

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 729 881

②1 N° d'enregistrement national : **95 01120**

⑤1 Int Cl⁶ : B 25 J 11/00, 19/00, 18/06, G 21 C 17/01, 19/20, 1/02

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31.01.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 02.08.96 Bulletin 96/31.

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) : COMMISSARIAT A L ENERGIE
ATOMIQUE ETABLIS DE CARACT SCIENT TECH
ET INDUST — FR.

⑦2 Inventeur(s) : VILLEDIEU ERIC.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : BREVATOME.

⑤4 DISPOSITIF DE DEPLACEMENT D'APPAREILS D'INSPECTION ET/OU D'INTERVENTION A L'INTERIEUR D'UN RESERVOIR DE LIQUIDE.

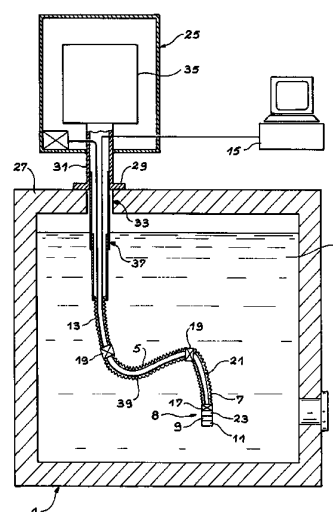
⑤7 L'invention a pour but de réaliser un dispositif susceptible d'être extrait facilement du réservoir inspecté, même en cas de panne de ses moyens de propulsions.

A cet effet, l'invention comprend :

- un tuyau souple (5) relié à son extrémité antérieure (7) à une tête de mesure (8) contenant lesdits appareils d'inspection (9) et/ou d'intervention (11) et à son extrémité postérieure (13) à un dispositif de commande (15) desdits appareils (9, 11), et

- au moins un premier dispositif de propulsion (17) dudit tuyau souple,

en ce que ledit tuyau souple contient un câble (21) d'alimentation et de transfert de données reliant le dispositif de commande (15), avec les appareils d'inspection (9) et/ou d'intervention (11) et, avec le dispositif de propulsion (17, 19), et en ce que ledit tuyau souple (5) présente un rapport rayon de courbure/diamètre d'au moins environ 3.



FR 2 729 881 - A1



**DISPOSITIF DE DEPLACEMENT D'APPAREILS
D'INSPECTION ET/OU D'INTERVENTION A L'INTERIEUR
D'UN RESERVOIR DE LIQUIDE**

5 DESCRIPTION

L'invention concerne un dispositif de déplacement d'appareils d'inspection et/ou d'intervention à l'intérieur d'un réservoir de liquide.

10 Ce dispositif est plus particulièrement destiné à réaliser une inspection et/ou une intervention dans un milieu hostile, par exemple à l'intérieur d'une cuve contenant un produit chimique hautement toxique ou dans la cuve d'un réacteur à neutrons rapides rempli de sodium liquide. Toutefois, d'une façon plus générale, 15 l'invention s'applique également à l'inspection de réservoirs contenant des liquides non dangereux, mais que l'on ne peut vidanger.

On connaît déjà d'après le document FR 2 626 807, 20 un télémanipulateur susceptible d'être utilisé dans des opérations de maintenance, de contrôle ou de réparation de générateurs de vapeur de réacteurs nucléaires. Ce télémanipulateur présente une structure lourde formée d'une embase d'orientation et d'un bras articulé 25 comprennent plusieurs tronçons.

On connaît également d'après le document FR 2 577 460, un dispositif manipulable de guidage d'un conduit permettant l'inspection de zones d'accès difficile, notamment l'intérieur des réacteurs nucléaires. Ce 30 dispositif comprend plusieurs tronçons rigides, articulés les uns aux autres autour d'axes et entourant un tube interne souple. Un dispositif d'inspection peut être introduit dans ce tube souple. La commande du déplacement des tronçons est assurée par des câbles.

Tous ces dispositifs permettent d'inspecter des structures internes mais présentent l'inconvénient de ne pas pouvoir être totalement et facilement extraits de ces structures en cas de panne subite totale de la
5 partie immergée. Ces dispositifs trop rigides ne peuvent être retirés manuellement par simple traction. Ceci est notamment le cas lorsque le dispositif est introduit dans une canalisation coudée.

L'invention a pour but de remédier à ces
10 inconvénients de l'art antérieur.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif de déplacement d'appareils d'inspection et/ou d'intervention à l'intérieur d'un réservoir de liquide. Selon les caractéristiques de l'invention, ce
15 dispositif comprend :

- un tuyau souple relié à son extrémité antérieure à une tête contenant lesdits appareils d'inspection et/ou d'intervention et à son extrémité postérieure à un dispositif de commande desdits appareils, et
20 - au moins un premier dispositif de propulsion dudit tuyau souple, disposé à l'extrémité antérieure de celui-ci et assurant le déplacement des appareils d'inspection et/ou d'intervention à l'intérieur dudit réservoir,
- 25 ledit tuyau souple contenant les câbles d'alimentation et de transfert de données entre le dispositif de commande d'une part et les appareils d'inspection et/ou d'intervention et le dispositif de propulsion d'autre part, et ledit tuyau souple présentant un rapport rayon de courbure/diamètre d'au moins environ 3.
30

Grâce à ces caractéristiques de l'invention, les appareils d'inspection et/ou d'intervention peuvent être aisément déplacés en trois dimensions à l'intérieur du réservoir de liquide à inspecter. De
35 plus, du fait que le tuyau souple présente un rayon de

courbure important par rapport à son diamètre, il ne peut se replier complètement sur lui-même et ne risque pas de s'enrouler ou de faire un noeud autour d'un élément de structure présent à l'intérieur du réservoir à inspecter. En cas de panne totale du dispositif de propulsion, l'ensemble du dispositif selon l'invention peut donc être extrait du réservoir par une simple traction.

Selon une variante de réalisation de l'invention, le dispositif comprend en outre au moins un deuxième dispositif de propulsion, disposé en un point quelconque sur la longueur du tuyau souple et assurant le déplacement, à l'intérieur du réservoir de liquide, du tronçon de tuyau souple sur lequel il est disposé.

Ceci permet d'assurer le déplacement du tuyau souple à l'intérieur d'une structure présentant une géométrie complexe, les parties du tuyau souple comprises entre deux dispositifs de propulsion n'étant pas motorisées et suivant le déplacement. Ces dispositifs de propulsion supplémentaires permettent également d'éviter que de trop fortes tractions ne soient exercées sur le tuyau souple.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple illustratif et non limitatif, cette description étant faite en faisant référence à l'unique figure jointe représentant le dispositif selon l'invention.

La figure est un schéma illustrant un mode d'application particulier du dispositif selon l'invention, dans lequel le réservoir 1 de liquide 3 à inspecter est constitué par la cuve de sodium liquide d'un réacteur nucléaire.

Le dispositif selon l'invention comprend un tuyau souple 5 relié à son extrémité antérieure 7 à une tête

de mesure 8 contenant au moins un appareil d'inspection 9 du réservoir et un appareil d'intervention 11 et reliée à son extrémité postérieure 13 a un dispositif de commande 15 desdits appareils 9 et 11.

5 Le dispositif selon l'invention comprend en outre au moins un premier dispositif de propulsion 17 du tuyau souple 5, disposé à l'extrémité antérieure 7 de celui-ci et assurant le déplacement de l'appareil d'inspection 9 et/ou de l'appareil d'intervention 11 à
10 l'intérieur du réservoir 1. Selon une variante de réalisation, le dispositif selon l'invention comprend en outre également au moins un deuxième dispositif de propulsion 19 disposé en un point quelconque sur la longueur du tuyau souple 5 et assurant le déplacement
15 du tronçon de tuyau souple sur lequel il est disposé.

Le tuyau souple 5 contient un câble 21 d'alimentation et de transfert de données reliant le dispositif de commande 15, d'une part avec l'appareil d'inspection 9 et/ou l'appareil d'intervention 11 et,
20 d'autre part avec chacun des dispositifs de propulsion 17, 19.

Le tuyau souple 15 doit être suffisamment flexible pour pouvoir se déplacer à l'intérieur du réservoir 3 notamment lorsque celui-ci présente des parties de
25 géométrie complexe, (non représentées sur la figure), mais doit par ailleurs présenter un rapport rayon de courbure/diamètre d'au moins environ 3. Ceci permet en cas de panne des dispositifs de propulsion 17, 19 d'extraire le tuyau souple 5 du réservoir 3. Dans
30 l'application particulière décrite ici, le tuyau souple 5 est plongé dans une cuve de sodium liquide maintenu à 180°C. Dans ce cas, le tuyau souple se présentera avantageusement sous forme d'un tuyau annelé, en un métal susceptible de résister à cet environnement
35 hostile. Toutefois, lorsque le dispositif de

l'invention est utilisé dans un milieu liquide non hostile, le tuyau souple peut être réalisé en matière plastique et n'est pas forcément annelé.

A titre d'exemple, un tel tuyau souple 5 peut mesurer 5 à 6 mètres et présenter un diamètre d'environ 10 cm lorsqu'il est utilisé pour l'inspection d'une cuve de sodium de 20 mètres de diamètre et de 20 mètres de hauteur.

De façon avantageuse, lorsque le liquide 3 contenu dans le réservoir 1 est du sodium liquide, (comme cela est le cas dans l'application représentée sur la figure unique), les premier et deuxième dispositifs de propulsion 17, 19 sont électromagnétiques. Ceci permet d'éviter l'utilisation de pièces mobiles à l'intérieur d'un liquide fortement toxique, corrosif et contaminé. Par contre, lorsque le liquide n'est pas aussi toxique ou corrosif, (par exemple de l'eau), les premier et deuxième dispositifs de propulsion peuvent être soit des propulseurs à hélice, soit des ballasts. Dans ce dernier cas toutefois, de tels dispositifs de propulsion n'assurent un déplacement que dans un plan vertical.

L'appareil d'intervention 11 permet des interventions légères, puisqu'un effort mécanique important ne peut être exercé sur le tuyau souple 5. Cet appareil peut par exemple être constitué par un appareil de prise d'échantillon de liquide 3 ou un par un appareil de récupération d'objets migrant à l'intérieur du réservoir 1. Dans ce cas, il présente à son extrémité une pince de prélèvement.

L'appareil d'inspection 9 est par exemple un capteur de télémétrie ultrasonore permettant de mesurer les structures à inspecter ou une sonde à ultrasons pour le contrôle de micro-fissures éventuelles à l'intérieur du réservoir 1.

De façon avantageuse, la tête de mesure contient aussi un capteur extéroceptif 23 recueillant des informations sur la position de ladite tête à l'intérieur du réservoir 1. Ce capteur est également
5 relié au dispositif de commande 15, ce qui permet à ce dernier après avoir reçu les informations du capteur 23 d'agir en retour sur les dispositifs de propulsion 17 ou 19 pour déplacer l'extrémité antérieure ou des tronçons du tuyau souple 5. Ce capteur extéroceptif est
10 par exemple constitué par un télémètre, un profondimètre et un inclinomètre.

Lorsque le dispositif selon l'invention est utilisé à l'intérieur d'un réservoir contenant un liquide absolument limpide, le capteur extéroceptif 23
15 n'est pas impérativement nécessaire et la tête de mesure 8 peut être déplacée sous l'ordre d'un technicien assurant un simple contrôle visuel.

Le dispositif de déplacement selon l'invention comprend en outre un dispositif d'introduction 25 du
20 tuyau souple 5 au travers de l'une des parois 27 définissant le réservoir 1. Ce dispositif d'introduction 25 comprend des moyens de fixation 29 sur la paroi 27 et permet de reprendre les efforts d'encastrement sur la paroi. Le dispositif
25 d'introduction 25 comprend en outre des moyens de transfert étanche 31 permettant d'assurer à une interface étanche au niveau de l'orifice d'introduction 33 prévu dans la paroi 27. De façon facultative, le dispositif d'introduction 25 comprend également une
30 boîte de confinement 35 permettant de stocker le tuyau souple 5 après qu'il ait été placé en contact avec le sodium liquide 3. Enfin, les câbles 21 traversent également ce dispositif d'introduction 25 avant de rejoindre le dispositif de commande 15.

De façon facultative, le dispositif d'introduction 25 comprend également un tube télescopique 37 apte à pénétrer dans le réservoir 1 et à l'intérieur duquel peut coulisser le tuyau souple 5. Ce tube télescopique 5 37 permet de minimiser et de régler la longueur du tuyau souple 5 à mettre en oeuvre. Généralement, son mouvement de translation est commandé par le dispositif de commande 15. Toutefois, il pourrait également être déplacée par un dispositif à commande manuelle.

10 Enfin, le tuyau souple 5 peut également contenir un canal d'alimentation 39 en fluide de refroidissement des appareils d'inspection 9 et/ou d'intervention 11 ou du capteur extéroceptif 23.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de déplacement d'appareils d'inspection et/ou d'intervention à l'intérieur d'un
5 réservoir (1) de liquide (3), caractérisé en ce qu'il comprend :

- un tuyau souple (5) relié à son extrémité antérieure (7) à une tête de mesure (8) contenant
lesdits appareils d'inspection (9) et/ou d'intervention
10 (11) et à son extrémité postérieure (13) à un dispositif de commande (15) desdits appareils (9, 11),
et

- au moins un premier dispositif de propulsion (17) dudit tuyau souple, disposé à l'extrémité
15 antérieure (7) de celui-ci et assurant le déplacement des appareils d'inspection (9) et/ou d'intervention
(11) à l'intérieur dudit réservoir (1),
en ce que ledit tuyau souple contient au moins un câble (21) d'alimentation et de transfert de données reliant
20 le dispositif de commande (15), d'une part avec les appareils d'inspection (9) et/ou d'intervention (11)
et, d'autre part avec le dispositif de propulsion (17, 19), et en ce que ledit tuyau souple (5) présente un
rapport rayon de courbure/diamètre d'au moins environ
25 3.

2. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en
outre au moins un deuxième dispositif de propulsion (19), disposé en un point quelconque sur la longueur du
30 tuyau souple et assurant le déplacement, à l'intérieur du réservoir (1) de liquide, du tronçon de tuyau souple
(5) sur lequel il est disposé.

3. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tête de
35 mesure contient en outre un capteur extéroceptif (23)

recueillant des informations sur la position de ladite tête de mesure (8) à l'intérieur du réservoir (1).

4. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tuyau souple
5 (5) est un tuyau métallique annelé.

5. Dispositif de déplacement selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce que le tuyau souple (5) contient un canal d'alimentation (39) en fluide de refroidissement des appareils d'inspection
10 (9) et/ou d'intervention (11) ou du capteur extéroceptif (23).

6. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le liquide (3) contenu dans le réservoir (1) est un métal et en ce que
15 les premier et deuxième dispositifs de propulsion (17, 19) sont électromagnétiques.

7. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième dispositifs de propulsion (17, 19) sont des
20 propulseurs à hélice.

8. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième dispositifs de propulsion (17, 19) sont des ballasts.

25 9. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'appareil d'intervention (11) comprend un appareil de prise d'échantillon et/ou un appareil de récupération d'objets migrant à l'intérieur du réservoir (1).

30 10. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'appareil d'inspection (9) comprend un télémètre ou une sonde de contrôle des fissures du réservoir (1).

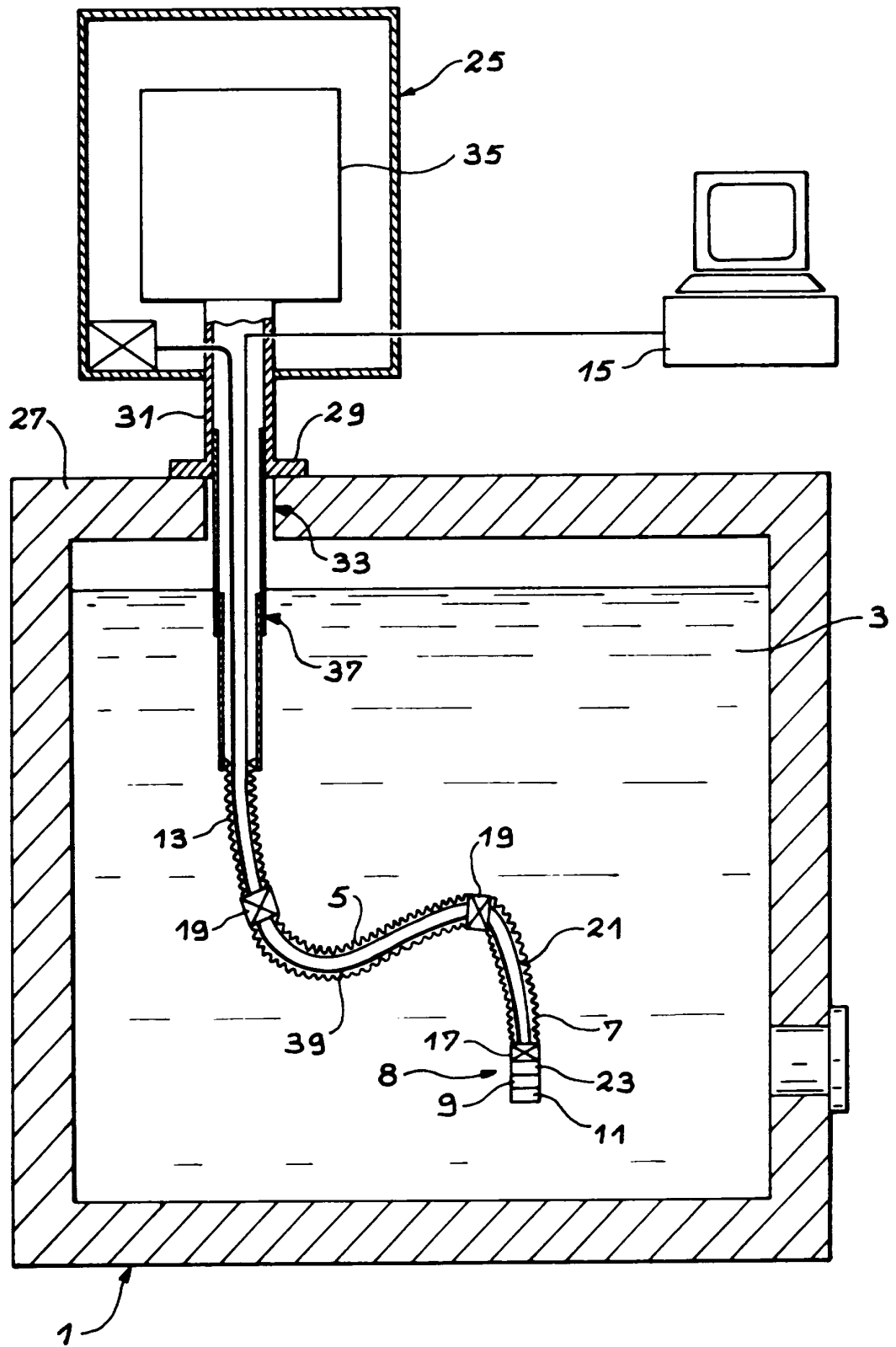
11. Dispositif de déplacement selon la
35 revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un

dispositif d'introduction (25) du tuyau souple (5) au travers de l'une des parois (27) délimitant le réservoir (1), ce dispositif d'introduction (25) comportant des moyens de fixation (29) sur cette paroi (27).

12. Dispositif de déplacement selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif d'introduction (25) du tuyau souple (5) comprend des moyens de transfert étanche (31) et une boîte de confinement (35).

13. Dispositif de déplacement selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif d'introduction (25) du tuyau souple (5) comprend un tube télescopique (37) apte à pénétrer dans le réservoir (1) et à l'intérieur duquel peut coulisser le tuyau souple (5).

14. Dispositif de déplacement selon les revendications 4, 6, 11 et 12, caractérisé en ce que le réservoir de liquide est une cuve de réacteur nucléaire contenant du sodium liquide.



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | Revendications concernées de la demande examinée |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | |
| A | EP-A-0 194 039 (THE BRITISH PETROLEUM COMPANY) * page 3, ligne 2 - page 6, ligne 24 * --- | 1,2,4 |
| A | EP-A-0 461 506 (MITSUBISHI) * colonne 11, ligne 6 - ligne 22; revendication 1 * --- | 1,7 |
| A | EP-A-0 050 561 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * abrégé * --- | 11-13 |
| A | US-I-T980001 (MINNICK) * abrégé * ----- | 14 |
| | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6) |
| | | B25J G21C |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur |
| 4 Septembre 1995 | | Lamineur, P |
| <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> | | |