

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **89401206.1**

⑤① Int. Cl.4: **G 21 F 9/36**

㉔ Date de dépôt: **27.04.89**

③① Priorité: **03.05.88 FR 8805911**

④③ Date de publication de la demande:
08.11.89 Bulletin 89/45

⑧④ Etats contractants désignés: **BE DE FR GB**

⑦① Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Streiff, Gérard**
La Fontaine du Buis Saze
F-30650 Rochefort du Gard (FR)

⑦④ Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Procédé de conditionnement de déchets radioactifs et dispositifs en faisant application.**

⑤⑦ Procédé et dispositifs pour le compactage de déchets de combustibles nucléaires irradiés.

Le dispositif comprend un corps (2) percé d'ouvertures (6) de section de passage inférieure à celle des déchets à compacter, fermée à une extrémité (4) et possédant à une autre extrémité une ouverture pour l'introduction desdits déchets dans le corps (2). Cette ouverture présente des lamelles radiales (10) dirigées vers son centre et formant une marguerite (8). Les ouvertures (6) de section de passage inférieure à celles des déchets à compacter présentent la forme de fentes longitudinales.

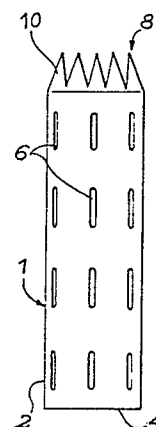


FIG. 1

Description

PROCEDE DE CONDITIONNEMENT DE DECHETS RADIOACTIFS ET DISPOSITIFS EN FAISANT APPLICATION

La présente invention concerne le domaine du conditionnement des déchets radioactifs, en vue de leur stockage et de leur conservation qui constitue, comme on le sait, un des problèmes importants de l'industrie nucléaire.

Différents procédés de conditionnement de ces déchets peuvent être envisagés. On peut par exemple les stocker en vrac dans une piscine, les enfermer dans des fûts avec ou sans enrobage préalable ou encore les fondre. On connaît également la technique de compactage qui consiste à réduire le volume de ces déchets au moyen d'une presse.

La présente invention concerne précisément la technique du compactage et elle s'applique à tous les déchets dont on souhaite réduire le volume par cette technique, en particulier aux coques provenant du tronçonnage des aiguilles combustibles de réacteur nucléaire.

Les coques sont des morceaux de tubes ayant contenu de la matière fissile. Pour extraire et dissoudre cette matière, les aiguilles qui constituent l'assemblage combustible sont cisailées puis placées dans un dissolvant. Après dissolution de la matière fissile, les coques vides sont évacuées pour être stockées. Elles constituent ce que l'on appelle un déchet. Elles peuvent contenir également d'autres éléments tels que des bouchons, morceaux de ressorts, entrant dans la composition de l'aiguille combustible du réacteur nucléaire. Ces déchets peuvent contenir également de petits morceaux de tubes issus du cisailage et appelés "fines de cisailage".

Toutefois, la mise en oeuvre de ce procédé présente de grandes difficultés, en particulier dans le cas de déchets contaminés et fortement irradiants du fait qu'elle ne peut être exécutée que dans une cellule blindée par des opérateurs situés à distance.

La technique du compactage résout partiellement le problème du volume nécessaire au stockage des déchets, mais laisse subsister néanmoins deux autres problèmes également importants qui sont le refroidissement ou l'enrobage de ces mêmes déchets.

En effet, le compactage, en concentrant la masse radioactive qui s'échauffe d'elle-même et en la rendant pratiquement monolithique, rend son refroidissement plus difficile, par exemple par l'eau d'une piscine de stockage. De plus, lors d'un stockage de longue durée, quelques centaines d'année par exemple, il est toujours à craindre un entraînement de produits actifs par lixiviation à partir des eaux de ruissellement, ce que l'on tente d'éviter par des procédés d'enrobage dans des matériaux comme le ciment, les résines ou certains métaux mouillant tels que le plomb. Or, compactage et enrobage, surtout à coeur de la masse compactée, sont, jusqu'à ce jour, relativement incompatibles.

La présente invention a précisément pour objet un procédé et des dispositifs de conditionnement de déchets radioactifs qui permettent, tout en recou-

rant à la technique du compactage, d'obtenir une masse compactée non totalement monolithique et donc pénétrable par une phase liquide pouvant être, suivant les cas, soit un liquide de réfrigération, soit un corps d'enrobage qui peuvent alors pénétrer complètement la masse jusqu'au coeur.

Le procédé de conditionnement de déchets radioactifs, notamment du genre des corps provenant du tronçonnage des aiguilles combustibles de réacteur nucléaire, se caractérise en ce qu'il consiste à les compacter sans atteindre l'état monolithique puis à traiter ensuite la masse ainsi obtenue par immersion dans une phase liquide qui la pénètre à coeur pour obtenir soit son refroidissement, soit son enrobage.

Selon l'invention, le produit d'enrobage est un produit de blocage choisi parmi les ciments, les résines et les métaux.

Le dispositif selon l'invention comporte une chemise cylindrique dont les parois latérales sont percées d'ouvertures de section de passage inférieure à celle des déchets à compacter, et présentent la forme de fentes longitudinales, parallèles à la direction de compression, ladite chemise possédant un fond fermé à une extrémité et possédant à l'autre extrémité une ouverture pour l'introduction desdits déchets dans le corps, cette ouverture présentant des lamelles radiales dirigées vers son centre et formant une marguerite.

Selon l'invention, la chemise est réalisée en un matériau présentant un pouvoir lubrifiant destiné à faciliter l'action de la presse et le matériau possédant un pouvoir lubrifiant est par exemple le cuivre ou un alliage à base de cuivre.

L'invention a également pour objet un dispositif de stockage pour l'enrobage ou le refroidissement des déchets compactés selon le procédé de la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un corps cylindrique fermé à une extrémité et présentant une autre extrémité ouverte pour l'introduction à l'intérieur du corps de chemises compactées contenant lesdits déchets combustibles irradiés,
- des moyens de centrage pour centrer lesdites chemises à l'intérieur du corps,
- des moyens anti-retour pour immobiliser les chemises à l'intérieur du corps,
- des moyens pour faciliter la circulation d'une phase liquide de refroidissement ou d'enrobage à l'intérieur du corps.

Grace à ses caractéristiques, la chemise permet de manipuler aisément les déchets. Elle permet également de lubrifier la matrice de la presse, particulièrement si la chemise est réalisée en un matériau présentant un pouvoir lubrifiant tel que le cuivre ou un alliage de cuivre ou tout autre matériau lubrifiant. Cette chemise permet de limiter l'usure de la matrice. En outre, les fentes longitudinales évitent, au moment du remplissage avant compactage, que les déchets puissent s'échapper de la chemise. En revanche, après le compactage, les fentes s'ouvrent

afin de permettre la circulation d'un liquide de refroidissement au sein du bloc ou la pénétration à coeur d'un liant. Après compactage, les déchets de petite taille prisonniers dans le bloc compacté ne pourront pas s'échapper, mais les fentes longitudinales qui se sont ouvertes et qui sont appelées boutonnières permettront la circulation du liquide ou la pénétration du liant.

Le dispositif de stockage objet de l'invention permet le refroidissement ou l'enrobage des déchets contenus dans les chemises. Grâce à la présence de moyens de centrage des chemises, le liquide de refroidissement ou le liant d'enrobage pourra entourer régulièrement les chemises. La flexibilité des moyens de centrage autorise en outre une variation du diamètre des chemises introduites dans le dispositif de stockage.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui suit d'un exemple de réalisation de l'invention donné à titre illustratif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 est une vue extérieure d'une chemise de compactage conforme à l'invention,
- la figure 2 montre la chemise de la figure 1 en cours de compactage dans une presse,
- la figure 3 montre la chemise après compactage,
- la figure 4 montre le dispositif de stockage des chemises compactées en vue de leur refroidissement ou de leur enrobage,
- la figure 5 montre, en coupe, l'état final d'une chemise après compactage et enrobage.

On a représenté sur la figure 1 une vue externe d'une chemise conforme à l'invention pour le compactage de déchets, notamment de déchets de combustibles nucléaires irradiés. La chemise, désignée par la référence générale 1, est constituée par un corps cylindrique 2 fermé par un fond 4 à une extrémité et ouvert à son autre extrémité, l'extrémité supérieure sur la figure 1. Le corps 2 est constitué d'une paroi mince, de préférence métallique, en un matériau présentant un pouvoir lubrifiant tel que le cuivre ou un alliage de cuivre. Le corps cylindrique 2 comporte des ouvertures longitudinales 6 en forme de fentes, parallèles à l'axe de la compression future (fig.2). Cette forme est particulièrement avantageuse. En effet, lorsque la chemise est à l'état initial, c'est-à-dire non déformée, avant compactage, les fentes 6 présentent une forme allongée dont la section transversale est inférieure à la plus petite dimension des déchets à compacter. Ainsi, les fentes 6 permettent de retenir les déchets à l'intérieur du corps 2. En revanche, après le compactage de la chemise 1 dans une presse, les fentes longitudinales 6 s'ouvrent pour former des boutonnières 6a (Fig.3) qui permettent le passage d'un fluide de réfrigération ou d'un matériau d'enrobage. Toutefois, à cette étape, étant donné que le matériau contenu à l'intérieur de la chemise a été compacté, les petits déchets ne peuvent s'échapper par les boutonnières 6a ouvertes.

L'ouverture supérieure de la chemise est constituée par une marguerite 8. Dans la position ouverte

de la marguerite, les lamelles radiales 10 sont écartées les unes des autres et entre ces lamelles existe un espace permettant le remplissage de la chemise. Une fois la chemise remplie, il est aisé de refermer la marguerite 8 de telle sorte que toutes les lamelles, qui présentent une forme de secteur, soient rabattues et jointives, ce qui permet de fermer totalement la chemise.

On a représenté sur la figure 2 l'étape de compactage de la chemise 1 remplie et fermée dans une matrice 22 à l'aide du vérin 23. La chemise 1 est par exemple en cuivre pour lubrifier la matrice et sur la figure 2 les fentes longitudinales 6 commencent à s'ouvrir sous l'effet de la pression du vérin 23 provoquant un début de compactage.

Le matériau constituant la chemise permet de lubrifier la matrice de la presse, particulièrement si ce matériau présente un pouvoir lubrifiant tel que le cuivre ou un alliage de cuivre ou autre matériau lubrifiant. Cette caractéristique facilite l'introduction de la chemise dans la matrice. De plus au cours du compactage, elle diminue le coefficient de frottement entre l'extérieur de la chemise et le corps de la matrice, ce qui présente l'avantage de réduire l'effort de compression et de limiter l'usure de la matrice. Enfin au moment du démoulage, elle facilite l'extraction de la chemise compactée et diminue donc le risque de désagrégation du bloc.

Les fentes longitudinales 6 de section inférieure à celle des déchets, évitent, au moment du remplissage avant compactage, que les déchets puissent s'échapper de la chemise. Au cours du compactage, l'effort de compression exercé longitudinalement a tendance à plisser le corps cylindrique de la chemise et à écarter les lèvres des fentes longitudinales 6. En fin de compactage, les fentes 6a sont ouvertes mais les déchets de petite taille, prisonniers dans le bloc compacté, ne peuvent pas s'échapper. Par contre, les fentes ouvertes 6a alors en forme de boutonnières permettront la circulation ou la pénétration ultérieure du liant.

La figure 3 montre l'état de la chemise 1 après compactage. La dimension longitudinale de cette chemise a été réduite jusqu'au quart environ de sa dimension initiale et les fentes 6 sont maintenant en forme de boutonnières ouvertes 6a permettant la pénétration au coeur de la masse compactée d'une phase liquide amenée ultérieurement. Selon le procédé objet de l'invention, le compactage est stoppé à un stade où les déchets compactés ne constituent pas encore une masse monolithique, ce qui, de toute façon, est également souhaitable, pour éviter d'avoir à exercer sur le vérin 23 des efforts trop considérables.

Après compactage, les chemises peuvent être introduites dans un dispositif de stockage 21 représenté sur la figure 4. Ce dispositif comporte un corps cylindrique allongé 12 fermé par un fond 14 et présentant une ouverture 16 à sa partie supérieure selon la figure 4. A l'intérieur du corps cylindrique 12 sont fixés des moyens de centrage tels que 18. Ces moyens de centrage sont constitués d'éléments flexibles fixés sur la paroi interne du cylindre 12. Ainsi, un liquide de refroidissement ou un liant d'enrobage, admis dans le dispositif, peut-il entourer

régulièrement les chemises 1 et les pénétrer à coeur. La flexibilité des éléments de centrage 18 autorise aussi une variation du diamètre des chemises introduites.

A proximité de l'ouverture 16, on trouve un moyen anti-retour 20. Ce moyen anti-retour est constitué également par des éléments flexibles fixés à la paroi intérieure du corps 12. Il est à noter que des éléments de centrage 18 peuvent également assurer une fonction d'anti-retour. En effet, lorsque ces éléments ne rencontrent pas la paroi cylindrique extérieure de la chemise 1, par suite de leur flexibilité, ils occupent la position représentée en 20 sur la figure 4 et viennent prendre appui sur l'extrémité supérieure de la chemise 1, empêchant ainsi cette chemise de se déplacer axialement selon la direction longitudinale du dispositif de stockage 21. Ainsi, en cas d'accident, par exemple en cas de renversement du dispositif 21, les chemises sont maintenues à l'intérieur de ce dispositif 21. Les moyens anti-retour permettent également d'éviter que les chemises ne flottent dans le liant par suite de la poussée d'Archimède lorsque le liant d'enrobage utilisé présente une densité supérieure à celle des chemises compactées. Ce dispositif s'applique quel que soit le nombre de chemises introduites et accepte des variations de hauteurs et de diamètre des chemises compactées.

Si un dispositif de stockage 21 muni de ses chemises compactées, est immergé dans un liquide de refroidissement (une piscine par exemple) ou rempli avec un liquide d'enrobage (du plomb fondu par exemple) par son ouverture 16, ce liquide pénètre alors de lui-même en quelques instants, jusqu'au coeur du matériau dont il remplit les interstices laissés vides par le compactage non monolithique de chaque chemise.

En outre dans le cas d'un liquide de refroidissement, le fond 14 du dispositif de stockage 12 peut être non étanche (ou muni d'une vanne par exemple - non représentée sur la figure 4) pour faciliter la circulation du liquide de refroidissement à l'intérieur du corps 12, donc améliorer encore le refroidissement à coeur des chemises compactées 1.

La figure 5 permet de voir, sur une coupe d'une chemise compactée et enrobée, les coques telles que 24 écrasées dans la masse et noyées dans le matériau d'enrobage 25. Ce dessin montre également l'écrasement du corps 2 en cuivre de la chemise 1 avec les ouvertures 6a en forme de boutonsnières.

Revendications

1. Procédé de conditionnement de déchets radioactifs, notamment du genre des coques provenant du tronçonnage des aiguilles combustibles de réacteur nucléaire, caractérisé en ce qu'il consiste à les compacter sans atteindre l'état monolithique puis à traiter ensuite la masse ainsi obtenue par immersion dans une phase liquide qui la pénètre à coeur pour obtenir soit son refroidissement, soit son

enrobage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le produit d'enrobage est un produit de blocage choisi parmi les ciments, les résines et les métaux.

3. Dispositif pour le compactage de déchets par compression dans une presse sous l'action d'un vérin, caractérisé en ce qu'il comprend un corps cylindrique (2) dont les parois latérales sont percées d'ouvertures (6) de section de passage inférieure à celle des déchets à compacter, qui présentent la forme de fentes longitudinales, parallèles à la direction de compression, ladite chemise possédant un fond fermé, à une extrémité (4) et possédant, à l'autre extrémité, une ouverture pour l'introduction desdits déchets dans le corps (2), cette ouverture présentant des lamelles radiales (10) dirigées vers son centre et formant une marguerite (8).

4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que la chemise est réalisée en un matériau présentant un pouvoir lubrifiant destiné à faciliter l'action de la presse.

5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que le matériau possédant un pouvoir lubrifiant est le cuivre ou un alliage à base de cuivre.

6. Dispositif de stockage pour l'enrobage ou le refroidissement des déchets compactés selon le procédé de la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un corps cylindrique (12) fermé à une extrémité (14) et présentant une autre extrémité ouverte (16) pour l'introduction, à l'intérieur du corps, des chemises (1) contenant lesdits déchets combustibles irradiés,
- des moyens de centrage (18) pour centrer lesdites chemises à l'intérieur du corps,
- des moyens anti-retour (20) pour immobiliser les chemises (1) à l'intérieur du corps,
- des moyens pour amener à l'intérieur des chemises une phase liquide de refroidissement ou d'enrobage.

7. Dispositif de stockage selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de centrage (18) sont constitués par des éléments flexibles fixés à une paroi interne du corps.

8. Dispositif de stockage selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de centrage (20) jouent également le rôle d'éléments anti-retour pour empêcher la sortie desdites chemises (1) contenant les déchets compactés hors du corps (12) du dispositif de stockage (21).

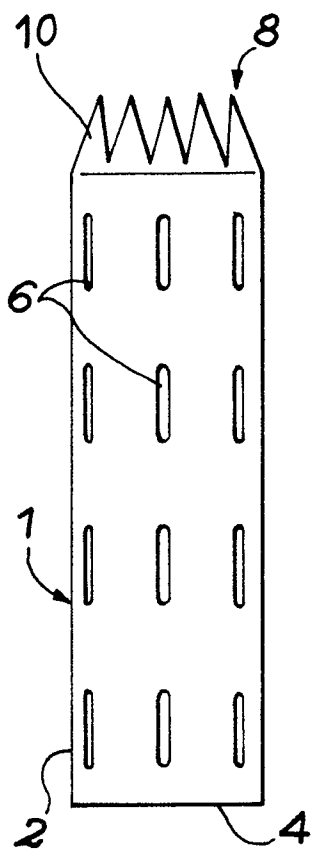


FIG. 1

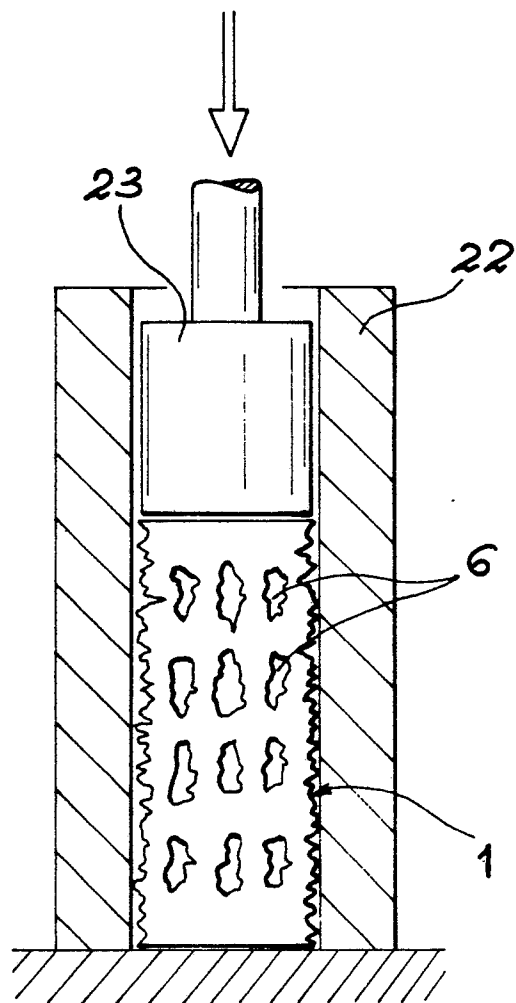


FIG. 2

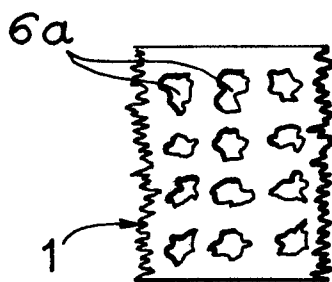


FIG. 3

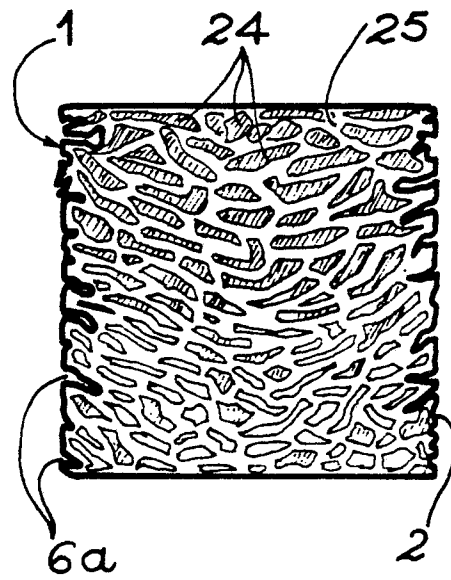
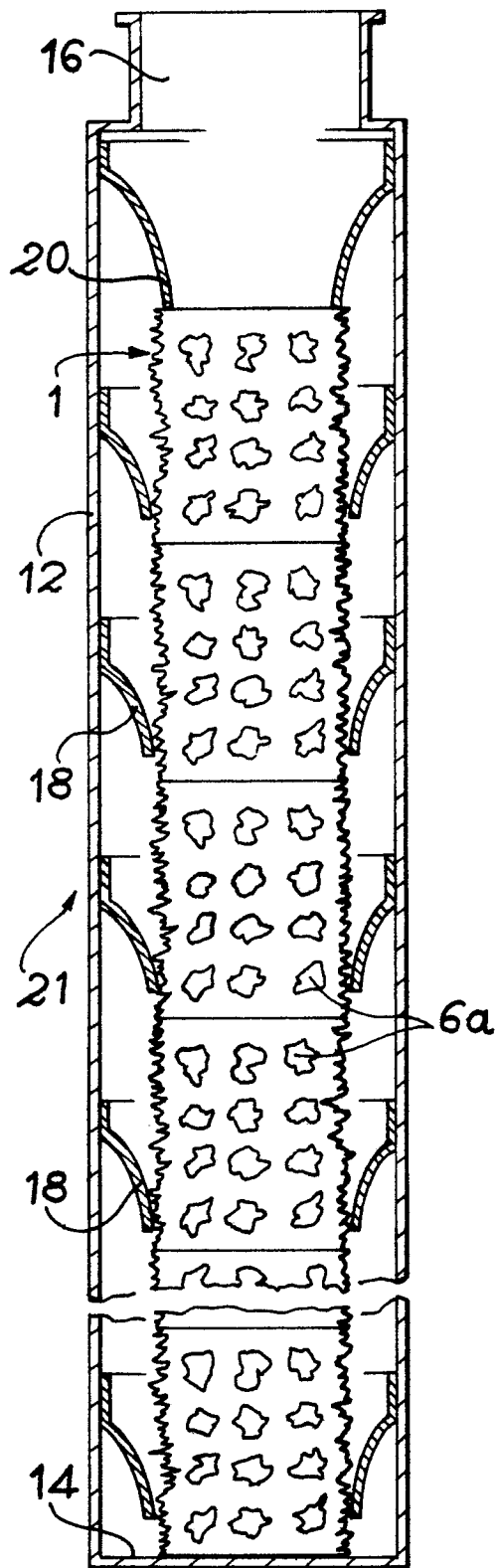


FIG. 5

FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 40 1206

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 584 854 (COMMISARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * Revendication 5; figures * -----	1-8	G 21 F 9/36
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G 21 F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16-12-1988	Examineur EPAILLARD P.J.H.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	