

EVALUATION DE LA DOSE EQUIVALENTE A LA PEAU EN CAS DE CONTAMINATION CUTANEE

De la lecture des recommandations de la CIPR à l'application médicale pratique.

I. Le Couteulx, D. Apretna, M.F. Beaugerie, J.L. Fenolland, R. Frey, M. Gonin,
B. Landry, E. Laporte, B. Le Guen, D. Leval, J.C. Renault, A. Rousselet , M. Vernier
EDF Groupe de travail « Dosimétrie cutanée » 22-28 Rue Joubert 75009 Paris

1- INTRODUCTION

La législation française qui découle des recommandations de la CIPR a fixé la limite annuelle de dose équivalente à la peau à 500 mSv. Une enquête réalisée auprès des services médicaux des centrales nucléaires EDF a mis en évidence une grande diversité des démarches méthodologiques employées pour évaluer la dose équivalente à la peau (que nous appellerons $[H_{\text{Peau}}]$) en cas de contamination cutanée. C'est un incident non exceptionnel en centrale nucléaire puisque, par arrêt de tranche, une moyenne de 20 contaminations cutanées sont traitées par le service médical et une contamination sur 100 environ donne lieu à une contamination résiduelle après décontamination. L'objectif de ce travail est de proposer une méthode d'évaluation de la $[H_{\text{Peau}}]$ à la fois fiable, simple et rapide afin de ne pas retarder exagérément la décontamination. Cette démarche a conduit à élaborer un protocole d'actions à réaliser avant décontamination pour recueillir les données nécessaires à l'évaluation de cette dose (figure 1). Ce travail aborde aussi l'évaluation de la $[H_{\text{Peau}}]$ en cas de contamination résiduelle ; il n'aborde pas le cas des situations accidentelles où de nombreuses personnes sont susceptibles d'être contaminées.

2- EVALUATION D'UNE $[H_{\text{Peau}}]$ AVANT DECONTAMINATION

Les éléments à recueillir avant décontamination pour évaluer la $[H_{\text{Peau}}]$ à l'aide d'un modèle mathématique sont : l'activité déposée par cm^2 de peau, l'identification du ou des radionucléides et le temps d'exposition.

A partir de quel seuil de contamination est-il justifié d'évaluer une $[H_{\text{Peau}}]$ avant décontamination ?

Selon les publications 26 et 60 de la CIPR, il est recommandé d'évaluer la $[H_{\text{Peau}}]$ uniquement lorsque celle-ci est susceptible d'atteindre ou de dépasser 50 mSv à la couche basale de la peau pour le cm^2 le plus contaminé.

Pour un détecteur donné, nous avons calculé pour chaque radionucléide susceptible de contaminer la peau, le nombre de chocs par seconde (cps) correspondant à une $[H_{\text{Peau}}]$ de 50 mSv pour une durée de contamination de quatre heures (temps maximal de présence en zone contrôlée pour un travailleur du nucléaire).

Le plus petit nombre de cps ainsi calculé a été choisi comme seuil de contamination à partir duquel il est nécessaire d'évaluer une $[H_{\text{Peau}}]$ (seuil « A » dans la figure 1). Il correspond au radionucléide identifié dans notre étude comme le plus « pénalisant » à l'aide de l'analyse combinée :

- du rendement β de chaque détecteur établi au Laboratoire d'Analyses Médicales d'EDF pour des sources de 1 cm² à une distance de comptage de 2 cm
- des valeurs du débit de dose équivalente à la couche basale de la peau par radionucléide en mSv.h⁻¹ par kBq.cm⁻² selon le rapport CEA R 5441 (Dosimétrie et thérapeutique des contaminations cutanées, 1988).

Comment évaluer la radioactivité sur le cm² de peau le plus contaminé ?

Il est proposé d'équiper les détecteurs Geiger-Müller ou scintillateurs organiques, actuellement utilisés par les services médicaux, d'un cache en plexiglas de 1 cm d'épaisseur, percé d'un trou d'une surface de un cm². Une épaisseur de 1 cm arrête les émissions β jusqu'à une énergie E_{max} de 2,4 MeV.

Une première mesure avec le détecteur ainsi équipé, réalisée au contact de la peau, prend en compte l'émission β des radionucléides présents sur le cm² le plus contaminé sans comptabiliser celle due aux radionucléides déposés à la périphérie de ce cm².

La valeur obtenue est comparée avec un deuxième seuil appelé « B » dans la figure 1. Ce seuil « B » correspond, pour le détecteur utilisé équipé d'un cache percé, à l'activité du radionucléide le plus « pénalisant » déposée sur un cm², entraînant une $[H_{\text{Peau}}]$ de 50 mSv au bout de quatre heures.

Si la valeur obtenue est supérieure à « B », une deuxième mesure réalisée avec un cache plein en plexiglas, permet de quantifier l'émission γ des radionucléides déposés sur la peau.

A partir de la différence entre ces deux mesures corrigées du temps mort, l'activité en Bq déposée sur le cm² de peau le plus contaminé est obtenue en tenant compte du rendement β du détecteur équipé de cache percé. Dans ce calcul, nous supposons par défaut que le radionucléide déposé sur la peau est le radionucléide le plus « pénalisant ».

Comment affiner l'évaluation de la $[H_{\text{Peau}}]$?

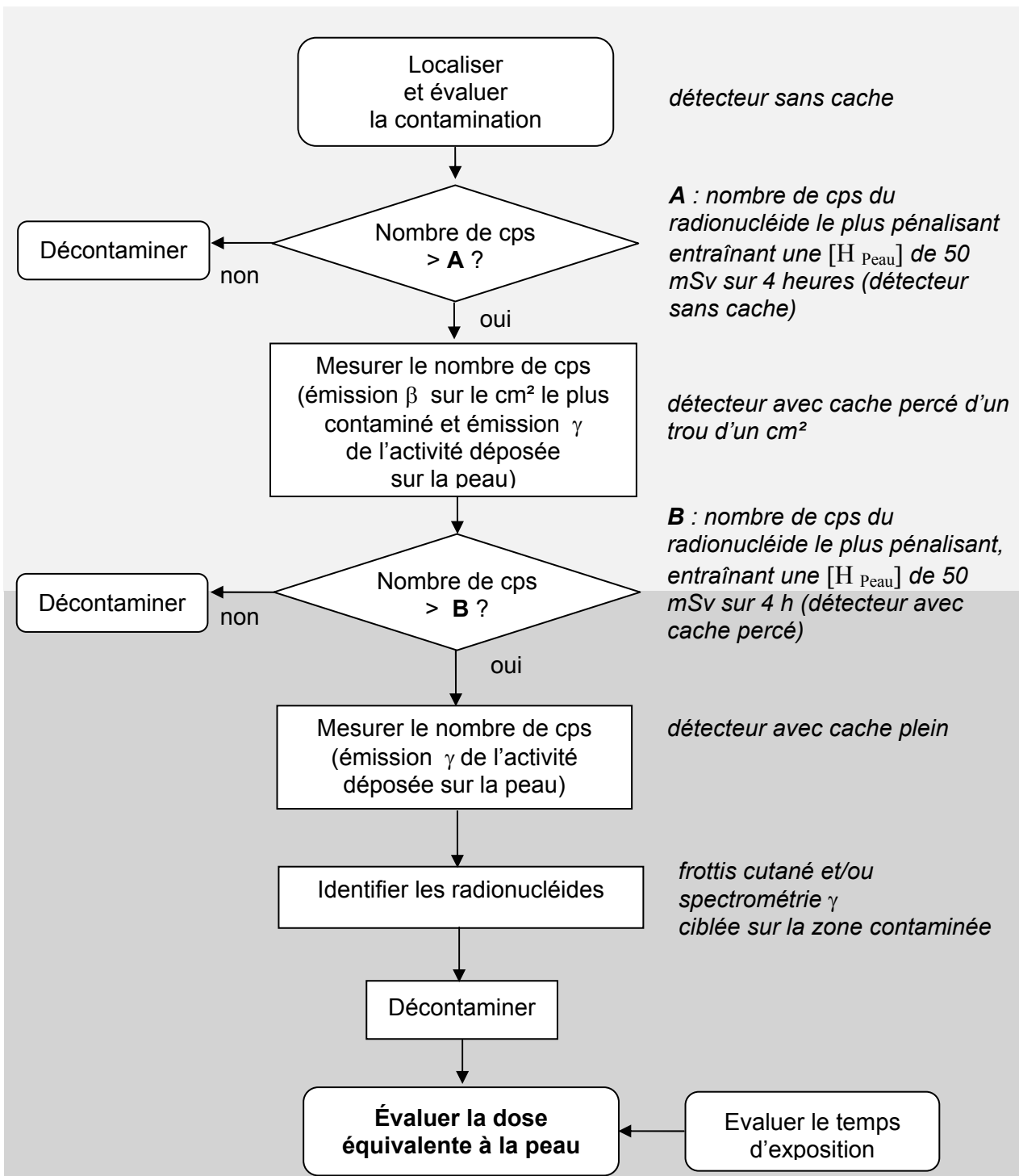
A activité égale, les radionucléides contaminant la peau en surface l'irradient à des débits de dose équivalente variables. Deux techniques sont proposées avant décontamination pour identification de radionucléides : une spectrométrie γ ciblée sur la zone contaminée et/ou un frottis de la peau contaminée avec un support adapté (chiffonnette). L'identification de radionucléides moins « pénalisants » que celui pris en compte dans notre hypothèse de

calcul de la $[H_{\text{Peau}}]$, permet de conclure que celle-ci est en réalité inférieure à la valeur estimée.

Comment évaluer le temps d'exposition ?

L'entretien avec le travailleur permet de connaître l'horaire de l'incident à l'origine de la contamination. Par défaut, l'horaire d'accès en zone contrôlée est retenu.

Figure 1 : Protocole d'actions à réaliser pour évaluer la dose équivalente à la peau $[H_{\text{Peau}}]$



3- EVALUATION DE LA $[H_{\text{Peau}}]$ LORS D'UNE CONTAMINATION RESIDUELLE APRES DECONTAMINATION

Une contamination est dite résiduelle à partir du moment où une activité est détectée après décontamination, indiquant ainsi un transfert des radionucléides dans la peau.

Comment identifier les radionucléides à l'origine de la contamination résiduelle et évaluer leurs activités respectives ?

Une spectrométrie γ ciblée sur la zone contaminée permet d'identifier les radionucléides émetteurs γ et d'évaluer leurs activités respectives en utilisant une courbe de rendement adaptée à la géométrie de comptage des contaminations cutanées.

Comment évaluer la $[H_{\text{Peau}}]$?

Les mesures spectrométriques γ répétées et ciblées sur la zone contaminée, jusqu'à disparition de la contamination, et l'utilisation des valeurs de débit de dose pour les contaminations en profondeur (rapport CEA) permettent de déduire une $[H_{\text{Peau}}]$ qui est probablement beaucoup plus pénalisante que la dose réelle comme l'attestent plusieurs études scientifiques récentes. Le mode d'évaluation de la contribution des radionucléides émetteurs β pur reste à préciser.

4- CONCLUSION

L'objectif de ce travail est de proposer un protocole simple, rapide et reproductible pour recueillir les données nécessaires à l'évaluation de la dose équivalente à la peau suite à la détection d'une contamination cutanée.

La validation de ce protocole permettra non seulement de respecter les recommandations de la CIPR mais aussi d'évaluer plus précisément un risque, étape indispensable à une amélioration de la prévention.