

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 742 257

②1 N° d'enregistrement national : **95 14884**

⑤1 Int Cl⁸ : G 21 F 9/06, C 01 B 21/42

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.12.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 13.06.97 Bulletin 97/24.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *COMURHEX SOCIETE POUR LA CONVERSION DE L URANIUM EN METAL ETHEXAFLUORURE — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : FLOREANCIG ANTOINE, DAVIED SYLVIE et SCHALL GILBERT.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : IXAS CONSEIL.

⑤4 PROCÉDE DE VALORISATION, SOUS FORME D'ACIDE NITRIQUE, DES IONS NITRATES CONTENUS DANS LES EFFLUENTS DE L'INDUSTRIE NUCLEAIRE.

⑤7 L'invention concerne un procédé de valorisation, sous forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans les effluents aqueux de l'industrie nucléaire, par décomposition thermique de ces ions nitrates en solution et valorisation dans un milieu aqueux des vapeurs NO_x générées par ce traitement thermique.

L'acide nitrique ainsi que le produit est destiné à être recyclé dans l'industrie nucléaire.

FR 2 742 257 - A1



**PROCEDE DE VALORISATION SOUS FORME D'ACIDE NITRIQUE
DES IONS NITRATES CONTENUS DANS LES EFFLUENTS
DE L'INDUSTRIE NUCLEAIRE**

5

DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne un procédé de valorisation, sous forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans les effluents aqueux de l'industrie nucléaire, par
10 décomposition thermique de ces ions nitrates en solution et valorisation dans un milieu aqueux des vapeurs de NO_x générées par ce traitement thermique.

L'invention concerne également un procédé de valorisation,
15 sous forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans les effluents aqueux de l'industrie nucléaire, par décomposition thermique de ces ions nitrates et valorisation dans un milieu aqueux des vapeurs de NO_x générées, l'acide nitrique étant destiné à être recyclé
20 dans l'industrie nucléaire :

- pour dissoudre les concentrés uranifères provenant du traitement de minerais uranifères ;

- 25 - ou pour dissoudre des pastilles de combustibles nucléaires :

- avant leur mise en oeuvre dans un réacteur nucléaire, c'est-à-dire issues de leur chaîne de

production, sous forme de pastilles présentant des défauts ou sous forme de déchets issus des étapes telles que le formage ou le pressage de l'oxyde d'uranium ou d'un oxyde mixte pour la
5 préparation des pastilles crues, le frittage sous atmosphère réductrice, ou encore la rectification des pastilles obtenues permettant de les mettre aux cotes et de révéler les éventuels défauts de texture, tels que des fissures ;

10

- et/ou en fin de vie, après leur irradiation en réacteur nucléaire, leur sortie du réacteur, leur refroidissement en piscine, leur broyage et la transformation de leurs composants en nitrates.

15

ETAT DE LA TECHNIQUE

Dans l'industrie nucléaire, il existe de nombreuses étapes de purification et/ou de transformation de composés en nitrates métalliques, tels que ceux de l'uranium, du
20 plutonium, du thorium, du césium, du ruthénium, du gadolinium, du cérium ou autres encore.

Ces nitrates sont ultérieurement décomposés thermiquement en oxydes métalliques avec l'apparition d'un effluent gazeux qui contient de la vapeur d'eau et des vapeurs
25 nitreuses NO_x.

Dans son cycle complet, allant de son extraction minière jusqu'à sa mise en oeuvre comme combustible dans les centrales nucléaires, l'uranium, issu des minerais uranifères est livré sous la forme d'un concentré
30 uranifère de diverses compositions telles que uranate de

magnésium, de sodium, de potassium, d'ammonium, ou encore des concentrés uranifères formés d'oxydes tels que U_3O_8 ou peroxydes tels que $UO_4 \cdot nH_2O$. Ces concentrés uranifères contiennent encore de nombreuses impuretés, gênantes, qui
5 doivent être éliminées, en raison de leur incompatibilité avec le cycle de l'uranium comportant conversion, enrichissement et fabrication du combustible.

En effet, avant qu'il n'ait les qualités de combustible, l'uranium peut passer par une étape d'hydrofluoruration
10 (transformation en UF_4). A partir de cette étape, le tétrafluorure d'uranium obtenu peut conduire, soit à l'élaboration de l'uranium métal alimentant les réacteurs nucléaires à uranium naturel, ou alimentant l'enrichissement par voie laser, soit à une autre étape de
15 fluoruration (transformation de UF_4 en UF_6), l'hexafluorure d'uranium obtenu étant la source de matière alimentant des circuits d'enrichissement en uranium par diffusion gazeuse, ultracentrifugation.

20 Dès lors, la conversion de l'uranium provenant d'un concentré uranifère exige, avant toute autre transformation chimique, une étape de purification pour éliminer les impuretés présentes.

Cette purification consiste à traiter le concentré
25 uranifère par de l'acide nitrique qui solubilise non seulement l'uranium sous la forme d'un nitrate d'uranyle, mais aussi les impuretés qui accompagnent le concentré uranifère. Dans le cas des uranates, ces impuretés sont, par exemple, pour les plus importantes, les nitrates de
30 sodium, de potassium ou d'ammonium, de calcium, de

magnésium. Dans le cas des concentrés uranifères sous la forme d'oxydes, les impuretés se présentent en quantité beaucoup plus faible.

5 La solution de nitrate d'uranyle impure est alors traitée au moyen d'un solvant phospho-organique, tel que le tributylphosphate, qui permet l'extraction et l'obtention d'un nitrate d'uranyle pur.

10 Au terme de cette étape de purification, on obtient un effluent aqueux acide pratiquement dépourvu d'uranium, mais contenant toutes les impuretés initialement présentes dans le concentré uranifère, transformées en nitrates solubles.

15

Actuellement, cet effluent, qui ne peut être rejeté, tel qu'il est, dans le milieu naturel, est neutralisé, généralement par de la chaux, puis stocké en l'état dans des lagunes étanches où se produit une séparation de
20 phases solide et liquide : la phase liquide se concentre naturellement par une évaporation lente qui est toutefois, pour partie, compensée par les précipitations pluvieuses. Or, la surface de ces lagunes doit augmenter continuellement pour collecter et pouvoir confiner cet
25 effluent au fur et à mesure de son apparition.

C'est pourquoi, afin de limiter l'expansion de ces lagunes, l'invention poursuit le but de traiter :

- non seulement la phase aqueuse de ces lagunes ;
- mais également, en direct, les effluents aqueux riches en nitrates d'impuretés, qui sont générés par la dissolution du concentré uranifère et l'extraction de l'uranium par un solvant phospho-organique.

Dès lors, l'invention a pour objet :

- 10 - un procédé de valorisation des vapeurs nitreuses du type NO_x par leur transformation en HNO_3 et le recyclage de HNO_3 dans le cycle du combustible nucléaire ;
- un procédé de décomposition thermique d'une solution aqueuse de nitrates d'impuretés métalliques, effluents de l'industrie nucléaire ;
- un procédé permettant le traitement de la phase liquide des lagunes de stockage des effluents aqueux provenant du cycle du combustible nucléaire ;
- 20 - un procédé permettant le traitement direct d'une phase aqueuse dans le cycle de l'uranium, cette phase aqueuse résultant de la séparation de deux phases, l'une organique, contenant l'uranium purifié, l'autre aqueuse contenant toutes les impuretés.

SOMMAIRE DE L'INVENTION

L'invention concerne un procédé de valorisation, sous forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans

les effluents aqueux de l'industrie nucléaire, par la décomposition thermique de ces ions nitrates en solution, la récupération de l'effluent gazeux contenant des vapeurs nitreuses NO_x et sa transformation en HNO_3 .

5

Selon l'invention, le procédé se caractérise en ce que :

a) dans une première étape, on réalise dans une zone de contact d'une chambre de réaction, le contact thermomécanique entre cette solution pulvérisée et un
10 fluide gazeux introduit simultanément dans la chambre de réaction, ce fluide gazeux étant à une température au moins supérieure à la température de décomposition des nitrates à proportion dominante dans la solution et possédant une énergie mécanique suffisamment forte pour
15 obtenir une pulvérisation fine de la solution et réaliser en instantané la décomposition de ces nitrates avec la formation de vapeurs nitreuses de NO_x ;

b) dans une deuxième étape, on transforme les NO_x gazeux
20 en HNO_3 par refroidissement et absorption dans un milieu aqueux.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Les solutions aqueuses de nitrates métalliques, dénommés
25 nitrates d'impuretés, effluents de l'industrie nucléaire, contiennent des quantités importantes de sels minéraux, essentiellement sous ladite forme de nitrates : elles peuvent être riches en nitrates de calcium, de sodium et d'ammonium, mais aussi de potassium et de magnésium,
30 lorsqu'elles sont issues du traitement des concentrés du

type uranate, et contiennent également d'autres sels tels que des chlorures, sulfates et fluorures de divers éléments métalliques.

5 Dans le cas de concentrés uranifères sous la forme d'oxydes, ces solutions aqueuses ne contiennent que des impuretés métalliques telles que, par exemple, du fer, du calcium, du magnésium, de l'aluminium, du potassium et d'autres métaux.

10

Selon la première étape du procédé de l'invention, on réalise dans une zone de contact d'une chambre de réaction, un contact thermomécanique entre une solution aqueuse des nitrates métalliques, effluents de l'industrie
15 nucléaire, et un fluide gazeux doté d'une grande énergie mécanique et doté également d'une température au moins supérieure à la température de décomposition des nitrates métalliques à proportion dominante dans ladite solution.

20 La solution aqueuse de nitrates métalliques constituant la phase liquide est généralement introduite selon un axe approprié au niveau de la zone de contact et y est transformée en une fine pulvérisation.

25 Le fluide gazeux, doté d'une grande énergie mécanique et thermique, est introduit simultanément à la phase liquide dans la zone de contact sous forme d'un écoulement tourbillonnaire symétrique. Cet écoulement tourbillonnaire, coaxial à l'axe principal de la chambre de
30 réaction, a la propriété de transformer la solution de

nitrates métalliques introduite en une dispersion particulièrement affinée de microgouttelettes. Cette solution est saisie par le fluide gazeux, préalablement porté à une température élevée, selon un contact mécanique brutal et bref, et dès lors soumis à un effet thermique suffisant pour provoquer la décomposition instantanée des nitrates métalliques en un mélange pulvérulent composé d'oxydes, des autres nitrates ou d'autres sels ayant des températures de décomposition et/ou de fusion beaucoup plus élevées que la température pratiquée.

Le mélange pulvérulent d'oxydes métalliques et autres sels résultant de la dénitrification thermique peut être stocké tel quel ou être le siège de transformations mécaniques ultérieures telles que compactage, vitrification, afin d'en réduire le volume.

En conséquence, les conditions de fonctionnement du procédé selon l'invention doivent maîtriser la décomposition la plus complète des nitrates métalliques contenus dans la solution aqueuse, dans le but d'en extraire le maximum de vapeurs nitreuses NO_x recyclables.

En général, les solutions aqueuses riches en ces nitrates métalliques, peuvent contenir jusqu'à environ 800 g/l de NO_3^- à recycler, et généralement entre 50 g/l et 700 g/l de NO_3^- à recycler.

Mais préalablement à leur décomposition, les solutions aqueuses riches en ces nitrates métalliques peuvent être concentrées par tout moyen approprié.

5 L'acidité de la phase liquide peut varier dans un large domaine tel que pouvant atteindre environ 4 N : elle n'est pas rédhibitoire pour l'application du procédé selon l'invention.

Le fluide gazeux mis en oeuvre dans le procédé de
10 l'invention est introduit dans la zone de contact, doté d'une grande énergie thermomécanique : il y est introduit sous la forme d'un écoulement tourbillonnaire symétrique.

Selon une variante préférentielle, l'axe de symétrie de
15 l'écoulement tourbillonnaire du fluide gazeux introduit est confondu, non seulement avec l'axe longitudinal de la chambre de réaction, mais également avec celui du dispositif d'injection de la phase liquide.

20 La chaleur nécessaire à la décomposition du mélange des nitrates métalliques contenus dans la solution aqueuse est fournie par le fluide gazeux chaud. Ce fluide gazeux peut être constitué par de l'air, ou par des gaz résultant de la combustion d'un combustible choisi dans le groupe des
25 hydrocarbures, de préférence gazeux, tels que le propane, par exemple, en présence d'un comburant tel que de l'air ou de l'oxygène.

Quand le fluide gazeux à introduire est de l'air, il peut
30 être porté à la température souhaitée par un dispositif de

chauffage indirect, tel que par exemple un chauffage électrique, externe à la chambre de combustion. Mais lorsque le fluide gazeux à introduire résulte de la combustion d'un combustible en présence d'un comburant, il
5 peut être généré dans une chambre de combustion indépendante de la chambre de réaction (chauffage ex situ) ou associé à la chambre de réaction (chauffage in situ).

La température qui doit régner dans la zone de contact et a fortiori dans la chambre de réaction pour permettre la
10 décomposition instantanée des nitrates métalliques contenus dans la solution à traiter, appelée "température de consigne", est choisie supérieure ou au moins égale à 500°C et préférentiellement supérieure ou au moins égale à 700°C.

15 La température de consigne agit, soit sur le réglage du moyen de chauffage du fluide gazeux, soit sur le débit d'introduction de la solution des nitrates métalliques à décomposer.

20 La chambre de réaction dans laquelle s'effectue la décomposition des nitrates métalliques et dans laquelle se trouve la zone de contact où s'établit le contact thermomécanique entre la solution aqueuse de nitrates métalliques constituant la phase liquide et le fluide
25 gazeux doté d'une grande énergie thermomécanique peut être choisie parmi celles décrites par exemple dans le brevet français n° 2257326, dans le brevet européen n° 0007846, dans le brevet US n° 3,041,136, ou encore dans l'article Informations Chimie n° 342 - Octobre 1992.

Au cours de la décomposition de la solution aqueuse de nitrates métalliques, il est obtenu d'une part un mélange pulvérulent d'oxydes métalliques et de sels minéraux et
5 d'autre part une phase gazeuse que l'on sépare.

Selon la deuxième étape du procédé de l'invention, la phase gazeuse, résultant de la décomposition des nitrates métalliques présents dans la solution aqueuse traitée, est
10 formée de vapeur d'eau et de vapeurs nitreuses du type NO_x . Cette phase gazeuse est refroidie et absorbée par exemple par une solution aqueuse d'acide nitrique en recirculation, dans une zone d'absorption appropriée, selon les conditions bien connues.

15

L'invention sera mieux comprise grâce aux exemples énoncés à titre seulement illustratif.

Exemple 1

20 Cet exemple illustre la valorisation, sous la forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans une phase aqueuse, effluent de l'industrie nucléaire. Cette phase aqueuse, dite pieds de colonne, est générée par la dissolution de concentrés uranifères dans l'acide
25 nitrique, l'extraction du nitrate d'uranyle par un solvant organo-phosphoré et la séparation des deux phases, l'une organique, contenant l'uranium et l'autre aqueuse contenant des ions nitrates à valoriser.

Cette solution aqueuse avait la composition suivante, en g/l :

NO ₃ ⁻	119
NH ₄ ⁺	12,5
F ⁻	1,4
Cl ⁻	0,2
SO ₄ ⁻⁻	5,8
SiO ₃ ⁻⁻	0,24
Na	8,6
K	1,0
Ca	0,8
Mg	1,4
Fe	1,5
Mo	0,21
Zr	0,41
Al	0,41
P	0,11
U	5 ppm
HNO ₃	1,1 N

5

L'acide nitrique libre présent dans la solution aqueuse a été extrait par distillation et la solution à traiter selon le procédé de l'invention a été concentrée jusqu'à atteindre une concentration en nitrates d'environ 250 g/l

10

Cette dernière solution a été pulvérisée dans une zone de contact d'une chambre de réaction, telle que décrite dans

le brevet européen n° 0007846, dans laquelle les gaz chauds sont produits in situ par la combustion complète de propane.

Les gaz chauds produits, dotés d'une énergie thermomécanique élevée arrivaient dans la zone de contact
5 simultanément avec la phase liquide sous l'aspect d'un écoulement tourbillonnaire symétrique (coaxialement avec le dispositif d'introduction de la solution).

Le débit de la solution introduite était de 20
10 litres/heure.

La température de consigne de décomposition des nitrates était de 800°C : cette température régulaait le débit de propane mis en oeuvre dans la chambre de combustion. La
15 température des gaz était d'environ 1600°C.

De la chambre de réaction, on a extrait une poudre fine d'oxydes métalliques et de sels minéraux non décomposés à cette température.

20

Quant à la phase gazeuse résultant de la décomposition des nitrates présents dans la solution aqueuse traitée, elle était formée de vapeur d'eau et de vapeurs nitreuses du type NO_x . Cette phase gazeuse a été introduite, après
25 refroidissement à 120°C dans une zone d'absorption parcourue à contre courant par une solution aqueuse de HNO_3 en recirculation. De cette zone d'absorption était extrait de l'acide nitrique à environ 4 N.

Exemple 2

Cet exemple illustre la valorisation, sous la forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus en solution dans une phase aqueuse provenant des liquides surnageants des lagunes de stockage des effluents aqueux issus de l'industrie du nucléaire.

La solution aqueuse à traiter avait la composition suivante, en g/l :

NO ₃ ⁻	625,0
Ca	95,0
NH ₄ ⁺	62,0
Na	41,0
K	12,0
Mg	6,0
Cl ⁻	3,0
Ni	0,110
Co	0,025

10

Cette solution a été pulvérisée dans une zone de contact d'une chambre de réaction telle que décrite dans le brevet français n° 2257326, au moyen d'un courant d'air chauffé électriquement à une température de 1100°C.

15

Les gaz chauds produits, dotés d'une énergie thermomécanique élevée arrivaient dans la zone de contact simultanément avec la phase liquide sous l'aspect d'un écoulement tourbillonnaire symétrique (coaxialement avec le dispositif d'introduction de la solution).

20

Le débit de la solution aqueuse introduite était de 10 litres/heure.

La température de consigne de décomposition des nitrates
5 était de 700°C : cette température régula le débit de gaz chauds dans la chambre de réaction. La température des gaz était d'environ 1100°C.

De la chambre de réaction, on a extrait une poudre fine
10 d'oxydes métalliques et de sels minéraux non décomposés à cette température : la teneur en nitrates résiduaire était de l'ordre de 15 % en poids.

Quant à la phase gazeuse résultant de la décomposition des
15 nitrates présents dans la solution aqueuse traitée, elle était formée de vapeur d'eau et de vapeurs nitreuses du type NO_x . Cette phase gazeuse a été introduite, après refroidissement à 120°C dans une zone d'absorption parcourue à contre courant par une solution aqueuse de
20 HNO_3 en recirculation. De cette zone d'absorption était extrait de l'acide nitrique à environ 4 N.

Exemple 3

Cet exemple illustre la valorisation, sous la forme
25 d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans une solution aqueuse dite pieds de colonne, effluent de l'industrie uranifère : l'obtention d'une telle solution aqueuse a été décrite dans l'exemple 1.

Cette solution aqueuse avait la composition suivante en g/l :

NO ₃ ⁻	129,1
NH ₄ ⁺	11,5
F ⁻	1,4
Cl ⁻	0,2
SO ₄ ⁻⁻	5,7
SiO ₃ ⁻⁻	0,19
Na	4,1
K	1,3
Ca	0,9
Mg	1,4
Fe	1,5
Mo	0,20
Zr	0,27
Al	0,42
P	0,10
U	10 ppm
HNO ₃	1,1 N

5

Cette solution aqueuse a été concentrée sous vide en donnant d'une part une solution pure de HNO₃ 0,7 N et une solution riche en nitrates à décomposer.

10 La solution pure de HNO₃ a été concentrée jusqu'à obtenir une teneur en HNO₃ de 10,2 N.

La solution riche en nitrates à décomposer, qui contenait tous les sels minéraux de l'effluent pieds de colonne précité, avait une teneur en nitrate de 350 g/l et une acidité de 2,1 N.

5

La solution riche en nitrates à décomposer a été pulvérisée dans la zone de contact d'une chambre de réaction, telle que décrite dans le brevet européen n° 0007846, dans laquelle des gaz chauds sont produits in situ par la combustion complète de propane.

10

Les gaz chauds produits, dotés d'une énergie thermomécanique élevée, arrivaient dans la zone de contact simultanément avec la phase liquide sous l'aspect d'un écoulement tourbillonnaire symétrique (coaxialement avec le dispositif d'introduction de la solution).

15

Le débit de la solution aqueuse introduite était de 15 litres/heure.

La température de consigne de décomposition des nitrates était de 750°C : cette température régula le débit de gaz chauds dans la chambre de réaction. La température des gaz était d'environ 1300°C.

20

De la chambre de réaction, on a extrait une poudre fine d'oxydes métalliques et de sels minéraux non décomposés à cette température.

25

Quant à la phase gazeuse résultant de la décomposition des nitrates présents dans la solution aqueuse traitée, elle

30

était formée de vapeur d'eau et de vapeurs nitreuses du type NO_x . Cette phase gazeuse a été introduite, après refroidissement à 120°C , dans une zone d'absorption circulant à contre courant, contenant une solution aqueuse de HNO_3 . Cette solution aqueuse de HNO_3 avait une acidité de 5 N environ : elle a été en partie préparée au moyen des solutions de HNO_3 obtenues au moment de la concentration sous vide de la solution diluée de départ provenant du pied de colonne. De cette zone d'absorption était extrait de l'acide nitrique à environ 5 N.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de valorisation, sous forme d'acide nitrique, des ions nitrates contenus dans les effluents aqueux de l'industrie nucléaire, constituant une solution, caractérisé en ce que :

a) dans une première étape, on réalise dans une zone de contact d'une chambre de réaction, le contact thermomécanique entre cette solution pulvérisée et un fluide gazeux introduit simultanément dans la chambre de réaction, ce fluide étant à une température au moins supérieure à la température de décomposition des nitrates à proportion dominante dans la solution et possédant une énergie mécanique suffisamment forte pour obtenir une pulvérisation fine de la solution et réaliser en instantané la décomposition de ces nitrates avec la formation de vapeurs nitreuses de NO_x ;

b) dans une deuxième étape, on transforme les NO_x gazeux en HNO_3 par refroidissement et absorption dans un milieu aqueux.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la solution aqueuse de nitrates métalliques contient principalement des nitrates de calcium, de sodium, d'ammonium, de potassium et de magnésium.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que la solution aqueuse des nitrates

métalliques contient au plus 800g/l de NO_3^- et, en général, de 50g/l à 700g/l de NO_3^- .

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce
5 que la solution aqueuse contenant les nitrates métalliques
peut être concentrée préalablement à la décomposition.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à
4, caractérisé en ce que la solution aqueuse des nitrates
10 métalliques peut avoir une acidité d'environ 4 N.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à
5, caractérisé en ce que le fluide gazeux chaud est
introduit dans la zone de contact sous la forme d'un
15 écoulement tourbillonnaire symétrique.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce
que l'axe de symétrie de l'écoulement tourbillonnaire du
fluide gazeux introduit est préférentiellement confondu
20 avec l'axe longitudinal de la chambre de réaction et avec
l'axe du dispositif d'injection de la phase aqueuse.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à
7, caractérisé en ce que le fluide gazeux est constitué
25 par de l'air, par un gaz inerte.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce
que le gaz inerte est de l'azote.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le fluide gazeux est constitué de gaz de combustion.
- 5 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le fluide gazeux résulte de la combustion d'un hydrocarbure en présence d'air.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10
10 ou 11, caractérisé en ce que l'hydrocarbure est du propane.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la température de décomposition
15 instantanée, ou température de consigne, se situe à au moins 500°C et préférentiellement à au moins 700°C.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la température de consigne agit
20 sur le réglage du moyen de chauffage du fluide gazeux ou sur le débit d'introduction de la solution aqueuse de nitrates métalliques à décomposer.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à
25 14, caractérisé en ce que le fluide gazeux est porté à la température souhaitée par un dispositif de chauffage indirect électrique externe à la chambre de réaction.
16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à
30 15, caractérisé en ce que le fluide gazeux résultant de la

combustion d'un combustible en présence d'un comburant est généré dans une chambre de combustion externe, indépendante de la chambre de réaction.

5 17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que le fluide gazeux résultant de la combustion d'un combustible en présence d'un comburant est généré dans une chambre de combustion interne, dépendante de la chambre de réaction.

10

18. Application de l'une quelconque des revendications 1 à 17 à la production et au recyclage de HNO_3 .

15 19. Application selon la revendication 18 à la dissolution de concentrés uranifères.

20 20. Application selon la revendication 18 à la dissolution des pastilles de combustibles nucléaires avant leur mise en oeuvre et en fin de vie, après leur irradiation en réacteur nucléaire.

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	FR-A-2 410 870 (KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH) * abrégé; revendications 1,2,5,12 * * page 2, ligne 22 - page 3, ligne 5 * ---	1-20
Y	DATABASE WPI Week 8622 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 86-141014 XP002012537 & JP-A-01 076 991 (ISHIKAWAJIMA) , 19 Avril 1986 * abrégé * ---	1-20
Y	US-A-4 225 455 (HAAS) * abrégé; revendications 1-3; figure 4; tableau 1 * ---	1-20
Y	EP-A-0 054 607 (KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE) * abrégé; revendications 1,2,4; exemple 1 * ---	1-20
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 8950 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 89-367514 XP002012538 & JP-A-880 102 535 (HITACHI) * abrégé * ---	1-20
A	FR-A-2 417 829 (GATTYS INGENIEURBÜRO) * revendications 1,6; exemple 2; tableau 1 * -----	1-20
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
4 Septembre 1996		Nicolas, H
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)