

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 07.02.91.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 14.08.92 Bulletin 92/33.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE — FR.

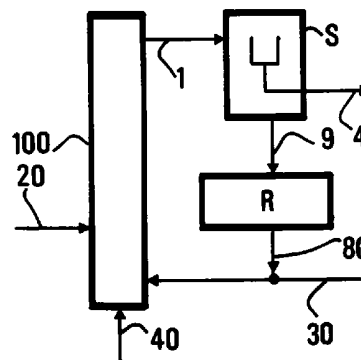
⑦2 Inventeur(s) : Hugues François, Vuillemot Daniel, Burzynski Jean-Pierre, Galtier Pierre et Gauthier Thierry.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 Procédé et dispositif de conversion catalytique en lit entraîné d'une charge contenant un composé oxygène.

⑤7 Procédé et dispositif de conversion catalytique, d'une charge comprenant au moins un composé oxygéné tel que le méthanol, en hydrocarbures oléfiniques ayant de 2 à 4 atomes de carbone. La conversion est effectuée dans un réacteur (100) dans lequel la charge est introduite par la conduite (20), le solide catalytique est introduit par le conduit (30) et le gaz d'entraînement du solide est introduit par le conduit (40) le réacteur est relié par un conduit (1) à un séparateur cyclonique (S) à co-courant permettant de séparer une phase solide d'une phase gazeuse, contenant les produits de la conversion, que l'on récupère par le conduit (4). La phase solide est envoyée, par le conduit (9), à un régénérateur (R) dans lequel les particules catalytiques sont au moins en partie régénérées avant d'être renvoyées, par le conduit (80) relié au conduit (30), dans le réacteur (100).



L'invention concerne un procédé de conversion catalytique, en lit entraîné, d'une charge comprenant au moins un composé oxygéné et plus spécialement au moins un alcool tel que le méthanol et/ou au moins un éther-oxyde tel que le diméthyléther, et un dispositif, pour la mise en oeuvre de ce procédé comprenant au moins un séparateur cyclonique à co-courant permettant la séparation très rapide des particules solides et des gaz.

Ce procédé s'applique plus particulièrement à la production d'hydrocarbures oléfiniques, notamment à usage pétrochimique, comprenant une majeure partie de composés ayant de 2 à 4 atomes de carbone dans leur molécule, en présence d'un catalyseur comme une zéolithe circulant dans un réacteur à lit entraîné.

Une utilisation particulière donnée ici à titre d'exemple est la conversion catalytique du méthanol en hydrocarbures riches en éthylène et/ou en propylène.

Un des facteurs essentiels à la production sélective d'oléfines légères, et plus particulièrement d'éthylène et/ou de propylène par conversion du méthanol, est la maîtrise du temps de contact entre la charge et le catalyseur. Ce contact entre la charge et le catalyseur doit être à la fois court et uniforme (ou régulier) dans le temps, ce qui impose une rapidité et une uniformité de la mise en contact entre les grains de catalyseur et la charge gazeuse ou liquide. Il est donc important de bien contrôler, en particulier, la quantité de charge introduite en liaison avec la quantité de catalyseur avec lequel elle entre en contact, ainsi que de garder constant le temps de contact entre la charge et le catalyseur de manière à obtenir la meilleure sélectivité possible en le ou les composés éthyléniques souhaités. En l'absence d'un tel contrôle la tendance de la réaction est de conduire à une large gamme d'hydrocarbures saturés et insaturés allant généralement du méthane à des hydrocarbures ayant jusqu'à 10 atomes de carbone dans leur molécule ou plus, tels que ceux constituant habituellement la coupe essence.

Dans les procédés de conversion du méthanol, utilisant la technique du lit entraîné, décrits dans l'art antérieur, on insiste le plus souvent sur l'importance de l'optimisation et du contrôle du temps de contact entre les particules catalytiques et la charge. Ce temps de contact doit être, comme cela est par exemple mentionné dans le brevet US-A-4229608, relativement court. Cependant on ne mentionne pas

l'utilisation d'un système de séparation adapté à permettre une séparation efficace et rapide des particules solides et des gaz contenant les produits de la réaction.

5 L'association de conditions opératoires bien choisies et d'une séparation ultra-rapide des particules catalytiques et des produits gazeux incluant les produits de la conversion permet en particulier d'améliorer sensiblement la sélectivité en le ou les composés éthyléniques souhaités, ce qui n'était pas le cas dans les réalisations décrites dans l'art antérieur telle que par exemple celle décrite dans le brevet US-A-4046825.

10

De façon plus précise la présente invention concerne un procédé de conversion catalytique d'une charge contenant au moins un composé oxygéné, en hydrocarbures oléfiniques riches en composés ayant de 2 à 4 atomes de carbone dans leur molécule, comprenant la conversion en lit entraîné de ladite charge, dans
15 une zone réactionnelle de conversion de forme allongée, dans des conditions appropriées, en présence d'un catalyseur sous forme de particules solides, ledit procédé comportant une étape d'alimentation, dans une zone située à proximité d'une première extrémité de ladite zone réactionnelle, en au moins un solide sous forme de particules contenant des particules catalytiques et en au moins un fluide
20 d'entraînement, une étape d'introduction, et, dans le cas d'une charge au moins en partie liquide, de pulvérisation de ladite charge dans une zone d'introduction située en aval, dans le sens du déplacement des particules solides, de la zone d'introduction desdites particules solides, une étape de mise en contact desdites particules solides et de ladite charge dans une zone située à proximité de la
25 première extrémité, une étape de circulation des particules solides et de la charge dans la zone de réaction au cours de laquelle on effectue la conversion de ladite charge et on désactive au moins en partie les particules solides catalytiques par dépôt de coke sur celles-ci, une étape de séparation des particules solides et des gaz contenant les produits de la conversion, au moins partielle, de ladite charge, dans une zone de séparation située à proximité d'une deuxième extrémité de la
30 zone de réaction à l'opposé de ladite première extrémité, une étape de régénération, dans au moins une zone de régénération, d'au moins une partie des particules solides catalytiques, au moins en partie désactivées et une étape de recyclage des particules solides catalytiques, au moins en partie régénérées, dans
35 une zone de recyclage à proximité de ladite première extrémité caractérisé en ce

que la séparation des particules solides et des gaz contenant les produits de la réaction est effectuée dans un séparateur cyclonique à co-courant.

5 Dans une forme particulière de réalisation le séparateur cyclonique à co-courant comprend au moins un moyen d'introduction d'au moins un fluide permettant d'effectuer simultanément le strippage des particules solides. Ce fluide est habituellement un gaz choisi parmi les gaz employés de façon classique par les hommes du métier pour effectuer un tel strippage. Ce gaz sera par exemple de la vapeur d'eau ou un gaz inerte tel que par exemple de l'azote.

10 Dans ce type de cyclone à co-courant on peut, contrairement au cas des cyclones à rebours, en plaçant l'entrée interne de la phase légère L1 (essentiellement gazeuse) assez près de l'entrée (à une distance inférieure à la longueur (L_c) du cyclone à rebours) du mélange M1 (contenant les particules solides formant une phase dense D1 et les gaz formant une phase légère L1) et en contrôlant la circulation de la phase légère dans le séparateur, obtenir une séparation rapide des phases tout en conservant une bonne efficacité de la collecte de la phase dense D1 et en ayant une distribution de temps de séjour de la phase légère acceptable.

20 Dans une forme préférée de réalisation de la présente invention on utilisera un séparateur cyclonique à co-courant particulier permettant d'effectuer très rapidement la séparation de la phase dense D1 et de la phase légère L1 à partir de leur mélange M1, avec une très bonne efficacité de collecte de la phase dense D1 et une distribution des temps de séjour de la phase légère L1, dans ledit séparateur, plus étroit que dans les séparateurs cycloniques de l'art antérieur. Le volume utile à la séparation pourra être, dans le séparateur cyclonique à co-courant particulier utilisé dans le procédé selon l'invention, plus faible que dans les cyclones de l'art antérieur, et par conséquent la séparation à débit de phase légère constant pourra être plus rapide.

30 Ce séparateur cyclonique à co-courant utilisé dans une forme préférée de réalisation de l'invention comporte en combinaison :

35 - au moins une enceinte extérieure, de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire de diamètre (D_c), comprenant à une première extrémité des moyens d'introduction permettant d'introduire, par une entrée dite entrée externe, le

- mélange M1 contenant les particules solides formant la phase dense D1 et les gaz formant la phase légère L1, lesdits moyens étant adaptés à conférer au moins à la phase légère L1 un mouvement hélicoïdal dans la direction de l'écoulement dudit mélange M1 dans ladite enceinte extérieure, comprenant également des moyens
- 5 de séparation des phases D1 et L1 et à l'extrémité opposée à ladite première extrémité des moyens de récupération permettant de récupérer, par une sortie, comportant un conduit latéral ou axial, dite sortie externe, au moins une partie de la phase dense D1, et ayant entre lesdites extrémités opposées une longueur L,
- 10 - au moins une enceinte intérieure de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire, disposée coaxialement par rapport à ladite enceinte extérieure, comprenant à une distance L_s , inférieure à L, du niveau extrême de l'entrée externe, une entrée dite entrée interne, de diamètre intérieur (D_i) inférieur à (D_c), dans laquelle pénètre au moins une partie de la phase légère L1 et à son
- 15 extrémité opposée des moyens de récupération permettant de récupérer, par un conduit dit conduit interne, respectivement axial si le conduit de la sortie externe est latéral, ou latéral si le conduit de la sortie externe est axial, ladite partie de la phase légère L1,
- 20 - ledit séparateur cyclonique comportant en outre en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, du niveau de l'entrée interne de l'enceinte intérieure, des moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de ladite enceinte intérieure.
- 25 L'invention sera mieux comprise par la description de quelques modes de réalisation, donnés à titre purement illustratif mais nullement limitatif, qui en sera faite ci-après à l'aide des figures 1, 2A, 2B, 3, 4, 5 et 6 annexées, sur lesquelles les organes similaires sont désignés par les mêmes chiffres et lettres de référence.
- 30 Selon la figure 1, la conversion est effectuée dans un réacteur 100 dans lequel la charge est introduite par la conduite (20), le solide catalytique est introduit par le conduit (30) et le gaz d'entraînement du solide est introduit par le conduit (40) le réacteur est relié par un conduit (1) à un séparateur cyclonique (S) à co-courant permettant de séparer une phase solide d'une phase gazeuse, contenant les
- 35 produits de la conversion, que l'on récupère par le conduit (4). La phase solide est envoyée, par le conduit (9), à un régénérateur (R) dans lequel les particules

catalytiques sont au moins en partie régénérées avant d'être renvoyées, par le conduit (80) relié au conduit (30), dans le réacteur (100).

La figure 2A est une vue en perspective d'un séparateur cyclonique à co-courant
5 utilisé dans une forme préférée selon l'invention et dénommé ci-après l'appareil.

La figure 2B est une vue en perspective d'un appareil utilisé dans le cadre de la présente invention qui ne diffère de celui représenté sur la figure 2A que par les
10 moyens de récupération de la phase dense D1 et de la phase légère L1. Ces moyens permettent dans le cas de l'appareil schématisé sur la figure 2B une récupération par un conduit latéral de la phase dense D1 et une récupération par un conduit axial de la phase légère L1 et dans celui schématisé sur la figure 2A une récupération par un conduit axial de la phase dense D1 et une récupération par un conduit latéral de la phase légère L1.

15 La figure 3 est une vue en coupe d'un appareil, utilisé dans le procédé selon l'invention, pratiquement identique à celui représenté sur la figure 2B mais comportant des moyens (6), limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de l'enceinte intérieure, dont la dimension dans la direction
20 perpendiculaire à l'axe de l'enceinte extérieure est inférieure à la dimension de la sortie externe (5).

Les appareils, utilisés dans le cadre de l'invention, schématisés sur les figures 2A et 3, de formes allongées, sensiblement régulières, comportent une enceinte
25 extérieure sensiblement verticale, ayant un axe (AA') qui est un axe de symétrie, de diamètre (Dc) et de longueur (L) entre le niveau extrême de l'entrée tangentielle (1), dite entrée externe, et les moyens (7) de sortie de la phase dense D1. Le mélange M1 contenant la phase dense D1 et la phase légère L1 est introduit par l'entrée tangentielle (1) suivant une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de
30 l'enceinte extérieure. Cette entrée tangentielle a de préférence une section rectangulaire ou carrée dont le côté parallèle à l'axe de l'enceinte extérieure a une dimension (Lk) habituellement d'environ 0,25 à environ 1 fois le diamètre (Dc), et le côté perpendiculaire à l'axe de l'enceinte extérieure a une dimension (hk) habituellement d'environ 0,05 à environ 0,5 fois le diamètre (Dc).

35

Ces appareils comportent une enceinte intérieure, de forme allongée le long d'un axe, sensiblement verticale et de section sensiblement circulaire, disposée coaxialement par rapport à ladite enceinte extérieure, comprenant à une distance (L_s), inférieure à (L), du niveau extrême de l'entrée externe (1), une entrée (3) dite

5 entrée interne, de diamètre (D_i) inférieur à (D_c). Le diamètre de cette entrée interne (3) est habituellement d'environ 0,2 à environ 0,9 fois le diamètre (D_c), le plus souvent d'environ 0,4 à environ 0,8 fois le diamètre (D_c) et de préférence d'environ 0,4 à environ 0,6 fois le diamètre (D_c). Cette distance (L_s) est habituellement d'environ 0,2 à environ 9,5 fois le diamètre (D_c) et le plus souvent d'environ 0,5 à

10 environ 2 fois le diamètre (D_c). Une distance relativement courte comprise entre 0,5 et 2 fois le diamètre (D_c) permet habituellement une séparation très rapide tout en conservant une bonne efficacité de séparation.

Les appareils comportent également en aval, dans le sens de circulation de la

15 phase dense D1, du niveau de l'entrée interne (3), des moyens (6) limitant la progression de la phase légère L1 dans l'espace situé entre la paroi interne de l'enceinte extérieure et la paroi externe de l'enceinte intérieure ou sortie externe (5). Ces moyens (6) sont habituellement positionnés à l'intérieur de l'enceinte extérieure et l'extérieur de l'enceinte intérieure (entre la paroi externe de l'enceinte

20 intérieure et la paroi interne de l'enceinte extérieure), entre le niveau de l'entrée interne (3) et les moyens (7) de récupération de la phase dense D1. Ces moyens (6) sont de préférence des pales sensiblement planes dont le plan passe par un axe sensiblement vertical et sont habituellement fixés sur au moins une paroi de l'une des enceintes intérieure ou extérieure. Ces moyens sont de préférence fixés à la

25 paroi de l'enceinte intérieure de sorte que la distance (L_p) entre l'entrée interne et le point desdites pales le plus proche de cette entrée interne soit d'environ 0 à environ 5 fois le diamètre (D_c) et de préférence d'environ 0,1 à environ 1 fois ce diamètre (D_c).

30 Le nombre de pales est variable suivant la distribution du temps de séjour que l'on accepte pour la phase L1 et également en fonction du diamètre (D_c) de l'enceinte extérieure. Le nombre de pales est habituellement d'au moins 2 et par exemple de 2 à 50 et le plus souvent de 3 à 50. Les pales permettent une limitation de la continuation du vortex sur toute la section du cyclone, dans la sortie externe (5),

35 autour du conduit formant l'enceinte intérieure et reliant l'entrée interne (3) à la

sortie interne (4) de la phase légère, et donc une diminution et un contrôle de la distribution des temps de séjour de cette phase dans l'appareil.

5 Ainsi dans le cas de l'utilisation d'un appareil, tel que décrit ci-avant, dans le cadre du procédé selon l'invention on limite le temps de séjour de la phase légère L1 et la distribution de ces temps de séjour et en conséquence on limite ainsi la dégradation des produits contenus dans la phase légère circulant autour de l'entrée interne.

10 Chacune de ces pales a habituellement une dimension ou largeur (ep) mesurée dans la direction perpendiculaire à l'axe de l'enceinte intérieure (c'est-à-dire horizontalement, à partir de son arête la plus proche de l'axe de l'enceinte extérieure) et définie par rapport au diamètre intérieur (Dc) de l'enceinte extérieure et au diamètre extérieur (D'e) de l'enceinte intérieure d'environ 0,01 à 1 fois la valeur $[(Dc)-(D'e))/2]$ de la demi différence de ces diamètres (Dc) et (D'e), de
15 préférence d'environ 0,5 à environ 1 fois cette valeur et le plus souvent d'environ 0,9 à environ 1 fois cette valeur.

Dans le cas d'un appareil vertical, utilisé dans le procédé selon l'invention, tel que par exemple celui schématisé sur la figure 2A, ayant une sortie interne (4) latérale,
20 et lorsque les pales sont positionnées après cette sortie interne, cette dimension (ep) peut être d'environ 0,01 à environ 1 fois la valeur (Dc)/2 du demi diamètre de l'enceinte extérieure.

Ces pales ont chacune sur leur arête, la plus proche de l'axe de l'enceinte
25 intérieure, dans la direction parallèle à l'axe sensiblement vertical par lequel passe le plan de la pale, une dimension ou hauteur interne (hpi) et une dimension ou hauteur externe (hpe) mesurée dans la direction parallèle à l'axe sensiblement vertical par lequel passe le plan de la pale, sur l'arête de ladite pale la plus proche de la paroi interne de l'enceinte extérieure. Ces dimensions (hpi) et (hpe) sont
30 habituellement supérieures à 0,1 fois le diamètre (Dc) et par exemple d'environ 0,1 fois à environ 10 fois le diamètre (Dc) et le plus souvent d'environ 1 à environ 4 fois ce diamètre (Dc). De préférence ces pales ont chacune une dimension (hpi) supérieure ou égale à leur dimension (hpe).

35 Selon la réalisation schématisée sur les figures 2A et 3 l'appareil comporte, en aval, dans le sens de l'écoulement des diverses phases, de l'entrée interne (3), au moins

un moyen (8) permettant l'introduction éventuelle d'une phase légère L2 en un point situé entre l'entrée interne (3) de l'enceinte intérieure et l'extrémité du conduit (9) de récupération de la phase dense D1 ; ce ou ces points sont de préférence à une distance (Lz) de l'entrée (3) de l'enceinte intérieure. Ladite distance (Lz) a de préférence une valeur au moins égale à la somme des valeurs de (Lp) et (hpi) et au plus égale à la distance entre l'entrée (3) de l'enceinte intérieure et les moyens de sortie (7) de la phase dense D1. Cette phase légère L2 peut être introduite par exemple dans le cas où il est souhaitable d'effectuer un stripage de la phase dense D1. Dans ce cas cette phase légère constitue le fluide de stripage.

10

Cette phase légère L2 est de préférence introduite en plusieurs points qui sont habituellement répartis symétriquement, dans un plan au niveau duquel l'introduction est effectuée, autour de l'enceinte extérieure.

15 Le ou les points d'introduction de cette phase légère L2 sont habituellement situés à une distance au moins égale à 0,1 fois le diamètre (Dc) du point des dits moyens (6) le plus proche des moyens (7) de sortie de la phase dense D1. Le point d'introduction de cette phase légère L2 est de préférence situé à proximité du conduit (9) de récupération de la phase dense D1 et le plus souvent à proximité des
20 moyens de sortie (7) de la phase dense D1.

La dimension (p') entre le niveau de l'entrée interne (3) et les moyens (7) de sortie de la phase dense D1 est déterminée à partir des autres dimensions des divers moyens formant l'appareil et de la longueur (L) de l'enceinte extérieure mesurée entre le niveau extrême de l'entrée tangentielle (1) et les moyens (7) de sortie de la phase dense D1. Cette dimension (L) est habituellement d'environ 1 à environ 35 fois le diamètre (Dc) de l'enceinte extérieure et le plus souvent d'environ 1 à 25 fois ce diamètre (Dc). On peut de même calculer la dimension (P), entre le point des
25 moyens (6) le plus proche des moyens (7) de sortie de la phase dense D1 et lesdits
30 moyens (7), à partir des autres dimensions des divers moyens formant l'appareil et de la longueur (L).

Les moyens (6) limitent la progression du vortex de la phase légère L1 dans la sortie externe (5). La position de ces moyens (6) et leur nombre influent donc sur les
35 performances de la séparation des phases D1 et L1 contenues dans le mélange M1 (perte de charge et efficacité de la collecte des phases) et également sur la

pénétration du vortex de la phase légère L1 dans la sortie (5). Ces paramètres seront donc choisis avec soin par l'homme du métier en particulier en fonction des résultats souhaités et de la perte de charge tolérée. En particulier le nombre de pales, leur forme et leur position seront choisis avec soins en tenant compte de leur influence sur l'écoulement du solide en liaison avec la limitation recherchée de la progression du vortex dans la sortie externe (5).

La figure 4 est une vue en perspective d'un appareil, utilisable dans le procédé selon l'invention, comportant une enceinte extérieure, de diamètre (Dc) ayant une entrée (1) dite entrée externe axiale, dans laquelle on introduit suivant une direction sensiblement parallèle à l'axe (AA') de l'enceinte extérieure le mélange M1 contenant la phase dense D1 et la phase légère L1. Cet appareil comporte en outre des moyens (2) placés à l'intérieur de l'entrée (1) permettant de conférer en aval, dans le sens de circulation dudit mélange M1, un mouvement hélicoïdal ou tourbillonnant au moins à la phase L1 dudit mélange M1. Ces moyens sont habituellement des pales inclinées. La longueur L de l'appareil est comptée entre ces moyens permettant de créer un vortex, au moins sur la phase L1, et les moyens (7) de sortie de la phase dense D1. Toutes les autres caractéristiques sont identiques à celles décrites en liaison avec les appareils représentés sur les figures 2A et 3, en particulier les diverses dimensions sont celles mentionnées dans la description de ces appareils. Les variantes décrivent en liaison avec les appareils représentés sur les figures 2A et 3 sont également possibles dans le cas de l'appareil schématisé sur la figure 4. On peut en particulier envisager une sortie interne (4) latérale et un conduit (9) de récupération de la phase dense D1 axial comme dans le cas de la réalisation schématisée sur la figure 2B.

La figure 5 est une vue en coupe d'un appareil, utilisable dans le procédé selon l'invention, de forme allongée, sensiblement régulière, comportant une enceinte extérieure, ayant un axe (AA') qui est un axe de symétrie, sensiblement horizontale de diamètre (Dc) et de longueur (L) entre le niveau extrême de l'entrée tangentielle (1), dite entrée externe, et les moyens (7) de sortie de la phase dense D1. Le mélange M1 contenant la phase dense D1 et la phase légère L1 est introduit par l'entrée tangentielle (1) suivant une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'enceinte extérieure.

- Cet appareil comporte également en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, du niveau de l'entrée interne (3), des moyens (6) limitant la progression de la phase légère L1, à l'extérieur de l'enceinte intérieure, dans l'espace situé entre la paroi interne de l'enceinte extérieure et la paroi externe de l'enceinte intérieure ou sortie externe (5). Ces moyens (6) sont habituellement positionnés, en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, des moyens de récupération (7) de la phase dense D1, dans le conduit (9), de récupération de la phase dense D1, de diamètre (Ds).
- 10 Ces moyens (6) sont habituellement des pales sensiblement planes dont le plan passe par un axe sensiblement vertical. La dimension (e_p) de chacune de ces pales est habituellement d'environ 0,01 à environ 1 fois le diamètre (Ds) du conduit (9). Les pales sont habituellement positionnées de manière à ce que l'arête intérieure, c'est-à-dire l'arête de la pale la plus proche de l'axe du conduit (9), de chacune
- 15 d'elles soit confondue avec l'axe dudit conduit (9). Ces pales sont positionnées à une distance (L_p) par rapport aux moyens de séparation (7) d'environ 0 à environ $5 \times (D_c)$.
- Les moyens (8) permettant d'introduire éventuellement une phase légère L2 sont habituellement positionnés en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, du niveau de l'entrée interne (3), et de préférence entre les moyens (7) de récupération de la phase dense D1 et l'extrémité du conduit (9) de récupération de la phase dense D1. Dans le cas de l'appareil schématisé sur la figure 5 l'introduction d'une phase légère L2 est prévue à 2 niveaux différents par un
- 20 premier moyen (8) au niveau des moyens (7) et par un deuxième moyen (8) en dessous des moyens (6). Les moyens (8) sont positionnés à une distance (L_z), des moyens de récupération de la phase dense D1, mesurée à partir desdits moyens (7).
- 25 Cet appareil schématisé sur la figure 5 comporte un conduit (9), de récupération de la phase dense D1, de diamètre (Ds) habituellement égal à environ 0,1 à environ 1 fois le diamètre (Dc) et le plus souvent d'environ 0,2 à environ 0,7 fois ce diamètre.
- Toutes les autres caractéristiques de ce séparateur cyclonique horizontal sont
- 35 identiques à celles décrites en liaison avec les appareils représentés sur les figures

2A et 3, en particulier les diverses dimensions sont celles mentionnées dans la description de ces appareils.

- Bien que cela ne soit pas représenté sur les figures 2A, 2B, 3, 4 et 5 il est possible, et habituellement souhaitable, dans le cas de débits importants des diverses phases au niveau des entrées de l'appareil, d'utiliser des moyens permettant de favoriser la formation du vortex. De tel moyens (10) sont par exemple représentés sur la figure 6 qui représente selon une réalisation préférée de l'appareil, utilisé dans le procédé selon l'invention, la partie voisine de l'entrée tangentielle (1) du mélange M1. Selon cette réalisation l'appareil comporte un toit (10), par exemple hélicoïdal, descendant à partir du niveau extrême de l'entrée tangentielle (1). Ces moyens (10) peuvent également consister en une volute interne ou externe. Ces moyens permettent en outre de limiter les interférences entre le flux du mélange M1 et les flux des phases déjà présentes dans le séparateur et de limiter également la turbulence au niveau de l'entrée tangentielle (1). Habituellement, en particulier dans le cas d'un toit hélicoïdal descendant, le pas de l'hélice est d'environ 0,01 à environ 3 fois la valeur de (Lk) et le plus souvent d'environ 0,5 à environ 1,5 fois cette valeur.
- Dans cette forme préférée de réalisation de l'appareil, utilisé dans le cadre du procédé de l'invention, celui-ci comporte également entre l'entrée externe et l'entrée interne des moyens de stabilisation de l'écoulement hélicoïdal d'au moins la phase légère L1 et de limitation du volume utile à la séparation. Ces moyens sont de préférence centrés sur l'axe de l'enceinte intérieure.
- Ces moyens peuvent être un cône dont la pointe est dirigée vers l'entrée interne et dont la base est située au niveau extrême de l'entrée tangentielle (1). Ils peuvent aussi être formés, comme cela est schématisé sur la figure 6, par un cylindre (11) prolongé par un cône (12). Le diamètre de la base du cône est identique à celui du cylindre et est strictement inférieur au diamètre (Dc). Ce diamètre est habituellement d'environ 0,01 à environ 1,5 fois le diamètre (Di) de l'entrée interne (3) et de préférence d'environ 0,75 à environ 1,25 fois le diamètre (Di). L'encombrement axial ou dimension entre le niveau extrême de ces moyens le plus proche de l'entrée tangentielle et l'extrémité opposée desdits moyens est habituellement d'environ 0,01 à environ 3 fois la valeur (Ls) de la distance entre le niveau extrême

de l'entrée tangentielle (1) et le niveau de l'entrée interne (3) et de préférence d'environ 0,75 à environ 1,25 fois cette valeur (L_s).

5 Les moyens de sortie (7) de la phase dense D1 permettent habituellement de collecter et de canaliser cette phase dense D1 jusqu'à la sortie externe (9). Ces moyens sont le plus souvent un fond incliné ou un cône axé ou non sur la sortie interne (4).

10 Les appareils, décrits ci-avant et utilisés dans le cadre du procédé selon la présente invention, permettent ainsi la séparation rapide, à partir d'un mélange M1, comprenant une phase dense et une phase légère, de ladite phase dense et de ladite phase légère.

15 Le diamètre (D_c) de l'appareil mesuré au niveau de l'entrée tangentielle (1) du côté de son extrémité la plus proche de l'entrée interne (3) est habituellement d'environ 0,01 à environ 10 m (mètres) et le plus souvent d'environ 0,05 à environ 2 m. Il est habituellement préférable de garder un diamètre constant sur toute la longueur de l'appareil comprise entre l'extrémité de l'entrée tangentielle la plus proche de l'entrée interne (3) et ladite entrée interne (3) ou même depuis le niveau de
20 l'injection du mélange M1 jusqu'au niveau des moyens (7) de sortie de la phase dense D1 ; cependant on peut envisager la réalisation et l'utilisation d'un appareil comportant des élargissements ou des rétrécissements de section entre lesdits niveaux.

25 Pour obtenir une bonne séparation de la phase légère L1 contenu dans le mélange M1 comprenant également la phase dense D1 il est préférable d'avoir une vitesse superficielle d'entrée de cette phase L1 élevée. Cette vitesse sera par exemple d'environ 0,1 à environ 250 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (mètre par seconde), de préférence d'environ 0,5 à environ 75 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et le plus souvent d'environ 1 à 20 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Le rapport en poids
30 du débit de la phase D1 au débit de la phase L1 est habituellement d'environ 2 : 1 à environ 100 : 1 et le plus souvent d'environ 5 : 1 à environ 50 : 1.

35 Il est possible en augmentant la différence de pression entre l'entrée (3) et les moyens (7), ce qui peut être obtenu par exemple en augmentant la pression en aval, dans le sens de la circulation de la phase dense D1, de l'entrée interne (3) ou en diminuant la pression en aval, dans le sens de la circulation de la phase dense

D1, des moyens (7) de sortie de cette phase, de soutirer une partie plus ou moins importante de la phase L1 avec la phase D1 et simultanément d'obtenir au niveau de la sortie (4) un mélange pratiquement complètement exempt de phase D1. On peut ainsi soutirer par exemple environ 1 à environ 10 % de la phase L1 avec D1.

5 Les variations de pression permettant de jouer sur la quantité de phase L1 soutirée avec la phase D1 sont assurées par des moyens bien connus de l'homme du métier et par exemple en modifiant le débit de la phase L2, ou en modifiant les conditions d'opérations en aval de la sortie (9). Ainsi dans une forme particulière de réalisation de l'invention l'appareil comprendra au moins un moyen permettant le soutirage,

10 par la sortie externe (5), d'au moins une partie de la phase légère L1 en mélange avec la phase dense D1.

Dans les divers appareils utilisés dans le procédé selon l'invention et dans les différents modes d'injection du mélange M1 un tel soutirage peut permettre

15 d'améliorer l'efficacité de récupération de la phase dense D1.

Le choix entre un appareil comportant une entrée tangentielle, pour le mélange M1, et un appareil comportant une entrée axiale, pour ce mélange M1, est habituellement guidé par le rapport en poids des débits des phases L1 et D1. Dans

20 le cas où ce rapport est inférieur à 5 : 1, il peut être avantageux de choisir un appareil à entrée axiale.

La présente invention concerne également un dispositif pour la conversion catalytique en lit entraîné d'une charge contenant au moins un composé oxygéné,

25 en hydrocarbures oléfiniques riches en composés ayant de 2 à 4 atomes de carbone dans leur molécule, comportant une enceinte de forme allongée, dans laquelle ladite conversion est effectuée dans des conditions appropriées, comprenant, à proximité d'une première extrémité, d'amont en aval dans le sens du déplacement de la charge, au moins un moyen d'introduction d'au moins un fluide

30 de d'entraînement, au moins un moyen d'introduction d'au moins un solide contenant des particules catalytiques, au moins un moyen d'introduction de ladite charge, ledit dispositif comprenant à proximité d'une deuxième extrémité de ladite enceinte au moins un moyen, relié à la dite enceinte, de séparation des particules solides et des gaz contenant les produits de la conversion, au moins partielle, de

35 ladite charge et au moins un moyen de régénération d'au moins une partie des particules solides catalytiques relié d'une part au moyen de séparation desdites

particules solides et d'autre part à ladite enceinte à proximité de ladite première extrémité de manière à permettre la régénération d'au moins une partie des particules solides catalytiques et le recyclage desdites particules solides dans ladite enceinte caractérisé en ce que ledit moyen de séparation des particules solides et des gaz est un séparateur cyclonique à co-courant. Ledit dispositif comprend de préférence un séparateur cyclonique à co-courant comportant au moins un moyen d'introduction d'au moins un fluide de stripage.

Le séparateur cyclonique à co-courant que l'on utilise de préférence comporte en combinaison :

- au moins une enceinte extérieure, de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire de diamètre (D_c), comprenant à une première extrémité des moyens d'introduction permettant d'introduire, par une entrée dite entrée externe, le mélange M1 contenant les particules solides formant la phase dense D1 et les gaz formant la phase légère L1, lesdits moyens étant adaptés à conférer au moins à la phase légère L1 un mouvement hélicoïdal dans la direction de l'écoulement dudit mélange M1 dans ladite enceinte extérieure, comprenant également des moyens de séparation des phases D1 et L1 et à l'extrémité opposée à ladite première extrémité des moyens de récupération permettant de récupérer, par une sortie, comportant un conduit latéral ou axial, dite sortie externe, au moins une partie de la phase dense D1, et ayant entre lesdites extrémités opposées une longueur L,

- au moins une enceinte intérieure de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire, disposée coaxialement par rapport à ladite enceinte extérieure, comprenant à une distance L_s , inférieure à L, du niveau extrême de l'entrée externe, une entrée dite entrée interne, de diamètre (D_i) inférieur à (D_c), dans laquelle pénètre au moins une partie de la phase légère L1 et à son extrémité opposée des moyens de récupération permettant de récupérer, par un conduit dit conduit interne, respectivement axial si le conduit de la sortie externe est latéral, ou latéral si le conduit de la sortie externe est axial, ladite partie de la phase légère L1,

- ledit séparateur cyclonique comportant en outre en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, du niveau de l'entrée interne de l'enceinte intérieure, des moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de ladite enceinte intérieure.

Dans le cadre de la présente invention il n'est pas fait mention des solides et catalyseurs employés, ni des divers fluides utilisés qui sont des données classiques bien connues de l'homme de la conversion catalytique des composés oxygénés en hydrocarbures oléfiniques. Le fluide d'entraînement est le plus souvent choisi dans la groupe formé par la vapeur d'eau, les gaz inertes ou les hydrocarbures gazeux ou des mélanges de ces composés. Les conditions de mise en oeuvre de la réaction sont souvent telles que l'on opère en lit fluidisé entraîné. Dans ce cas le fluide de fluidisation est le plus souvent le même que le fluide d'entraînement. Ce fluide unique est alors divisé en deux fractions l'une formant le fluide de fluidisation et l'autre le fluide d'entraînement.

Les catalyseurs employés sont de préférence des catalyseurs zéolithiques.

Les conditions opératoires relatives aux procédés de conversion de charges oxygénées comme le méthanol sont par exemples décrites dans les brevets suivants : US-A-4689205, US-A-3969426 et US-A-4229608, mais aucun de ces brevets ne décrit l'utilisation d'un séparateur cyclonique à co-courant pour améliorer la rapidité de la séparation solide-gaz.

20

Les conditions opératoires de la conversion de la charge oxygénée sont en général les suivantes :

- la charge, qui le plus souvent contient un alcool et habituellement le méthanol, renferme généralement de 50 à 100 %, de préférence de 70 à 90 % en poids de composés oxygénés et de 0 à 50 %, de préférence de 5 à 30 % en poids d'eau. La charge peut également contenir un gaz inerte tel que par exemple l'azote seul ou en mélange avec la vapeur d'eau dans la proportion indiquée ci-avant pour la vapeur d'eau. Dans le cas le plus fréquent où la charge contient du méthanol elle peut être constituée par du méthanol brut tel que par exemple du méthanol provenant d'une unité de synthèse de ce composé à partir d'un gaz contenant du monoxyde de carbone,

- la température d'injection est habituellement égale à la température de rosée de la charge,

- la pression absolue régnant dans l'unité de conversion est habituellement de 0,1 à 0,5 mégapascal (MPa) et le plus souvent d'environ 0,2 MPa,
 - la température de la zone réactionnelle est habituellement de 500 à 620 °C et le plus souvent de 550 à 590 °C,
 - le temps de séjour dans la zone réactionnelle est habituellement de 0,05 à 10 secondes et le plus souvent de 0,5 à 3 secondes,
 - la vitesse des gaz dans la zone réactionnelle est habituellement de 0,5 à 40 m/s et le plus souvent de 1 à 20 m/s,
 - la vitesse des solides dans la zone réactionnelle est habituellement voisine de celle des gaz et généralement de 0,5 à 40 m/s et le plus souvent de 1 à 20 m/s.
- Les conditions opératoires sont choisies pour que la composition des produits obtenus exprimée par le rendement en carbone en composés éthyléniques ayant de 2 à 4 atomes de carbone dans leur molécule soit supérieur à 70 % et de préférence supérieur à 80 %. Les produits obtenus peuvent être particulièrement riches en éthylène (rendement en carbone pour l'éthylène supérieur à 40 %) ou particulièrement riches en propylène (rendement en carbone pour le propylène supérieur à 60 %).
- La masse volumique des solides est habituellement de 10 à 700 kilogramme par mètre cube (kg/m³) et le plus souvent de 20 à 400 kg/m³.
- Le rapport C/O du débit massique de catalyseur au débit massique de charge est habituellement d'environ 2 : 1 à environ 50 : 1 et le plus souvent d'environ 5 : 1 à environ 30 : 1.

REVENDICATIONS

- 5 -1- Procédé de conversion catalytique d'une charge comprenant au moins un composé oxygéné, en hydrocarbures oléfiniques riches en composés ayant de 2 à 4 atomes de carbone dans leur molécule comprenant la conversion en lit entraîné de ladite charge, dans une zone réactionnelle de conversion de forme allongée, dans des conditions appropriées, en présence d'un catalyseur sous forme de particules solides, ledit procédé comportant une étape d'alimentation, dans une zone située à proximité d'une première extrémité de ladite zone réactionnelle, en au moins un solide sous forme de particules contenant des particules catalytiques et en au moins un fluide d'entraînement, une étape d'introduction, et, dans le cas d'une charge au moins en partie liquide, de pulvérisation de ladite charge dans une zone d'introduction située en aval, dans le sens du déplacement des particules solides, de la zone d'introduction desdites particules solides, une étape de mise en contact desdites particules solides et de ladite charge dans une zone située à proximité de la première extrémité, une étape de circulation des particules solides et de la charge dans la zone de réaction au cours de laquelle on effectue la conversion de ladite charge et on désactive au moins en partie les particules solides catalytiques par dépôt de coke sur celles-ci, une étape de séparation des particules solides et des gaz contenant les produits de la conversion, au moins partielle, de ladite charge, dans une zone de séparation située à proximité d'une deuxième extrémité de la zone de réaction à l'opposé de ladite première extrémité, une étape de régénération, dans au moins une zone de régénération, d'au moins une partie des particules solides catalytiques, au moins en partie désactivées et une étape de recyclage des particules solides catalytiques, au moins en partie régénérées, dans une zone de recyclage à proximité de ladite première extrémité caractérisé en ce que la séparation des particules solides et des gaz contenant les produits de la réaction est effectuée dans un séparateur cyclonique à co-courant.
- 10 -2- Procédé selon la revendication 1 dans lequel le séparateur cyclonique à co-courant comporte en combinaison :
- 15 - au moins une enceinte extérieure, de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire de diamètre (D_c), comprenant à une première extrémité des moyens d'introduction permettant d'introduire, par une entrée dite entrée externe, le mélange M1 contenant les particules solides formant une phase dense D1 et les
- 20
- 25
- 30
- 35

- gaz formant une phase légère L1, lesdits moyens étant adaptés à conférer au moins à la phase légère L1 un mouvement hélicoïdal dans la direction de l'écoulement dudit mélange M1 dans ladite enceinte extérieure, comprenant également des moyens de séparation des phases D1 et L1 et à l'extrémité opposée à ladite première extrémité des moyens de récupération permettant de récupérer, par une sortie, comportant un conduit latéral ou axial, dite sortie externe, au moins une partie de la phase dense D1, et ayant entre lesdites extrémités opposées une longueur L,
- 5
- 10 - au moins une enceinte intérieure de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire, disposée coaxialement par rapport à ladite enceinte extérieure, comprenant à une distance L_s , inférieure à L, du niveau extrême de l'entrée externe, une entrée dite entrée interne, de diamètre (D_i) inférieur à (D_c), dans laquelle pénètre au moins une partie de la phase légère L1 et à son extrémité
- 15 opposée des moyens de récupération permettant de récupérer, par un conduit dit conduit interne, respectivement axial si le conduit de la sortie externe est latéral, ou latéral si le conduit de la sortie externe est axial, ladite partie de la phase légère L1,
- 20 - ledit séparateur cyclonique comportant en outre en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, du niveau de l'entrée interne de l'enceinte intérieure, des moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de ladite enceinte intérieure.
- 25 -3- Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le séparateur cyclonique à co-courant comporte au moins un moyen d'introduction d'au moins un fluide permettant d'effectuer le strippage des particules solides.
- 30 -4- Procédé selon la revendication 3 dans lequel l'enceinte extérieure est sensiblement verticale et les moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de l'enceinte intérieure sont positionnés à l'intérieur de l'enceinte extérieure et à l'extérieur de l'enceinte intérieure, entre le niveau de l'entrée interne et les moyens de récupération de la phase dense D1.
- 35 -5- Procédé selon la revendication 3 dans lequel l'enceinte extérieure est sensiblement horizontale et les moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de l'enceinte intérieure sont positionnés, en aval, dans le sens de

circulation de la phase dense D1, des moyens de récupération de la phase dense D1, dans le conduit de la sortie externe.

5 -6- Procédé selon l'une des revendications 3 à 5 dans lequel les moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de l'enceinte intérieure sont des pales sensiblement planes dont le plan passe par un axe sensiblement vertical.

10 -7- Procédé selon la revendication 6 dans lequel le séparateur cyclonique comporte de 2 à 50 pales ayant chacune une dimension (ep), mesurée, horizontalement, à partir de son arête la plus proche de l'axe de l'enceinte extérieure d'environ 0,01 à environ 1 fois la valeur $[(D_c)-(D'e)]/2$ lorsque ces pales sont, dans le cas d'un séparateur cyclonique vertical, positionnées entre la paroi externe de l'enceinte intérieure de diamètre externe (D'e) et la paroi interne de l'enceinte extérieure de diamètre intérieur (Dc), d'environ 0,01 à environ 1 fois la valeur (Dc)/2 dans le cas
15 d'un séparateur cyclonique vertical à sortie interne latérale lorsqu'elles sont positionnées après cette sortie interne et d'environ 0,01 à 1 fois le diamètre (Ds) du conduit de la sortie externe dans le cas d'un séparateur cyclonique horizontal, une dimension (hpe), mesurée, dans la direction parallèle à l'axe sensiblement vertical par lequel passe le plan de la pale, sur l'arête de la pale la plus proche de la paroi
20 interne de l'enceinte extérieure ou de la paroi interne de la sortie externe et une dimension (hpi) mesurée, sur l'arête de la pale la plus proche de l'axe de l'enceinte intérieure ou de l'axe de la sortie externe, dans la direction parallèle à l'axe sensiblement vertical par lequel passe le plan de la pale, lesdites dimensions (hpe) et (hpi) étant d'environ $0,1 \times (D_c)$ à environ $10 \times (D_c)$ et lesdites pales étant chacune
25 situées à une distance, par rapport à l'entrée interne dans le cas d'un séparateur cyclonique vertical ou par rapport aux moyens de séparation dans le cas d'un séparateur cyclonique horizontal, d'environ 0 à environ $5 \times (D_c)$.

30 -8- Procédé selon la revendication 7 dans lequel les pales ont chacune une dimension (hpi) supérieure ou égale à (hpe).

-9- Procédé selon l'une des revendications 2 à 8 dans lequel le moyen d'introduction d'au moins un fluide constituant une phase légère L2 permettant d'effectuer simultanément le stripage des particules solides est positionné entre
35 l'entrée interne et l'extrémité du conduit de la sortie externe du séparateur cyclonique.

- 5 -10- Procédé selon l'une des revendications 3 à 9 dans lequel le séparateur cyclonique comprend entre l'entrée externe et l'entrée interne des moyens de stabilisation de l'écoulement hélicoïdal d'au moins la phase légère L1 et de limitation du volume utile à la séparation.
- 10 -11- Procédé selon l'une des revendications 3 à 10 dans lequel le mélange M1 est introduit selon une direction sensiblement parallèle à l'axe de l'enceinte extérieure ou dans une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'enceinte extérieure.
- 15 -12- Procédé selon l'une des revendications 3 à 11 dans lequel le séparateur cyclonique comprend des moyens, de limitation des interférences entre le flux du mélange M1 introduit et les flux des phases déjà présentes dans le séparateur, choisis parmi un toit descendant, une volute externe et une volute interne.
- 20 -13- Procédé selon l'une des revendications 1 à 12 dans lequel la charge comprend au moins un alcool, de préférence le méthanol et dans lequel elle est introduite à l'état gazeux.
- 25 -14- Dispositif de conversion catalytique en lit entraîné d'une charge contenant au moins un composé oxygéné, en hydrocarbures oléfiniques riches en composés ayant de 2 à 4 atomes de carbone dans leur molécule, comportant une enceinte de forme allongée, dans laquelle ladite conversion est effectuée dans des conditions appropriées, comprenant, à proximité d'une première extrémité, d'amont en aval dans le sens du déplacement de la charge, au moins un moyen d'introduction d'au moins un fluide d'entraînement, au moins un moyen d'introduction d'au moins un solide contenant des particules catalytiques, au moins un moyen d'introduction de ladite charge, ledit dispositif comprenant à proximité d'une deuxième extrémité de ladite enceinte au moins un moyen, relié à la dite enceinte, de séparation des
- 30 particules solides et des gaz contenant les produits de la conversion, au moins partielle, de ladite charge et au moins un moyen de régénération d'au moins une partie des particules solides catalytiques relié d'une part au moyen de séparation desdites particules solides et d'autre part à ladite enceinte à proximité de ladite première extrémité de manière à permettre la régénération d'au moins une partie
- 35 des particules solides catalytiques et le recyclage desdites particules solides dans

ladite enceinte caractérisé en ce que ledit moyen de séparation des particules solides et des gaz est un séparateur cyclonique à co-courant.

5 -15- Dispositif selon la revendication 14 dans lequel le séparateur cyclonique à co-courant comporte en combinaison :

10 - au moins une enceinte extérieure, de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire de diamètre (D_c), comprenant à une première extrémité des moyens d'introduction permettant d'introduire, par une entrée dite entrée externe, le mélange M1 contenant les particules solides formant la phase dense D1 et les gaz formant la phase légère L1, lesdits moyens étant adaptés à conférer au moins à la phase légère L1 un mouvement hélicoïdal dans la direction de l'écoulement dudit mélange M1 dans ladite enceinte extérieure, comprenant également des moyens de séparation des phases D1 et L1 et à l'extrémité opposée à ladite première
15 extrémité des moyens de récupération permettant de récupérer, par une sortie, comportant un conduit latéral ou axial, dite sortie externe, au moins une partie de la phase dense D1, et ayant entre lesdites extrémités opposées une longueur L,

20 - au moins une enceinte intérieure de forme allongée le long d'un axe, de section sensiblement circulaire, disposée coaxialement par rapport à ladite enceinte extérieure, comprenant à une distance L_s , inférieure à L, du niveau extrême de l'entrée externe, une entrée dite entrée interne, de diamètre (D_i) inférieur à (D_c), dans laquelle pénètre au moins une partie de la phase légère L1 et à son extrémité opposée des moyens de récupération permettant de récupérer, par un conduit dit conduit interne, respectivement axial si le conduit de la sortie externe est latéral, ou latéral si le conduit de la sortie externe est axial, ladite partie de la phase légère L1,
25

30 - ledit séparateur cyclonique comportant en outre en aval, dans le sens de circulation de la phase dense D1, du niveau de l'entrée interne de l'enceinte intérieure, des moyens limitant la progression de la phase légère L1 à l'extérieur de ladite enceinte intérieure.

1/4

FIG.2A

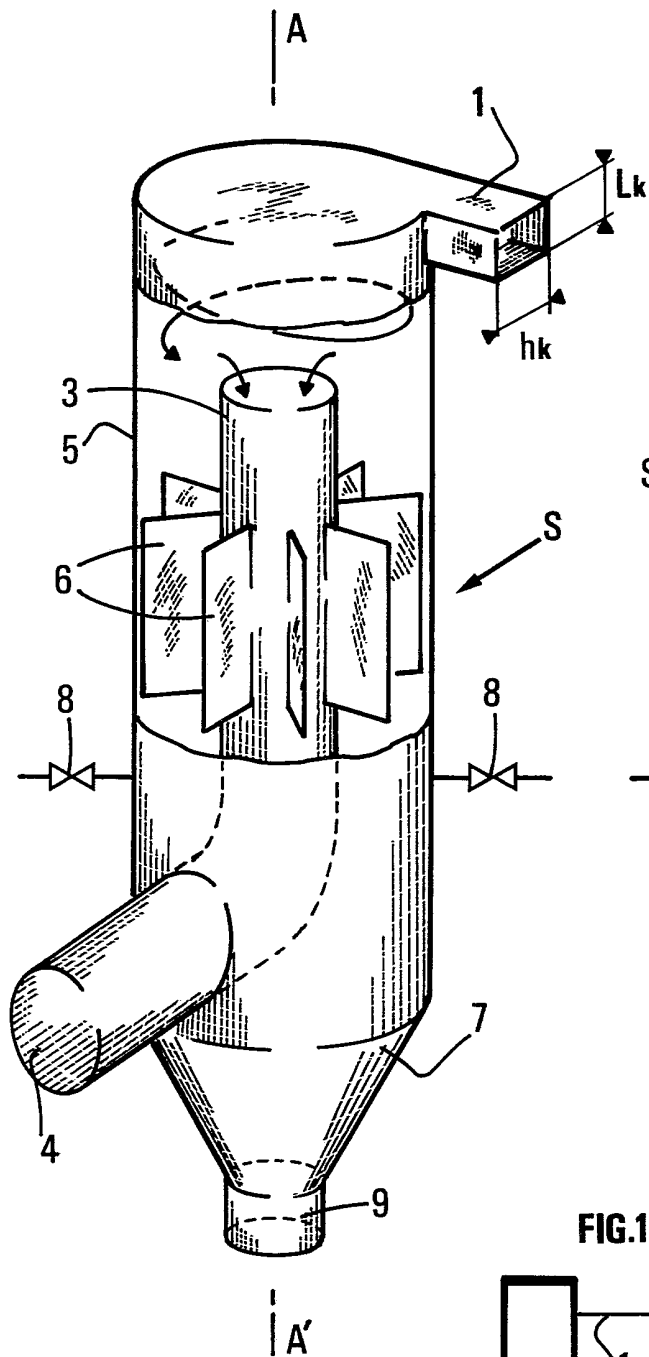


FIG.2B

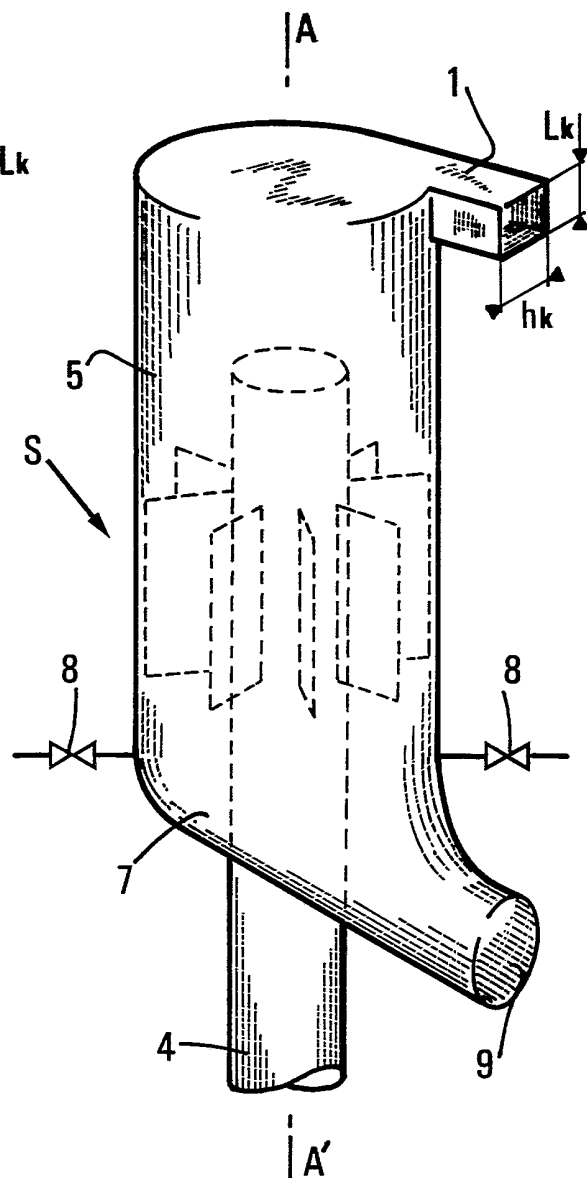


FIG.1

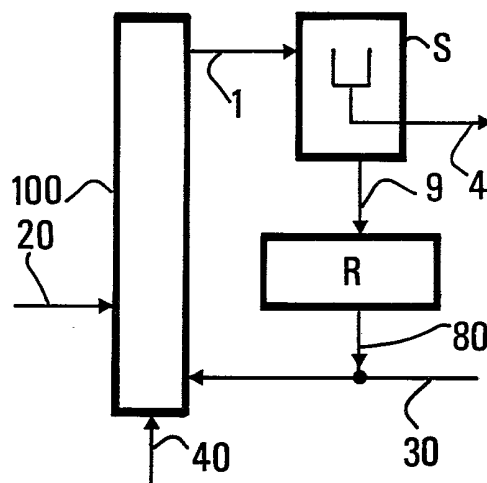
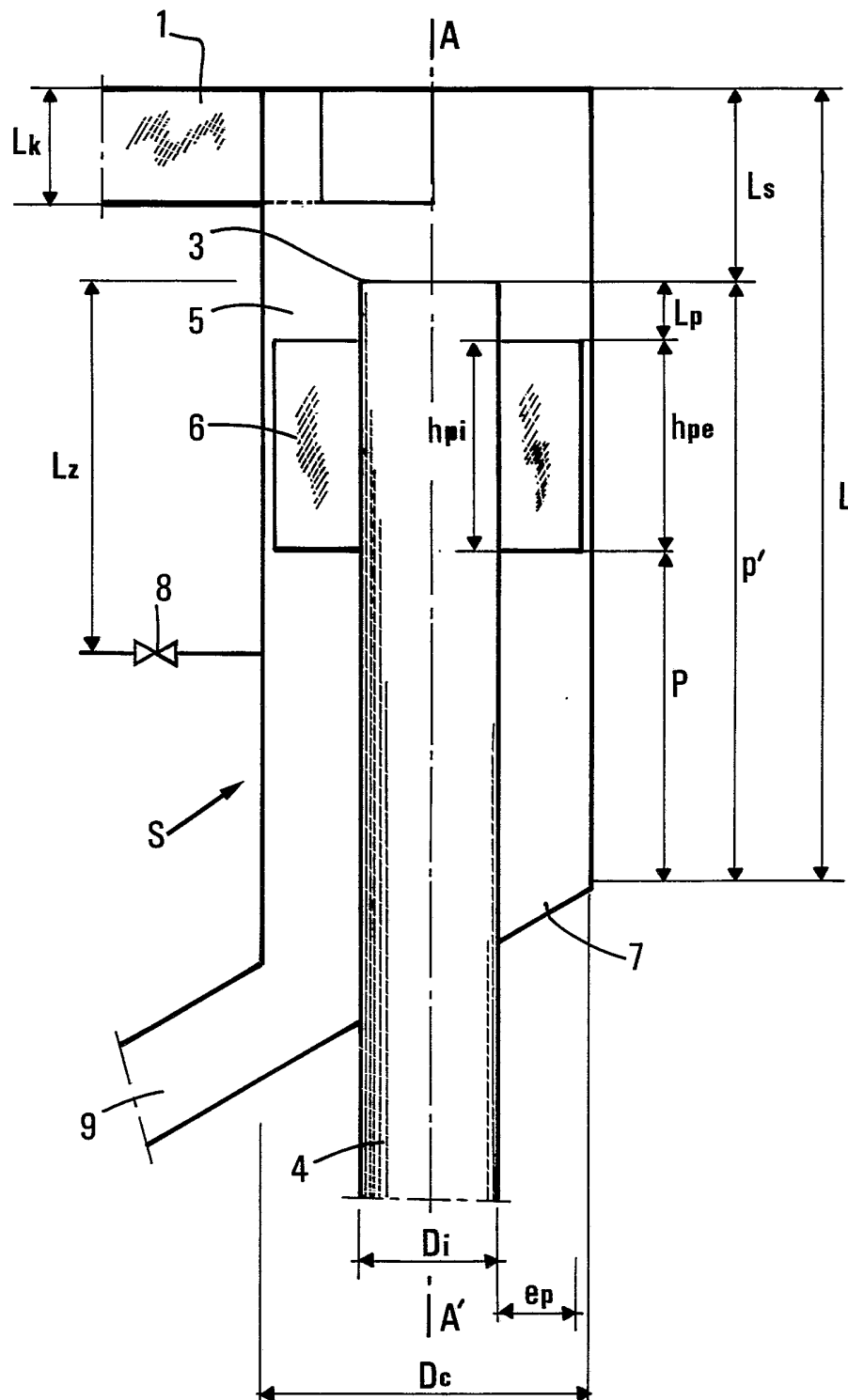
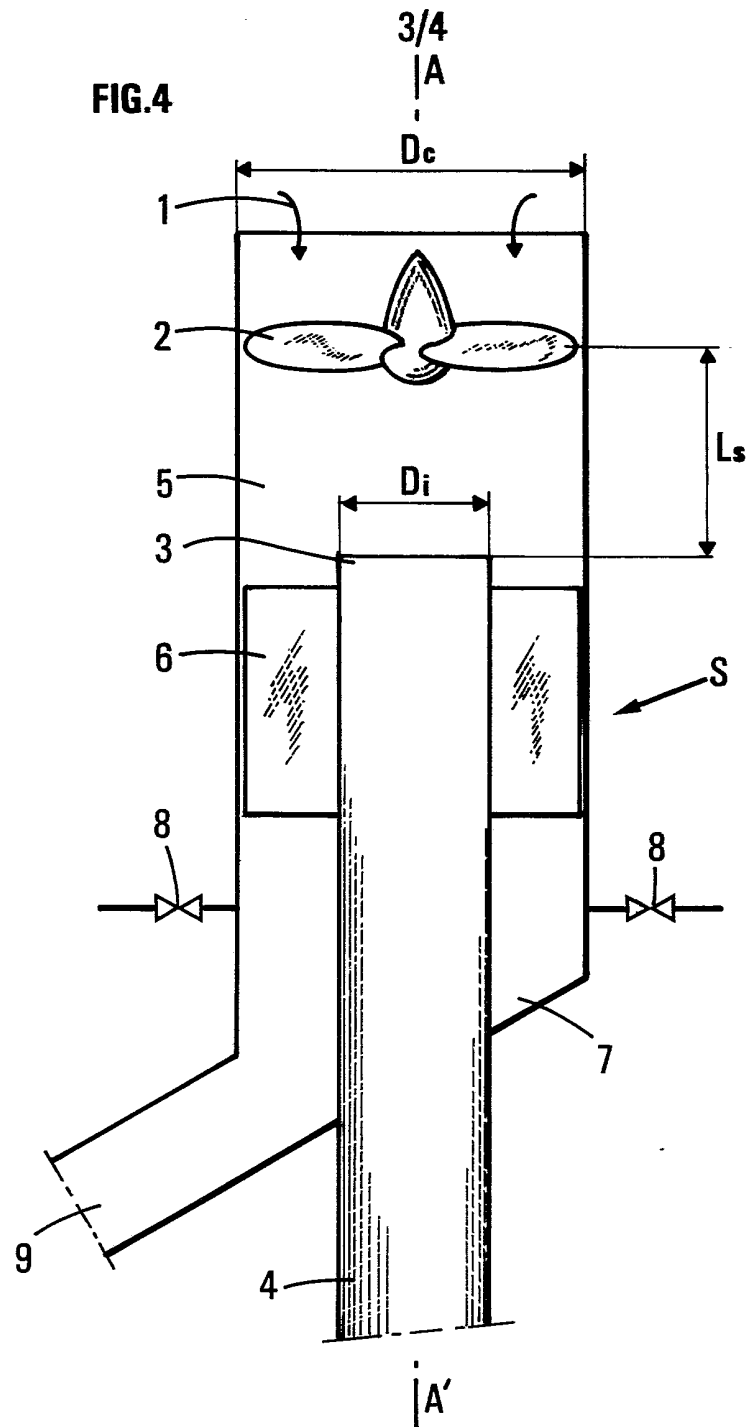
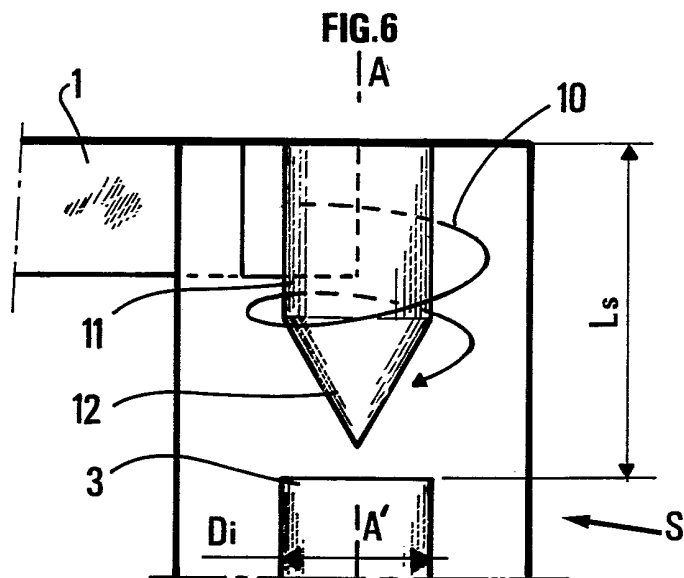
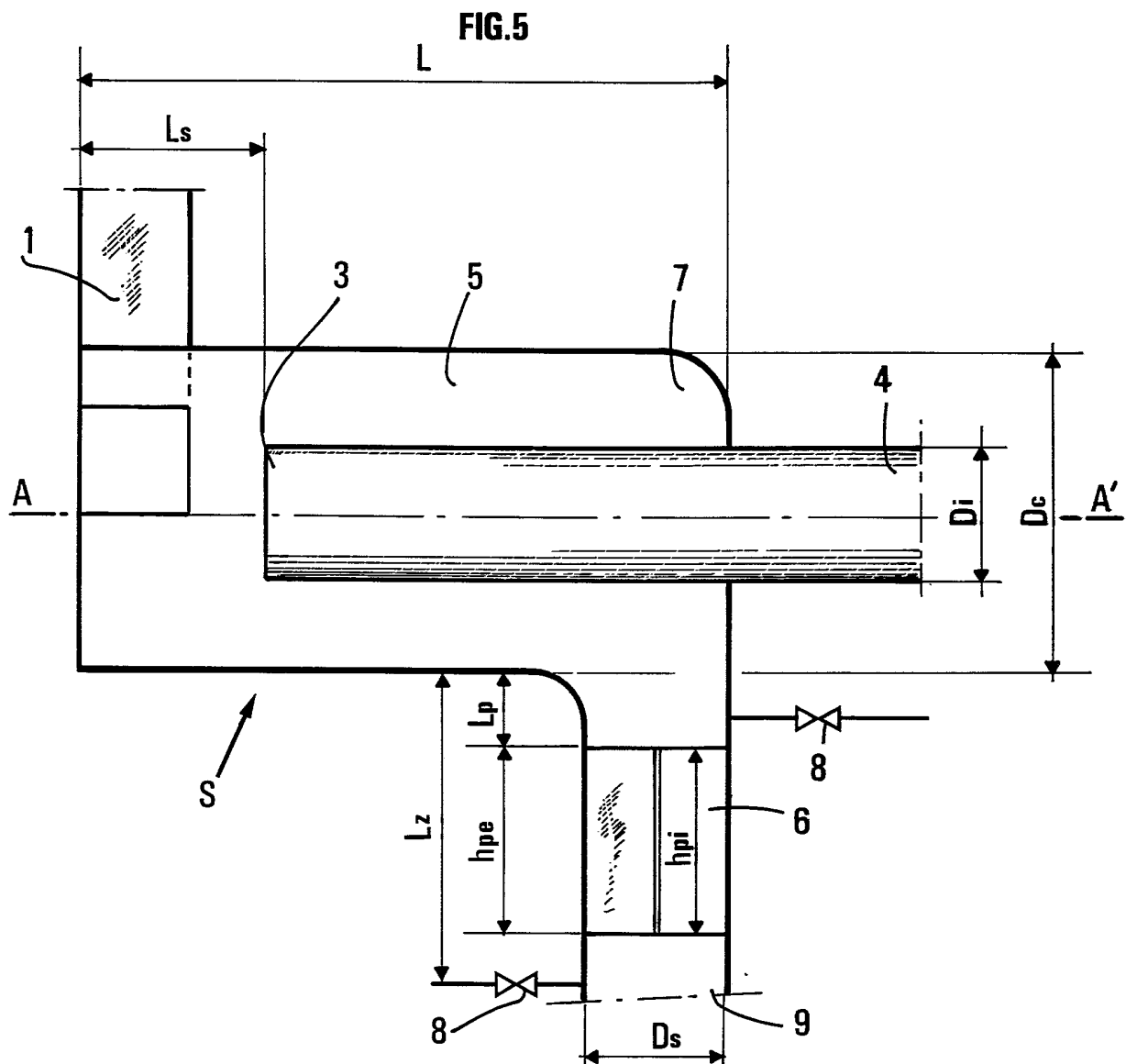


FIG.3





4/4



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

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

N° d'enregistrement
national

FR 9101519
FA 453106

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes			
A	US-A-4 197 418 (LEE et al.) -----			
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)		
		C 07 C 1/00		
Date d'achèvement de la recherche 07-10-1991		Examineur VAN GEYT J.J.A.		
<table><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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</td><td>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</td></tr></table>			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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	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
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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	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			