



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **706 458 B1**

(51) Int. Cl.: **G21F** **9/28** (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00596/12

(22) Date de dépôt: 30.04.2012

(43) Demande publiée: 31.10.2013

(24) Brevet délivré: 15.05.2017

(45) Fascicule du brevet publié: 15.05.2017

(73) Titulaire(s):
GRANIT TECHNOLOGIES SA, Rue des Ducats 40a
1350 Orbe (CH)

(72) Inventeur(s):
Olivier Mercier, 1882 Gryon (CH)
André Hentsch, 1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(74) Mandataire:
Cabinet Roland Nithardt Conseils en Propriété Industrielle
S.A., Y-Parc rue Galilée
1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(54) **Procédé de cimentation pour le stockage de déchets.**

(57) L'invention concerne un procédé de cimentation pour le stockage de déchets, notamment de résidus dangereux, en particulier de résidus contaminés radioactifs, contenant des sulfates et/ou d'autres sels corrosifs pour le béton usuel, ces résidus contaminés provenant du traitement de déchets organiques par une oxydation par voie humide ou par oxydation par de l'eau oxygénée. Selon ce procédé, on procède à un compactage des résidus contaminés transformés en poudres fines par le traitement par oxydation pour obtenir des granulats, puis l'on mélange ces granulats avec un ciment compatible avec les sulfates et de l'eau pour fabriquer du béton. Le béton obtenu est placé, avant sa prise, dans des conteneurs étanches en vue du stockage final des résidus contaminés.

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de cimentation pour le stockage de déchets, notamment de résidus dangereux, en particulier de résidus contaminés radioactifs, contenant des sulfates et/ou d'autres sels corrosifs pour le béton usuel, ces résidus contaminés provenant du traitement de déchets organiques par oxydation par voie humide ou par oxydation par eau oxygénée.

[0002] Certains déchets dangereux et agressifs pour la population, pour la faune et la flore et plus généralement pour l'environnement, notamment des déchets faiblement et/ou moyennement radioactifs qui ne peuvent pas être décontaminés avec les moyens technologiques dont on dispose actuellement, sont stockés dans des sites de haute sécurité après avoir été enrobés dans du béton.

[0003] Le premier problème qui se pose est celui du volume de ces enrobages de résidus destinés à être stockés en phase finale. Plus ce volume est important, plus le stockage est coûteux parce qu'il nécessite des sites sécurisés qui sont à la fois rares et chers. Par conséquent, toutes les solutions permettant de réduire ce volume présentent un avantage par rapport aux systèmes existants.

[0004] Le procédé de traitement par oxydation par voie humide, que l'on appellera par la suite: traitement OVH, ainsi que le procédé par oxydation par eau oxygénée produisent des déchets sous la forme de poudres très fines en suspension dans un liquide. La quantité d'eau peut être diminuée par évaporation, par précipitation, par pressage ou par toute autre technique connue pour être adaptée à la cimentation des déchets. Néanmoins les poudres très fines nécessitent de grosses quantités de ciment pour être agglomérées en vue de constituer un enrobage. De plus, lorsque la quantité de ciment est augmentée, le volume d'eau nécessaire pour assurer la prise du ciment est également augmenté.

[0005] Lorsque ces résidus contiennent des sulfates ou d'autres sels corrosifs pour les ciments usuels, il est en outre nécessaire d'augmenter la proportion de ciment par rapport à la masse de déchets car avec des ciments traditionnels du type Portland, la charge de sulfates ou d'autres sels agressifs, tels que des nitrates par exemple, ne peut pas dépasser approximativement 1 à 2%. La conséquence est également une augmentation du volume de ciments d'où une augmentation de la proportion de béton par rapport au volume de déchets.

[0006] La présente invention se propose de pallier les inconvénients de l'art antérieur connu en développant un procédé qui permet d'éviter une augmentation de la proportion de ciments pour réaliser l'enrobage des déchets organiques contaminés radioactifs, issus d'un traitement OVH et, par conséquent, de réduire le volume des déchets préparés pour un stockage final de longue durée, ce qui a une conséquence directe sur le coût du stockage.

[0007] Ce but est atteint par le procédé de cimentation pour le stockage de déchets, notamment de déchets dangereux, en particulier de déchets radioactifs, tel que défini en préambule, caractérisé en ce que, dans une première phase, l'on procède à un compactage des résidus contaminés préalablement transformés en poudres fines essentiellement non-organiques par le traitement OVH puis par l'obtention des granulats, dans une deuxième phase, l'on mélange ces granulats avec du ciment et de l'eau pour fabriquer un béton qui enrobe ainsi lesdits résidus contaminés et, dans une troisième phase, l'on place le béton obtenu avant sa prise dans des conteneurs étanches en vue du stockage final desdits résidus contaminés contenus dans le béton.

[0008] Selon un premier mode de réalisation particulier l'on effectue le compactage des résidus contaminés en milieu humide.

[0009] Selon un deuxième mode de réalisation particulier l'on effectue le compactage des résidus contaminés en milieu sec.

[0010] Selon un troisième mode de réalisation particulier l'on effectue le compactage des résidus contaminés par une réaction chimique agencée pour former des ponts entre les particules des poudres fines et des agglomérats.

[0011] Lors du compactage des résidus contaminés en milieu humide, l'on ajoute de préférence un liquide et/ou d'un solvant organique.

[0012] Lors du compactage des résidus contaminés en milieu sec, l'on applique des pressions plus ou moins fortes sur les poudres de résidus contaminés.

[0013] De façon particulièrement avantageuse, l'application des pressions peut s'effectuer mécaniquement, de préférence en continu, au moyen de tambours rotatifs.

[0014] Selon un mode de réalisation préférentiel, l'on sélectionne le ciment destiné à former le béton parmi des ciments compatibles avec des sulfates et/ou autres sels corrosifs.

[0015] De façon avantageuse, ledit ciment compatible avec des sulfates et/ou autres sels corrosifs est un ciment sursulfaté correspondant à la norme européenne EN 15 743:2010-04.

[0016] La présente invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée de modes préférés de mise en œuvre du procédé.

[0017] Un traitement par OVH (oxydation par voie humide) ou par eau oxygénée de déchets contenant des matériaux organiques radioactifs, moyennement radioactifs ou faiblement radioactifs éventuellement mélangés à des produits orga-

niques non radioactifs, mais potentiellement dangereux, a pour objectif l'obtention de résidus dont le volume en composés organiques est considérablement réduit. Si l'on parvient à réduire le volume des résidus destinés au stockage final, le coût du stockage est réduit sensiblement proportionnellement à la réduction de leur volume. Le traitement OVH ou par une oxydation par eau oxygénée génère des déchets sous la forme de poudres fines, de l'ordre de quelques micromètres, sensiblement comparables aux grains du ciment, qui sont en suspension dans un liquide dont la teneur en sulfates et/ou autres sels corrosifs est comprise entre approximativement 1 à 2‰ et jusqu'à un liquide contenant essentiellement des sulfates, ou des nitrates, ou d'autres sels corrosifs ou un mélange de ces différents sels.

[0018] Ces poudres fines non compactées devraient être encapsulées à l'aide de ciment pour pouvoir être stockées de manière sécurisée dans des sites adaptés à cet effet. Sans la présence de sulfates, de nitrates ou autres sels corrosifs pour le béton ordinaire, la quantité d'eau nécessaire à cet encapsulage serait de l'ordre de 400 l/m³. Si la quantité d'eau est supérieure à cette valeur dans le liquide initial obtenu lors du traitement des déchets, elle peut être diminuée par évaporation, par pressage ou par tout autre moyen technique connu pour être adaptée à la cimentation de déchets. La quantité de ciment nécessaire pour garantir la résistance mécanique requise serait de l'ordre de 800 kg/m³. De ce fait, la quantité effective de résidus contaminés ou dangereux ne représente environ que 1/3 de la masse globale.

[0019] Le procédé de l'invention prévoit une phase initiale de compactage des poudres, c'est-à-dire des résidus contaminés. Ce compactage peut être effectué en milieu humide, en milieu sec ou en milieu chimique. Le milieu humide consiste à ajouter un liquide ou un solvant organique à la masse à compacter. Le milieu chimique consiste à faire réagir entre eux des composants qui créent des ponts entre les particules des poudres fines et des agglomérats. Le milieu sec consiste à effectuer un compactage mécanique en appliquant des pressions sur la poudre. Ces pressions peuvent être effectuées mécaniquement au moyen de tambours rotatifs permettant de former des granulats ou du gravier. Une telle compression, qui peut se faire en continu, est particulièrement économique. La transformation en granulats permet d'économiser une importante quantité du ciment qui est habituellement utilisé pour réaliser un béton d'enrobement des résidus et, par résidus et, par conséquent, de réduire le volume des matériaux à stocker. Les granulats sont liés par du ciment mélangé à de l'eau. La quantité d'eau nécessaire pour assurer cette liaison est également réduite. Dans la pratique, le volume du béton ne sera plus que de 1 à 1,5 fois le volume apparent des résidus contaminés transformés en granulats.

[0020] Pour des résidus contaminés contenant même des quantités faibles de sulfates, de nitrates ou autres sels corrosifs pour le béton traditionnel, la quantité de ciment doit être augmentée de façon importante pour éviter la corrosion du béton fait à partir de ciment traditionnel.

[0021] Un élément complémentaire permettant de réduire le volume de résidus enrobés dans du béton est lié au choix du ciment. En effet, il existe des ciments qui sont compatibles avec une forte teneur en sulfates. Effectuer le mélange des résidus avec ce type de ciments qui acceptent une proportion allant jusqu'à un liquide contenant comme sels essentiellement des sulfates, ou des nitrates, ou d'autres sels corrosifs ou un mélange de ces différents sels en vue de fabriquer du béton, permet de réduire la masse totale et, par conséquent, le volume des résidus enrobés à stocker. Il s'agit de ciments dits sursulfatés qui correspondent à la nouvelle norme européenne EN 15 743:2010-04. Avec les ciments traditionnels qui n'acceptent qu'une proportion réduite de sulfates, notamment, ou d'autres sels corrosifs, par exemple de l'ordre approximativement de 1 à 2‰, il est nécessaire d'augmenter considérablement le volume de ciment à mélanger aux résidus. De ce fait l'on augmente le volume des matériaux à stocker en phase finale, ce qui augmente considérablement le coût de ce stockage.

[0022] La combinaison des deux techniques, la première consistant à granuler les résidus contaminés et la seconde à choisir des ciments compatibles avec des sulfates ou avec d'autres sels corrosifs, permet de résoudre un autre problème technique qui consiste à minimiser les manipulations desdits matériaux et, par conséquent, un problème sécuritaire et un problème économique en réduisant le coût du stockage final.

[0023] Pour assurer que le béton ne s'échauffe pas trop, les éléments en béton destinés au stockage final correspondront par exemple et de préférence à des tonneaux ayant une capacité de l'ordre de 200 litres ou à des cubes de 100 à 200 kg. Néanmoins ces données sont purement indicatives et en aucun cas limitatives. Ces conteneurs cubiques qui peuvent avoir des dimensions de l'ordre de 2,25 m x 2,25 m x 2,25 m ont de préférence des parois de 200 mm d'épaisseur et sont fabriqués avec le même ciment que celui de l'enrobage des résidus contaminés, mais contenant du sable et du gravier normal comme charge minérale. Le béton utilisé est avantageusement rendu hydrophobe par des adjuvants appropriés pour éviter la pénétration d'eau à l'intérieur des conteneurs. Ces conteneurs sont avantageusement protégés par des armatures métalliques en forme de grilles avec protection anti-rouille pour éviter des ruptures en cas de chocs ou de chute.

[0024] Diverses précautions peuvent être prises lors de l'entreposage des conteneurs en forme de tonneaux ou de cubes ou similaires. L'espace entre les conteneurs peut être rempli avec des matériaux absorbants, tels que de la bentonite pour assurer l'absorption de gaz résiduels.

[0025] La cimentation selon le procédé de l'invention permet de limiter le volume de matériaux contaminés à stocker en phase finale, ce qui présente un intérêt économique incontestable et favorise également l'aspect sécuritaire, sachant que plus le site de stockage est grand plus les précautions à prendre sont importantes.

Revendications

1. Procédé de cimentation pour le stockage de déchets, notamment de résidus dangereux, en particulier de résidus contaminés radioactifs, contenant des sulfates et/ou d'autres sels corrosifs pour le béton usuel, ces résidus contaminés provenant du traitement de déchets organiques par oxydation par voie humide ou par oxydation par eau oxygénée, caractérisé en ce que, dans une première phase, l'on procède à un compactage des résidus contaminés transformés en poudres fines essentiellement non-organiques pour obtenir des granulats, dans une deuxième phase, l'on mélange ces granulats avec du ciment et de l'eau pour fabriquer un béton qui enrobe ainsi lesdits résidus contaminés et, dans une troisième phase, l'on place le béton obtenu avant sa prise dans des conteneurs étanches en vue du stockage final desdits résidus contaminés contenus dans le béton.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue le compactage des résidus contaminés en milieu humide.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue le compactage des résidus contaminés en milieu sec.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue le compactage des résidus contaminés par une réaction chimique agencée pour former des ponts entre les particules des poudres fines et des agglomérats.
5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on ajoute un liquide et/ou un solvant organique lors du compactage en milieu humide des résidus contaminés.
6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on applique des pressions mécaniquement au moyen de tambours rotatifs sur les poudres de résidus contaminés lors du compactage en milieu sec de ces résidus.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'application de pressions mécaniques au moyen de tambours rotatifs s'effectue en continu.
8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le ciment utilisé pour la formation du béton est compatible avec des sulfates et/ou autres sels corrosifs.
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit ciment compatible avec des sulfates est un ciment sursulfaté correspondant à la norme européenne EN 15 743:2010-04.