

Introduction

À la suite d'un incident nucléaire, il arrive que d'importantes quantités de matières radioactives soient déposées sur les surfaces. Il est donc nécessaire de procéder à une décontamination radioactive de celles-ci. Il existe deux principaux moyens de décontamination: mécanique et chimique. Les **gels** sont une technique chimique qui permet l'adsorption des radionucléides présents sur différents types de surfaces. Aujourd'hui, on retrouve sur le marché des gels performants mais qui peuvent être nuisibles pour l'homme et l'environnement. Une nouvelle génération de gels a été développée en remplaçant les composants chimiques/toxiques pour des matériaux biodégradables. **Ces nouveaux gels sont-ils capables de décontaminer les surfaces avec un impact moindre sur l'environnement?**

Facteurs influençant le processus de décontamination

- Le type de surface
- Le contaminant
- La composition chimique du gel

Points forts des gels conventionnels

- Bonnes performances de décontamination avec un Facteur de Décontamination (FD) jusqu'à 100%
- La décontamination peut être effectuée sur place
- Aucun déchet liquide à traiter
- Réduction du volume de déchets de décontamination

Composition chimique des gels conventionnels

- Polymère:** Donne des propriétés filmogènes et adhésives au gel. Ex: vinyles (PVA, PVAc...), acryliques, polyuréthanes, celluloses.
- Solvant:** permet de dissoudre les composants chimiques. Ex: eau.
- Agent plastifiant:** réduit l'adhérence du gel à la surface. Ex: glycérol.
- Agent chélateur:** favorise la formation de complexes. Ex: EDTA, DTPA...

Points faibles des gels conventionnels

- Composants chimiques peu ou pas biodégradables et toxiques.
- Plusieurs applications du gel sont nécessaires.
- Les radionucléides piégés dans le gel ne sont pas récupérables.

Méthodologie

- Préparation de la solution radioactive
- Application de la solution radioactive sur 4 types de surface
- Mesure de l'activité (Bq) sur la surface contaminée
- Préparation du gel biodégradable
- Application des gels sur les surfaces contaminées

Matériels

$^{60}\text{Co} + ^{137}\text{Cs} + ^{241}\text{Am} + ^{133}\text{Ba} + 0,1\text{N HNO}_3$

- Carreaux de céramique (fig. 2 (a))
- Tôle galvanisée (fig. 2. (b))
- Métal peint (fig. 3. (c))
- Matière plastique (fig. 4 (d))

Détecteur à rayons gamma HPGE

Facteur de Décontamination (FD)

Calcul du FD :

$$FD(\%) = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100$$

Eqn 1. Facteur Décontamination¹

- A_0 = Activité initiale (Bq)
- A_f = Activité finale (Bq)

Tableau 1. Composition chimique des gels biodégradables¹

Nom Gel	Polymère	Argile	Agent chélateur	Agent plastifiant
SC1		Bentonite (BT)	EDTA	
SC2		/	PBTC	
SC3		/	Catéchol	
SC4		/	Na Gallate	
SC5		/	DTPA	
SC6		/	EDDS	
SC7		/	IDS	
SC8		Saponite (SP)	IDS	

Fig. 1. Fonctionnement du gel².

Application du gel (une couche de 0,44 mm) → Séchage du gel (24h) → Pelage du gel

Facteurs de décontamination (FD)

^{241}Am ^{137}Cs ^{60}Co ^{133}Ba

(a) Carreaux de céramique

(b) Tôle galvanisée

(c) Métal peint

(d) Matière plastique

Fig. 2. Facteurs de décontamination par rapport à la surface: (a) carreaux de céramique, (b) Tôle galvanisée, (c) plaques métalliques peintes et (d) matière plastique¹.

- Tous les gels réduisent + de 75% des RN présents sur les surfaces (c) et (d).
- Réduction > à 95% du ^{137}Cs sur tous les types surfaces pour tous les gels.
- Les échanges d'ions entre l'argile et les contaminants affectent le FD. Le gel SC8 présente des FD similaires pour: ^{137}Cs , ^{60}Co et ^{133}Ba pour les surfaces (a), (c) et (d).
- Les surfaces (a), (c) et (d) présentent la même tendance de variation du FD: $FD(^{137}\text{Cs}) > FD(^{133}\text{Ba}) > FD(^{60}\text{Co}) > FD(^{241}\text{Am})$.

Gels conventionnels Vs. Gels Biodégradables

Tableau 2. Comparaison des performances des gel conventionnels Vs. Gels biodégradables¹

Nom du gel	Biodégradable	FD (%)	Applications nécessaires
Decongél 1101™	Non	82<FD<100	3 (selon la porosité)
StripCoat™ TLC Free	Non	10<FD<50	3 (selon la porosité)
ALARA™ 1146	Non	50<FD<89	Dépend de la porosité
SC2, SC3, SC6, SC7, SC8	Oui	65<FD<97	1 (surfaces peu poreuses)

Les gels SC2, SC3, SC6, SC7, SC8 contenant des agents chélateurs biodégradables sont aussi performants (65%<FD<97%) que les gels du marché.

Conclusion

La décontamination radioactive des surfaces dépend de leurs interactions avec les contaminants, ainsi que des liaisons chimiques des radionucléides avec les composants du gel. Il a été démontré qu'il est possible de remplacer les agents chélateurs conventionnels (EDTA, DTPA, Catéchol) par des alternatives biodégradables (EDDS, IDS, PBTC) tout en conservant de bonnes performances de décontamination ($FD = 65\% < FD < 97\%$). La présence d'argile saponite (SP) permet une meilleure adsorption des radionucléides présents sur les surfaces contaminées car celle-ci augmente les interactions entre les RN et l'argile. Même si ces nouveaux gels biodégradables n'ont pas été testés sur le terrain, les performances évaluées au laboratoire sont prometteuses.

Bibliographie

- Pulpea, D., 2020. Decontamination of radioactive hazardous materials by using novel biodegradable strippable coatings and new generation complexing agents 12.
- Wagle, P.G., Tamboli, S.S., More, A.P., 2021. Peelable coatings: A review. Prog. Org. Coat. 150, 106005. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.106005>
- R. Kohli, K.L. Mittal, 2019. Developments in Surface Contamination and Cleaning: Applications of Cleaning Techniques, vol. 11, Elsevier p. 71
- Luong, P.Q., Chinh, N.V., Lam, N.D., 2016. Surface Decontamination Studies of ^{137}Cs and ^{85}Sr Using Polymer Gel. Univers. J. Phys. Appl. 7.
- R.R. James, Z.J. Willenberg, 2008. Technology Evaluation Report Bartlett Services Inc. Stripcoat TLC Free™ Radiological Decontamination Strippable Coating
- J. Heiser, T. Sullivan, 2009. Decontamination Technologies Task 3 Urban Remediation and Response Project Prepared for New York City.