

# DOSIMÈTRE DE CRITICITÉ

## Documentation technique



Le dosimètre de criticité est utilisé pour mesurer la dose absorbée des travailleurs exposés à des matières nucléaires fissiles - dans les réacteurs, les usines de fabrication et de traitement du combustible... En cas d'accident, il permet de mesurer des doses neutrons élevées supérieures à celle du dosimètre NEUTRAK®.



Dosimètre de criticité  
en conditionnement individuel

### ➤ QU'EST-CE QU'UN ACCIDENT DE CRITICITÉ ?

Un accident de criticité désigne un accident provoqué par une réaction nucléaire en chaîne involontaire et incontrôlée dans un combustible fissile comme l'uranium ou le plutonium. A noter : un accident de criticité ne peut pas produire d'explosion nucléaire.

Le combustible est alors le siège d'une suite de réactions au cours desquelles se produisent un grand nombre de fissions en un court laps de temps. Il se dégage alors une quantité dangereuse de rayonnements ionisants sous forme de neutrons et de rayons X ou gamma.

L'accident peut être mortel pour les personnes à proximité du siège de l'accident. Elles développent généralement le syndrome d'irradiation aiguë dans les heures suivantes. Dans le cas de manipulations manuelles, l'opérateur est généralement exposé à un équivalent de dose de plusieurs dizaines de sieverts et peut décéder en quelques jours.

#### Le service de dosimétrie de criticité LANDAUER

Le dosimètre de criticité proposé par LANDAUER est conçu par le SCK•CEN (Centre d'Étude Nucléaire Belge).

Ce laboratoire est accrédité ISO17025 pour la mesure d'activité.

Le SCK•CEN participe aux intercomparaisons menées au niveau international. La dernière réalisée avec le réacteur SILENE au CEA de Valduc en 2010 a montré que leur système de dosimétrie est capable de faire une reconstruction de doses neutrons fiables.



## ➤ QU'EST-CE QU'UN DOSIMÈTRE DE CRITICITÉ ?

Le dosimètre de criticité se présente sous la forme d'un disque de 4 cm de diamètre et de 0,9 cm d'épaisseur. Il est composé de trois détecteurs qui sont répartis dans quatre compartiments (cf. Figure 2). Deux des quatre compartiments sont remplis d'une pastille d'or (3 mm de diamètre, 0,05 mm d'épaisseur), dont une est intercalée entre deux couvertures de cadmium de 0,7 mm d'épaisseur. Les autres compartiments comportent un film d'indium (diamètre 10 mm, épaisseur 0,125 mm) et une pastille de soufre (environ 0,5 g).

Ce dosimètre est un détecteur dit à activation. Lors d'un accident, les neutrons viennent activer les différentes pastilles contenues dans ce dosimètre. L'activation de ces dernières couvrent l'ensemble du spectre neutrons.

En cas d'accident, le dosimètre de criticité prend le relais du dosimètre neutrons «classique» tel que le NEUTRAK dans la mesure de doses neutrons > à 250 mSv.

Ce détecteur a deux fonctions :

- déterminer rapidement quel travailleur a été fortement exposé sur le site de l'accident grâce à l'activation de la pastille d'indium  $^{116m}\text{In}$ ,
- estimer la dose absorbée (Gy) et l'équivalent de dose (Sv).



Fig. 1 : Dosimètre de criticité non nominatif sous pochette plastique scellée

## ➤ COMMENT PORTER UN DOSIMÈTRE DE CRITICITÉ ?

Le dosimètre de criticité LANDAUER est livré sous pochette plastique scellée. Cette pochette contient en plus du détecteur une étiquette d'identification. Pour le porter, il suffit de l'insérer dans la poche ou de le fixer à la boutonnrière en fonction de la tenue. Sur demande, une pince-attache est fournie.

Ce détecteur est porté en continu tant qu'il n'y a pas d'accident et conformément aux dispositions prises par l'employeur. Il est personnalisable, vous choisissez de l'attribuer comme vous le souhaitez. Pour s'adapter à votre utilisation, il peut être nominatif ou non. La traçabilité est garantie par un numéro d'identification.

Le dosimètre de criticité LANDAUER ne nécessite pas de maintenance particulière (étalonnage, ...). Néanmoins, afin d'assurer un contrôle qualité, il est remplacé tous les deux ans.

Le port d'un dosimètre de criticité ne dispense pas du port des autres dosimètres (passifs et électroniques). Il vient en complément de ces derniers.



Fig. 2 : Intérieur du dosimètre de criticité  
Disposition des différentes pastilles

### Les procédures d'urgence accessibles où que vous soyez!

En cas d'accidents nos procédures en urgence sont disponibles 24h/24 et 7j/7 sur notre site internet sur la page «Service en urgence».

[www.landauer.fr/service-en-urgence/](http://www.landauer.fr/service-en-urgence/)

## ➤ FONCTIONNEMENT DES DOSIMÈTRES DE CRITICITÉ

Les processus d'activation suivants sont utilisés :

- $^{197}\text{Au}(n,\gamma)^{198}\text{Au}$  ( $\gamma$  412 keV (95,5%),  $T_{1/2} = 2,7$  J) avec et sans écran de cadmium pour distinguer les neutrons thermiques, des épithermiques.
- $^{115}\text{In}(n,n')^{115\text{m}}\text{In}$  ( $\gamma$  336 keV (45,8%),  $T_{1/2} = 4,5$  h) et  $^{115}\text{In}(n,\gamma)^{116\text{m}}\text{In}$  ( $\gamma$  1294 keV (84,4%), 1097 keV (56,2%), 417 keV (27,7%), 2112 keV (15,5%),  $T_{1/2} = 54$  min)
- $^{32}\text{S}(n,p)^{32}\text{P}$  ( $\beta$  1,71 MeV,  $T_{1/2} = 14,3$  J)

La combinaison des différentes pastilles contenues dans le dosimètre de criticité permet de reconstituer le spectre neutronique en raison des différences dans la section efficace de capture des neutrons (cf. Figure 4).

La reconstruction se fait en utilisant un algorithme itératif à partir d'un spectre combiné. Une fois la reconstruction réalisée, la dose absorbée peut être calculée.

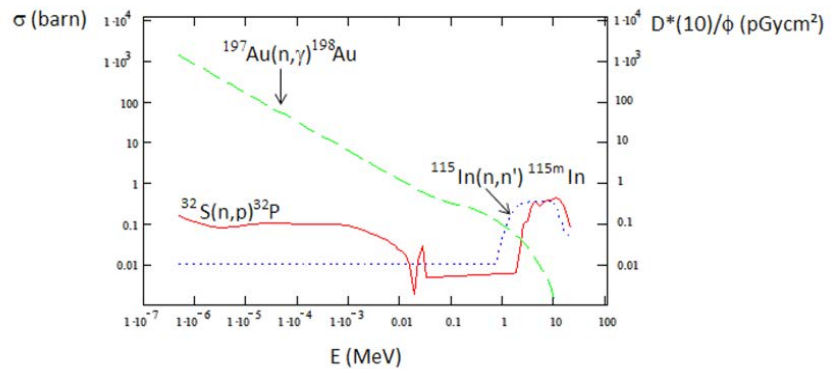


Fig. 4 : Sections efficaces des réactions d'activation des pastilles utilisées

## ➤ ANALYSE DES DOSIMÈTRES DE CRITICITÉ

Immédiatement après l'accident, l'exposition au contact du dosimètre de criticité doit être mesurée avec un radiamètre adapté aux rayonnements gamma.

Dans le cas où l'exposition est mesurée plusieurs dizaines de minutes après l'accident, le seuil de débit dose (pour détecter les personnes exposées > 0,1 Gy) diminue ainsi :

| Temps     | Dose neutron absorbée (Gy) | Débit de dose mesuré ( $\mu\text{Sv/h}$ ) au contact |
|-----------|----------------------------|--|
| T=0       | 0,1                        | 7  |
| T=54 min  | 0,1                        | 3,5  |
| T=108 min | 0,1                        | 1,7  |

Si cette mesure dépasse 7  $\mu\text{Sv/h}$  à temps zéro, l'exposition du travailleur dépasse 0,1 Gy.

Dans ce cas, le dosimètre de criticité doit être envoyé immédiatement pour analyse en suivant la procédure décrite au dos de ce document.

A noter, les dosimètres IPLUS® et NEUTRAK doivent suivre une procédure parallèle également explicitée au dos.

Une fois le dosimètre expédié au laboratoire, une analyse spectrométrique gamma est réalisée sur les deux pastilles d'or et sur la pastille d'indium. L'échantillon de soufre est analysé via un scintillateur liquide. La détermination précise de l'activité mesurée sur chaque pastille permet de déterminer l'exposition du travailleur.

L'évaluation de la dose est fournie dans les 48 heures par téléphone. Par la suite, un rapport de mesures vous est envoyé. Il récapitule l'activité, la dose absorbée, l'équivalent de dose ainsi que le type de spectres neutrons identifiés.

## PROCÉDURE D'ANALYSE EN URGENCE DE VOS DOSIMÈTRES

ACCIDENT DE CRITICITÉ DÉCLARÉ  
APPELER IMMÉDIATEMENT LE

**01 40 95 52 30**

7J/7 - 24H/24

### Dosimètre de criticité

Remplir le formulaire de prise en charge des dosimètres de criticité disponible dans la boîte de transport ou sur [www.landauer.fr](http://www.landauer.fr)

Remettre les dosimètres de criticité au transporteur affrété par LANDAUER dans la boîte prévue à cet effet (une par site)

Traitement des dosimètres de criticité par le SCK•CEN  
Transmission des résultats par téléphone sous 48 heures

### Dosimètres IPLUS® & NEUTRAK®

Compléter le formulaire de demande de lecture en urgence disponible sur [www.landauer.fr](http://www.landauer.fr)

Expédier immédiatement les dosimètres par colis express à LANDAUER

Traitement des dosimètres par LANDAUER  
Transmission des résultats par téléphone sous :  
- 2 heures pour l'IPLUS  
- 48 heures pour le NEUTRAK