

« Résultats issus de travaux réalisés
dans le cadre de l'accord CEA-ORANO.
Diffusion restreinte soumise aux règles
de l'accord »

The CEA logo features the lowercase letters "cea" in a white, rounded, sans-serif font, positioned above a solid green horizontal line. The entire logo is centered within a dark red square background.

cea

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

EVALUATION COMPARATIVE DE L'EFFICACITÉ DE DÉCONTAMINATION DE PROCÉDÉS DIVERS APRÈS CONTAMINATION DE LA PEAU SAINÉ PAR DES ACTINIDES

Anne VAN DER MEEREN, Karine DEVILLIERS, Pierre LAROCHE, Nicolas BAGLAN et
Nina GRIFFITHS

Congrès national SFRP – 17 Juin 2021

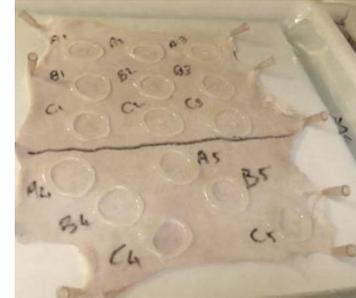
- ▶ Dans l'industrie nucléaire, la contamination cutanée au poste de travail par le Pu, l'Am ou par des mélanges de contaminants est à considérer
- ▶ La prise en charge des travailleurs vise à éviter les contaminations secondaires et à limiter le passage transcutané
- ▶ Les recommandations de décontamination sont le déshabillage du travailleur suivi par un lavage de la peau par des savons ou des agents chélatants (DTPA)
- ▶ Deux catégories de produits de décontamination peuvent être distinguées:
 - **Non spécifiques** : eau (action mécanique et dilution), gels nettoyants (Trait Rouge[®], propriétés émulsifiantes), gel (Osmogel[®], propriétés osmotiques), pansements (propriétés absorbantes)
 - **Spécifiques** : agents chélatants (DTPA, Calixarène)
- ▶ **En pratique, les approches restent relativement empiriques => besoin de données sur l'efficacité des produits de décontamination**

- Expérimentalement, l'évaluation de l'efficacité des produits de décontamination repose généralement sur la quantification du transfert cutané des contaminants en présence ou non de décontamination
- Les modèles expérimentaux couramment utilisés sont *in vitro*, les chambres de diffusion (cellules de Franz) ou des modèles *in vivo* (rongeurs)
- Cependant, ces modèles sont peu adaptés à des études d'efficacité d'un large panel de décontaminants et aux actinides (très faible taux de transfert au travers de la peau, difficulté de manipulation)

Nos objectifs :

- 1- développer un modèle expérimental simple pour le screening de différentes approches de décontamination après contamination de la peau saine avec différents actinides (Pu, Am, U) et différentes formes physico-chimiques (solubilité variable)
- 2- évaluer et comparer l'efficacité de différentes approches de décontamination (celles utilisées au poste de travail et nouvelles méthodes)

- ▶ **Délimitation de zones de contamination** sur une peau de rat
- ▶ **Dépôt des actinides**
- ▶ **Application des décontaminants** deux heures après la contamination
 - Liquides : 3 lavages avec 500 μ l puis séchage avec une compresse
 - Pâteux : application pendant 30 min puis 3 lavages et séchage
 - Solides (pansements) après avoir retiré le cercle de colle
- ▶ **Mesure de l'activité**
 - Dans les liquides par scintillation liquide
 - Dans les solides (peau, pansements) par spectrométrie X/gamma ou scintillation liquide pour l'U
- ▶ **Evaluation de l'efficacité de décontamination** : pourcentage d'activité restant à la peau/activité initiale déposée
- ▶ **Evaluation de l'importance du protocole de décontamination** : mesure de l'activité à toutes les étapes de décontamination



► **Contaminants :**

- Pu: Pu nitrate, Pu/DMF, Pu colloïdes, Pu citrate
- Mélanges: extraits de frottis de Boite à Gants (Pu/Am oxydes)
- Am nitrate
- U nitrate

► **Protocoles :**

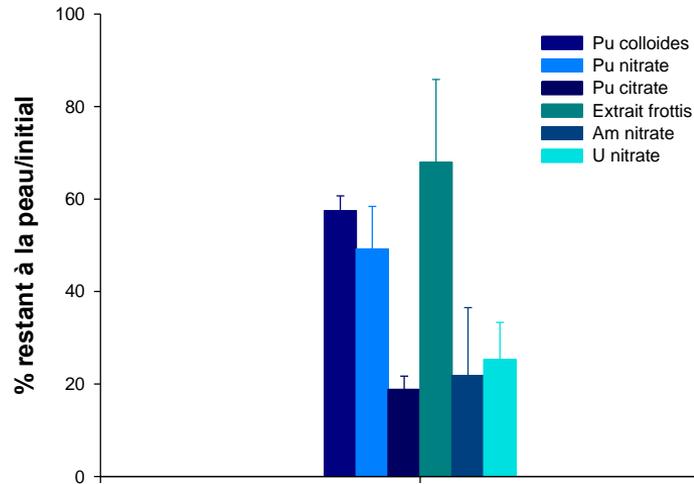
- Durée entre contamination et décontamination
- Méthode de récupération du décontaminant
- Humidité de la peau

► **Décontaminants :**

- Eau
- DTPA à différentes concentrations (0.5- 500 mM)
- Solution lavante : Trait Rouge® dilué au 1/2
- Gels : osmogel, agarose (+/- argile, +/- compresse, +/- DTPA)
- Argile (+/- pansement), oxyde de graphène
- Pansements : urgotul, urgostart, duoderm, algo plaque (+/- DTPA)
- Nanoémulsion Calixarène (Cévidra®)

► L'efficacité de décontamination dépend du contaminant et de sa forme physico-chimique

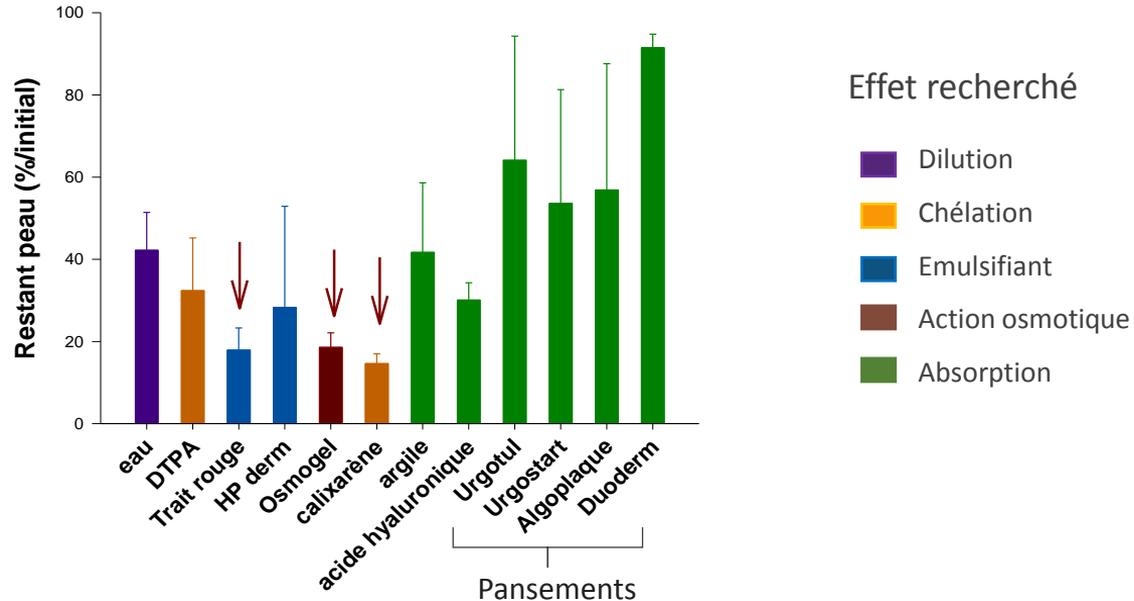
Activité restant à la peau après lavage avec de l'eau



- La décontamination est plus efficace lorsque les composés sont plus solubles (Am>Pu, Pu citrate> Pu colloïde)
- Un simple lavage à l'eau permet de retirer jusqu'à 70-80% de l'activité pour les formes les plus solubles et approximativement 40 % pour les formes les moins solubles

► Pu nitrate – différents décontaminants

- Sélection des traitements les plus efficaces
- Évaluation de l'importance des protocoles de décontamination



- L'efficacité de décontamination est très variable : de 85 % à 9% restant à la peau
- Les trois produits les plus efficaces ont des propriétés différentes

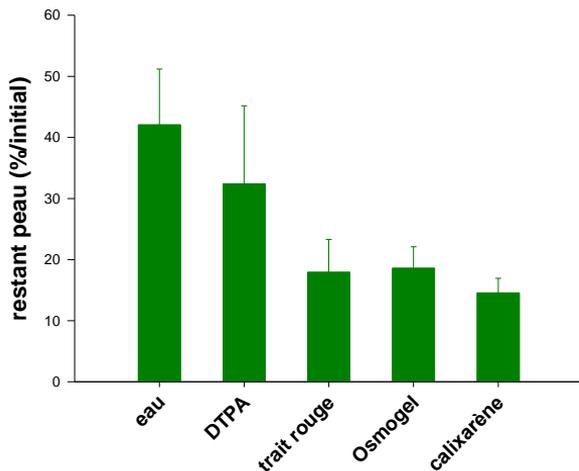
► Pu nitrate

- Sélection des traitements les plus efficaces
- Évaluation de l'importance des protocoles de décontamination

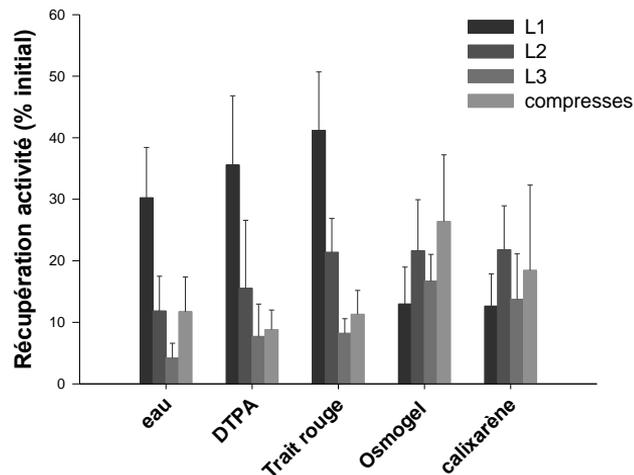
- La concentration du DTPA est sans influence sur l'efficacité de décontamination
- L'efficacité diminue avec le temps après application du décontaminant
- La décontamination est d'autant plus efficace que la peau n'a pas totalement séché après la contamination
- L'humidification de la peau avant l'application des composés pâteux (osmogel et nanoémulsion de Calixarène) n'entraîne pas d'efficacité supplémentaire par rapport à une application sur peau sèche

► Pu nitrate

Activité récupérée et restant à la peau après décontamination : **Efficacité**
moyenne de 3 expérimentations en triplicat

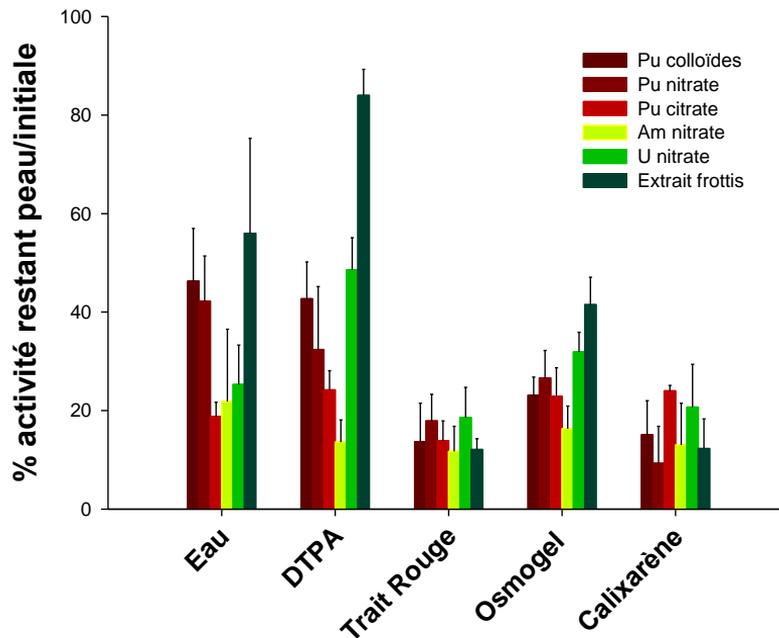


Récupération de l'activité au cours des étapes de décontamination : **Protocole**
moyenne de 3 expérimentations en triplicat



Les gels et crèmes nécessitent plus de lavages ainsi qu'un séchage pour atteindre leur efficacité (augmentation du volume de déchets/solutions)

► Contaminants de natures et de propriétés physico-chimiques variables

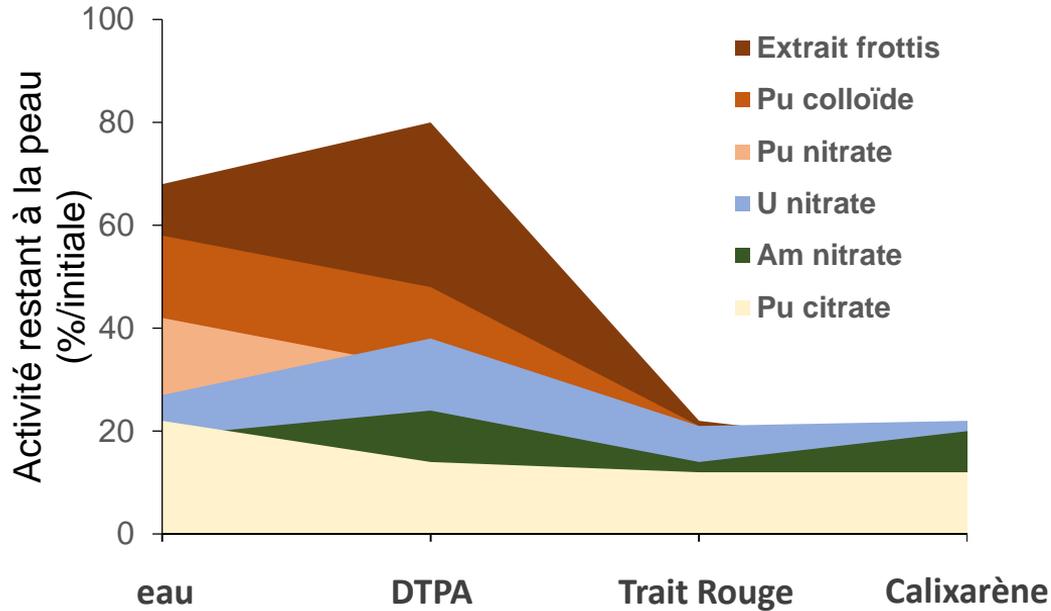


Une efficacité variable des différents produits est observée en fonction des propriétés des contaminants

- ▶ **Le modèle développé permet une estimation facile, rapide et reproductible de l'efficacité de décontaminants de natures diverses après contamination de la peau saine par des actinides**
 - Les lavages avec une solution de DTPA n'ont qu'une efficacité limitée,
 - Le trait rouge, la nanoémulsion de calixarène et l'osmogel présentent une bonne efficacité,
 - Les pansements sont peu efficaces sauf en cas de contamination humide.

- ▶ **Le modèle renseigne également sur l'efficacité de chaque étape du procédé de décontamination**
 - Pour les décontaminants liquides, le premier lavage est le plus efficace. Une répétition des lavages est nécessaire pour les composés pâteux,
 - L'étape de séchage avec une compresse après le lavage est importante (jusqu'à 30 % de l'activité récupérée).

- ▶ **Pour les contaminants les plus solubles, peu de différences dans l'efficacité des différents produits de décontamination sont observées**



- Lorsque la nature du contaminant est inconnue, le trait rouge ou la nanoémulsion de calixarène sont à privilégier

Merci de votre attention

Et merci à

The logo for CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) is displayed in white on a red square background. It consists of the lowercase letters 'cea' in a stylized, rounded font, with a horizontal green line underneath the 'a'.

- ▶ **Nina Griffiths**
- ▶ **Karine Devilliers**
- ▶ **Sylvie Coudert**
- ▶ **Agnès Moureau**

- ▶ **Pierre Laroche**
- ▶ **Sandra Bohand**

