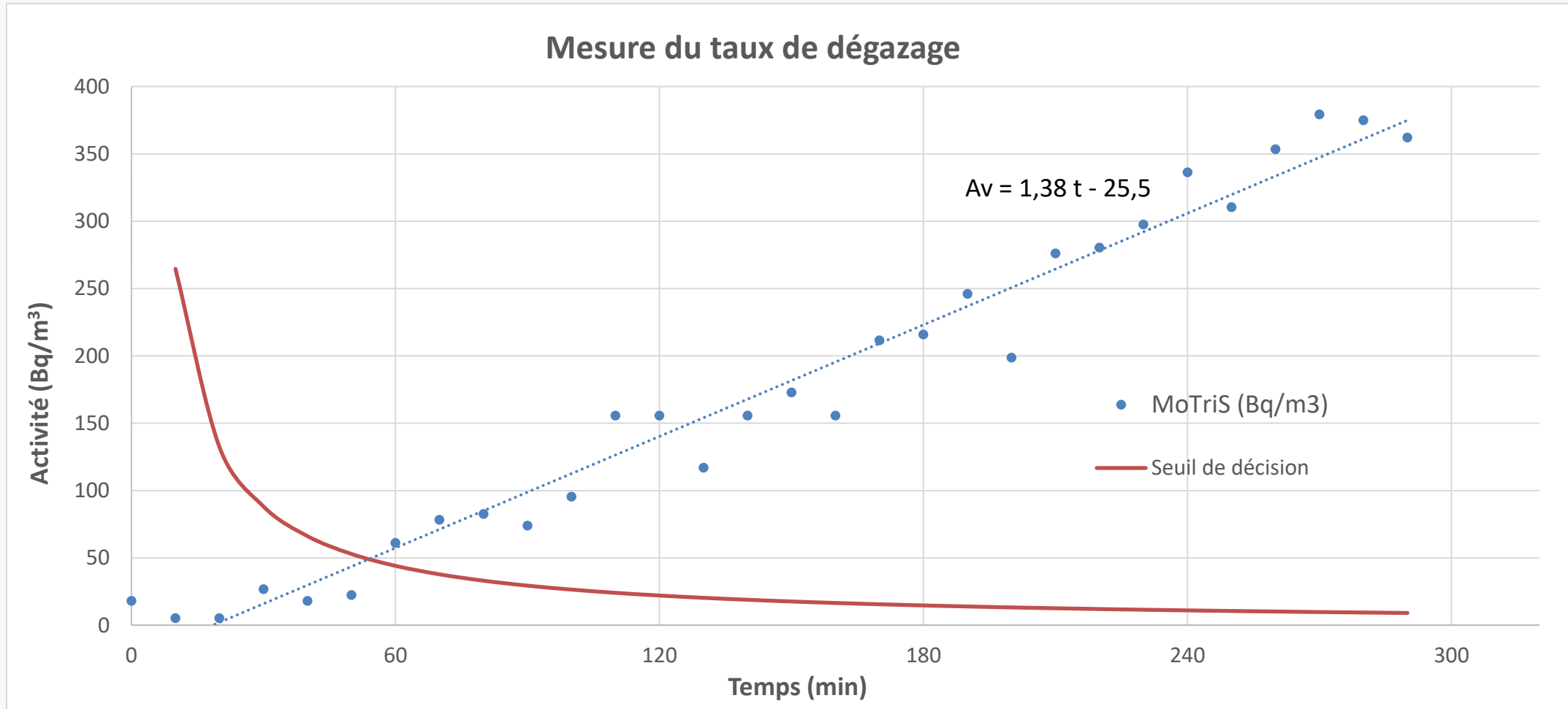
- N → Nombre d'impulsions détectées
- t_c → Temps de comptage
- ε → Rendement de détection
- D_p → Débit de prélèvement
- ε_p → Rendement de piégeage
- t_p → Temps de prélèvement



Dégazage d'une boussole type SYLVA



Mesure du taux de dégazage (NF M60-327)



$$SD = 1,96 \times \sqrt{\frac{2 \times n_{Bdf}}{t_c}} \times \frac{1}{\varepsilon} \times \frac{1}{D_p \times t_p \times \epsilon_p}$$

- n_{Bdf} → Bruit de fond moyen $\approx 3,5 \pm 0,5$ imp/s
- t_c → Temps de comptage
- ε → Rendement de détection = 20 %
- D_p → Débit de prélèvement = 30 l/h
- ϵ_p → Rendement de piégeage ≈ 80 %
- t_p → Durée de prélèvement (h)

SD en Bq/m3	Temps de comptage (s)		
Durée de prélèvement (h)	60	600	3600
1	140	44,1	18,0
24	5,8	1,8	0,8
48	2,9	0,92	0,38
168	0,83	0,26	0,11

	Technique	Seuil de décision	Avantages / Inconvénients
Mesure en continu	Chambre d'ionisation	$\geq 10000 \text{ Bq/m}^3$ en quasi-instantané	Réponse en temps réel Pas sélectif du tritium (mesure aussi les autres gaz radioactifs) Influencé par le radon, T° et H%
	Compteur proportionnel	$\approx 500 \text{ Bq/m}^3$ sur 1 heure de comptage	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 , ...)
	MoTriS	$\approx 20 \text{ Bq/m}^3$ sur 1 heure de comptage	Mesure sélective du tritium Peu d'influence du radon et autres radionucléides gazeux Possibilité de confirmer/infirmar la présence de tritium
Mesure en différé	Barbotage (1h) + analyse (1h)	TRATHLER $\geq 200 \text{ Bq/m}^3$ DPM7001 $\geq 40 \text{ Bq/m}^3$ 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
	piégeur passif (1h) + analyse (1h)	TRIATHLER $\geq 50 \text{ Bq/m}^3$ DPM7001 $\geq 10 \text{ Bq/m}^3$ 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 (1h) + analyse (1h)	TRIATHLER $\geq 1 \text{ Bq/m}^3$ DPM7001 $\geq 0,2 \text{ Bq/m}^3$ TRICARB $\geq 0,05 \text{ Bq/m}^3$	Volume d'eau important (> 10 mL / heure) Mesure du tritium sous forme HTO seulement Nécessite une préparation échantillon avant analyse

MERCI POUR VOTRE ATTENTION