



NUMERO DE PUBLICATION : 1004041A5

NUMERO DE DEPOT : 8900679

Classif. Internat.: F21V G02B

Date de délivrance : 15 Septembre 1992

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 22 Juin 1989 à 14h20
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : FACULTE POLYTECHNIQUE DE MONS
rue de Houdain 9, 7000 MONS(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Michel, OFFICE VAN MALDEREN, Avenue J.-S. Bach,
22 bte 43 - B 1080 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET APPAREILLAGE POUR LA COLLECTE, LE TRANSPORT, L'INTRODUCTION ET LA DISTRIBUTION DE LA LUMIERE A L'INTERIEUR DE FLUIDES.

INVENTEUR(S) : De Meyer Michel, rue des Wagnons 107, 7380 Quievrain (BE);Levert Jean Marie, Drève du Prophète 19, 7000 Mons (BE);Vanthourhout Maxime, avenue de la Wallonie 48, 7900 Leuze (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 15 Septembre 1992
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur

Procédé et appareillage pour la collecte, le transport, l'introduction et la distribution de la lumière à l'intérieur de fluides.

La présente invention se rapporte à un nouveau procédé de collecte, de transport, d'introduction et de distribution de la lumière, dans lequel les différentes fonctions sont remplies par un système optique unique continu et dans lequel le trajet
5 de la lumière est divisé en faisceaux lumineux distincts dans la totalité ou la majorité de son parcours.

La configuration donnée au système optique est telle qu'il peut assurer l'étanchéité du milieu réactionnel vis à vis du milieu extérieur, rendant possible le contrôle de paramètres
10 influençant généralement les réactions : notamment la stérilité, la nature, la pression et la composition des fluides mis en jeu.

Le procédé se rapporte à la réalisation de tout transfert de lumière dans un fluide et à toute réaction physique, chimique, biologique faisant intervenir la lumière transférée.
15

Le terme fluide doit être pris dans un sens très large et englobe tout fluide gazeux, liquide, toute vapeur, tout brouillard ou suspension de particules solides ou d'organismes vivants soit à l'état pur soit en mélange ou en combinaison
5 quelconque avec d'autres composés.

Le terme lumière doit être compris comme toute radiation monochromatique ou polychromatique susceptible d'être confinée dans le système optique au cours des fonctions : collecte, transport et introduction.

10 Le fluide, s'il est liquide, peut s'écouler en forme de gaine le long de la surface des guides optiques servant à individualiser le trajet des faisceaux lumineux ou remplir la majorité du milieu dans lequel le système optique est plongé.

Le terme réacteur et ses dérivés désignera toute enceinte
15 totalement ou partiellement délimitée dans l'espace et qui est le siège de transferts et/ou de réactions.

L'usage de la lumière en tant qu'intervenant dans une transformation physique, chimique ou biochimique est d'application dans l'industrie que ce soit par exemple pour la
20 réticulation de polymère, les synthèses organiques, la culture de toutes formes d'organismes vivants autotrophes.

Les procédés actuellement utilisés pour la distribution de la lumière peuvent se classer dans deux groupes principaux :
- les procédés utilisant une source lumineuse non focalisée qui
25 fait partie intégrante du réacteur.
- les procédés utilisant une source lumineuse extérieure.

Dans le premier groupe, il y a lieu d'inclure les systèmes où la lumière est produite par des tubes "TL" fluorescents de forme allongée dont le rapport longueur/diamètre est
30 par exemple ≥ 10 ; ces tubes fluorescents sont entourés d'une gaine et d'un réservoir annulaire où se déroule l'interaction entre la lumière et le milieu réactionnel.

Dans de tels dispositifs, eu égard à la relativement faible puissance développée par unité de longueur par les tubes TL, le volume réactionnel irradié par un tube est nécessairement petit, surtout si le milieu réactionnel est lui même
5 fortement absorbant.

Les inconvénients présentés par de tels systèmes dans le développement de grands volumes réactionnels sont :

- la nécessité de mettre en oeuvre un très grand nombre de tubes
- 10 - Les difficultés présentées par l'évacuation des calories produites par es tubes fluorescents, la température étant un paramètre qui d'une manière très générale doit être contrôlé pour un rendement optimum dans toute transformation physique, chimique ou biologique.

15 Les procédés utilisant une source lumineuse extérieure, solaire ou artificielle, comprennent des systèmes de grand rapport surface/volume ou encore des dispositifs qui focalisent la lumière de la source extérieure dans le milieu réactionnel.

20 Des exemples représentatifs de système présentant un grand rapport surface/volume sont constitués par les étangs ouverts utilisés pour la culture des algues ou encore des réacteurs tubulaires plans dans lesquels ces mêmes cultures circulent dans de longs tuyaux de faible diamètre. La source lumineuse dans ce cas est la lumière solaire.

25 L'utilisation de sources lumineuses externes avec focalisation de la lumière est décrite dans des dispositifs dans lesquels la lumière, naturelle ou artificielle, est captée par des collecteurs faisant appel à des fibres optiques transparentes qui servent d'éléments intermédiaires entre la source
30 lumineuse et un système de dispersion de lumière interne, par exemple, à un photoréacteur.

L'intensité des flux de radiations ultraviolette et infrarouge résultant de la focalisation nécessairement précise de la lumière sont des causes de destruction rapide des fibres optiques, dès que des valeurs importantes de ces flux sont
5 mises en jeu ; en conséquence, les systèmes décrits doivent parer à cette dégradation, par exemple en utilisant des lentilles permettant de séparer les points focaux des diverses longueurs d'ondes de sorte que seules les radiations du spectre visible soient dirigées sur la surface d'entrée de la lumière
10 dans le faisceau de fibres optiques.

Ces dispositifs apparaissent complexes dans leur construction et délicats de réglage ; ce dernier point prend toute son importance lorsque le nettoyage du réacteur impose le découplage du système de focalisation. La répétition de ces
15 dispositifs dans des réacteurs de grande taille (500 l par exemple) multipliera les difficultés.

Le procédé faisant l'objet de l'invention ainsi que l'appareillage appliquant ce procédé a pour objet de remédier aux inconvénients inhérents aux deux groupes de systèmes déjà
20 décrits.

Préalablement à la description détaillée de l'invention, il importe de définir certains termes qui seront employés :

- bloc optique : ensemble continu constitué d'un matériau transparent et qui assure les fonctions de collecte,
25 transport, introduction et distribution de la lumière ;
- voûte collectrice : sous-ensemble du bloc optique qui assure les fonctions de collecte et de transport de la lumière jusqu'au guide optique;
- guide optique : sous-ensemble du bloc optique qui assure les
30 fonctions d'introduction et de distribution de la lumière dans le milieu.

Le procédé faisant l'objet de l'invention, consiste dans le fait que l'on réalise la collecte, le transport, l'introduction et la distribution de la lumière dans une enceinte au moyen d'un bloc optique compact constitué d'une

5 voûte collectrice comportant à sa partie inférieure des guides optiques. La géométrie de cette voûte et de ces guides optiques, ainsi que le nombre de ces derniers, sont choisis et calculés notamment en fonction du diagramme polaire d'émission lumineuse de la source extérieure. La voûte collectrice sert de

10 couvercle de fermeture de l'enceinte réactionnelle. La présence de guides optiques qui peuvent être par exemple des plans parallèles ou des anneaux cylindriques concentriques, permet si on le désire, de diviser l'enceinte en un nombre de petits réacteurs indépendants ou mis en série.

15 Le dispositif permet l'introduction, la dispersion, le contrôle de la nature et de la pression du gaz dans le milieu réactionnel par l'intermédiaire par exemple d'une sole poreuse qui peut être constituée soit en céramique ou encore en haut polymère.

20 La force ascensionnelle des bulles de gaz assure une homogénéité du milieu réactionnel.

Ainsi un photoréacteur est essentiellement constitué de trois parties:

- 1) D'une source lumineuse compacte et puissante de 200 à 2000
- 25 Watts et d'un projecteur associé, tous deux disponibles commercialement
- 2) D'un bloc optique dont la voûte assure en outre l'étanchéité du réacteur permettant ainsi le contrôle de paramètres influençant les réactions ainsi que la récupération des gaz
- 30 en vue d'une recirculation éventuelle.
- 3) D'un corps de réacteur essentiellement composé d'une cuve qui peut être divisée en compartiments, ayant à la base une chambre d'alimentation des gaz.

Le bloc optique est constitué d'un matériau poli dont l'indice de réfraction est supérieur à l'unité (par exemple : résine acrylique, polystyrène, polycarbonate ...) transparent dans le domaine visible ; en outre le matériau constituant le bloc optique devra être choisi en tenant compte des impératifs dus au milieu et aux conditions imposées par les réactions.

La forme et le dimensionnement à donner à la voûte et partant à la section transversale du réacteur sont imposés par le diagramme polaire d'émission de l'ensemble lampe projecteur ; en effet, la voûte jouant le rôle de collecteur ou de piège à lumière, il importe que l'ouverture numérique du système soit la plus grande possible tout en respectant la condition de réflexion totale à la fois dans la voûte collectrice et dans les guides optiques.

Le corps du réacteur quant à lui peut être constitué de tout matériau compatible avec les conditions d'utilisation.

L'ensemble du réacteur ne comporte pas de pièces coûteuses et délicates , il peut être facilement nettoyé, démonté et reconstitué.

Le procédé et l'appareillage pour la collecte, le transport, l'introduction et la distribution de lumière seront mieux compris à l'aide de figures qui ne limitent en aucun cas l'invention.

La figure 1 schématise sur un avant projet de bloc optique, le trajet suivi par un rayon lumineux de manière à respecter les conditions de réflexion totale.

Un rayon I tombant sur la voûte collectrice 1 suivant un angle d'incidence \hat{i} se réfracte à l'intérieur de cette voûte selon un angle \hat{r} tel que $n_0 \sin \hat{i} = n_1 \sin \hat{r}$, équation dans laquelle n_0 et n_1 représentent respectivement les indices de réfraction du milieu dans lequel est plongée la voûte et du matériau utilisé pour fabriquer le bloc optique.

Le rayon réfracté se réfléchit sur les parois internes latérales de la voûte suivant des angles $\hat{\lambda}$, $\hat{\mu}$, ... de plus en plus petits. Le principe de la réflexion totale implique que $\hat{\lambda}$ et $\hat{\mu}$ doivent être supérieurs à l'angle limite correspondant aux milieux d'indices n_0 et n_1 .

Le rayon aboutit finalement dans le guide optique 2, où il doit subir de nouvelles réflexions totales, ce qui implique que l'angle d'incidence $\hat{\nu}$ doit être supérieur à l'angle limite correspondant aux milieux d'indices n_1 et n_2 où n_2 est l'indice de réfraction du milieu dans lequel plonge le guide optique

La figure 2 montre une section du bloc optique et de ses deux composantes, la voûte collectrice 1 et les guides optiques 2, ainsi que les paramètres importants qui doivent être fixés pour obtenir une configuration optimale.

a , b , $\hat{\alpha}$, $\hat{\beta}$ sont les paramètres de dimensionnement du collecteur n , lequel fait partie intégrante de la voûte collectrice 1.

\overline{SB} , \overline{AB} sont les paramètres de positionnement de ce même collecteur.

La source optique S , considérée comme ponctuelle et située à une hauteur h par rapport au sommet de la voûte collectrice, émet en direction des deux extrémités du collecteur n des rayons I et I' faisant avec la verticale des angles $\hat{\gamma}$ et $\hat{\gamma}'$.

Les paramètres a , b et $\hat{\alpha}$ peuvent être différents d'un collecteur à l'autre. Ils sont choisis en fonction de la quantité de lumière à collecter afin d'assurer au niveau du guide optique une intensité lumineuse en rapport avec les besoins.

La hauteur utile H du guide optique 2 associé au collecteur n est fixée, elle aussi, afin d'assurer une intensité lumineuse suffisante dans le volume défini par H et par e , épaisseur de l'intervalle séparant deux guides optiques adjacents associés respectivement aux collecteurs n et $n-1$.

Les paramètres β , \overline{SB} , \overline{AB} , e , $\hat{\gamma}$, $\hat{\gamma}'$ sont calculés par les lois générales de l'optique géométrique et de la géométrie.

β est l'angle minimum tel que tout rayon incident émis par la source sous un angle compris entre $\hat{\gamma}$ et $\hat{\gamma}'$ soit transmis par réflexion totale jusqu'au guide optique de façon à ce qu'il y subisse aussi la réflexion totale.

A titre d'exemple non limitatif, si on suppose que :

- le bloc optique est constitué de plexiglas d'indice de réfraction égal à 1,50
- 10 - la voûte collectrice est plongée dans l'air d'indice de réfraction égal à 1
- les guides optiques sont plongés dans l'eau d'indice de réfraction égal à 1,33
- la hauteur de la lampe h est fixée à 20 cm
- 15 - les paramètres de dimensionnement sont fixés par toutes les unités élémentaires à :
 - $a = 2,5$ cm
 - $b = 5$ cm
 - $\hat{\alpha} = 10^\circ$

20 Le système d'équations calculées à respecter est :

$$- \hat{\gamma}_n = \hat{\gamma}'_{n-1}$$

$$- \operatorname{tg} \hat{\gamma}'_n = \frac{5 + (\overline{AB})_{n-1} - 0,176 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n (\overline{AB})_{n-1}}{(\overline{SB})_{n-1} + \operatorname{tg} \hat{\beta}_n [5 - 0,176 (\overline{SB})_{n-1}]}$$

$$25 \quad - (\overline{AB})_n = 5 + (\overline{AB})_{n-1} + \frac{0,88 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n}{(1 - 0,176 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n)}$$

$$- (\overline{SB})_n = (\overline{SB})_{n-1} + \frac{5 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n}{(1 - 0,176 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n)}$$

$$30 \quad - 1,5 \sin (\hat{\beta}_n - 28) \leq \sin (\hat{\gamma}'_n + \hat{\beta}_n) \leq 1,5 \sin (\hat{\beta}_n + 7)$$

$$- e = 2,5 + \frac{0,88 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n}{(1 - 0,176 \operatorname{tg} \hat{\beta}_n)}$$

Les paramètres calculés prennent les valeurs suivantes si on numérote les guides optiques de 0 au centre à 2 à la périphérie.

Les parties gauche et droite du modèle sont par ailleurs symétriques.

n	SE (cm)	AB (cm)	β (degrés)	$\hat{\gamma}$ (degrés)	$\hat{\gamma}'$ (degrés)	e (cm)	
0	20	2,5	0	- 7,1	7,1	-	
10	1	21,5	7,8	16	7,1	19,9	2,8
2	24,2	13,3	26	19,9	28,8	3,0	

Le fait de n'avoir, dans cet exemple, considéré que cinq guides optiques n'est pas limitatif.

La figure 3 présente une vue générale en élévation d'une disposition relative possible du bloc optique avec ses deux composantes, la voûte collectrice 1 et les guides optiques 2 et de la cuve du photoréacteur 3. Dans cette figure, l'ensemble bloc optique-cuve présente une symétrie de révolution autour de l'axe vertical AA' ; cette symétrie n'est qu'un exemple non limitatif de la géométrie spatiale du réacteur.

La cuve est divisée par des séparations 6 en une série de compartiments utiles 7, lesquels contiennent la phase liquide réactionnelle. Un réservoir 5 est prévu par ce même liquide sur le pourtour de la cuve.

Une sole poreuse 8 permet le transfert de la phase gazeuse vers la phase liquide à partir de la chambre à gaz 9 où il a pénétré par l'orifice 10 ; la sortie du gaz s'effectue par ailleurs par l'orifice 11.

La phase liquide, quant à elle, pénètre par l'orifice 12 et sort par l'orifice 13.

La figure 4 donne un aperçu d'un système de circulation de gaz entre différents bacs qui sont mis en série. Dans ce cas, les guides optiques 2 doivent être solidarisés par une paroi étanche 4 afin de diminuer les espaces inutiles et l'accumulation de gaz dans des zones mortes situées à la partie supérieure de la voûte. Les canalisations tubulaires 14 permettent d'équilibrer les pressions gazeuses au dessus de chaque compartiment 7. En nombre limité, elles sont distribuées symétriquement et accolées aux parois verticales 6 concentriques qui délimitent les différents compartiments du réacteur ; ces canalisations n'occupent qu'une petite fraction de la surface des parois verticales concentriques de manière à ne pas gêner la circulation du liquide et l'ascension du gaz au travers de la sole.

Le gaz pénètre par l'orifice 10, remplit la chambre 9, diffuse au travers de la sole poreuse 8, barbote dans la phase liquide des compartiments 7, puis est transféré par les canalisations 14 vers la périphérie de la cuve 3 d'où il sort par l'orifice 11.

Ce circuit de circulation du gaz est représenté sur la figure par les flèches pointillées.

La restriction de section présentée par les guides optiques 2 (fig. 1 à 3) permet de ménager un volume libre dans le réacteur tout en maximisant la surface de collecte. Le volume utile du réacteur peut alors représenter de 50 à 80% du volume total.

La transmission de la lumière au travers du système décrit à la figure 1 réalisé par exemple en matériau acrylique est de 91%, le rapport des illuminances mesurées sur les surfaces de sortie du guide optique et d'entrée de la voûte est de 4,56 lorsque la source lumineuse est au zénith de la surface d'entrée.

Dans le même exemple, les parois latérales de la voûte ont été recouvertes extérieurement d'un miroir d'argent, il s'en est suivi une perte de transmission importante.

Sur la figure 3, la forme ainsi que les dimensions des
5 éléments du bloc optique peuvent être calculés de manière à établir une loi de distribution de la lumière entre les différents compartiments ; cette faculté, jointe à la possibilité d'interposer des écrans appropriés entre la source lumineuse et la voûte, permet d'adapter le flux lumineux capté à la réaction
10 se déroulant dans chaque compartiment. Ces facilités sont très intéressantes lors de la culture continue d'organismes autotrophes qui s'effectue dans les compartiments mis dans ce cas en série ; les suspensions d'organismes de plus en plus denses sont alors irradiées par des flux lumineux de plus en plus
15 intenses.

Les flèches de la figure 5 montrent le sens d'écoulement de la suspension.

Le substrat frais pénètre par l'orifice 12, remplit le réservoir 5 et de là, par débordements successifs, les compartiments 7 où il s'enrichit progressivement en organismes. La
20 suspension de biomasse est alors recueillie dans le compartiment central du réacteur par l'orifice 13.

La pression du gaz dans la chambre 9 empêche la percolation du liquide au travers de la sole poreuse 8.

25 Dans notre système la distribution de la lumière transmise par le bloc optique au sein du milieu réactionnel s'effectue par la surface latérale des guides optiques en application du principe bien connu qui dit que la réflexion interne totale est détruite lorsque l'angle d'incidence devient
30 inférieur à l'angle limite ; dès lors la simple altération du poli de la surface des guides à des endroits prédéterminés suffit à assurer la distribution de la lumière. Ces altérations ont été réalisées par les moyens connus de fraisage et de tournage.

La distribution longitudinale de ces altérations tient compte d'une décroissance exponentielle de la lumière depuis le sommet jusque la base du guide d'ondes. Le nombre d'altérations est fixé de sorte que le rayonnement issu de la surface
5 inférieure du guide optique soit négligeable.

Ce principe bien connu a été aussi exploité de manière à ce que tout en maintenant l'ouverture numérique et l'efficacité de la collecte de la lumière, on ménage un volume réactionnel encore plus grand par une restriction progressive de la section
10 du guide optique 2 telle que représentée sur la fig. 6. A chaque restriction de section, correspond une source d'émission lumineuse.

L'épaisseur de volume réactionnel offerte dans chaque compartiment au rayonnement lumineux latéral est évidemment
15 fonction du type d'application envisagé et de l'intensité moyenne I_0 issue de la surface latérale du guide optique. Ainsi, pour les cultures d'algues, entrent en ligne de compte pour le calcul de cette épaisseur, l'intensité lumineuse saturante pour la croissance et le coefficient d'absorption
20 spécifique moyen α sur l'ensemble du spectre visible (unités $\text{masse}^{-1} \text{volume}^{-1}$) de l'algue. L'épaisseur n'est cependant pas critique et n'est pas propre à une espèce d'algue particulière.

Dans une autre version, la même dispersion de la lumière a été appliquée à un faisceau de fibres optiques 16 solidaire
25 de la voûte collectrice 1 et tendu au travers du milieu réactionnel au moyen d'une armature discontinue 15, schématisée à la figure 7. L'armature est conçue de manière à permettre la circulation des gaz et liquide entre les fibres et participe aussi à la dispersion de la lumière.

30 Dans le schéma présenté les fibres de 1 mm d'épaisseur sont espacées de 8 mm. La réalisation d'un faisceau de fibres régulier permet une illumination homogène du milieu réactionnel.

Le terme faisceau de fibres est à prendre dans le sens : ensemble à trois dimensions de fibres parallèles ou non.

Cette dernière disposition réserve la possibilité d'un écoulement de la phase liquide le long des fibres qui constituent le faisceau, la majeure partie de l'enceinte étant dans ce cas remplie de fluide gazeux.

Un autre avantage présenté par l'utilisation de guide d'ondes, est de pouvoir modifier le spectre de la lumière issue de la source extérieure en incorporant des pigments et colorants fluorescents dans le haut polymère constituant le guide d'ondes de manière à augmenter les longueurs d'onde d'une partie de la lumière qui sera dispersée. A titre d'exemple, citons, sans que cela soit limitatif, l'incorporation de 1,4 distyrylbenzène dans du polystyrène de manière à transformer la contribution ultraviolette importante des lampes à vapeur de mercure en une émission située entre 400 et 450 nm, domaine favorable à l'excitation des chlorophylles.

Les possibilités de l'invention seront mieux comprises à l'aide de l'exemple suivant qui n'a aucun caractère limitatif de l'invention :

- Culture discontinue de la cyanobactérie (algue bleu-verte) ANACYSTIS NIDULANS souche American Type Culture Collection n° 27344
- Lampe PHILIPS SON-T 400 W associée à un projecteur PHILIPS SNT-003 diffusant
Intensités lumineuses à la surface des guides optiques comprises entre 3000 et 10.000 lux
- Milieu de culture C de KRATZ & MYERS (American Journal of Botany 42, 282-7, 1955)
- Barbotage d'air enrichi de 1% CO₂ (V/V)
pH initial égal à 7
- Réacteur situé dans un local thermostaté à 35°C
Température du milieu également à 35°C pendant toute la durée de l'expérience (élimination parfaite des IR)

- Parfaite stabilité des matériaux tout au long de l'expérience (aucun effet néfaste des UV)
- Croissance en fonction du temps représentée par la fig. 8 où C est la concentration en algues dans le milieu en mg de matières sèches par ml et t est le temps en heures..

5

Aucun de ces paramètres expérimentaux n'est limitatif de l'invention. En particulier :

- D'autres couples lampe/projecteur sont possibles
- D'autres cultures, comme par exemple la culture de cellules de plantes, peuvent aussi être réalisées sans que ces exemples ne soient limitatifs.

10

REVENDICATIONS

- 1) Dispositif de collecte, transport, introduction et distribution de la lumière caractérisé en ce qu'il est constitué par un bloc optique unique dont la surface externe est soit un ensemble de surfaces planes annulaires concentriques solidaires, d'inclinaison
5 différente par rapport à la verticale, soit un ensemble de surfaces planes rectangulaires parallèles, de rapport longueur sur largeur supérieur ou égal à 10, solidaires, d'inclinaison différente par rapport à la verticale.
- 2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que chaque
10 surface plane annulaire ou plane rectangulaire constitue la grande base soit d'un tronc de cône évidé soit d'une pyramide tronquée de section rectangulaire.
- 3) Dispositif selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que
15 les petites bases des troncs de cône évidés ou des pyramides tronquées constituent les bases supérieures de guides optiques qui ont respectivement la forme soit d'anneaux cylindriques concentriques soit de parallélépipèdes rectangles parallèles et en ce qu'il assuré, dans les deux cas, une distribution homogène de la lumière sur l'ensemble des surfaces latérales des guides optiques.
- 20 4) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la forme des guides optiques épouse le contour de l'enceinte réactionnelle.
- 5) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes
25 caractérisé en ce qu'il permet la division de la cuve du réacteur en un nombre de petits réacteurs indépendant ou mis en série.
- 6) Dispositif selon l'une quelconque des revendication précédentes, caractérisé en ce que la voûte collectrice du bloc optique sert de couvercle de fermeture à l'enceinte réactionnelle.
- 7) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,
30 caractérisé en ce que le dessin du bloc optique permet l'utilisation de guides optiques ne présentant aucune courbure selon leur axe vertical évitant ainsi les pertes préférentielles de lumière

- 8) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dessin du bloc optique ménage entre la surface latérale des guides optiques et les parois des enceintes un volume utile du réacteur qui peut atteindre 80% du volume total.
- 5 9) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étanchéité du milieu réactionnel réalisée par la voûte collectrice rend possible le contrôle des paramètres influençant des réactions se déroulant dans le réacteur étanche ainsi formé.
- 10 10) Dispositif selon l'une quelconque des revendication précédentes, caractérisé en ce que les paramètres géométriques locaux caractéristiques du bloc optique peuvent être fixés de manière à assurer dans chacun des petits réacteurs le flux lumineux en rapport avec le besoin.
- 15 11) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des pigments et colorants fluorescents peuvent être incorporés dans le matériau du bloc optique de manière à transformer le spectre des radiations émises par la source extérieure et à l'adapter au besoin du système réactionnel.
- 20 12) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque guide optique peut être soit monobloc soit constitué d'un faisceau de fibres optiques tendues au moyen d'une armature qui participe elle aussi à la distribution de la lumière.
- 25 13) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'utilisation de fibres optiques permet de transférer la lumière à un fluide liquide s'écoulant sous forme d'une gaine entourant chaque guide pris individuellement.
- 30 14) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la position relative de la source lumineuse par rapport au bloc optique et l'importance de la surface collectrice ainsi que la masse du bloc optique supprime tout problème lié à l'élimination de la chaleur et à la tenue du matériau.
- 35 15) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la position relative de la source lumineuse par rapport à la voûte permet le placement d'écrans optiques en vue de modifier la composition et/ou l'intensité de la lumière dans l'ensemble ou dans certains compartiments du photoréacteur.

- 5 16) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la disposition du bloc optique, l'agencement des parois délimitant les compartiments internes du réacteur, la présence de canalisations accolées à ces parois permet l'alimentation en gaz de chaque compartiment par l'intermédiaire d'une sole poreuse ainsi que la récupération ou la recirculation des gaz effluents.
- 10 17) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réacteur constitué peut fonctionner en continu ou en discontinu.
- 15 18) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le milieu réactionnel peut circuler d'un compartiment vers un autre réalisant une cascade de réacteurs éclairés individuellement par un flux lumineux adapté aux besoins.
- 19) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la conception du réacteur permet une extrapolation à grande échelle.
- 20 20) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble de l'appareillage peut être facilement démonté, nettoyé, réglé et reconstitué sans difficultés dans son état premier.
- 25 21) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, utilisé pour la réalisation de tout transfert de lumière dans un fluide et de toute réaction physique, chimique, biochimique, biologique faisant intervenir la lumière transférée.

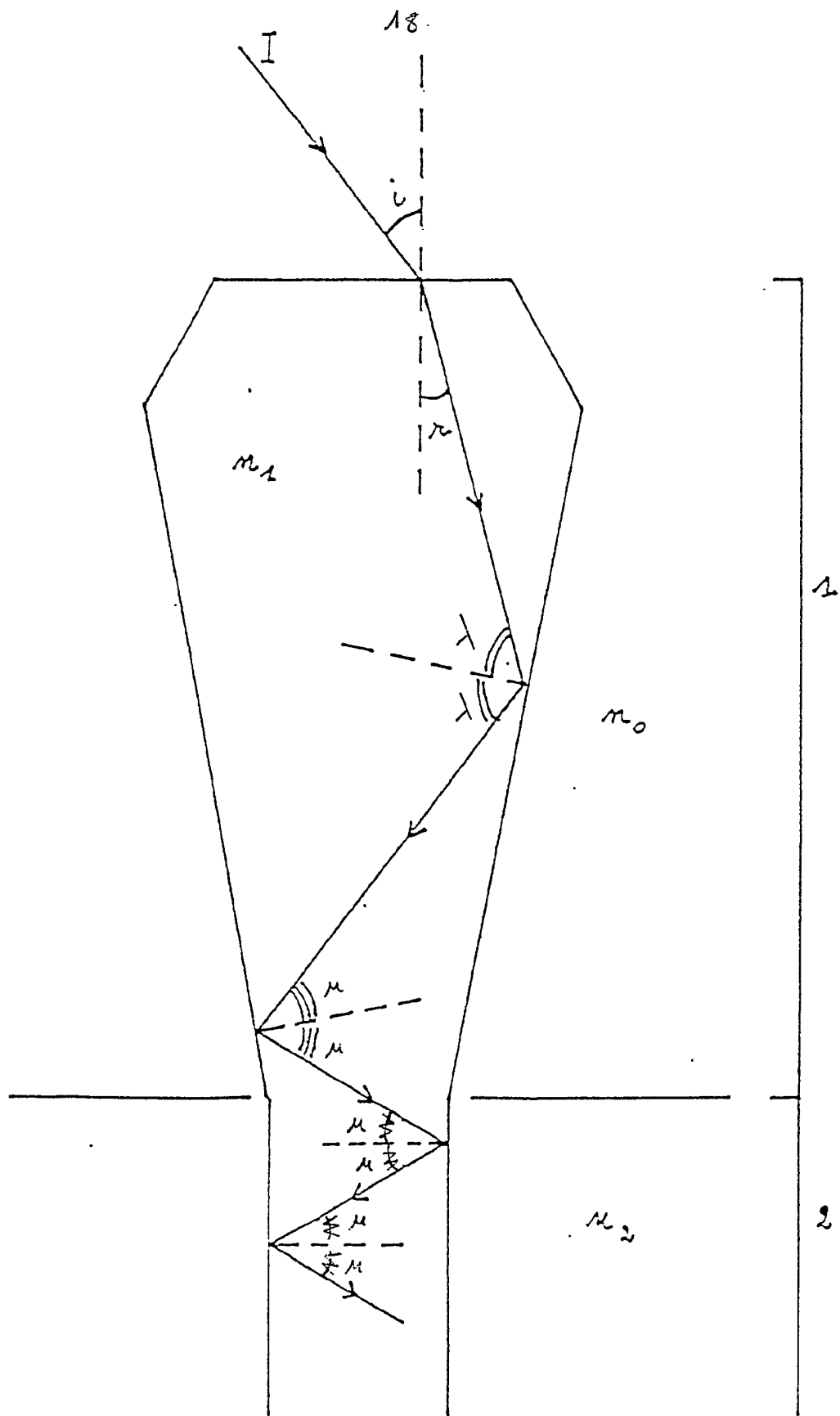


FIGURE 1

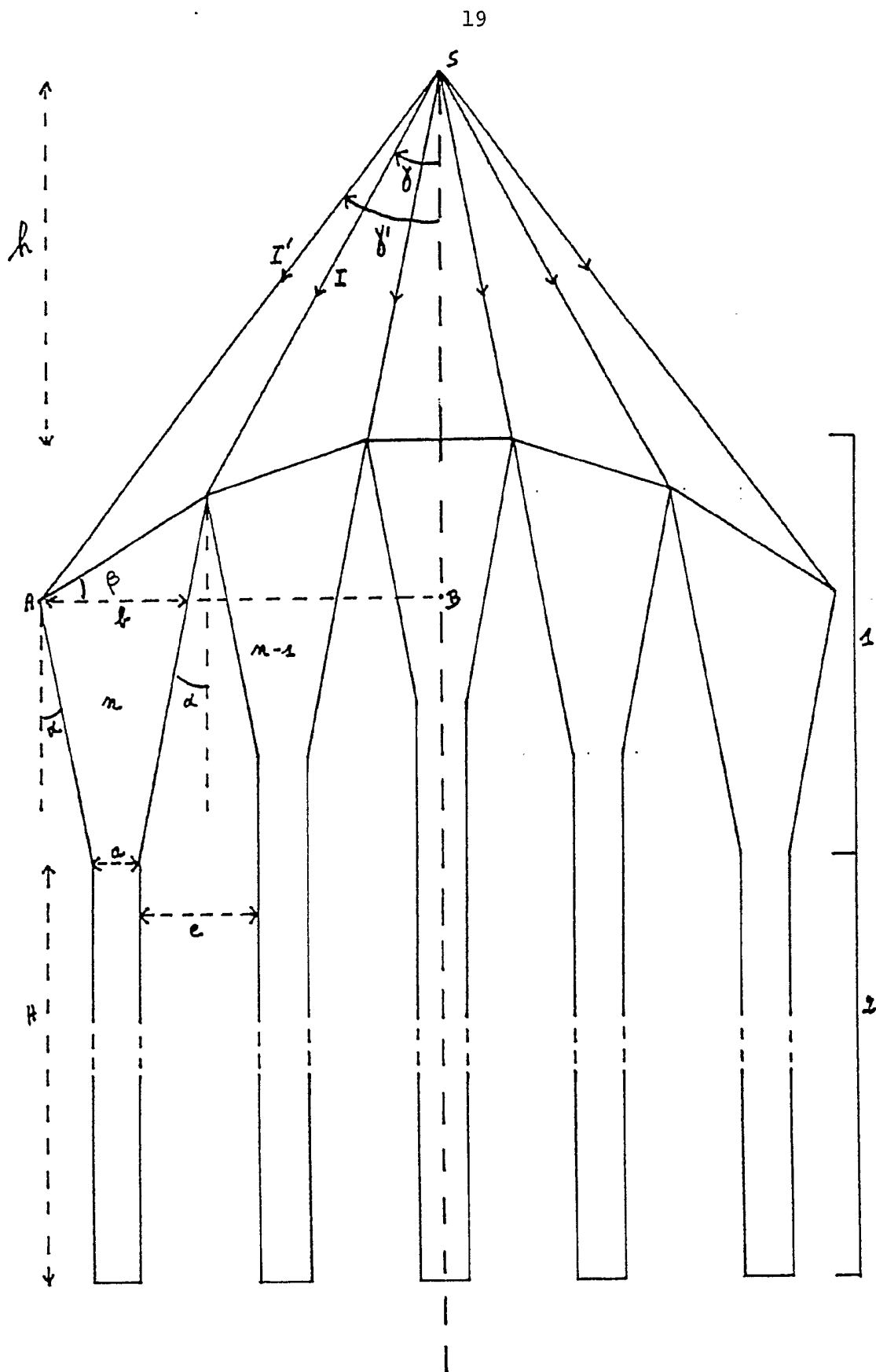


FIGURE 2

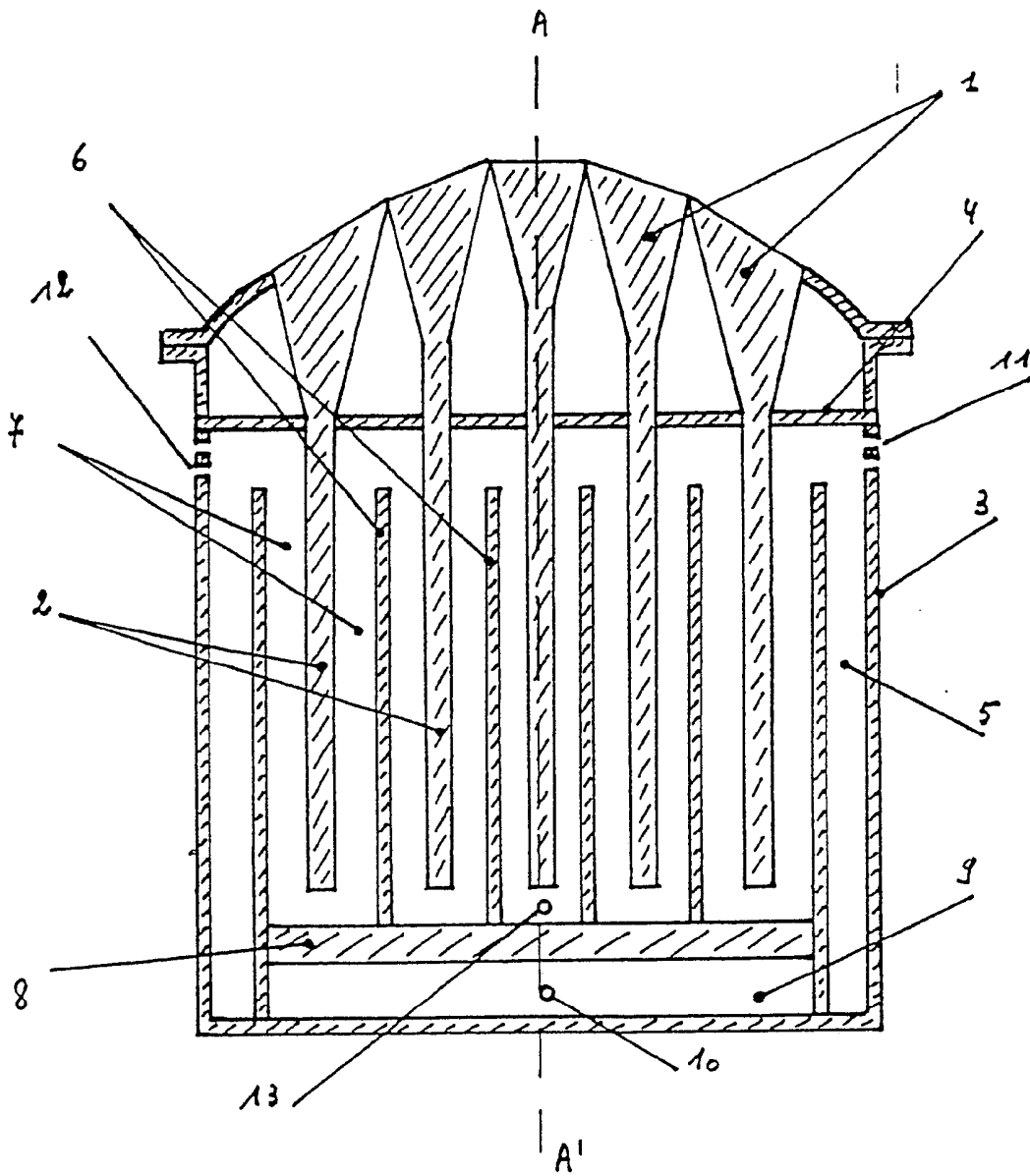


FIGURE 3

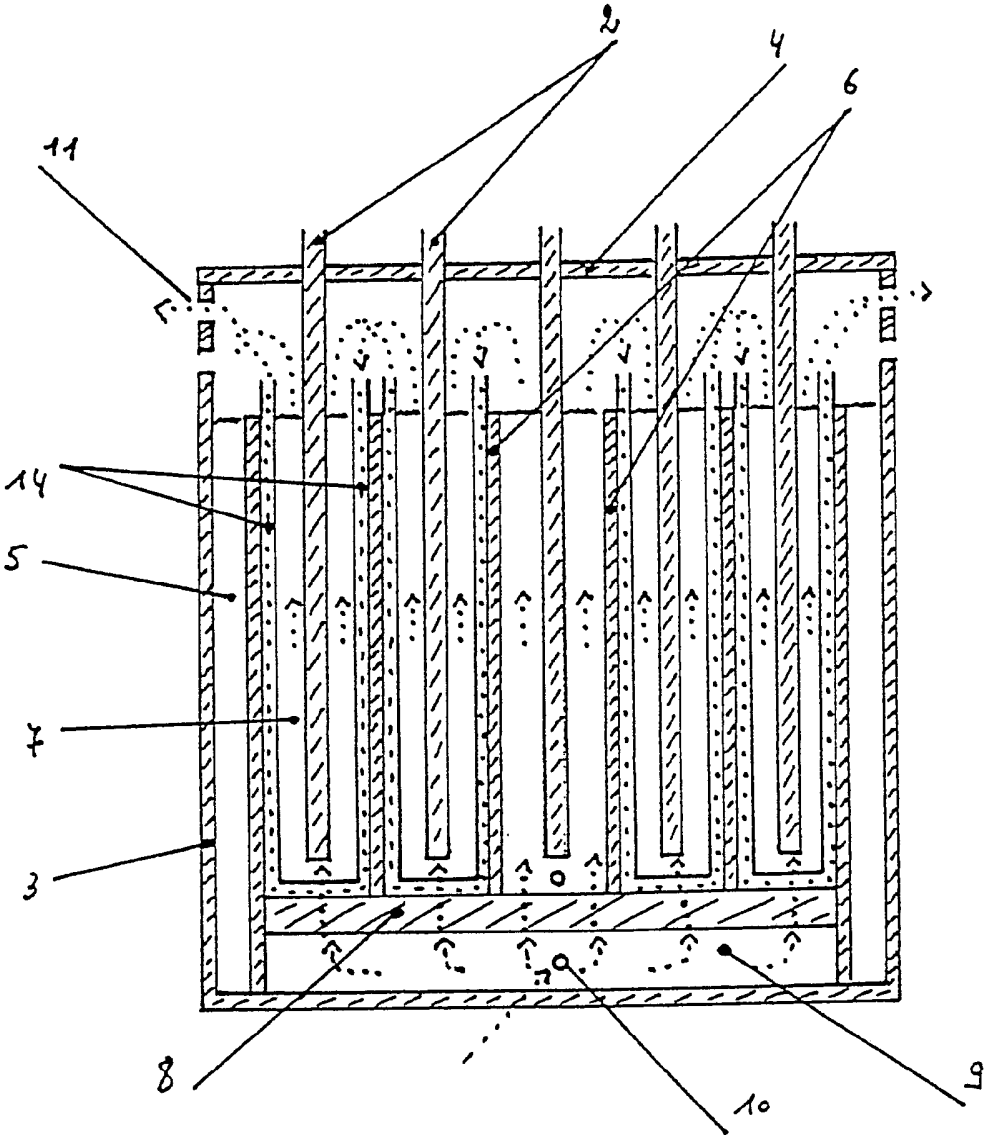


FIGURE 4

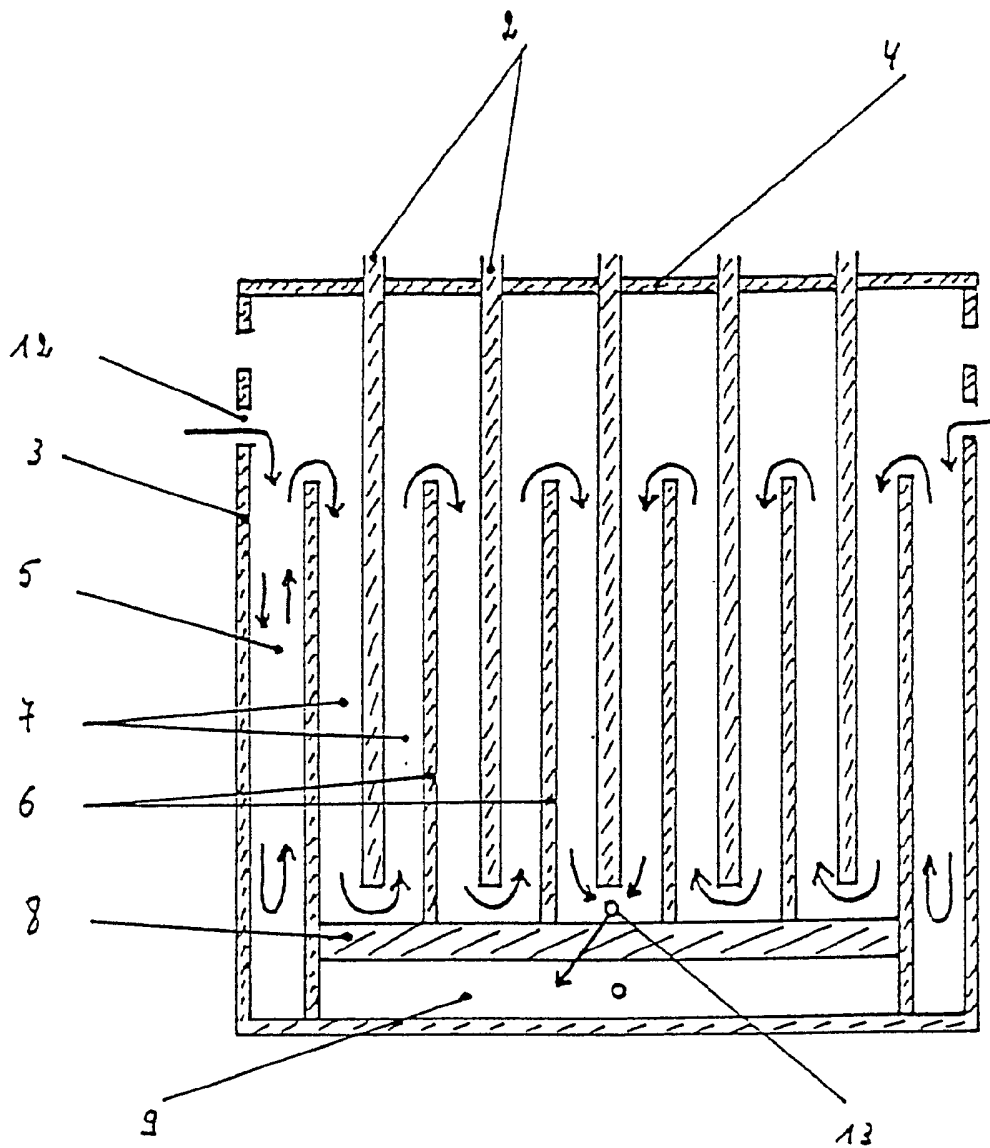


FIGURE 5

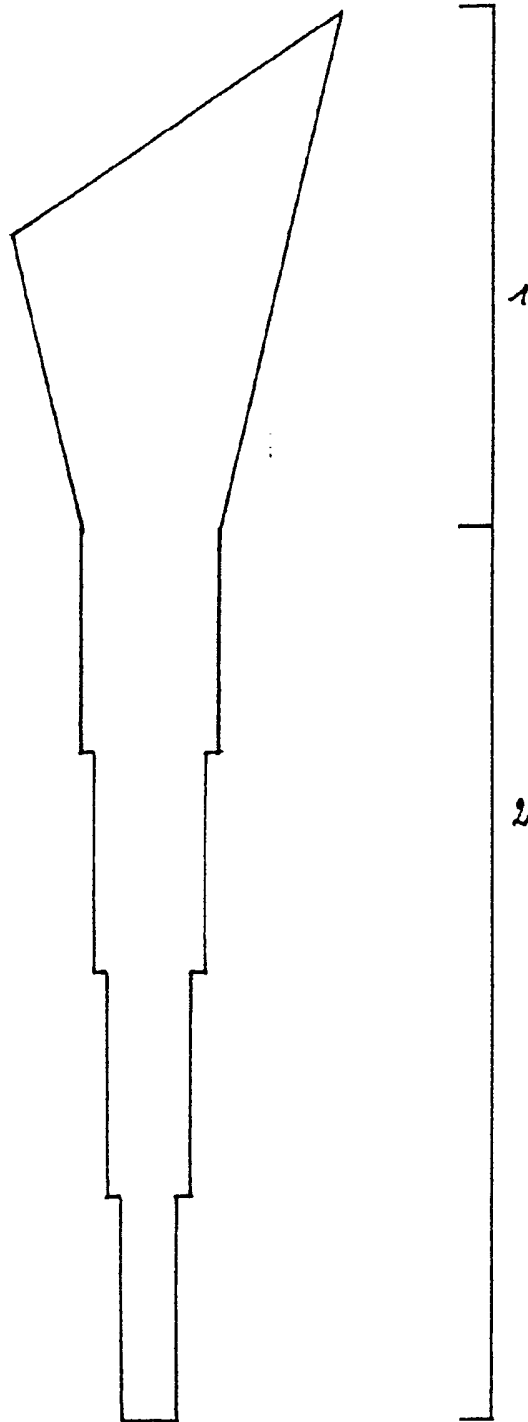


FIGURE 6

24

08900679

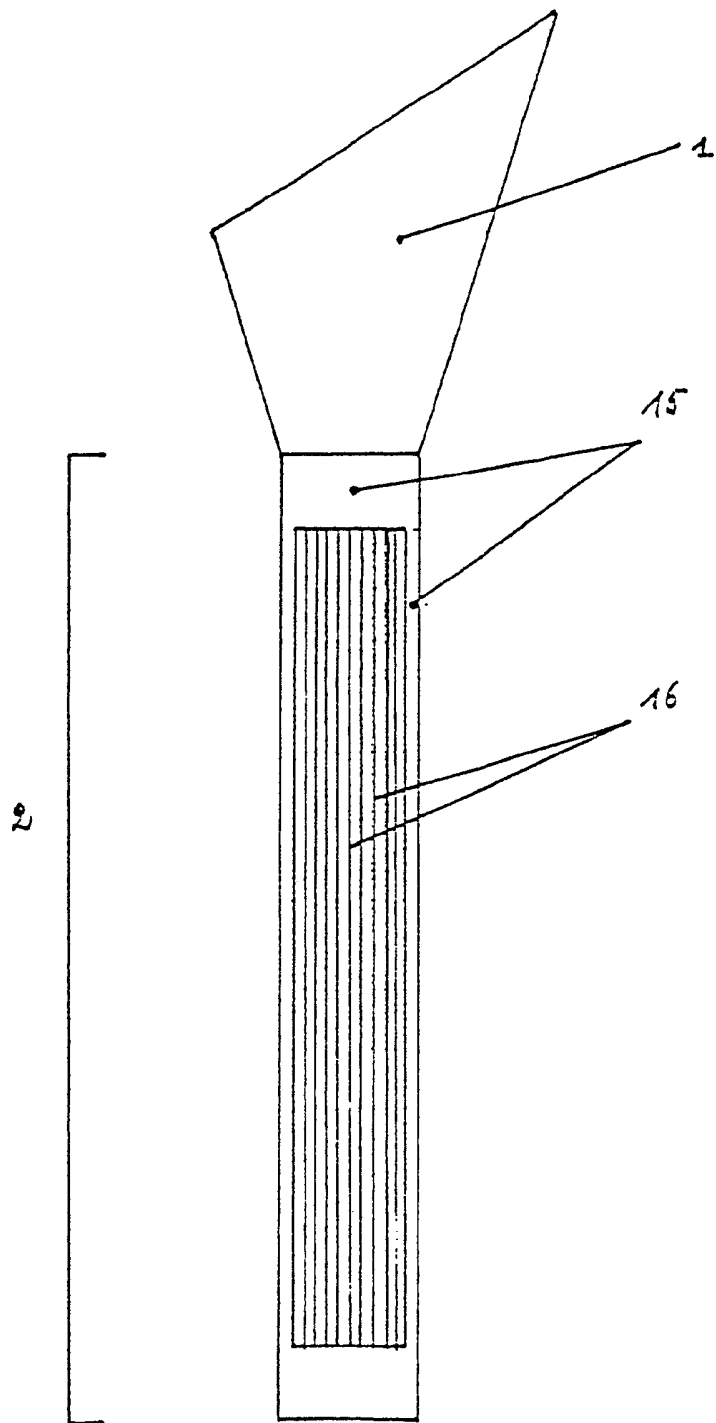


FIGURE 7

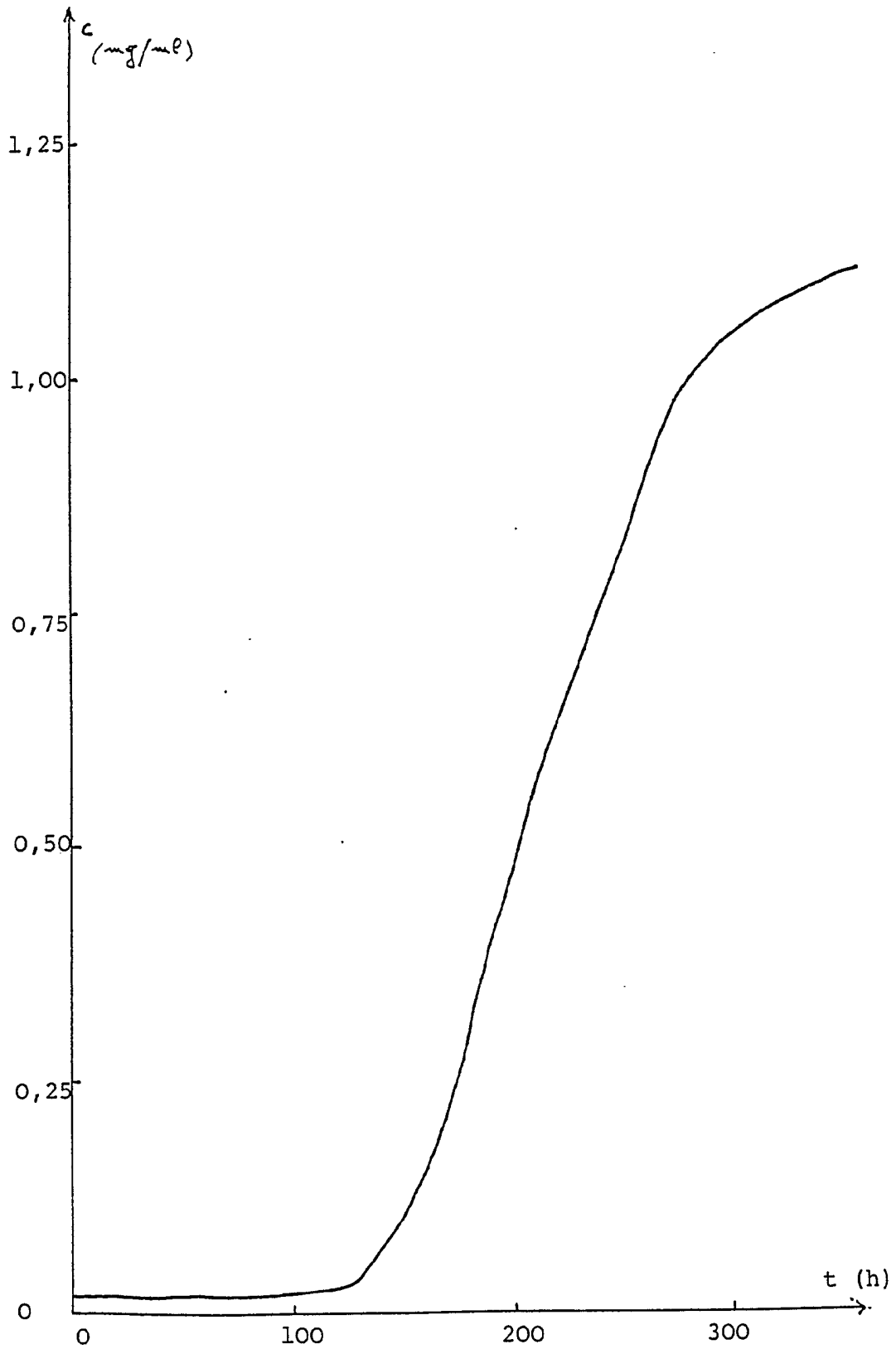


FIGURE 8



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 8900679
BO 1936

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	DE-U-8 711 695 (BAYER et al.) * Revendications 1,2; page 6, ligne 25 - page 7, ligne 4; figures 5,6 *	1,2,9	F 21 V 8/00 G 02 B 6/00
Y	---	3,4,11	
X	WO-A-7 900 282 (KIUCHI ATSUSHI et al.) * Résumé; figures 1-6 *	1	
Y		3,4,11	
A		5,6,12- 15,17, 21	
A	WO-A-8 300 448 (SCHICK) * Page 3, lignes 21-30; figure 1 *	16	
A	EP-A-0 081 156 (MORI KEI) * Revendications 1-6; figures 1-10 *	1,4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G 02 B F 21 S C 12 M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28-02-1990		GRUNFELD M. Y. E.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0448)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 8900679
BO 1936

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09/03/90
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-U- 8711695	15-10-87	DE-A- 3728798	09-03-89
WO-A- 7900282	31-05-79	JP-A- 54067088	30-05-79
		JP-A- 54076887	19-06-79
		JP-A- 54076889	19-06-79
WO-A- 8300448	17-02-83	DE-A- 3130105	17-02-83
		AU-B- 556864	20-11-86
		AU-A- 8765382	22-02-83
		EP-A, B 0085688	17-08-83
EP-A- 0081156	15-06-83	JP-A- 58098081	10-06-83
		JP-A- 58101682	16-06-83
		JP-A- 58101681	16-06-83
		JP-A- 58101683	16-06-83
		AU-B- 544592	06-06-85
		CA-A- 1207695	15-07-86
		DE-A- 3278766	18-08-88
		AU-A- 9106182	09-06-83