

DÉCONTAMINATION DES RADIONUCLÉIDES : ÉTUDE A L'AIDE DE MODÈLES DE PEAU.

GERASIMO Patrick

Laboratoire de Contrôle Radiotoxicologique, Service de protection radiologique des Armées.

Le dépôt sur la peau de radioélément peut être à l'origine d'un syndrome très grave appelé "brûlures radiologiques". Ce syndrome est caractérisé par la douleur, l'œdème, et l'érythème. le délai d'apparition après le contact est de quelques jours à quelques semaines.

Le dépôt sur la peau du radioélément implique un premier contact entre celui ci et la peau. Ce premier contact se réalise au niveau du Stratum Corneum. C'est là que le radioélément va s'accumuler si rien n'est entrepris pour l'éliminer.

Même si elle se laisse difficilement pénétrer, la peau peut néanmoins constituer une voie de passage : en effet certains corps radioactif peuvent avoir des propriétés physico-chimiques qui le rendent capable de franchir cette membrane.

Le but de notre travail est de montrer comment éliminer le radioélément à l'aide de produits de lavage, en évitant de le faire passer dans le milieu intérieur.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La photographie (*figure 1*) montre comment se déroulent les manipulations.



Représentation d'une cellule de diffusion statique de type Franz

La surface d'application est de 0,64 cm²
Le volume du compartiment récepteur est de 4 ml environ

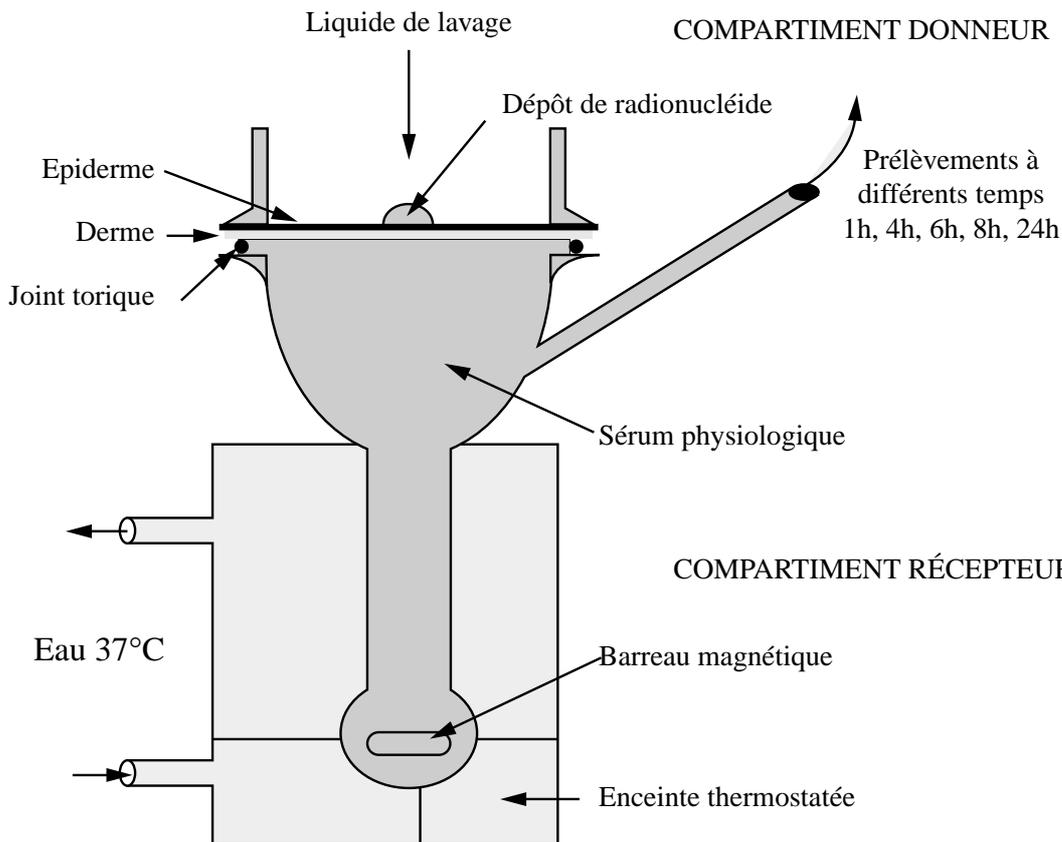


Figure 2

Absorption percutanée en cellule de diffusion (figure 2)

Des biopsies de peau sont placées en cellule de diffusion de Franz. La face épidermique est maintenue horizontalement entre les deux parties de la cellule dont la surface interne est égale à 0,64 m². Deux compartiments sont ainsi délimités de part et d'autre de la biopsie :

- l'un épidermique, constitué par le cône de verre déposé à la surface supérieure de la peau.
- l'autre dermique, sur la face inférieure du tégument, formant un réservoir de 4 cm³ à orifice cylindrique et porteur d'un tube latéral pour les prélèvements. Les deux éléments sont maintenus en place par l'intermédiaire d'un clamp. L'étanchéité est assurée par un joint torique en Téflon.

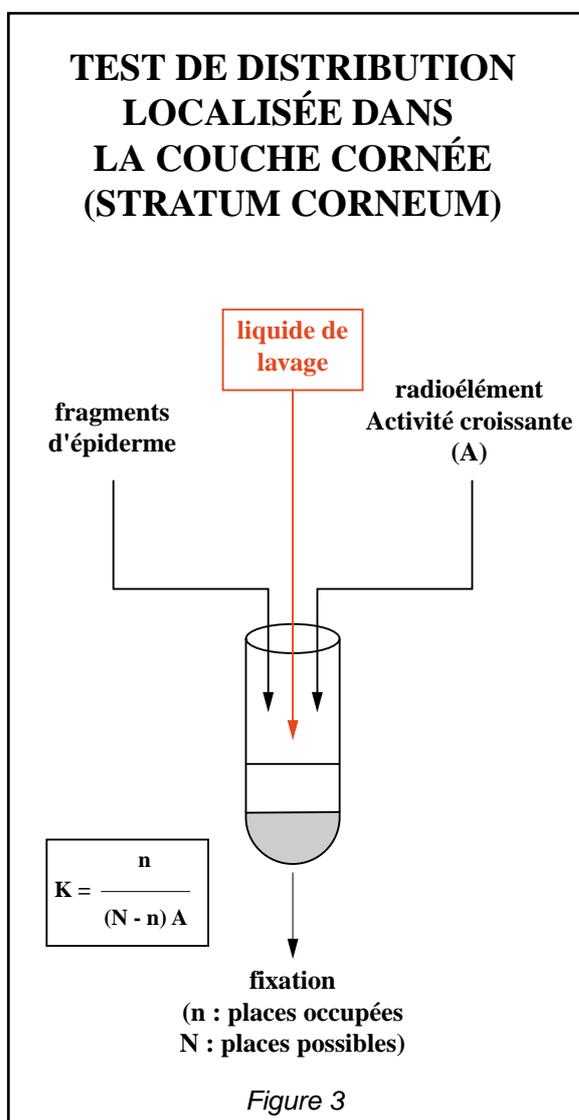
Le compartiment inférieur est rempli d'un liquide de survie (sérum physiologique à 9 g/l additionné de sérum albumine à 15 g/l).

L'ensemble est placé dans une enceinte thermostatée à 37°C.

Adsorption à la couche cornée de l'épiderme (figure 3)

Dans un tube à essai de 5ml, environ 100 mg de d'épiderme en poudre exactement pesés sont mis en suspension dans une solution de de radioélément. L'ensemble est amené à pH = 7 par addition de soude.

La quantité de radioélément adsorbée par les fragments de couche cornée est déterminée en fonction de l'activité A de ce radioélément introduite dans le milieu d'incubation. Si l'on suppose que le radioélément se fixe à la peau en une pellicule monomoléculaire, on peut obtenir l'équation de cette courbe. A la surface de la peau, il y a N places possibles et il y a n places prises par le radioélément. Il reste (N - n) places libres.



L'équation d'adsorption s'écrit :

Place occupée = place libre + radioélément en solution

la constante d'équilibre K est donnée par :

$$K = \frac{n}{(N - n) A}$$

le nombre de places disponibles étant grand devant le nombre de places occupées, le terme (N - n) peut être considéré comme constant. en remplaçant n par q, q étant la quantité de radioactivité fixée par les fragments de couche cornée, on retrouve la formule de Freundlich :

$$q = K A^a$$

a est un coefficient qui varie entre 0 et 1.

K représente alors la constante d'équilibre de répartition du radioélément entre la solution et la couche cornée. On la détermine expérimentalement en utilisant différentes valeurs de radioactivité.

Cette constante est modifiée si dans le milieu se trouve un produit capable de modifier l'adsorption.

Les radioéléments utilisés appartiennent à trois familles chimiques :

- 1) **les alcalins** : radioélément utilisé, le césium.
- 2) **les alcalino-terreux** : radioélément utilisé, le strontium.
- 3) **les métaux de transition** : radioélément utilisé, le plutonium.

Produits de lavage expérimentés :

- eau distillée
- soluté tensioactive anionique, savon neutre du Service de Santé des Armées
- soluté tensioactif cationique, solution à 20 % de cetrimide
- soluté tensioactif anionique, solution à 30 % d'alkyl-sulfonate
- solution à 25 % de DTPA (fournisseur : Pharmacie Centrale des Armées)
- solution hypertonique amphotère Diphotérine® fournisseur laboratoire Prevor.

RÉSULTATS

Action d'un lavage à l'eau

L'eau peut avoir une action décontaminante sur la peau, du fait de ses propriétés dissolvantes. Un lavage à l'eau est suffisant pour traiter les contaminations par le césium ou le strontium, puisque respectivement 71% et 59 % de la radioactivité sont entraînés. Mais il n'en est pas toujours ainsi : l'action de l'eau sur le plutonium est faible, moins de 10 % de la radioactivité sont entraînés. Dans ce dernier cas, il faut donc faire appel à des produits spécifiques pour réaliser une décontamination efficace (figure 4).

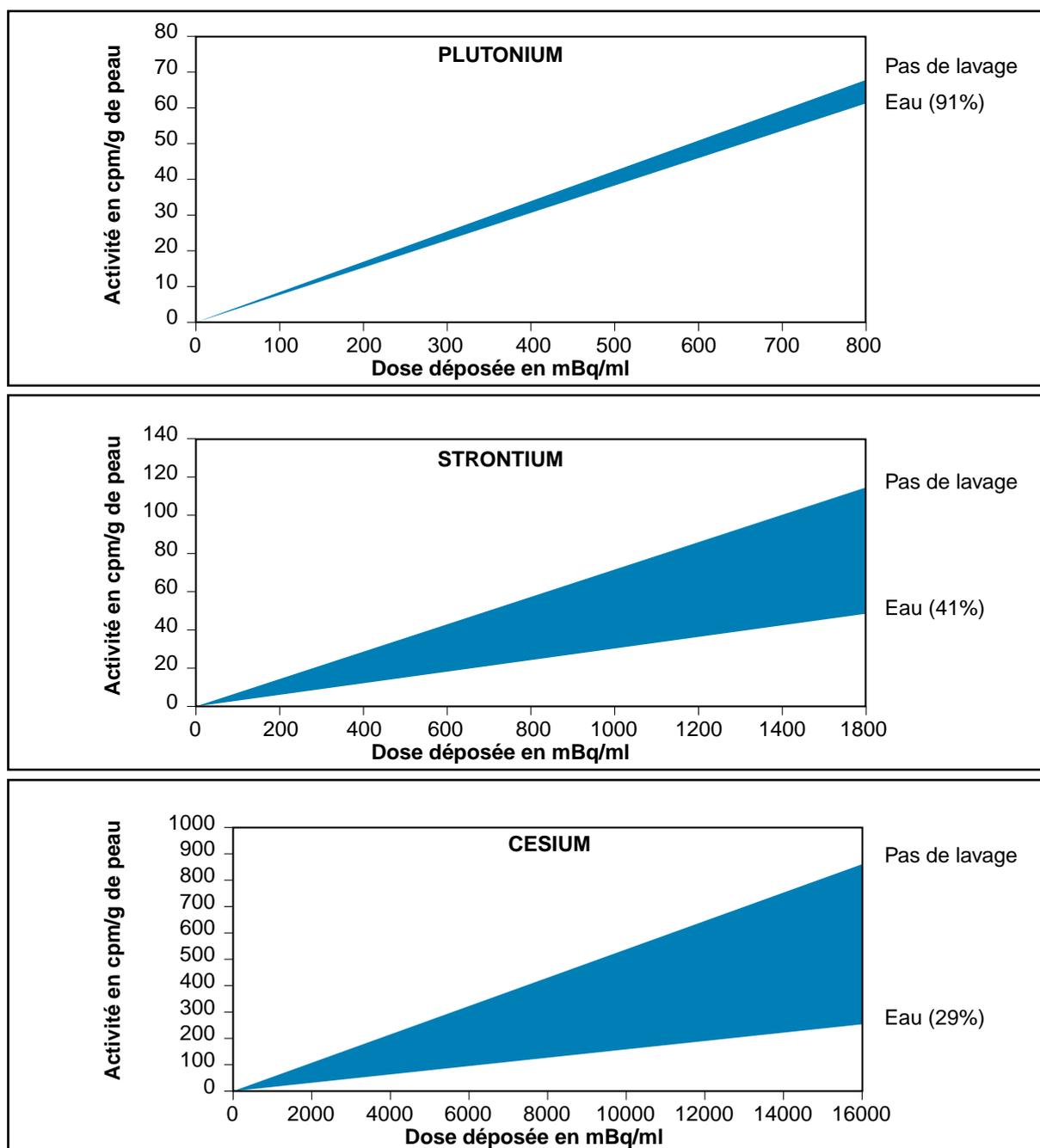
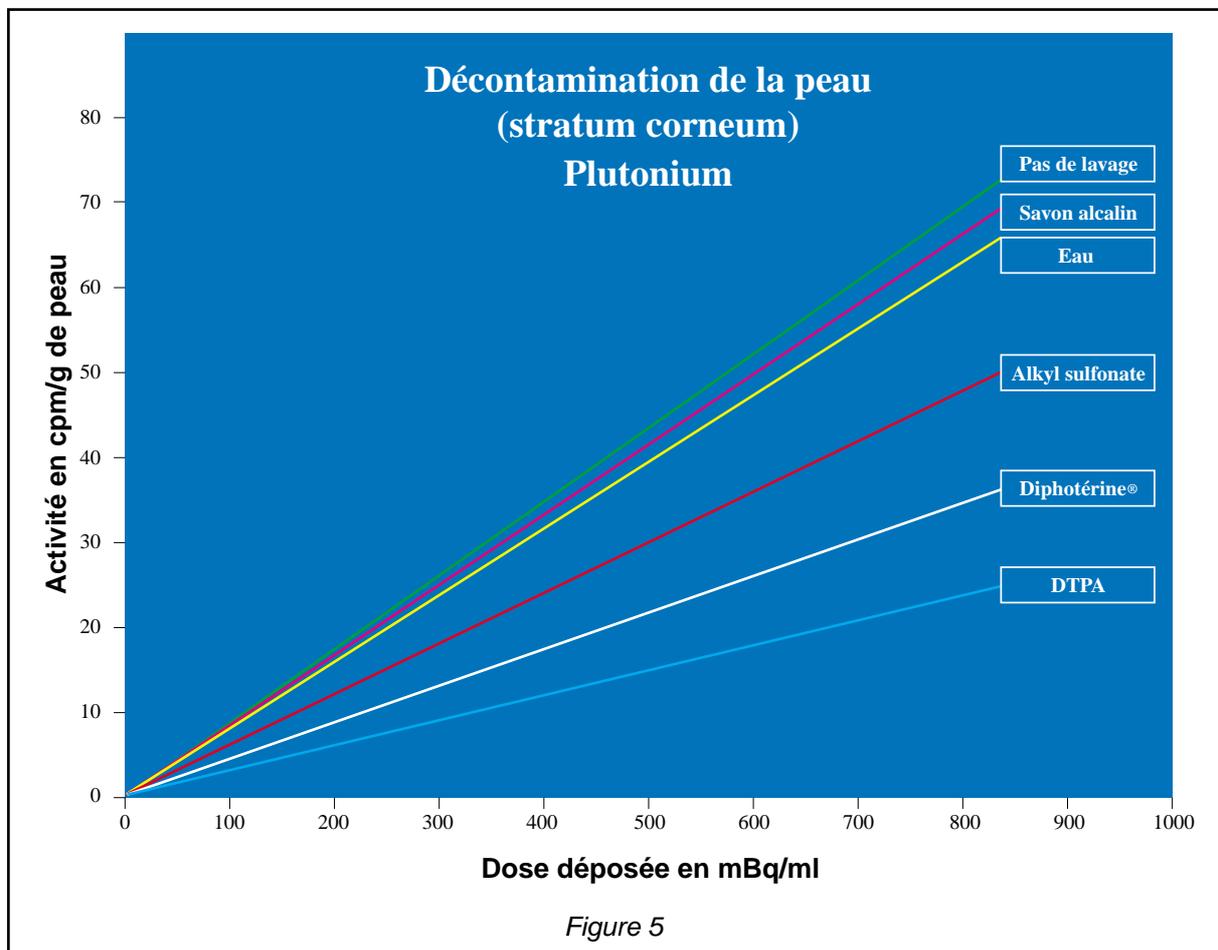


Figure 3 - Lavage de peau (stratum corneum) par l'eau

Action de différents produits sur des fragments d'épiderme contaminés par le plutonium.

La figure 5 donne les représentations graphiques des adsorptions par la couche cornée en fonction de la radioactivité placée dans le milieu d'incubation. On constate que l'adsorption est proportionnelle à la quantité de radioélément présente dans le milieu. Qu'il y ait traitement ou non, les équations sont toujours des droites du type $q = K.A$, avec a égal à 1.

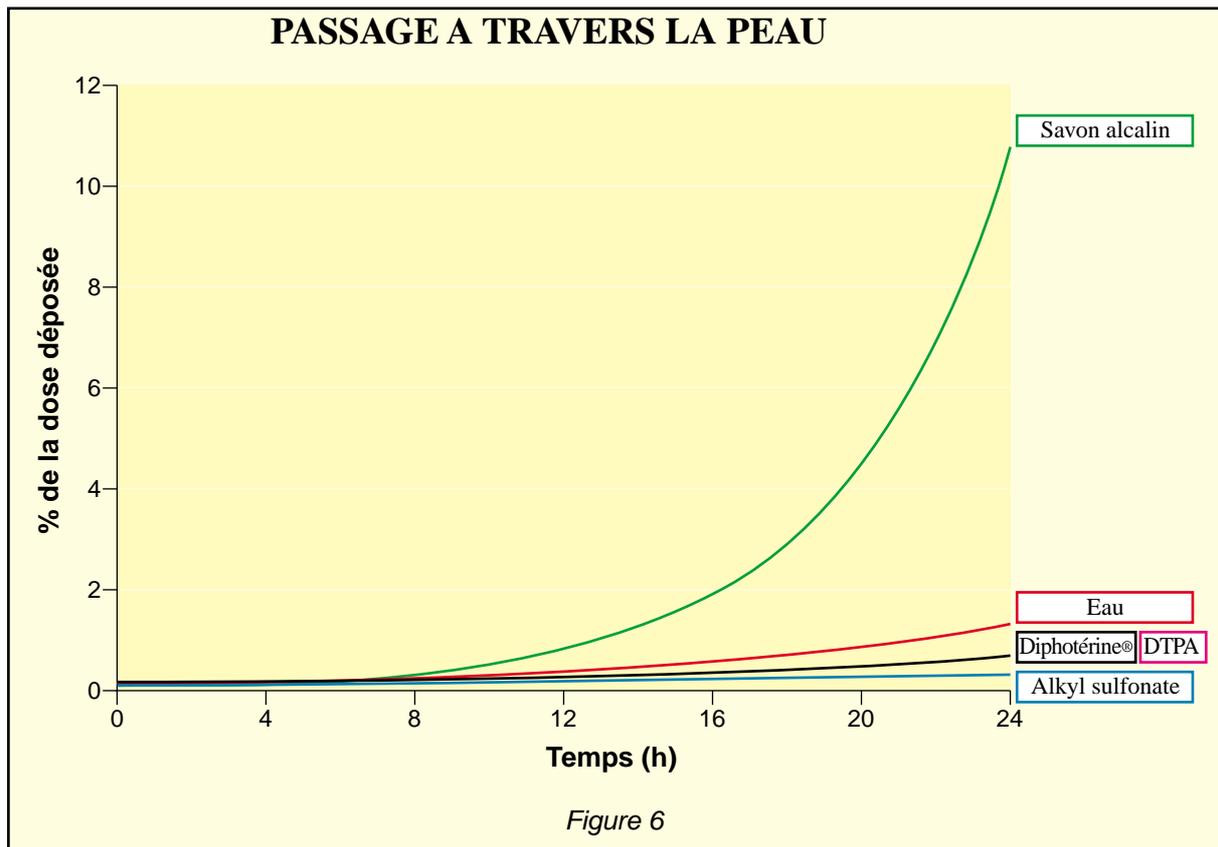
Plus la pente d'une droite est faible, plus le traitement de décontamination est efficace. Le savon comme l'eau n'a pas d'action, les détergents tensioactifs, qu'il s'agisse d'ammonium quaternaire ou de sulfonate ont une efficacité moyenne. Une action décontaminante sera obtenue avec la solution hypertonique amphotère (Diphotérine®) ou avec celle du DTPA, réduction du coefficient a d'un facteur 2.



Absorption percutanée en cellule de diffusion

La peau saine est normalement très peu perméable au plutonium (moins de 1% en 24 heures). La figure 6 montre qu'effectivement ce passage est faible. Aucun des traitements ne le modifie, sauf si du savon est utilisé et dans ces conditions, le passage peut atteindre 10 %, au bout de 24 heures.

Il faut signaler cependant que durant les premières heures de contact (environ 6 heures), l'absorption reste négligeable de l'ordre de 0,01% quel que soit le produit utilisé.



DISCUSSION ET CONCLUSION

Le phénomène essentiel lors d'une contamination de la peau est le premier contact entre l'élément radioactif et l'assise la plus externe de la peau, la couche cornée. La couche cornée est formée de cellules kératinisées aplaties et entourées de lipides, principalement de cholestérol, d'acides gras libres et de cires. Ces lipides forment une sorte de ciment qui unit les cellules kératinisées à la manière des briques d'un mur. La protection exercée par la peau est liée à l'intégrité de ce ciment.

C'est la raison pour laquelle un contact prolongé entre le savon et la peau favorise la pénétration du toxique : en effet le savon solubilise les salissures grasses, il agit de la même façon avec les lipides intercellulaires de la couche cornée, ce qui finit par détériorer l'assise.

Le plutonium a des propriétés particulières : il est capable de former des produits d'hydrolyse polymérisés, dès que le pH est supérieur à 1. Ces polymères s'adsorbent sur tous les supports avec lesquels ils sont en contact. C'est ce qui explique pourquoi un lavage à l'eau ou au savon n'est pas suffisant pour enlever le plutonium de la peau, à la différence du césium et du strontium.

Les détergents à groupements ammonium quaternaire ou sulfonate interviennent de façon non spécifique en modifiant les attractions entre particules radioactives et couches cornée, du fait de leurs propriétés tensioactives.

L'efficacité maximale est atteinte avec la diphotérine® et avec la solution de DTPA, sans doute, en raison des actions hypertoniques et complexantes qu'exercent ses solutions.