

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.02.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.08.19 Bulletin 19/31.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : IFP ENERGIES NOUVELLES Etablis-
sement public — FR, UNIVERSITE DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES DE LILLE-LILLE 1 Etablissement
public — FR et CENTRE NATIONALE DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) Etablissement
public — FR.

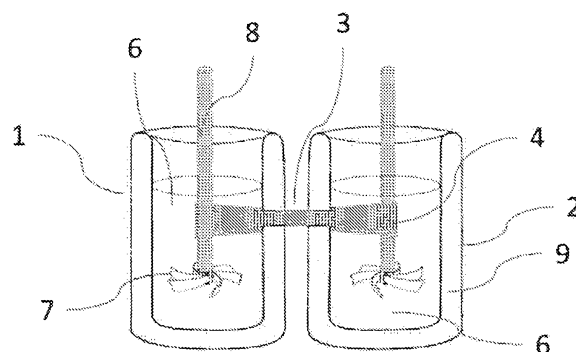
72 Inventeur(s) : GIMBERNAT ALEXANDRA, GIRAR-
DON JEAN-SEBASTIEN, FROIDEVAUX RENATO,
LOPES FERREIRA NICOLAS et DELCROIX DAMIEN.

73 Titulaire(s) : IFP ENERGIES NOUVELLES Etablis-
sement public, UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECH-
NOLOGIES DE LILLE-LILLE 1 Etablissement public,
CENTRE NATIONALE DE LA RECHERCHE SCIENTI-
FIQUE (CNRS) Etablissement public.

74 Mandataire(s) : IFP ENERGIES NOUVELLES.

54 REACTEUR EN FORME DE H COMPRENANT DES DEFLECTEURS.

57 La présente invention concerne un réacteur compre-
nant deux compartiments (1, 2) orientés selon un axe verti-
cal y et présentant une paroi de fond et une paroi latérale
(9), et un canal (3) de jonction orienté selon un axe longitu-
dinal x perpendiculaire à l'axe y et assurant la connexion
fluidique entre les deux compartiments en débouchant à
chacune de ses extrémités dans une ouverture pratiquée
dans la paroi latérale de chaque compartiment caractérisé
en ce que chaque compartiment contient un déflecteur (4)
disposé au moins en partie en regard de ladite ouverture.



La présente invention concerne le domaine des réacteurs aptes à mettre en œuvre des réactions chimiques dans des systèmes triphasiques liquide/liquide/liquide et en particulier comportant deux phases aqueuses et une phase organique.

5 L'invention concerne également l'utilisation du réacteur dans des procédés multi-étapes de conversion de sacharides mis en œuvre dans plusieurs phases liquides au sein du même réacteur, lesdits procédés sont dits « one-pot » (selon la terminologie anglo-saxonne). En particulier, lesdits procédés concernent la conversion de saccharides pour la production de 5-hydroxyméthylfurfural (ci-après noté 5-HMF) et peuvent être mis en œuvre en combinant successivement ou simultanément la transformation par catalyse enzymatique et
10 la transformation par catalyse chimique.

Le document WO 2016/053186 concerne la conversion de saccharides dans des procédés one-pot triphasiques. La demande divulgue différentes géométries de réacteurs aptes à mettre en œuvre des systèmes triphasiques liquide/liquide/liquide. En particulier, une géométrie de réacteur dite en H est divulguée comprenant deux compartiments reliés entre
15 eux par un canal. Chacun des compartiments contient une phase liquide distincte dans sa partie inférieure et une troisième phase commune dans leur partie supérieure circulant entre les deux compartiments par l'intermédiaire du canal. La première phase liquide se trouve dans la partie inférieure du premier compartiment et la seconde phase liquide dans la partie inférieure du second compartiment. Un inconvénient de cette géométrie de réacteur en H
20 mentionné dans le document est le faible transfert de matière au sein de la troisième phase liquide entre les compartiments au travers du canal.

Pour pallier à cette limite, la présente invention décrit un réacteur en forme de H comprenant deux compartiments reliés entre eux par un canal assurant la connexion fluide dans lequel chacun des compartiments contient un déflecteur en regard du canal.

25 La présente invention concerne également l'utilisation du réacteur selon l'invention dans un procédé triphasique pour la production de 5-HMF dans lequel un solvant circule entre les deux compartiments par l'intermédiaire du canal.

Réacteur selon l'invention

30 La présente invention concerne un réacteur comprenant deux compartiments orientés selon un axe vertical y présentant une paroi de fond et une paroi latérale, et un canal de jonction

orienté selon un axe longitudinal x perpendiculaire à l'axe y et assurant la connexion
fluidique entre les deux compartiments en débouchant à chacune de ses extrémités dans
une ouverture pratiquée dans la paroi latérale de chaque compartiment, caractérisé en ce
que chaque compartiment contient un déflecteur disposé au moins en partie en regard de
ladite ouverture .

Présentation succincte des figures

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif et du procédé selon l'invention,
apparaîtront à la lecture de la description ci-après et d'exemples non limitatifs de réalisations,
en se référant aux figures annexées et décrites ci-après.

La figure 1a illustre le principe de l'invention selon une coupe transversale selon un plan
vertical d'un réacteur en forme de H comprenant deux compartiments 1, 2 reliés par un
canal 3, dans lequel les déflecteurs 4 positionnés en regard de l'ouverture du canal
permettent d'orienter la circulation du solvant dans les deux sens au travers dudit canal. Les
flèches dans les compartiments et dans le canal représentent le sens de l'agitation et de
circulation du solvant selon l'invention.

La figure 1b représente une vue en perspective d'un réacteur selon la figure 1a dans lequel
en outre les compartiments comportent une double paroi externe 9, et chacun des
compartiments comprend une pale d'agitation 7 introduite par le sommet du compartiment au
moyen d'une tige 8. Lors de la mise en œuvre du réacteur, lesdits compartiments
contiennent au moins un solvant 6, et le canal 3 et les déflecteurs 4 sont immergés dans ledit
solvant 6.

La figure 2 représente une vue en coupe horizontale à une hauteur correspondant à l'axe
longitudinal x du canal 3 du réacteur selon l'invention, et illustre le principe de l'invention. Les
flèches indiquent le sens de circulation au sein du réacteur. La ligne en pointillée représente
l'axe x le long duquel s'étend le canal et avec lequel le déflecteur forme un angle α .

La figure 3 représente trois modes de réalisation de doubles déflecteurs 4 reliés par une
plaque 5 selon l'invention dans un plan défini par les axes x et z tels que définis aux figures
précédentes. Le premier mode a) de réalisation est composé de deux déflecteurs présentant
à leurs extrémités un bord, lesdits déflecteurs sont reliés entre eux par une plaque
sensiblement perpendiculaire. Le second mode de réalisation b) présente en outre du

mode a) la présence de bords sur chaque côté du déflecteur. Le troisième mode c) de réalisation est une variation du mode b) de réalisation.

La figure 4 représente une vue du réacteur selon une coupe horizontale à une hauteur correspondant à l'axe longitudinal du canal dans lequel le double déflecteur du mode de réalisation de la figure 3b est positionné.

Description détaillée de l'invention

Il est précisé que, dans toute cette description, l'expression « compris(e) entre ... et ... » doit s'entendre comme incluant les bornes citées.

Dans le sens de la présente invention, les différents modes de réalisation présentés peuvent être utilisés seuls ou en combinaison les uns avec les autres, sans limitation de combinaison lorsque c'est techniquement réalisable.

Dans tout le présent texte, les termes de positionnement spatial du type « vertical » , « horizontal » , « supérieur » ou « inférieur » sont à comprendre avec un réacteur disposé sur un plan horizontal dans sa position de fonctionnement, tel que représenté aux figures 1 et 2.

Un mode particulier de réacteur selon l'invention est un réacteur constitué d'un seul ou d'une combinaison de plusieurs modes de réalisation tels que décrits ci-après s'ils sont techniquement compatibles.

Les différents composants du réacteurs vont être décrits en référence à l'ensemble des figures, chaque composant conservant la même référence d'une figure à l'autre.

Réacteur

La présente invention concerne un réacteur en forme de H comprenant deux compartiments 1, 2 orientés selon un axe verticale y et présentant une paroi de fond et une paroi latérale, et un canal 3 de jonction orienté selon un axe longitudinal x perpendiculaire à l'axe y et assurant la connexion fluidique entre les deux compartiments en débouchant à chacune de ses extrémités dans une ouverture pratiquée dans la paroi latérale de chaque compartiment, caractérisé en ce que chaque compartiment contient un déflecteur 4 disposé au moins en partie en regard de ladite ouverture .

Les déflecteurs 4 selon l'invention permettent lors de l'utilisation du réacteur, par exemple dans un procédé triphasique pour la production de 5-HMF, d'augmenter les échanges de matière entre les deux compartiments en améliorant la circulation du solvant au travers du canal.

5 ▪ Compartiment

Le réacteur en forme de H comprend donc deux compartiments indépendants 1, 2 orientés selon un axe vertical y et présentant une paroi de fond et une paroi latérale 9, et reliés entre eux par un canal 3 assurant la connexion fluidique entre eux.

10 Comme représenté à la figure 1, sans être limitatif, les compartiments 1, 2 ont de préférence une forme sensiblement cylindrique ou encore ovale, et peuvent comporter une double paroi latérale 9 apte à permettre la régulation de la température du solvant 6 contenu dans le réacteur par l'intermédiaire d'un liquide circulant dans ladite double paroi et ayant une température donnée. De préférence, la régulation de la température au sein de chacun des compartiments est réalisée indépendamment de la régulation de l'autre compartiment.

15 Selon l'invention, le réacteur permet la circulation d'au moins un solvant entre les compartiments 1,2 par l'intermédiaire du canal 3 reliant les compartiments.

De préférence, chacun des compartiments comprend au moins un moyen d'agitation 7,8 apte à entraîner la rotation du solvant 6 contenu dans le compartiment où il se trouve. Sans être limitatif, le moyen d'agitation est un moyen mécanique choisi par exemple parmi une
20 pale d'agitation, un panier d'agitation ou un agitateur magnétique.

Selon l'invention, chacun des compartiments présente une ouverture pratiquée dans la paroi latérale 9 permettant de positionner le canal 3 et de le raccorder aux compartiments. Dans un mode particulier, ladite ouverture comporte en outre un raccord au niveau de la paroi latérale externe permettant de faciliter la connexion du canal au compartiment.

25 Avantageusement, les compartiments peuvent être fermés sur leur sommet par un couvercle amovible, pouvant être posé, emboîté par exemple par un système de rodage ou encore vissé. Ledit couvercle peut éventuellement disposer d'un trou, par exemple afin de permettre l'introduction d'un moyen d'agitation (pale d'agitation 7,8 ou panier d'agitation).

Dans un mode de réalisation particulier, chacun des compartiments présente des dimensions dans lesquelles la hauteur est sensiblement comprise entre 1,5 et 5,0 fois le diamètre interne du compartiment. De préférence, la hauteur est sensiblement comprise entre 2,0 et 4,0 fois le diamètre interne et de manière préférée entre 2,5 et 3,5.

5 De préférence, les compartiments 1,2 sont identiques.

▪ Canal

Le canal 3 permet de faire circuler le ou les solvants et les espèces contenues entre les deux compartiments 1,2. Comme représenté à la figure 1, sans être limitatif, le canal est un conduit relié à chacun des compartiments par tout moyen adapté comme par exemple au
 10 moyen de raccords, par emboîtement par rodage, vissage, ou tout autre moyen apte à relier de manière étanche le canal à chacun des compartiments pour assurer la connexion fluidique entre les deux compartiments. Ainsi le canal est raccordé de façon étanche à un orifice pratiqué dans chacune des parois latérales des compartiments.

Par canal on entend un conduit ou une pluralité de conduits successifs s'étendant d'une
 15 paroi d'un compartiment à la paroi de l'autre compartiment. Dans le cas d'une pluralité de conduits, les conduits sont reliés entre eux au moyen de raccord.

Dans un autre mode de réalisation, le canal peut être intégré dans la structure d'un ou des deux compartiments. Dans le cas où le canal est intégré aux deux compartiments ils forment alors un réacteur monobloc.

20 De préférence, le canal comprend une double paroi, de préférence externe, apte à permettre la régulation de la température du solvant circulant dans ledit canal par circulation d'un liquide à une température voulue dans la double paroi.

Selon l'invention, le diamètre du canal lorsqu'il est cylindrique présente des dimensions aptes à laisser circuler le solvant d'un compartiment à l'autre. De préférence, le diamètre du
 25 canal est compris entre 0,08 à 0,33 fois le diamètre interne du compartiment. Dans le cas où les deux compartiments ne présentent pas les mêmes dimensions, il convient d'utiliser la valeur du diamètre le plus faible des deux compartiments. De préférence, le diamètre du canal est compris entre 0,13 et 0,28 fois le diamètre interne du compartiment, de manière préférée entre 0,16 et 0,25 fois. Lorsque le canal n'est pas de forme cylindrique, le même
 30 type de rapport sont à considérer pour déterminer les dimensions de la section dudit canal.

La longueur du canal est choisie de telle sorte que la circulation entre les compartiments s'effectue. De préférence, la longueur du canal est comprise entre 0,5 à 4,0 fois la valeur du diamètre interne du compartiment. Dans le cas où les deux compartiments ne présentent pas les mêmes dimensions, il convient d'utiliser la valeur du diamètre le plus faible des deux compartiments.

De préférence, le canal se situe dans la moitié supérieure de chacun des compartiments tel que représenté aux figures 1a et b. De préférence, le canal se situe dans le tiers supérieur de chacun des compartiments et de manière très préférée dans le quart supérieur de chacun des compartiments.

▪ Déflecteur

La présente invention concerne donc un déflecteur 4 positionné de manière fixe dans chacun des compartiments en regard de l'ouverture de la paroi latérale desdits compartiments à laquelle est raccordé le canal.

Comme représenté aux figures 1 et 2, chacun des déflecteurs permet d'orienter la circulation du courant dans son compartiment en direction du canal 3. En particulier, les déflecteurs sont sensiblement verticaux c'est-à-dire orientés selon l'axe y à proximité de l'ouverture de la paroi. Lors de l'utilisation du réacteur, le solvant agité dans un des compartiments entre alors en contact avec le déflecteur 4 et est dirigé au moins en partie en direction du canal 3 vers l'autre compartiment. Ainsi le réacteur selon l'invention permet d'améliorer la circulation du solvant entre les deux compartiments.

Dans un mode de réalisation préféré et représenté à la figure 2, le déflecteur forme un angle α avec l'axe x, ledit angle α est compris entre 110° et 180° , de préférence entre 120° et 170° , et de manière préférée entre 135° et 160° .

Le déflecteur 4 peut avoir toute forme adaptée à orienter la circulation du solvant en direction du compartiment opposé. Par exemple, le déflecteur peut être plan ou associer plusieurs surfaces planes contiguës selon des angles donnés ou être au moins partiellement incurvé : concave ou convexe et présenter une forme par exemple, globalement ovale, carrée, rectangulaire, hexagonale, triangulaire et apte à orienter la circulation du solvant. De préférence, le déflecteur 4 peut avoir une forme dite de cuillère et présenter au moins un bord formé par une paroi sur une extrémité opposée ou tangente à l'ouverture du compartiment débouchant dans le canal tel que représenté à la figure 3. Selon un mode de

réalisation préféré, le déflecteur présente une paroi sur les extrémités opposée et tangente à l'embouchure du canal tel que représenté à la figure 3b.

Dans un autre mode de réalisation, le déflecteur peut avoir une forme de sabot dont l'extrémité opposée à l'orifice de sabot présence un second orifice en direction de l'ouverture du canal. Pas très facile à visualiser ?

Avantageusement, par exemple sans être limitatif lorsque le compartiment est cylindrique, le déflecteur s'étend sur une portion inférieure ou égale au rayon dudit compartiment. De préférence, le déflecteur s'étend sur une portion égale à au moins la moitié du rayon du compartiment, de préférence sur une portion parcourant les deux tiers du rayon et de manière très préférée sur l'intégralité rayon.

Avantageusement, les déflecteurs ont une hauteur sensiblement supérieure au diamètre du canal, et de préférence comprise entre 1,0 à 3,0 fois le diamètre du canal, de manière préférée compris entre 1,5 et 2,5 le diamètre du canal et de manière très préférée sensiblement égale à 2 fois le diamètre du canal.

Dans un mode de réalisation préféré et représenté aux figures 3 et 4, les deux déflecteurs sont reliés entre eux par un moyen parcourant le canal. Les deux déflecteurs peuvent être assemblés audit moyen de manière amovible ou non par exemple par emboîtement par l'intermédiaire d'évidements présents sur les déflecteurs et ledit moyen.

Dans un mode de réalisation particulier, ledit moyen est un prolongement du déflecteur, par exemple une tige, qui permet de une solidarisation mécanique entre les déflecteurs.

Ledit moyen peut par exemple être une plaque de largeur légèrement inférieure au diamètre du canal afin de permettre son introduction dans ledit canal et le montage du réacteur. Par exemple ladite plaque présente des évidements permettant un montage rapide et facile du réacteur selon l'invention. Ledit moyen peut être composé d'un conduit simple ou double positionné à l'intérieur du canal, ledit conduit est apte à laisser circuler le solvant dans les deux sens et de préférence dans un unique. Dans le cas particulier où le moyen est un double conduit, par exemple avec des déflecteurs en sabot, chacun des conduits peut permettre de laisser circuler le solvant dans un seul sens.

Dans un autre mode de réalisation, non représenté, le déflecteur est fixé à la paroi interne du compartiment, de manière amovible ou non, par tout moyen de fixation adapté comme par exemple par soudure, collage ou encore emboîtement.

Selon un autre mode de réalisation, non représenté, le déflecteur peut être introduit et
5 maintenu au sein du compartiment par un moyen extérieur au réacteur, par exemple par le sommet dudit compartiment.

Le déflecteur selon l'invention peut être réalisée dans tous matériaux adaptés aux conditions de mise en œuvre du réacteur, en particulier au solvant avec lequel ledit déflecteur est en contact dans les conditions de température et pression du réacteur. Par exemple, le
10 déflecteur peut être réalisé en polyacide lactique, en aluminium, en titane.

Application

En outre, la présente invention concerne l'utilisation du réacteur selon l'invention pour la mise en œuvre d'un procédé de production de 5-HMF à partir de glucose. Ledit procédé est mis en œuvre avec un système triphasique liquide/liquide/liquide. Le système triphasique
15 comprend une phase organique et deux phases aqueuses, chacune des phases aqueuses étant uniquement en contact avec la phase organique. Au sein de la première phase aqueuse, dite donneuse, a lieu une réaction d'isomérisation du glucose en fructose, qui par complexation est transporté au travers de la phase organique jusque la seconde phase aqueuse dite réceptrice dans laquelle a lieu la libération et la réaction de déshydratation du
20 fructose en 5-HMF.

En particulier, dans le premier compartiment 1, est présente la phase aqueuse donneuse (phase 1) dans laquelle se déroule l'isomérisation du glucose à l'aide de la glucose isomérase immobilisée introduite dans le panier d'agitation. Le fructose formé est extrait par formation d'un ester avec un acide boronique vers la phase organique (phase 2). Ladite
25 phase organique est en contact simultané avec la seconde phase aqueuse réceptrice (phase 3) contenue dans le deuxième compartiment 2 par l'intermédiaire du canal 3, vers laquelle le fructose est transporté sous forme de complexe avec l'acide boronique. Dans cette seconde phase aqueuse a lieu l'hydrolyse dudit complexe, la libération du fructose et la réaction de déshydratation du fructose en 5-HMF.

30 Le réacteur est thermostaté à une température de 70 °C et agité à 200 rpm à l'aide de deux pales d'agitation 7 dans chaque compartiment 1,2.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus avec un réacteur non conforme à l'invention ne comprenant pas de déflecteur et avec un réacteur conforme à l'invention avec un réacteur comprenant des déflecteurs, telles que représentées à la figure 3 b).

Le protocole expérimental est commun aux deux exemples, la différence de mise en œuvre provient dans l'exemple 2 de la présence des déflecteurs au sein du réacteur selon l'invention, déflecteurs qui sont absents dans l'exemple 1.

La solution aqueuse donneuse en monosaccharide est formée par 200 mL de tampon Tris-HCl (300 mM à pH = 8,5) dans lequel sont introduits 100 mM de D-glucose, 8 mM de Na₂SO₃, 20 mM de MgCl₂. La solution aqueuse réceptrice est formée par 200 mL de tampon citrate de sodium 300 mM à pH = 2,97 contenant la Dowex® Monosphere®650C (15 ml). La température de l'ensemble du réacteur est portée à 70°C. Après 15 minutes, 1,5 g d'IGI sont introduits dans un réacteur rotatif plongé dans la phase aqueuse donneuse. La phase organique constituée par 200 ml de MéthylisobutylCétone contenant 50 mM de 3,4-DCPBA et 100 mM d'Aliquat336® est introduite dans le réacteur. La température de l'ensemble du réacteur est maintenue à 70 °C. La vitesse d'agitation dans le compartiment donneur est de 280 rpm et de 300 rpm dans le compartiment récepteur.

La quantification des monosaccharides et du 5-HMF dans les phases aqueuses est réalisée par Chromatographie Liquide Haute Performance.

Expérience de conversion du glucose						
Réacteur	Temps	Conversion du D-Glucose	Rendement extraction D-Fructose	Rendement relargage D-Fructose	Transport du D-Fructose	Rendement en 5-HMF
N°	(h)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Non conforme Sans déflecteurs	22	37	42	10	4	1
Conforme Avec déflecteurs selon l'invention	32	88	97	100	97	31

En présence des déflecteurs selon l'invention, le rendement en 5-HMF dans la phase aqueuse réceptrice est supérieur au cas non conforme sans déflecteurs. Cette augmentation du rendement est obtenu grâce à l'amélioration de la circulation du solvant organique (phase 2) entre les deux compartiments 1, 2.

Revendications

1. Réacteur comprenant deux compartiments (1, 2) orientés selon un axe vertical y et présentant une paroi de fond et une paroi latérale (9), et un canal (3) de jonction orienté selon un axe longitudinal x perpendiculaire à l'axe y et assurant la connexion fluïdique entre les deux compartiments en débouchant à chacune de ses extrémités dans une ouverture pratiquée dans la paroi latérale de chaque compartiment, caractérisé en ce que chaque compartiment contient un déflecteur (4) disposé au moins en partie en regard de ladite ouverture.
2. Réacteur selon la revendication 1 caractérisé en ce le déflecteur forme un angle avec l'axe x sensiblement compris entre 110 et 180°, de préférence entre 120° et 170°.
3. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce les déflecteurs s'étendent sur une portion inférieure ou égale au rayon du compartiment.
4. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les déflecteurs ont une hauteur sensiblement égale à deux fois le diamètre intérieur du canal.
5. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'au moins un déflecteur a une forme au moins partiellement incurvé ou concave.
6. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'au moins un déflecteur a une forme de sabot dont l'extrémité opposée à l'orifice de sabot présente un second orifice en direction de l'ouverture du canal.
7. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel au moins une partie des bords du déflecteur opposé ou tangent à l'ouverture du canal est délimitée par une paroi apte à orienter la circulation du solvant vers l'embouchure du canal.
8. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les déflecteurs sont liés entre eux par un moyen (5) parcourant le canal.
9. Réacteur selon les revendications 1 à 7 caractérisé en ce que les déflecteurs sont fixés à la paroi du compartiment.

10. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les compartiments ont une forme sensiblement cylindrique.
11. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits compartiments (1,2) sont identiques.
- 5 12. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le canal (3) est positionné au niveau du tiers supérieur de chacun des compartiments.
13. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel chacun des compartiments (1,2) comprend un moyen d'agitation (7,8) apte à entraîner la rotation du solvant contenu dans le compartiment, de préférence choisi parmi une pale d'agitation, un panier d'agitation ou un agitateur magnétique.
- 10 14. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les compartiments (1,2) comprennent une double paroi extérieure (9) apte à contrôler la température interne de chacun des compartiments indépendamment.
- 15 15. Réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le canal (3) comprend une double paroi extérieure apte à réguler la température du solvant circulant à l'intérieur dudit canal.

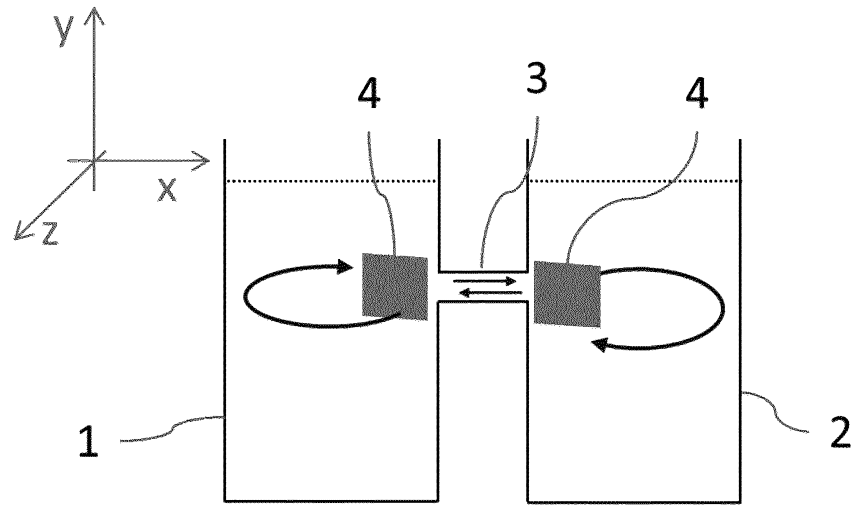


Figure 1a

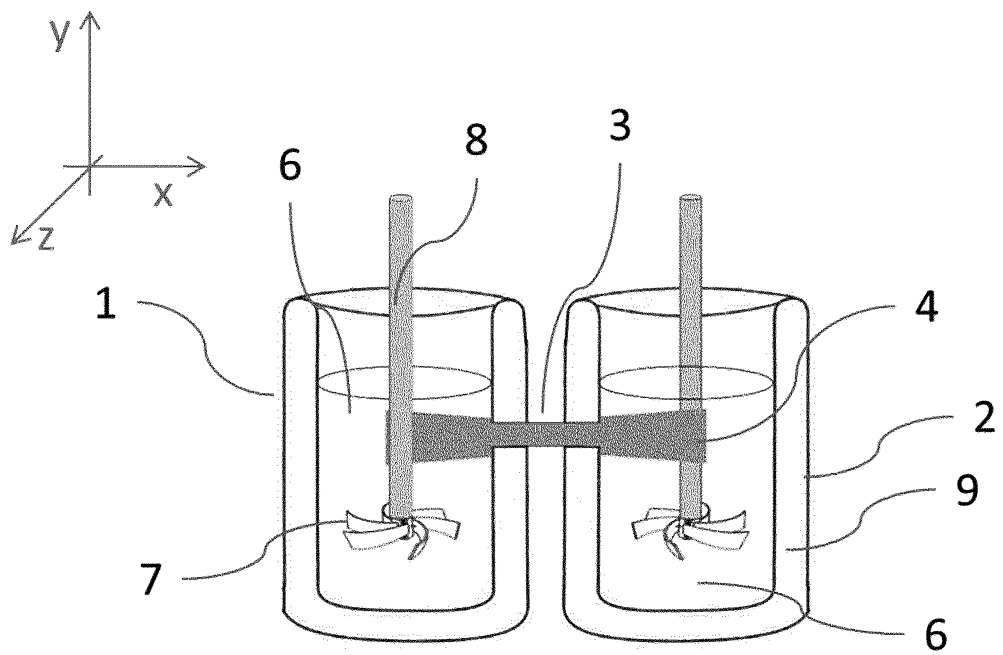


Figure 1b

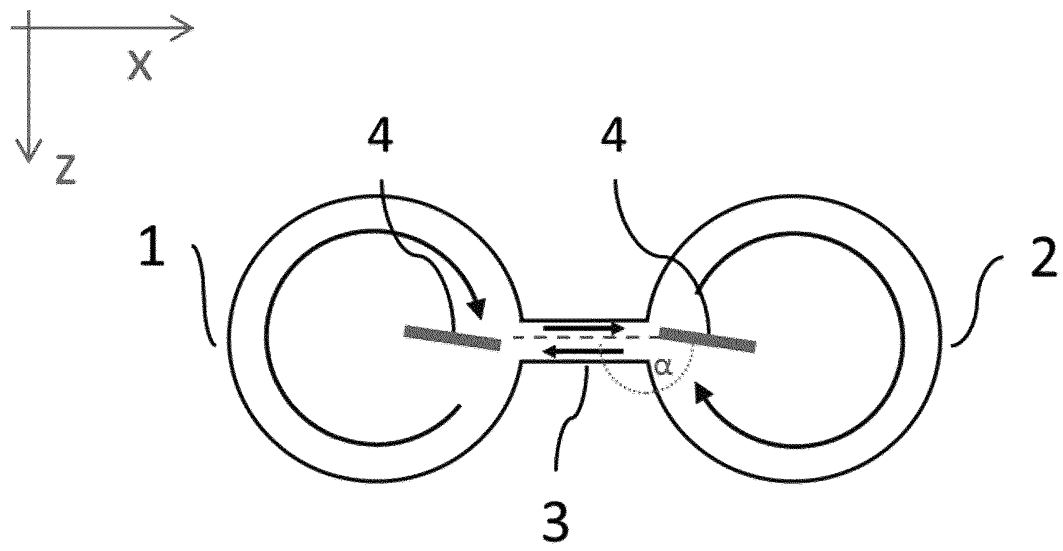


Figure 2

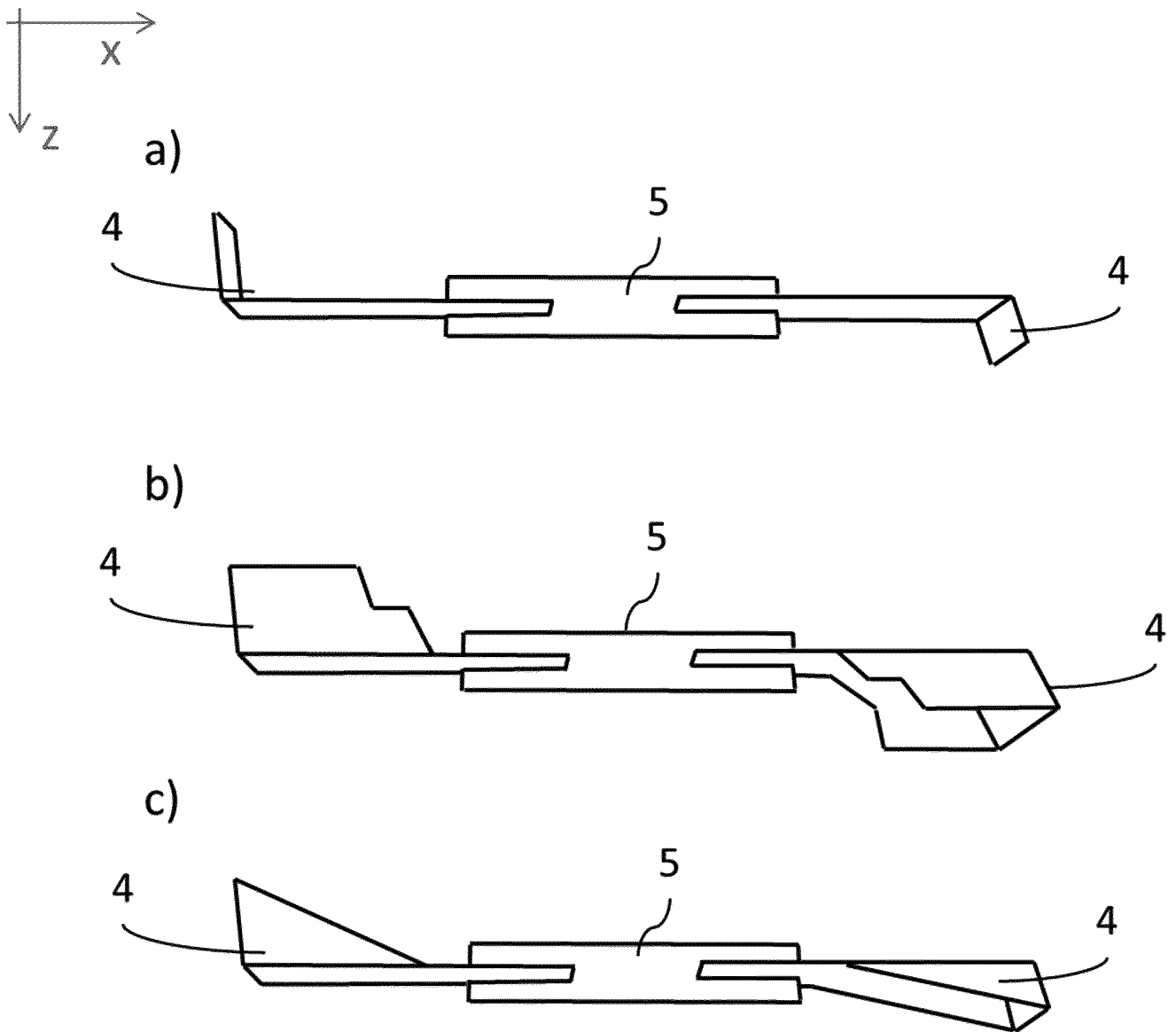


Figure 3

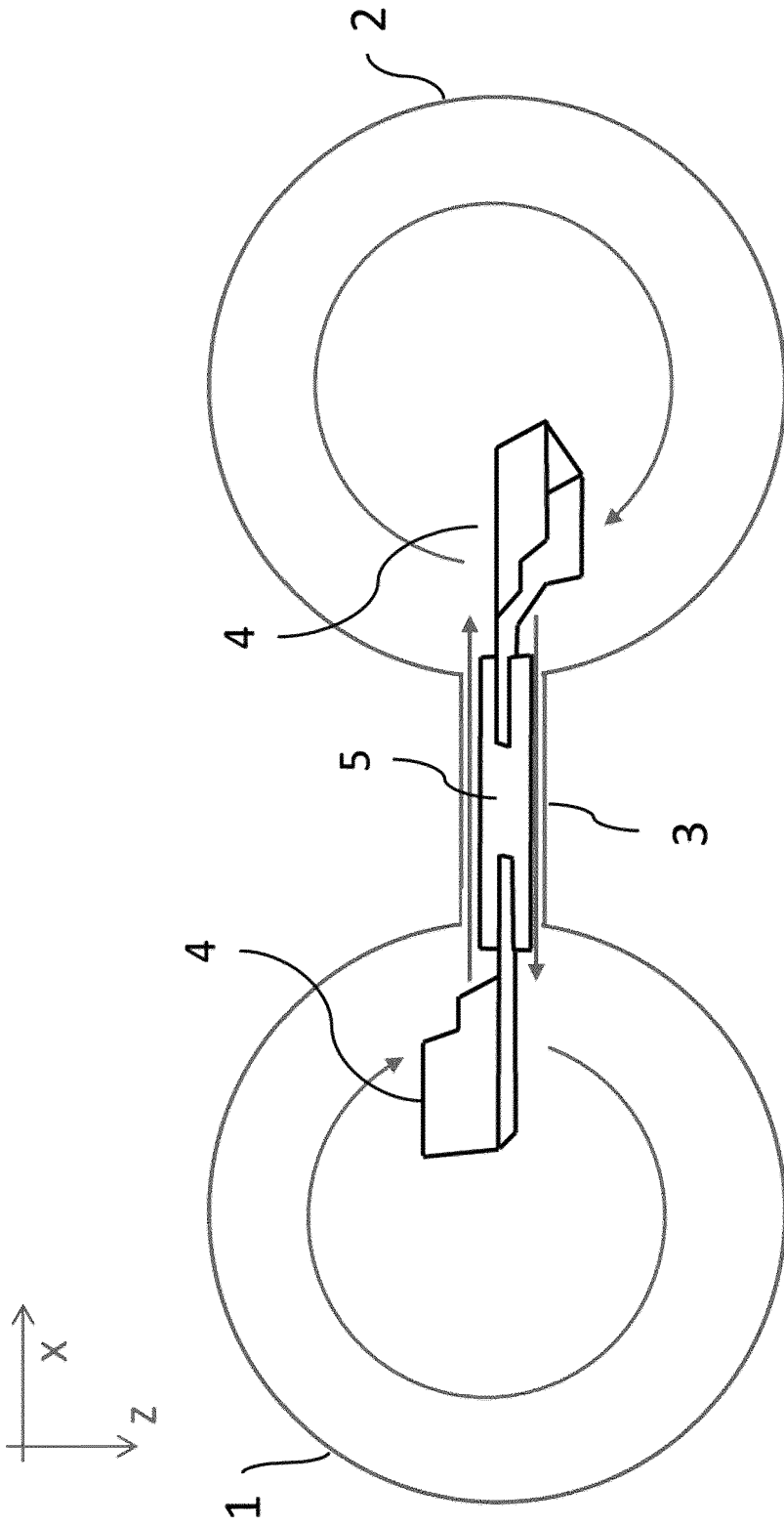


Figure 4

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 857314
FR 1850869

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	WO 2015/126291 A1 (NORDIC CHEMQUEST AB [SE]) 27 août 2015 (2015-08-27) * abrégé * * page 14, ligne 3 - ligne 32; revendication 1; figure 8 *	1-12,14, 15 13	B01J19/18 B01F5/10 C07D307/50
A,D	WO 2016/053186 A1 (AGENCY SCIENCE TECH & RES [SG]) 7 avril 2016 (2016-04-07) * abrégé * * revendication 1; figure 3b *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B01J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 janvier 2019		Thomasson, Philippe	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1850869 FA 857314**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-01-2019**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015126291 A1	27-08-2015	EP 3107651 A1	28-12-2016
		US 2016256843 A1	08-09-2016
		WO 2015126291 A1	27-08-2015

WO 2016053186 A1	07-04-2016	CN 107001306 A	01-08-2017
		SG 11201702612T A	27-04-2017
		US 2017298039 A1	19-10-2017
		WO 2016053186 A1	07-04-2016
