

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 02.04.98.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.10.99 Bulletin 99/40.

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

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-
DES GEORGES CLAUDE — FR.

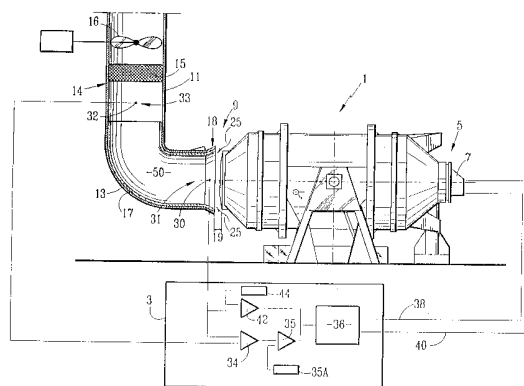
⑦② Inventeur(s) : BEAUDOIN PHILIPPE et LOISELET
BENOIT.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ PROCEDE DE CONDUITE D'UN FOUR ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de conduite d'un four
(1) comprenant une cheminée (11) d'évacuation des fu-
mées, des moyens (19) d'introduction d'air ambiant dans la-
dite cheminée (11) et un extracteur (16) des fumées disposé
dans ladite cheminée (11). Selon le procédé, on mesure la
température des fumées en deux emplacements (31, 33),
on soustrait la température mesurée au niveau du second
emplacement (33) de celle mesurée au niveau du premier
emplacement (31), on compare le résultat de soustraction à
une valeur de consigne Δ et on diminue le rapport du débit
de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four
(1) lorsque le résultat de la soustraction est inférieur à la va-
leur de consigne ΔT .



L'invention est relative à un procédé de conduite d'un four tel que par exemple un four rotatif oxy-combustible, comprenant une cheminée coudée d'évacuation des fumées en sortie du four, des moyens d'introduction d'air ambiant dans ladite cheminée et un extracteur des fumées disposé dans la
5 cheminée, en aval desdits moyens d'introduction d'air ambiant.

On connaît des procédés de conduite d'un tel four selon lesquels dans une première étape, on analyse au moyen d'un analyseur de gaz la teneur des fumées par exemple en CO et, dans une seconde étape, on ajuste les quantités de combustible et d'oxydant introduites dans le four en fonction du
10 résultat de mesure obtenu.

Ces procédés de conduite d'un four à l'aide d'un analyseur de gaz présentent l'inconvénient d'être chers et complexes.

En effet, les analyseurs de gaz sont des instruments de mesure de haute technologie qui sont par conséquent très coûteux, notamment en ce
15 qui concerne les analyseurs ayant une bonne fiabilité et une bonne précision.

En outre, du fait de la construction et du fonctionnement d'un analyseur de gaz, les résultats de mesure de celui-ci dérivent dans le temps, de sorte qu'un étalonnage régulier de l'analyseur est nécessaire.

A ceci s'ajoute le fait qu'il est nécessaire d'affecter à cet analyseur
20 de gaz un opérateur spécialement qualifié pour assurer la maintenance et le bon fonctionnement de cet instrument de mesure.

L'invention vise à pallier ces divers inconvénients en proposant un procédé de conduite d'un four et un dispositif pour la mise en oeuvre de celui-ci qui soit fiable et d'un coût réduit.

25 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de conduite d'un four comprenant une cheminée d'évacuation des fumées, des moyens d'introduction d'air ambiant dans ladite cheminée et un extracteur des fumées disposé dans ladite cheminée, en aval desdits moyens d'introduction d'air ambiant, caractérisé en ce que :

- on mesure la température des fumées en deux emplacements dont l'un se trouve à proximité de la sortie du four et dont l'autre se trouve dans la cheminée en aval du premier emplacement,

5 - on soustrait la température mesurée au niveau du second emplacement de celle mesurée au niveau du premier emplacement,

- on compare le résultat de soustraction à une valeur de consigne ΔT positive ou nulle, et

10 - on diminue le rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four lorsque le résultat de la soustraction est inférieur à la valeur de consigne ΔT .

Le procédé selon l'invention peut de plus comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

15 - la valeur de consigne ΔT correspond à la différence entre la température des fumées au niveau du premier emplacement et celle au niveau du second emplacement lorsque le four fonctionne de manière optimale,

- la valeur de consigne ΔT est égale à zéro,

20 - après ladite diminution, on compare en outre la température mesurée au niveau du premier emplacement à une température de référence et l'on augmente le rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four lorsque la température des fumées mesurée au niveau du premier emplacement est inférieure à la température de référence.

25 L'invention a en outre pour objet un dispositif de conduite d'un four comprenant une cheminée d'évacuation des fumées, des moyens d'introduction d'air ambiant dans ladite cheminée et un extracteur des fumées disposé en aval desdits moyens d'introduction d'air ambiant, pour la mise en oeuvre du procédé tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un premier et un second capteurs de mesure de la température des fumées dont le premier est disposé à proximité de la sortie du four et dont le second est disposé dans la cheminée, en aval du premier capteur, des moyens de soustraction de la
30 température mesurée par le second capteur de celle mesurée par le premier

capteur, des moyens de comparaison du résultat de soustraction à une valeur de consigne ΔT et, commandés par lesdits moyens de comparaison, des moyens de diminution du rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four lorsque le résultat de la soustraction est inférieur à une
5 valeur de consigne.

Le dispositif selon l'invention peut de plus comporter la caractéristique, selon laquelle il comprend en outre des moyens de mémorisation d'une température de référence, des moyens de comparaison de la température mesurée par le premier capteur à la température de référence
10 et, commandés par lesdits moyens de comparaison de la température mesurée par le premier capteur à la température de référence, des moyens d'augmentation du rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four lorsque la température des fumées mesurée par le premier capteur est inférieure à la température de référence.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple, sans caractère limitatif, en regard du dessin annexé représentant un schéma d'un four rotatif oxy-combustible équipé d'un dispositif selon l'invention.

Sur la figure unique est représenté un four rotatif oxy-combustible
20 1 équipé d'un dispositif de conduite 3 selon l'invention.

Le four 1 comprend une entrée 5 munie d'un brûleur 7 par l'intermédiaire duquel un oxydant tel que par exemple de l'oxygène ou de l'air enrichi d'oxygène, et un combustible, comme par exemple du gaz naturel, sont introduits à l'intérieur du four 1, et une sortie 9 par laquelle les fumées, c'est-à-
25 dire les produits de combustion, sont évacuées via une cheminée 11.

La cheminée 11 comprend une portion coudée 13 qui se prolonge par une portion verticale 14 dans laquelle sont disposés successivement un filtre 15 et un extracteur 16.

L'extracteur 16 aspire les fumées en sortie du four 1 dans la
30 cheminée 11 et projette celles-ci, une fois filtrées, dans l'atmosphère environnant.

Pour pouvoir résister à la température élevée des fumées en sortie du four, les parois internes de la portion coudée 13 sont revêtues d'un matériau réfractaire 17.

Par ailleurs, l'entrée 18 de la portion coudée 13 possède une forme évasée en direction de la sortie 9 du four 1 et est disposée à distance, avec un certain intervalle 19, en regard de celle-ci.

L'intervalle 19 entre l'entrée 18 de la cheminée 11 et la sortie 9 du four 1 fait office de moyen d'introduction d'air ambiant dans la cheminée 11 pour refroidir les fumées en sortie du four 1 avant que celles-ci n'arrivent au filtre 15 disposé plus en aval.

Le dispositif 3 de conduite du four 1 comprend un premier capteur de température 30 disposé au niveau d'un premier emplacement 31 à proximité de la sortie 9 du four, c'est-à-dire soit directement dans celle-ci ou, comme cela est représenté sur la figure, juste à l'entrée 18 de la portion coudée 13 de la cheminée 11. De préférence, le capteur 30 est centré dans l'entrée 18 afin qu'il n'entre pas en contact avec l'air ambiant qui entre latéralement (indiqué par des flèches 25) dans la cheminée 11 sous l'effet d'aspiration de l'extracteur 16.

Le dispositif 3 de conduite du four 1 comprend de plus un second capteur de température 32 disposé au niveau d'un second emplacement 31 centré dans la cheminée 11 en aval du premier emplacement 31, de préférence après la partie coudée 13 de la cheminée 11.

Les capteurs de température 30 et 32 sont par exemple formés par des thermocouples.

Chaque capteur 30, 32 est relié à une entrée d'un soustracteur 34 dont le résultat de soustraction des températures délivrées par les capteurs 30 et 32 est comparé dans un premier comparateur 35 à une valeur de consigne ΔT positive ou nulle mémorisée dans une mémoire 35A. De préférence, la valeur de consigne ΔT est une valeur déterminée expérimentalement et correspondant à la différence des températures au niveau respectivement du premier emplacement 31 et du second emplacement 33 lorsque le four est

réglé de façon optimale. Dans ce contexte, on considère que le four est réglé de façon optimale lorsque son rendement est au maximum, ce qui est le cas quand d'une part il n'y pas un excès d'oxygène refroidissant le four et, quand d'autre part la teneur en CO des fumées en sortie du four est minimale. Mais
5 cette valeur de consigne peut également être égale à zéro dans une réalisation simplifiée de l'invention. Selon le résultat de comparaison, le comparateur 35 commande des moyens 36 de régulation des débits de l'oxydant et du combustible introduits dans le four 1 par l'intermédiaire d'une ligne 38 de commande du débit de l'oxydant et une ligne 40 de commande du débit du
10 combustible raccordées au brûleur 7.

Par ailleurs, le dispositif 3 comprend un second comparateur 42 dont une première entrée est reliée au capteur 30 et une seconde entrée est reliée à des moyens de mémorisation 44 d'une température de référence. La sortie du second comparateur 42 est également reliée aux moyens 36 de
15 régulation afin de commander ceux-ci en fonction du résultat de comparaison entre la température délivrée par le capteur 30 et la température de référence mémorisée dans la mémoire 44.

Le déroulement du procédé de conduite du four 1 selon l'invention et le fonctionnement du dispositif 3 pour la mise en œuvre de ce
20 procédé sont décrits par la suite.

Lors du fonctionnement du four 1, on introduit par l'intermédiaire du brûleur 7 un certain mélange oxydant/combustible dans le four 1, ce mélange étant régulé par les moyens 36 de régulation des débits. Ce mélange peut être caractérisé par le rapport du débit de combustible au débit de
25 l'oxydant introduits dans le four 1.

En dehors d'un fonctionnement optimisé du four, on considère en particulier deux modes de fonctionnement du four à rendement réduit.

Premièrement, lorsque le mélange introduit dans le four 1 présente un excès de combustible, il n'y a pas assez d'oxygène pour pouvoir brûler tout
30 le combustible introduit dans le four 1 de sorte que la teneur en CO des fumées augmente. Les fumées aspirées dans la cheminée 11 se mélangent avec l'air

ambiant introduit. Du fait de la température élevée des fumées et de la présence de l'oxygène dans l'air, le CO brûle dans une zone 50 dite de "post-combustion", ce qui provoque dans la portion 13 une augmentation de la température des fumées à un niveau plus élevée, notamment plus élevé que
5 celui des fumées en sortie du four 1.

Deuxièmement, lorsque le mélange oxydant/combustible introduit dans le four 1 présente une quantité trop importante d'oxydant, le four se refroidit, ce qui, par exemple dans le cas d'un four de fusion, augmente le temps de fusion et ainsi le coût de fonctionnement de l'installation.

10 Afin de corriger l'excès de combustible, le procédé selon l'invention consiste à mesurer d'une part, au moyen du capteur 30, la température des fumées en sortie du four 1 et d'autre part, en aval du capteur 30 et au moyen du capteur 32, la température des fumées en aval de la zone 50 dans laquelle la post-combustion peut se produire. La température mesurée
15 par le capteur 32 est soustraite de celle mesurée par le capteur 30 au moyen du soustracteur 34. Le résultat de la soustraction est comparé au moyen du comparateur 35 dans le dispositif 3 à la valeur de consigne ΔT .

Si le résultat de la soustraction est inférieur à la valeur de consigne ΔT , voire négatif, ce qui indique qu'une post-combustion a eu lieu entre les deux
20 points de mesure de température du fait d'une teneur élevée en CO des fumées en sortie du four 1 résultant d'un excès de combustible, le comparateur 35 commande aux moyens 36 la diminution du rapport du débit de combustible au débit d'oxydant introduits dans le four. Cette diminution du rapport des deux débits peut être réalisée soit en augmentant le débit de l'oxydant, soit en
25 diminuant le débit de combustible introduits dans le four.

Pour éviter alors un excès d'oxydant, la température mesurée par le capteur 30 est en outre comparée à la température de référence mémorisée dans la mémoire 44. Cette température de référence est une valeur de température trouvée par des expériences et correspondant à la température
30 des fumées en sortie du four lors d'un fonctionnement optimisé.

Si la comparaison par le comparateur 42 révèle que la température mesurée par le capteur 30 est inférieure à la température de référence, ce qui est indicateur d'un excès d'oxydant introduit dans le four 1, le comparateur 42 commande aux moyens 36 d'augmenter le rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four, ceci soit par réduction
5 du débit de l'oxydant, soit par une augmentation du débit de combustible.

Afin de caler le four dans une certaine plage de fonctionnement, on peut également définir dans les moyens de régulation 36 des débits minimal et maximal pour l'oxydant ainsi que pour le combustible.

10 On voit donc que le procédé selon l'invention et le dispositif pour sa mise en œuvre ne nécessitent qu'un investissement relativement faible. De plus le matériel utilisé, notamment les thermocouples, présente l'avantage d'être robuste et d'être facile à entretenir et à installer.

REVENDICATIONS

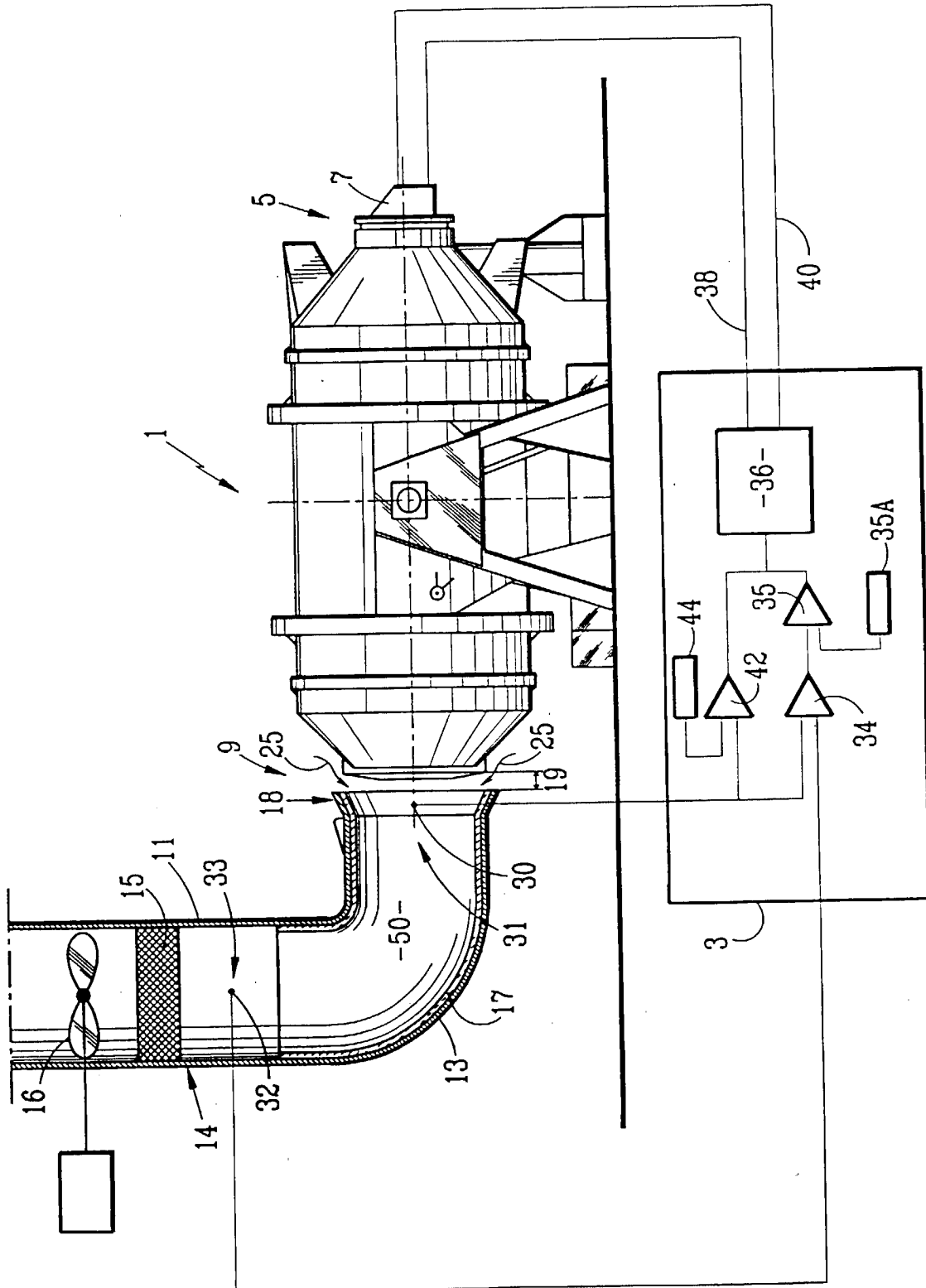
1. Procédé de conduite d'un four (1) comprenant une cheminée
5 (11) d'évacuation des fumées, des moyens (19) d'introduction d'air ambiant dans ladite cheminée (11) et un extracteur (16) des fumées disposé dans ladite cheminée (11), en aval desdits moyens (19) d'introduction d'air ambiant, caractérisé en ce que
- on mesure la température des fumées en deux emplacements
10 (31,33) dont l'un (31) se trouve à proximité de la sortie (9) du four (1) et dont l'autre (33) se trouve dans la cheminée (11) en aval du premier emplacement (31),
 - on soustrait la température mesurée au niveau du second emplacement (33) de celle mesurée au niveau du premier emplacement (31),
 - 15 - on compare le résultat de soustraction à une valeur de consigne ΔT positive ou nulle, et
 - on diminue le rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four (1) lorsque le résultat de la soustraction est inférieur à une valeur de consigne ΔT .
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de consigne ΔT correspond à la différence entre la température des fumées au niveau du premier emplacement (31) et celle au niveau du second emplacement (33) lorsque le four fonctionne de manière optimale.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur
25 de consigne ΔT est égale à zéro.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'après ladite diminution, on compare en outre la température mesurée au niveau du premier emplacement (31) à une température de référence et en ce que l'on augmente le rapport du débit de
30 combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four (1) lorsque la

température des fumées mesurée au niveau du premier emplacement (31) est inférieure à la température de référence.

5. Dispositif de conduite d'un four comprenant une cheminée d'évacuation des fumées, des moyens (19) d'introduction d'air ambiant dans ladite cheminée (11) et un extracteur (16) des fumées disposé en aval desdits moyens (19) d'introduction d'air ambiant, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un premier et un second capteurs (30, 32) de mesure de la température des fumées dont le premier (30) est disposé à proximité de la sortie (9) du four et dont le second (32) est disposé dans la cheminée (11), en aval du premier capteur (30), des moyens (34) de soustraction de la température mesurée par le second capteur (32) de celle mesurée par le premier capteur (30), des moyens de comparaison (35) du résultat de soustraction à une valeur de consigne ΔT et, commandés par lesdits moyens (35) de comparaison, des moyens (36) de diminution du rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four (1) lorsque le résultat de la soustraction est inférieur à une valeur de consigne.

6. Dispositif de conduite d'un four (1) selon la revendication 5 pour la mise en oeuvre d'un procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (44) de mémorisation d'une température de référence, des moyens (42) de comparaison de la température mesurée par le premier capteur (30) à la température de référence et, commandés par lesdits moyens (42) de comparaison de la température mesurée par le premier capteur (30) à la température de référence, des moyens (36) d'augmentation du rapport du débit de combustible au débit de l'oxydant introduits dans le four (1) lorsque la température des fumées mesurée par le premier capteur (30) est inférieure à la température de référence.

1/1



**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 554926
FR 9804115

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 0 553 632 A (LINDE AG) 4 août 1993 * revendications; figure *	1,5
A	WO 90 06432 A (HOMEYER) 14 juin 1990	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F27D F27B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
15 janvier 1999		Coulomb, J
<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>		