

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU102908

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU102908

51

Int. Cl.:
G21F 9/28, G21F 9/30, G21C 19/44

22

Date de dépôt: 07/02/2022

30

Priorité:

72

Inventeur(s):
Attila HORVAY-KOVACS - Luxembourg, Jozsef KOVACS
- Hongrie

43

Date de mise à disposition du public: 07/08/2023

74

Mandataire(s):

47

Date de délivrance: 07/08/2023

73

Titulaire(s):
Attila HORVAY-KOVACS - 2360
Luxembourg (Luxembourg), Jozsef KOVACS - 2040
Budaors (Hongrie)

54

Procédure de traitement des déchets radioactifs/ le combustible utilisé.

57

Procédure de traitement des déchets radioactifs/combustibles usées en libérant des déchets radioactifs vers des mines d uranium abandonnées en réduisant le rayonnement des déchets radioactifs. Au cours de la procédure d invention, les déchets sont découpés en bandes avec une coupe adaptée au type de déchets material/2 5 mm/coupe, puis le matériau découpé dans les bandes est mélangé avec du béton de barite, tandis que le rayonnement du mélange est mesuré en continu. Le béton de barite antirayonnement est ajouté au matériau coupé jusqu'à ce que le niveau de rayonnement des matières en vrac soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine. Le mélange obtenu est introduit dans la mine abandonnée au moyen de forages à la pression appropriée ou, après mélange, lorsque le niveau de rayonnement du mélange est inférieur à la limite autorisée, stocké sous forme de brique en béton.

PROCÉDURE DE TRAITEMENT POUR LES DÉCHETS RADIOACTIFS/LE COMBUSTIBLE USÉ

Objet de l'invention:

L'objet de l'invention est une procédure de traitement des déchets radioactifs/combustibles usées en libérant des déchets radioactifs vers des mines d'uranium abandonnées en réduisant le rayonnement des déchets radioactifs, de sorte que le niveau de rayonnement soit réduit de telle sorte qu'il soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine (niveau de rayonnement naturel). Ainsi, dans le cas de déchets radioactifs ainsi déposés, le rayonnement des matériaux déposés reste inférieur au niveau de rayonnement de la pierre mère au niveau radiologique pour l'homme et l'environnement.

Au cours de la procédure d'invention, les déchets sont découpés en bandes avec une coupe adaptée au type de déchets material/2-5 mm/coupe, puis le matériau découpé dans les bandes est mélangé avec du béton de barite, tandis que le rayonnement du mélange est mesuré en continu. Le béton de barite antirayonnement est ajouté au matériau coupé jusqu'à ce que le niveau de rayonnement des matières en vrac soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine. Le mélange obtenu est introduit dans la mine abandonnée au moyen de forages à la pression appropriée ou, après mélange, lorsque le niveau de rayonnement du mélange est inférieur à la limite autorisée, stocké sous forme de brique en béton.

Description détaillée et contexte

A. Environnement juridique et réglementaire

L'énergie nucléaire est une source propre et peu coûteuse de production d'électricité, mais les deux principaux facteurs de risque liés à son utilisation sont le risque d'accident et l'élimination sûre du combustible usé.

Outre le démantèlement des réacteurs nucléaires (américain, français, allemand), le manque de prise en charge du combustible usé et d'autres polluants radioactifs constitue une menace réelle. Les déchets nucléaires restent une matière radioactive dangereuse pendant des milliers d'années, et il est malheureusement clair que le concept de concepteurs de réacteurs nucléaires il y a 40 à 50 ans ne portait pas sur la manière dont ces réacteurs pouvaient être démantelés et les matières hautement radioactives éliminées en toute sécurité, ni même sur ce qui pouvait être lancé avec les déchets radioactifs générés en cours d'exploitation.

Tous les États membres de l'UE produisent des déchets radioactifs. Ces déchets sont produits par l'utilisation de centrales nucléaires civiles pour la production d'électricité et par des applications radio-isotopes dans les domaines de la médecine, de l'industrie, de l'agriculture, de la recherche et de l'éducation. Le rejet de déchets radioactifs dans l'Union est régi par la directive 2011/70/Euratom1 du Conseil (ci-après la «directive»). La directive établit un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs afin d'éviter d'imposer aux générations futures des contraintes excessives, et exige de chaque État membre qu'il mette en place et maintienne un cadre national politique, réglementaire et organisationnel pour la gestion de tous types de déchets radioactifs, de la production jusqu'au stockage. (autres que le refroidissement).

En novembre 2010, 143 centrales nucléaires (réacteurs) étaient en activité dans l'UE dans 14 États membres. En outre, un certain nombre de centrales qui ont fermé, ainsi que d'autres installations nucléaires, comme les usines de retraitement de combustible usé, génèrent également des déchets radioactifs. L'UE produit généralement 280 m³ de déchets de haute activité par an, 3 600 tonnes de métaux lourds par l'intermédiaire du combustible usé et 5 100 mètres cubes de déchets radioactifs à vie longue, pour lesquels il n'existe aucune procédure de stockage définitif (sixième rapport sur l'état d'avancement de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé dans l'Union européenne, SEC (2008) 2416). Il existe d'autres roulements de déchets de moindre activité, dont une grande partie est régulièrement éliminée. Les déchets de haute activité sont hautement radioactifs. Ils contiennent des radionucléides à vie longue et génèrent une quantité considérable de chaleur. Elle représente 10 % des déchets radioactifs produits, mais elle est responsable de 99 % du rayonnement radioactif total, y compris les matières fissiles, les déchets isotopiques et le combustible usé.

Il existe, en Europe et dans d'autres parties du monde, un consensus croissant selon lequel un stockage en couche géologique profonde avec un système de barrières naturelles et artificielles constitue la solution la plus adaptée pour la gestion à long terme du combustible usé, des déchets de haute activité et des autres déchets radioactifs ayant une longue durée de vie. Ce consensus se fonde sur un travail mené pendant plusieurs décennies, comprenant de vastes programmes de recherche, développement et démonstration afin d'élaborer des solutions techniques pour les dépôts géologiques profonds et d'en évaluer la sécurité à long terme sur les longues périodes au cours desquelles les déchets doivent être isolés de la biosphère.

B. Description du problème

En conséquence, l'élimination définitive des déchets nucléaires est un problème non résolu à l'échelle mondiale, que les pays de l'UE doivent également combattre en ¹ vertu de la législation de l'UE. La conception du placement est très coûteuse et complexe: Elle nécessite de nombreuses décennies de recherche géologique et d'énormes travaux d'ingénierie. Elle soulève également des questions tranquilles, telles que la manière dont nous pouvons communiquer avec les générations futures à l'horizon de 100 000 ans. Ces installations nécessitent un suivi et un suivi continu et ne fonctionnent pas sans événements.

Il existe trois types de déchets, classés en fonction du «danger» en fonction du niveau de radiation:

- Déchets de faible activité: Vêtements, outils et matériaux contaminés provenant d'installations de recherche.
- Déchets de haute activité: Il s'agit déjà de substances présentant un danger immédiat, telles que les résines ioniques utilisées pour la filtration et l'épuration de l'eau de refroidissement.
- Le combustible usé est: Plus précisément, il s'agit de l'unité contenant des matières fissiles dans laquelle intervient la réaction en chaîne. Ils sont échangés tous les 3 à 4 ans.

Dans la majorité des États, une politique définitive en matière de combustible usé n'existe pas ou n'est toujours pas mise en œuvre, à l'exception des dispositions visant à garantir une période de stockage prolongée en toute sécurité pouvant aller jusqu'à 100 ans (sixième rapport sur la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé dans l'Union européenne, SEC (2008) 2416).

À l'heure actuelle, aucun stockage définitif n'est en service partout dans le monde, alors que les déchets nucléaires sont en augmentation et qu'il faut commencer quelque chose. Il existe davantage de places en Europe pour s'attaquer au problème des déchets nucléaires: La Finlande, la Suède et la Suisse ont déjà mis en place des laboratoires pilotes souterrains sur les sites des futures installations de stockage. Fin a déjà commencé à construire une installation de stockage appelée Onkalo («crelow»), qui devrait fonctionner tous les cent mille ans près de la centrale nucléaire d'Olkiluoto.

Le combustible nucléaire provenant de centrales nucléaires est stocké dans la décharge spéciale jusqu'à ce que son rayonnement atteigne le niveau de rayonnement de l'uranium initialement extrait, qui, selon nos connaissances de Yenlegian, est de 100 à 300000 ans. En outre, la formation géologique réceptrice du dépôt des déchets doit être sélectionnée sur la base d'un certain nombre de critères, plus un critère professionnel, tels que:

- profond;
- être stables, sismiques;
- il ne doit pas y avoir d'eau traversant la roche d'étanchéité;

¹ Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM et 2003/122/EURATOM

Directive 2011/70/Euratom du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs

- Aucune émission ne doit se produire;
- Aucun organisme vivant n'est autorisé à pénétrer, de préférence dans un délai de 100 à 300 ans après sa fermeture.

Étant donné que les structures humaines restantes les plus anciennes n'ont que 5 à 7000 ans, imaginons qu'elles soient sûres sur une période comprise entre 100 et 100 000 ans, et quel message une telle construction d'ingénierie peut envoyer aux 2000 prochaines générations.

L'objectif de sûreté du stockage et du stockage temporaires de déchets radioactifs dans une installation de stockage est de contenir des isotopes radioactifs dans les déchets radioactifs qui présentent un risque pour l'homme et l'environnement en provenance de la biosphère et des éléments environnementaux qui l'affectent, protégeant ainsi les générations actuelles et futures ainsi que l'environnement.

L'objectif général de sécurité est d'assurer la protection de l'homme et de l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants.

L'objectif de la radioprotection est de faire en sorte que l'exposition des travailleurs concernés et de la population soit à tout moment inférieure aux limites prescrites et aussi faible que raisonnablement possible. Cela est assuré en cas de défaillances de la base de conception et, dans la mesure du possible, en cas de défaillances au-delà de la conception et en cas d'exposition résultant d'accidents.

L'objectif technique de sécurité est que les conséquences possibles de tous les incidents présumés pris en compte dans la conception de l'installation de stockage se situent dans des limites acceptables et que la probabilité d'accidents soit suffisamment faible.

C. La méthode

C'est la raison pour laquelle j'ai mis au point une méthode visant à réduire le rayonnement des déchets radioactifs et à le ramener dans les mines d'uranium abandonnées, de sorte que le niveau de rayonnement soit réduit de telle sorte qu'il soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine (niveau de rayonnement naturel). Ainsi, dans le cas de déchets radioactifs ainsi déposés, le rayonnement des matériaux déposés reste inférieur *au niveau de rayonnement de la pierre mère au niveau radiologique pour l'homme et l'environnement.*

Cette couche de roche, reconnue au cours de l'extraction de l'uranium, peut convenir à la réception à long terme des déchets nucléaires les plus «les plus durs», c'est-à-dire le plus haut niveau de déchets nucléaires. Cette couche se compose essentiellement de pierres dites argileuses, c'est-à-dire d'argile qui était auparavant soumise à une forte pression et qui est devenue une roche (anciennement connue sous le nom de «mudstone» ou «aleurolite»). Cette roche est, entre autres, très étanche à l'eau en raison de sa très petite taille de particules et est donc potentiellement apte au stockage de tout type de déchets. En outre, le matériau présentant une radioactivité réduite sera renvoyé dans le milieu naturel dont il provient.

Le barite (poids, sulfate de baryum) est de baryum, avec une structure cristalline destructrice, et est un complexe minéral du groupe des sulfates de baryum. Il présente la forme la plus courante de cristal de panelé et

de cristal à colonne rabbrée, mais il se présente également dans des pools de tubercules ou des masses de tubercules. Le béton de barite est un béton lourd sec autonome qui, outre d'autres exigences en béton, présente les excellentes caractéristiques suivantes:

- capacité d'étanchéité et d'isolation (capacité d'intrusion inférieure à 5 mm)
- haute résistance au feu (entre 600 °C et 800 °C)
- -capacité d'absorption élevée contre le gamma, le neutron et les rayons X (30 % plus efficace que le béton lourd conventionnel).
- Le barite peut être utilisé pour produire du béton lourd d'un poids sec de 3 400 kg/m³.

D. Rejet d'effluents radioactifs

Gestion des déchets isotopiques

- remblayage. Avec un cutter adapté au type de déchets material/2-5 mm/coupe. Mélanger ensuite avec du béton de barite lors de la mesure du rayonnement du mélange et ajouter du béton de barite antiradiation jusqu'à ce que le niveau de rayonnement du matériau d'étanchéité soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine. Le mélange obtenu est introduit dans la mine abandonnée avec une pression suffisante par des trous.
- briques de béton. Avec un cutter adapté au type de déchets material/2-5 mm/coupe. Mélanger avec du béton de barite jusqu'à ce que le niveau de rayonnement du mélange soit inférieur à la limite autorisée. Nous coulons dans des formes de béton ainsi produites, puis entretenons les matériaux/briques solidifiés/déjà partout.

Gestion du combustible

- Découper les éléments combustibles en pièces de 2 à 5 mm, mélanger avec du béton de barite et permettre de solidifier en barres d'un diamètre de 5 à 10 cm. Ces barres sont ensuite cassées en morceaux de 2 à 3 centimètres. Le broyage ainsi produit est mélangé avec du béton de barite supplémentaire au niveau de rayonnement réduit en conséquence, puis introduit dans les mines abandonnées au moyen de forages.

Dans les deux cas, le matériau présentant une radioactivité réduite sera renvoyé dans le milieu naturel dont il provient de telle sorte que le niveau de rayonnement soit réduit de telle sorte qu'il soit inférieur au niveau de rayonnement de la pierre de base de la mine (niveau de rayonnement naturel). Le rayonnement du mélange de déchets radioactifs déposés dans le cerveau reste inférieur au niveau de rayonnement de la pierre mère au niveau radiologique pour l'homme et l'environnement.

Un autre avantage de cette procédure réside dans le fait que l'objectif principal du rejet de déchets radioactifs dans un environnement géologique stable est d'assurer une isolation adéquate contre l'activité humaine et les processus naturels, avec d'importantes économies de coûts. Dans le cas des matières retournées dans des mines d'uranium abandonnées, le rejet de radionucléides dans les matières renvoyées vers des mines d'uranium abandonnées n'est, en dernier recours, qu'à une concentration si faible qu'il ne constitue pas une menace pour la santé humaine et l'environnement naturel.

Claim :

1. Procédure de traitement des déchets radioactifs/combustibles incinérés, en réduisant le rayonnement des déchets radioactifs et en le renvoyant vers des mines d'uranium abandonnées, de manière à réduire le niveau de rayonnement de manière à ce qu'il soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine (niveau de rayonnement naturel).
2. Traitement des déchets isotopiques — remblayage La procédure de la revendication 1 caractérisée par l'utilisation d'un séparateur adapté au type de déchets à appliquer sur strips/2-5 mm/coupe. Mélanger ensuite avec du béton de barite lors de la mesure du rayonnement du mélange et ajouter du béton de barite antiradiation jusqu'à ce que le niveau de rayonnement du matériau d'étanchéité soit inférieur au niveau de rayonnement de la roche de base de la mine. Le mélange obtenu est introduit dans la mine abandonnée avec une pression suffisante par des trous.
3. Traitement des déchets isotopiques — briques de béton. La procédure de la revendication 1 se caractérise par le fait qu'elle est divisée en bandes avec une coupe adaptée au type de déchets matériel/2-5 mm/coupe. Mélanger avec du béton de barite jusqu'à ce que le niveau de rayonnement du mélange soit inférieur à la limite autorisée. Nous versons dans les formes de béton ainsi produites, puis entretenons les matériaux/briques solides/déjà partout.
4. Gestion du combustible. La procédure décrite dans la revendication 1 se caractérise par la découpe des éléments combustibles en pièces de 2 à 5 mm, en agitant avec du béton de barite et en laissant se solidifier en barres d'un diamètre de 5 à 10 cm. Ces barres sont ensuite cassées en morceaux de 2 à 3 centimètres. Le broyage ainsi produit est mélangé avec du béton de barite supplémentaire au niveau de rayonnement réduit en conséquence, puis introduit dans les mines abandonnées au moyen de forages.