

**DISPOSITIF EMETTEUR/REFLECTEUR DE RAYONNEMENTS
ELECTROMAGNETIQUES, APPAREIL ET PROCEDE METTANT EN
OEUVRE UN TEL DISPOSITIF**

5 La présente invention concerne un dispositif
émetteur/réflecteur de rayonnements électro-
magnétiques ultraviolets comprenant un tube en verre
rectiligne percé de bout en bout d'un alésage de
rétention d'un gaz ionisant en pression, allongé
10 autour d'un axe et propre à délimiter un faisceau
émetteur de rayonnements.

Elle concerne également des appareils et un
procédé mettant en oeuvre un tel dispositif.

L'invention trouve une application
15 particulièrement importante, bien que non exclusive,
dans le domaine du traitement photochimique de
matériaux par rayonnements ultraviolets avec des
tubes émetteurs contenant un gaz ionisant à haute ou
moyenne pression, par exemple utilisés dans
20 l'industrie papetière, le textile, l'industrie des
matières plastiques, l'industrie alimentaire,
l'automobile ainsi que dans le domaine de
l'imprimerie, notamment pour la polymérisation
d'encres ou de vernis sur des films, par exemple
25 constitués par des laizes de papier ou de carton.

Par haute ou moyenne pression on entend des
pressions absolues de gaz supérieures ou égales à
2 kg/cm², par exemple de 3 kg/cm² pour une moyenne

pression et supérieures à 5 kg/cm² pour une haute pression, pouvant par exemple atteindre 100 kg/cm².

L'invention n'est pas limitée aux types de produits à traiter. Elle peut par exemple être
5 utilisée pour le séchage de produits en plaque, pour le séchage de certains vernis et adhésifs, pour le séchage de produits filaires allongés autour d'un axe, ou encore pour la stérilisation de produits liquides.

10 On connaît déjà des dispositifs pour la production et la réflexion de rayonnements ultraviolets comprenant un tube émetteur rectiligne et un réflecteur concave rectiligne ayant une section parabolique ou une section elliptique.

15 Ces dispositifs présentent des inconvénients. Ils sont en effet encombrants et nécessitent un tube émetteur entièrement séparé du réflecteur par une distance de plusieurs millimètres pour permettre un refroidissement efficace par circulation d'air entre
20 tube émetteur et réflecteur.

On observe en effet des températures importantes de 600 à 900°C sur l'émetteur ultraviolet, alors que la température du réflecteur est nettement plus faible, par exemple de l'ordre de 50°C.

25 Les matériaux utilisés sont par ailleurs différents, les émetteurs étant en verre et les réflecteurs en métal réfléchissant, du type aluminium, c'est-à-dire présentant un coefficient de

dilatation thermique très différent de celui du verre.

Les tubes de grandes longueurs des dispositifs de l'art antérieur présentent de plus un fléchissement
5 au cours du temps.

Dans le cas plus particulièrement visé par l'invention, à savoir l'émission de rayonnements ultraviolets, les émetteurs connus entraînent également une formation d'ozone en quantité non
10 négligeable.

La présente invention vise à fournir un dispositif émetteur/réflecteur de rayonnements, un appareil et un procédé mettant en oeuvre un tel dispositif, répondant mieux que ceux antérieurement connus aux
15 exigences de la pratique, notamment en ce qu'elle propose un dispositif compact et peu encombrant, propre à limiter considérablement la production d'ozone tout en maximisant l'énergie photochimique utilisable et ce grâce à une conception structurelle
20 permettant une excellente optimisation du rendement énergétique des rayonnements émis.

Dans ce but, l'invention propose notamment un dispositif émetteur/réflecteur de rayonnements ultraviolets comprenant un tube en verre rectiligne
25 percé de bout en bout d'un alésage de rétention d'un gaz ionisant en haute ou moyenne pression, allongé autour d'un axe, propre à contenir un faisceau émetteur de rayonnements, et une surface réflectrice des rayonnements émis comportant deux ailes latérales

longitudinales symétriques par rapport à un plan axial de l'alésage, la surface réfléchrice étant au moins en partie solidaire du tube émetteur et présentant une section transversale au moins en

5 partie parabolique, elliptique ou droite, ou encore au moins en partie sensiblement parabolique, sensiblement elliptique ou sensiblement droite, caractérisé en ce que les portions de surface réfléchrice correspondant aux ailes latérales et

10 présentant une section transversale au moins en partie parabolique ou elliptique, ou encore au moins en partie sensiblement parabolique ou sensiblement elliptique, appartiennent à une courbe (parabole ou ellipse) dont la génératrice au sommet est située à

15 une distance d de l'axe de l'alésage, telle que :

$$d = f \quad \text{et} \quad 0 < d < r + e + 1 \text{ mm}$$

avec

f : distance entre le foyer de la parabole ou de l'ellipse et la génératrice au sommet correspondante,

20 r : distance entre l'axe et la surface interne de l'alésage dans le plan axial de l'alésage passant par la génératrice au sommet, et

e : épaisseur du tube dans le plan axial, du côté de et passant par la génératrice au sommet.

25 Encore plus avantageusement chacune des deux portions d'extrémité des ailes latérales présente une section transversale strictement en portion de parabole ou d'ellipse ou encore strictement droite

Dans les modes de réalisation plus particulièrement décrits, la présente invention met en oeuvre un tube émetteur rectiligne dont le centre géométrique d'émission est confondu avec le foyer du réflecteur correspondant, également rectiligne et de section au moins en partie parabolique (par exemple pour traiter des surfaces planes), ou de section au moins en partie elliptique (par exemple pour traiter les surfaces courbes), la génératrice au sommet de la courbe de réflexion étant parallèle à l'axe confondu avec la ligne focale, et les arêtes d'extrémité des portions paraboliques ou elliptiques étant situées en dessous de la génératrice de l'alésage, de l'autre côté de celui-ci par rapport à ladite génératrice au sommet.

Plus précisément les émetteurs ultraviolets moyenne ou haute pression de l'invention plus particulièrement décrits ici sont des tubes dits "à décharge" comportant des électrodes à très haute température (supérieures à 1000° C) dites "électrodes chaudes".

L'émetteur est donc dénué de tout filament du type filament émetteur infrarouge.

L'arc électrique généré par les deux électrodes, respectivement situées de chaque côté du tube transparent, engendre un cylindre lumineux de section transversale constante généralement formé par un ou des iodures métalliques à l'état plasmatique, ou encore par du xénon ou un mélange mercure/xénon ou

autre gaz ou terres rares, chaque extrémité du cylindre étant en forme de cônes lumineux dont les pointes sont confondues avec les électrodes.

Le cylindre lumineux, qui peut avantageusement
5 être tronqué, par exemple aplati, comme on va le voir, présente une longueur totale constituée par la distance entre les deux électrodes, par exemple comprise entre quelques mm pour les émetteurs à arc court et plus généralement entre 30 mm et 2500 mm, et
10 présente également et par exemple une section de même grandeur que, ou inférieure à, la section intérieure du tube transparent qui la renferme.

Le ou les iodures métalliques peuvent être issus de métaux purs ou d'alliages à savoir et par exemple,
15 un mercure pur, un fer pur, un gallium pur, un fer/cobalt (mélange), un gallium/plomb (mélange), un mercure/gallium (mélange) etc.

Plus généralement le ou les gaz utilisés peuvent être purs (par exemple du xénon) ou sous forme de
20 mélange (par exemple mercure/xénon).

La liste des mélanges de métaux, terres rares et/ou gaz mentionnés ci-dessus n'est bien entendu pas limitative.

Par ailleurs leur proportion respective est
25 déterminée en fonction des longueurs d'onde des rayonnements recherchés, de façon connue en elle-même.

Dans des modes de réalisation avantageux on a de plus recours à l'une et/ou l'autre des dispositions suivantes :

- $d = r + e$;
- 5 - $r \leq d < r + e$;
- $d \leq r$;
- l'alésage est cylindrique;
- la section de l'alésage est un cercle au moins partiellement tronqué, de sorte que le faisceau
- 10 rayonnant est de section transversale tronquée;
- la section de l'alésage est tronquée par un ou deux plans dioptriques perpendiculaires au plan axial de l'alésage, de sorte que le faisceau est par exemple de forme sensiblement rectangulaire s'inscrivant dans
- 15 un cylindre (cas où il est doublement tronqué);
- la surface réflectrice est entièrement solidaire du tube;
- la paroi externe du tube comprend une partie en saillie en forme de dôme, ci-après dénommée goulotte,
- 20 de surface externe adaptée à la paroi interne de l'alésage et agencée, par exemple en étant en portion de cylindre dans le cas d'un alésage cylindrique, pour renvoyer les rayonnements primaires émis vers la goulotte, en retour vers le foyer en général confondu
- 25 avec l'axe de l'alésage, pour fonctionner sous une forme dite en rayonnement inverse, ladite goulotte étant symétrique par rapport au plan axial de l'alésage, située du côté de la génératrice au sommet

par rapport à l'alésage, et recouverte d'une couche de matière réfléchissante;

- le tube est plein entre les portions d'extrémités des ailes latérales dont les faces externes forment
5 au moins en partie ladite surface réflectrice par réfraction dioptrique;

- la surface réflectrice est entièrement recouverte d'une couche de matériau réfléchissant;

- la surface réflectrice est de section transversale
10 parabolique ou en partie parabolique et le tube comporte une face externe, dite face inférieure, de jonction des extrémités des ailes, située du côté opposé à la génératrice au sommet par rapport à l'alésage, plane et perpendiculaire au plan axial
15 contenant ladite génératrice au sommet;

- la surface réflectrice est de section transversale elliptique ou en partie elliptique et le tube comporte une face externe de jonction des extrémités des ailes, située du côté opposé à la génératrice au
20 sommet par rapport à l'alésage, convexe, selon une courbe symétrique par rapport au plan axial contenant la génératrice au sommet, ladite face externe étant agencée pour diriger les rayons émis vers le plan axial de l'alésage, par exemple vers le second foyer
25 de l'ellipse;

- la section transversale de la face externe est droite sur une première partie, perpendiculaire et centrée par rapport au plan axial, et courbe sur une deuxième partie;

- le tube comporte, du coté opposé à la génératrice au sommet, une portion de verre pleine en partie évidée, formant une cavité dioptrique longitudinale;
- ladite cavité comprend une face supérieure concave en portion de cylindre, d'axe confondu avec l'axe de l'alésage, et par exemple de rayon égal à $r + e$, et des faces latérales parallèles au plan axial de l'alésage sur une hauteur s'inscrivant dans un angle au centre α_2 , ledit angle α_2 étant l'angle pour lequel les rayonnements primaires issus du faisceau plasmatique sont entièrement réfractés par le plan dioptrique de la face inférieure, de jonction des ailes du dispositif.

En évitant d'émettre dans l'angle α_2 , on évite ainsi de perdre des rayonnements de façon significative;

- la cavité dioptrique comporte une face inférieure convexe en portion de cylindre, dont l'axe est situé du coté opposé à l'axe de l'alésage, et le rayon de courbure est agencé pour ramener les rayonnements lumineux dans une ou des directions déterminées, par exemple parallèlement au plan axial ou vers le second foyer de l'ellipse;

- la goulotte comporte une face externe réfléchissante située à une distance x de l'axe de l'alésage, telle que :

$$r < x \leq 2y \text{ avec}$$

y : distance entre la surface interne de l'alésage et le point de discontinuité de la pente de la surface

- réflectrice de l'aile entre goulotte et portion parabolique ou elliptique;
- le dispositif comporte de plus deux plaques longitudinales latérales réflectrices, réfléchissantes, situées de part et d'autre des extrémités des ailes, symétriquement par rapport au plan axial;
 - l'alésage comporte une face interne, du côté opposé à la génératrice au sommet par rapport à l'axe, munie d'un évidement dioptrique longitudinal présentant une paroi inférieure en portion de cylindre de rayon, par exemple $r' > r$ et des parois latérales parallèles au plan axial de l'alésage. Mais r' peut également être égal ou inférieur à r ;
 - le tube est en forme de cylindre muni de deux pattes latérales longitudinales, symétriques par rapport au plan axial passant par la génératrice au sommet, dirigées vers le plan d'irradiation et dont les surfaces externes respectives forment les ailes en portion de parabole ou d'ellipse;
 - les pattes sont solidaires du tube;
 - les pattes sont séparables du tube par exemple cylindrique, et comprennent des faces de jonction en portion de cylindre concave, de forme complémentaire avec la face externe du tube avec lequel elles peuvent être ou non en contact;
 - les faces d'extrémité des pattes sont perpendiculaires au plan axial contenant la génératrice au sommet;

- les faces d'extrémité des pattes sont concaves et agencées pour diriger les rayonnements incidents sur lesdites faces vers le plan axial de l'alésage contenant la génératrice au sommet;
- 5 - l'alésage cylindrique comporte sur sa surface interne opposée à la génératrice au sommet, deux excroissances de section sensiblement triangulaire, présentant un côté parallèle au plan axial, et l'autre situé du côté dudit plan axial, en portion de
10 courbe convexe, lesdites excroissances étant symétriques par rapport au plan axial contenant la génératrice et telles que les côtés de l'angle au centre de l'alésage α , dans lequel elles s'inscrivent passent par les deux pointes d'extrémité de la patte
15 correspondante;
- la portion supérieure de la surface externe du tube est recouverte d'une matière réfléchissante, par exemple sur un angle au centre 2α , par rapport à l'axe d'alésage, α , étant défini comme précisé ci-
20 après dans la description, les deux ailes latérales étant entièrement situées à distance du tube émetteur, par exemple de sorte qu'un passage de circulation d'un gaz de refroidissement est ménagé entre le tube et les ailes latérales réfléchissantes;
- 25 - les ailes présentant une section au moins en partie parabolique ou elliptique, sont respectivement prolongées en partie supérieure par une portion cylindrique coaxiale avec l'alésage, entièrement située à distance du tube émetteur.

Dans ce cas la portion supérieure de la surface externe du tube est recouverte de matière réfléchissante sur un angle α' , inférieur à α_s , complétant les parties de cylindres;

- 5 - les deux ailes latérales sont planes;
- les deux ailes latérales sont constituées par des plaques réfléchissantes longitudinales planes;
- le tube comporte des chambres d'électrode de section transversale interne supérieure ou égale à la
10 section transversale interne du faisceau émetteur de rayonnements, par exemple $\geq 1,5$ fois à cette dernière, ou ≥ 2 fois, et par exemple 6 fois supérieure;
- la section transversale du faisceau émetteur est
15 inférieure ou égale à de l'ordre de 45 mm^2 , voire 30 mm^2 , plus précisément encore 10 mm^2 , voire 3 mm^2 ;
- le faisceau est en forme de fente longitudinale de section transversale rectangulaire ou sensiblement rectangulaire de largeur inférieure à la moitié de la
20 longueur, par exemple au 1/5ème ou au 1/10ème de la longueur;
- le diamètre ou la dimension transversale maximale de la section interne du faisceau émetteur de rayonnements du tube sur la longueur d'arc utile, est
25 inférieur ou égal à 9 mm , $\leq$ à de l'ordre de 6 mm , $\leq$ à de l'ordre de 4 mm ou encore $\leq$ à de l'ordre de 2, voir 1, par exemple $0,5 \text{ mm}$.

L'invention propose de plus des appareils de traitement et notamment de séchage de produits

disposés en nappe plane ou courbe, comportant au moins un dispositif du type décrit ci-dessus, et un procédé d'application de rayonnements à un produit défilant en continu ou semi continu utilisant un tel
5 dispositif.

L'invention propose également un procédé d'application de rayonnements à un produit en nappe ou disposé sur une surface plane ou courbe, caractérisé en ce que on irradie le produit avec un
10 faisceau cylindrique ou de forme sensiblement cylindrique plasmétique de rayonnements ultraviolets allongé autour d'un axe, de section transversale circulaire constante, ou partiellement tronquée, du faisceau émetteur de rayonnements inférieure à
15 45 mm², et par exemple présentant une dimension radiale maximale inférieure ou égale à de l'ordre de 9 mm.

Le faisceau plasmétique est en fait un faisceau allongé autour d'un axe dont la forme périphérique
20 est influencée par la forme de la paroi externe de l'alésage qui le contient, forme elle-même et par exemple de section uniforme sensiblement circulaire, entraînant alors une forme sensiblement cylindrique.

Par section constante, on entend une section
25 transversale constante sur la longueur d'arc utile du faisceau, n'incluant donc pas les chambres d'électrodes.

Avantageusement on irradie le produit avec un faisceau cylindrique ou de forme sensiblement

cylindrique plasmaticque de rayonnements ultraviolets allongé autour d'un axe, de section transversale constante et inférieure ou égale à 30 mm^2 , ou encore 10 mm^2 , par exemple présentant une dimension radiale
5 maximale inférieure ou égale à de l'ordre de 4 mm, inférieure ou égale à de l'ordre de 2 mm, voire inférieure ou égale à de l'ordre du mm, seules les limites physiques de fabrication d'un tube en verre étant à prendre en compte.

10 Dans un mode de réalisation avantageux on irradie le produit avec des rayonnements primaires issus directement du faisceau plasmaticque et simultanément avec des rayonnements secondaires issus des rayonnements primaires par réfraction dioptrique sur
15 une paroi réflectrice présentant une section transversale au moins en partie parabolique ou elliptique.

Egalement avantageusement on irradie le produit avec des rayonnements entièrement issus et réfléchis
20 par un même tube de délimitation du faisceau plasmaticque, comportant une surface réflectrice solidaire du tube émetteur dudit faisceau plasmaticque, définissant une image lumineuse inverse, rendue possible grâce à l'absence de filament.

25 Le concept d'image lumineuse inverse qui sera également détaillé ci-après, signifie que les rayonnements primaires émis au niveau de l'axe du faisceau par le faisceau plasmaticque sont réfléchis sous forme de rayons secondaires, qui viennent se

superposer, sensiblement ou strictement, avec les rayonnements primaires émis dans l'autre sens par ledit faisceau.

5 Avantageusement on irradie avec un cylindre plasmatisque de section cylindrique tronquée sur deux côtés, sur un côté ou encore comportant en partie inférieure et perpendiculaire au plan axial une section courbe convexe.

10 Avantageusement la longueur du faisceau plasmatisque de section constante est supérieure à trente centimètres, est supérieure à un mètre, et avantageusement supérieure à 2 mètres, voire 3 mètres.

15 Dans un mode de réalisation avantageux la tension linéique a une valeur supérieure de l'ordre de 30 Volts/cm.

Avantageusement la tension linéique a une valeur supérieure ou égale à 50Volts/cm, avantageusement supérieure ou égale à 100 Volts/cm.

20 Encore plus avantageusement on associe en combinaison une longueur de faisceau plasmatisque supérieure à 1m50 et une tension linéique supérieure à 20Volts/cm, par exemple 80Volts/cm.

25 Dans un mode de réalisation avantageux, le rayon de la section transversale du faisceau plasmatisque cylindrique, par rapport au diamètre équivalent d du

tube est tel que $\frac{1}{100} d \leq r \leq \frac{1}{2} d$, par exemple

$\frac{1}{50} d \leq r \leq \frac{1}{4} d$ ou $r \leq \frac{1}{8} d$, $r \leq \frac{1}{10} d$, et/ou $r \geq \frac{1}{20} d$.

Dans un mode également avantageux, le faisceau de petit diamètre du type décrit ci-dessus, est incorporé dans un dispositif comportant une surface réfléchissante des rayonnements émis comprenant deux
5 ailes latérales longitudinales symétriques par rapport à un plan axial de l'alésage, la surface réfléchissante présentant une section transversale au moins en partie parabolique, elliptique ou droite, ou encore au moins en partie sensiblement parabolique,
10 sensiblement elliptique ou sensiblement droite, caractérisé en ce que les deux ailes sont séparées en partie supérieure par un espace ou fente médiane longitudinale, s'étendant de part et d'autre de la génératrice supérieure des ailes, par exemple en
15 partie hyperbolique ou parabolique, d'alimentation en air de refroidissement, ledit espace étant coiffé à distance par une plaque plane, c'est-à-dire plate et horizontale réfléchissante des rayons émis par ledit faisceau ayant traversé la fente.

20 Avantageusement la plaque est ajourée et sert également de support des ailes, les conditions $0 < d < r + e + 1 \text{ mm}$ étant par ailleurs respectées.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de
25 réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- Les figures 1 à 5 sont des vues en coupe de variantes d'un premier mode de réalisation d'émetteur/réflecteur selon l'invention, monobloc, comportant une surface réflectrice de section en tout ou en partie parabolique.

- Les figures 6 à 10 sont des vues en coupe de variantes d'un second mode de réalisation d'un émetteur/réflecteur selon l'invention, monobloc, comportant une surface réflectrice de section en tout ou en partie elliptique.

- La figure 11 illustre d'autres variantes du second mode de réalisation, avec goulottes cylindriques supérieures d'épaisseurs différentes.

- La figure 12 et 12 A illustrent une variante du second mode de réalisation.

- La figure 13 est une autre variante du second mode de réalisation.

- Les figures 14 à 16 sont des vues en coupe de variantes du premier mode de réalisation avec pattes.

- La figure 17 illustre une autre variante du premier mode de réalisation avec pattes et évidements longitudinaux sur la face interne de l'alésage.

- Les figures 18, 18A et 18B, illustrent une autre variante du premier mode de réalisation avec pattes et ergots longitudinaux sur la surface interne de l'alésage.

- La figure 19 illustre une autre variante du premier mode de réalisation avec alésage de section

sensiblement rectangulaire, et face supérieure de la goulotte en forme de cylindre aplati.

- La figure 19 A montre une autre variante avec pattes et fond arrondi.

5 - La figure 19 B montre une autre variante avec patte et évidement dans la paroi interne de l'alésage.

10 - Les figures 20 à 24 sont des vues en coupe de variantes d'un troisième mode de réalisation d'un émetteur/réflecteur selon l'invention avec ailes latérales entièrement à distance du tube émetteur et comportant une surface réfléchissante de section elliptique (figure 20) ou parabolique (figures 21 à 24).

15 - La figure 25 est une vue en coupe d'un quatrième mode de réalisation d'un émetteur/réflecteur selon l'invention avec ailes latérales entièrement à distance du tube émetteur et comportant une surface réfléchissante de section elliptique.

20 - Les figures 26 A et 26 B sont des vues en coupe d'un cinquième mode de réalisation avec réflecteur en trois parties, situé entièrement à distance de l'émetteur cylindrique comprenant un alésage tronqué ou un alésage avec évidement.

25 - Les figures 27 A, 27 A', 27 B, 27C et 27 D montrent en coupe partielle un sixième mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention, avec alésage tronqué.

- La figure 28 est une vue en coupe longitudinale d'un mode de réalisation d'une chambre à électrodes d'un tube émetteur du type décrit en référence à la figure 10.

5 - La figure 29 est une vue en coupe d'un mode de réalisation d'une chambre à électrode d'un tube émetteur selon la figure 27A.

10 - La figure 30 illustre une vue en coupe longitudinale d'une variante de la figure 28, sans électrode.

- Les figures 31 et 31A sont des vues en coupe, respectivement longitudinale et transversale, d'un autre mode de réalisation d'une extrémité à électrode d'un tube émetteur selon l'invention.

15 - La figure 32 montre schématiquement des coupes transversales (A, A', B, C, D, D' et E) d'émetteur/réflecteur selon divers modes de réalisation de l'invention.

20 - La figure 33 est une vue en coupe, partielle, d'un premier mode de réalisation d'un appareil comprenant un émetteur/réflecteur selon l'invention.

- La figure 34 est une vue en perspective, en partie éclatée, d'un second mode de réalisation d'un appareil selon l'invention.

25 - La figure 35 est une vue en coupe d'un troisième mode de réalisation d'un appareil selon l'invention comprenant plusieurs dispositifs disposés parallèlement.

- La figure 36 est une vue en coupe d'un quatrième mode de réalisation d'un appareil selon l'invention, comprenant deux dispositifs disposés en opposition.

5 - La figure 37 est une vue en coupe d'un cinquième mode de réalisation d'un appareil selon l'invention comprenant plusieurs dispositifs disposés angulairement.

10 - Les figures 38 A, B et C, sont des vues schématiques, de dessus, d'appareils selon trois modes de réalisation de l'invention permettant l'optimisation du traitement de produits en plaque.

15 - La figure 39 est une vue schématique montrant la répartition de la densité de rayonnement dans un tube selon un mode de réalisation de l'invention, en fonction de trois types de tension linéique : 10 Volts/cm, 30 Volts/cm et 100 Volts/cm.

20 - La figure 40 A montre un dispositif selon un autre mode de réalisation de l'invention, avec paroi réfléchissante parabolique, tube de petit diamètre et faisceau plasmatisque cylindrique décollé des parois du tube.

25 - La figure 40 B montre un autre mode de réalisation avec tube cylindrique de petit diamètre, montrant trois sections de faisceau plasmatisque sous trois tensions différentes.

- La figure 41 montre un dispositif mettant en oeuvre le procédé selon un mode de réalisation de l'invention avec faisceau plasmatisque de petit diamètre par rapport à celui de l'alésage interne.

Dans la suite de la description, on utilisera de préférence les mêmes numéros de référence pour désigner des éléments identiques ou de même type.

Les figures 1 à 4 montrent un dispositif 1 en coupe transversale comprenant un tube 2 rectiligne en verre, par exemple en quartz extrudé.

Le tube 2 est percé de bout en bout d'un alésage cylindrique 3, d'axe 4 et de rayons r , obtenu par filage.

10 Il est fermé à chaque extrémité par des bouchons porteurs d'électrodes (non représentés) qui seront détaillés ultérieurement, et contient un gaz ionisant, par exemple un iodure de mercure, à moyenne pression, par exemple 3 bars, propre à émettre des rayonnements ultraviolets 5, lorsque le tube est sous tension et qu'il crée un arc plasmatisque entre les électrodes, de façon connue en elle-même.

Le tube 2 comporte une paroi 6 munie d'une surface externe 7 de section au moins en partie parabolique, d'équation $y = \frac{x^2}{4f}$, f étant la distance focale de la parabole entre le foyer 8 qui est confondu avec l'axe 4 de l'alésage et la génératrice au sommet 9 de la parabole, située dans le plan axial de symétrie 10 de l'alésage.

25 L'épaisseur du tube dans le plan axial 10, de la paroi située du côté de la génératrice au sommet 9, étant e et g étant la distance entre l'axe 4 de l'alésage et la génératrice au sommet 9, il vient :

$d = f$ et, $d = r + e$. (figure 1)

$d < r + e$ (figure 2)

$d = r$ (figure 3)

$d < r$ (figure 4).

5 Selon le mode de réalisation de l'invention de la figure 1, la surface 7 est entièrement parabolique. Elle est recouverte, par exemple par pulvérisation cathodique sous vide ou tout autre moyen connu de l'homme du métier permettant l'adhésion sur le
10 quartz, d'une pellicule 11 (en trait interrompu sur la figure 1) de matériau réfléchissant les ultraviolets (U.V.) émis, par exemple d'une couche métallique d'aluminium d'épaisseur de l'ordre du micron, pour des U.V. de longueur d'onde de 100 nm à
15 1 micron, par exemple de 360 nm.

Le tube 2 se referme de l'autre côté du sommet 9 par rapport à l'alésage 3 par une paroi pleine 12, s'étendant entre les extrémités 13 des ailes latérales 14 formées par les sections de parabole
20 symétriques par rapport au plan axial 10.

La paroi 12 comporte une face externe 15, transparente aux rayonnements, de passage des rayons 16 émis directement ou des rayons réfléchis 17 par la parabole.

25 On rappelle ici, pour mémoire :
- que l'énergie rayonnante (totale ou quasi totale) qui irradie à partir du foyer 8 de la courbe parabolique, ou comme on le verra ci-après elliptique, ou encore combinée "arc de cercle et

parabole" ou combinée "arc de cercle et ellipse", est constituée par la somme de deux énergies rayonnantes : l'énergie rayonnante primaire, qui irradie directement dans un espace conique fermé 18
5 (en trait mixte sur la figure 1) et dont les limites sont les extrémités 13 des ailes latérales du réflecteur,

et l'énergie rayonnante secondaire, qui irradie dans un espace conique ouvert sur la courbe de réflexion
10 du réflecteur pour y être réfléchi et revenir au mieux perpendiculaire (flèche 17) au produit situé dans le plan irradié 19 (cas de la parabole) ou perpendiculaire aux tangentes au produit courbe à traiter par irradiation (voir ci-après le cas de
15 l'ellipse),

- que le rendement énergétique d'un rayon ultraviolet dépend de la distance qu'il parcourt de son point d'émission à son point de réception; en raccourcissant cette distance du point d'émission au
20 plan de réflexion (courbe parabolique ou elliptique) d'une part, et du plan de réflexion au produit irradié d'autre part, l'invention optimise donc le rendement,

- que les sources dont la luminance est indépendante
25 de la direction obéissent à la loi de Lambert,

- qu'une meilleure pénétration dépend d'une forte densité de puissance.

L'intensité rayonnée dans une direction quelconque est alors égale au produit de l'intensité rayonnée

dans la direction de la normale à la surface rayonnée par le cosinus de l'angle que fait cette direction avec la normale.

La face 15 des figures 1 à 4 est donc plane et
5 perpendiculaire au plan axial 10.

Dans les modes de réalisation plus particulièrement décrits ici, le dispositif émetteur/rélecteur est une entité monobloc, en matériau de verre quartz extrudé, de très haute
10 qualité de transparence dans la bande passante de 180 nm à 2 000 nm et avec un très bas niveau de fluorescence, dans lequel sont intimement liés, confondus et indissociables, l'émetteur et son rélecteur de telle sorte que la partie convexe, dont
15 la forme est parabolique ou elliptique, ou présente une autre forme mathématique combinée s'y rapportant, telle que arc de cercle + parabole ou arc de cercle + ellipse, est réalisée pour devenir la surface de réflexion.

20 L'autre partie, faisant face au produit irradié, est transparente et agencée pour diriger l'intégralité des rayonnements émis vers le produit, de telle manière que la totalité ou l'essentiel des rayonnements, primaires et secondaires, arrivent à
25 flux parallèles ou sensiblement parallèles perpendiculairement au produit irradié, selon la loi de Lambert, dans le cas de la parabole, ou en direction du plan axial 10 vers le second foyer de l'ellipse dans le cas de l'ellipse.

La forme géométrique des surfaces dioptriques, et notamment celle de la portion inférieure de l'alésage, mises en oeuvre et élaborées structurellement dans le cadre des modes de
5 réalisation de l'invention plus particulièrement décrits ici, est conçue en référence au foyer géométrique du dispositif comprenant les tubes selon l'invention, foyer en général confondu avec l'axe de l'alésage, que l'on appellera donc ci-après l'axe
10 focal.

Ainsi tout point lumineux issu de l'axe focal irradie radialement comme représenté ultérieurement sur les figures.

Par contre, on notera que tout point lumineux du
15 faisceau, situé en-dehors de l'axe focal, ne répond que partiellement à ce mode d'irradiation radiale correspondant à la conception des surfaces dioptriques. Seuls les rayonnements issus dans le plan passant par l'axe focal correspondent à cette
20 conception.

Dans le cas de la figure 1, le rayon de courbure R de l'émetteur rectiligne est donc aussi le rayon de courbure du sommet de la courbe parabolique.

On a donc $R = r + e'$, r étant, comme on l'a vu, le
25 rayon de l'alésage cylindrique 3, qui définit le disque lumineux de l'émetteur ultraviolet, et e' l'épaisseur de la paroi 11 en verre quartz de ce même émetteur variant entre e et l'épaisseur maximum de la paroi dans le plan axial correspondant.

Autrement dit, le rayon de courbure de l'émetteur et celui du sommet du réflecteur sont identiques et confondus.

Selon l'invention, ils sont par ailleurs et
5 avantageusement de petite grandeur c'est-à-dire ≤ 15 mm, avantageusement ≤ 10 mm, ou encore ≤ 5 mm, voire ≤ 2 mm, par exemple $= 1,5$ mm.

En se référant aux figures 2, 3 et 4, le rayon de courbure R peut aussi être le rayon extérieur de
10 l'arc de cercle d'une goulotte 20 en forme de portion de cylindre symétrique par rapport au plan axial 10 et d'axe confondu avec l'axe 4 de l'alésage 3. La goulotte selon l'invention est toujours recouverte sur sa surface externe d'une matière réfléchissante
15 11 (en trait interrompu sur les figures), par exemple de l'aluminium.

Comme on va le voir le reste des faces externes 14 des ailes paraboliques peut soit être également recouvert d'une matière réfléchissante, soit en être
20 démunie au delà d'un certain angle au centre α , correspondant à un angle d'incidence limite α_L , au quel cas la réflexion des rayons émis par le tube va se faire par réfraction dioptrique, selon un mode de réalisation de l'invention particulièrement
25 avantageux.

L'arc au sommet des courbes paraboliques est quant à lui représenté en trait interrompu 21, (état virtuel), sur les figures 2 à 4.

Sur la figure 5, on a représenté un autre mode de réalisation de l'invention comprenant une cavité dioptrique 22 formée par une fente longitudinale comprenant une face supérieure concave 23 en forme de portion cylindrique, d'axe 4 et de rayon externe égal à $r + e$.

La cavité 22 comprend deux faces latérales 23' et 23'' parallèles au plan axial 10, et s'inscrivant dans l'angle α_1 définissant le dièdre dans lequel les rayons seraient entièrement réfléchis par la paroi dioptrique 15 en l'absence de cavité.

La cavité comporte également une face inférieure 24 en forme de courbe dont l'équation est déterminée en fonction des lois de l'optique, pour obtenir un faisceau de rayons 25, émis vers le plan 19 de support et de défilement des produits à sécher, aussi parallèles que possible.

En l'espèce, la courbe est une portion de cylindre de rayon $R' \neq R$, avec $R = r + e$.

En cas d'absence d'une goulotte cylindrique partielle (figure 1) ou si l'arc au sommet de cette dernière est inférieure à $2 \times \alpha_1$, les rayons inscrits dans l'angle α_1 sont en totalité ou au moins partiellement réfléchis sur la courbe parabolique (cela sera également valable dans le cas d'une courbe elliptique comme on le verra ci-après) et repassent à l'intérieur du disque lumineux, en accusant un angle avec le dioptre circulaire 26 (figure 5) qui est variable en fonction de leur position.

Ils sont alors réfractés dans la surface du disque lumineux 27 ailleurs que sur le foyer d'émission, puis repassent le dioptre circulaire 28 dans l'autre sens selon des angles d'incidence et de réfraction variables, distribuant le rayonnement dans des directions différentes de celles normalement réfléchies par la courbe parabolique (ou plus tard elliptique).

C'est donc pour minimiser la dispersion de ce rayonnement que l'invention propose de remplacer les courbes paraboliques ou elliptiques inscrites dans l'angle α_1 (figures 2 à 5 et figures 7 à 18 B) par la goulotte 20 de section en arc de cercle ou goulotte en forme de portion de cylindre dont le centre géométrique est sur le foyer de l'émetteur/réflecteur.

De fait, tous les rayons émis dans l'angle inscrit α_1 (qui sera toujours inférieur à 90°) à partir de l'axe de l'alésage, sont alors réfléchis sur le dos de la goulotte cylindrique 20 recouverte du matériau réfléchissant, et se comportent comme une image lumineuse qui a été retournée pour rayonner vers l'avant de l'émetteur/réflecteur à l'intérieur de l'angle inscrit ($\alpha_{12} + \alpha_3$), définissant une image lumineuse inverse, comme si ces mêmes rayons provenaient du foyer ou axe de l'alésage, et n'étaient affectés dans leur valeur énergétique que d'un coefficient de réflexion du matériau réfléchissant appliqué au dos de la goulotte 20.

Ainsi, l'énergie rayonnante secondaire provenant de l'angle inscrit α_2 s'ajoute à l'énergie rayonnante primaire inscrite dans l'angle $(\alpha_{12} + \alpha_3)$, à l'intérieur duquel les rayons sont tous dirigés vers le plan 19 situé à l'avant de l'émetteur/rélecteur.

A ce niveau, toute l'énergie rayonnante normalement inscrite sur 360° se trouve donc ramenée dans l'angle $(\alpha_{12} + \alpha_3)$, et se divise alors en deux parties, à savoir le rayonnement selon l'angle inscrit α_3 , et le rayonnement inscrit selon l'angle inscrit α_{12} .

On va maintenant décrire le mode de réalisation du dispositif émetteur/rélecteur selon l'invention correspondant aux figures 6 à 13 présentant une surface réflectrice 31 au moins en partie elliptique, dans lesquels $d = r + e$ (figure 6); $r < d < r + e$ (figures 7 et 7A); $d = r$ (figure 8) et $d < r$ (figure 9).

Ici encore le dispositif émetteur/rélecteur est avantageusement pourvu d'une portion de goulotte cylindrique 32, recouverte d'une fine couche 33 de matière réfléchissante (en trait interrompu sur les figures), par exemple en aluminium.

Plus précisément le dispositif 30 comprend un alésage cylindrique 34 et une paroi 35 pleine en verre quartz qui rejoint les ailes 36 de la surface réflectrice de section elliptique ou en forme de portions d'ellipse, par exemple une demi ellipse d'équation :

$$\frac{x^2}{(FF' + 2d)^2} + \frac{y^2}{(FF' + 2d)^2 - \left(\frac{FF'}{2}\right)^2} = 1$$

F et F' désignant les foyers de l'ellipse.

Comme dans le cas de la figure 1, la figure 6 montre une surface réfléchrice sans goulotte supérieure, entièrement recouverte d'une couche de matériau métallique réfléchissant qui concentrent les rayons émis par le tube rayonnant vers le second foyer F'. Dans le cas des figures 7, 8 et 9 comme dans le cas des figures 2, 3 et 4, seule la goulotte cylindrique 32, et éventuellement une portion 36 (figure 7) de la surface elliptique directement à proximité de la goulotte avec laquelle elle est jointe, est recouverte de matériau réfléchissant.

La paroi de la goulotte renvoie donc une image rayonnante inverse au foyer F, qui réémet un rayon réfléchi vers les parois elliptiques comme si ce rayon provenait du foyer lui-même, avec la même longueur d'onde que le rayon primaire émis d'énergie E, mais avec une énergie E' < E du fait de l'absorption liée au coefficient de réflexion du matériau réfléchissant déposé au dos de la goulotte.

La paroi 35 est délimitée vers le produit courbe à traiter 37, par une surface 38 de section courbe, agencée pour être perpendiculaire au plus grand nombre de rayons issus de l'intérieur du dispositif, pour éviter de les dévier, de façon connue de l'homme du métier appliquant les lois de l'optique.

Un exemple de calcul de l'angle α_1 est donné dans la suite.

Dans les modes de réalisation de l'invention plus particulièrement décrits ici, avec goulotte
5 supérieure réfléchissante d'angle au centre déterminé α_2 , qui va être précisé ci-après, la partie restante de la surface réflectrice parabolique ou elliptique, n'est pas recouverte de matériau réfléchissant, la réflexion des rayons émis par le disque plasmatique
10 sur cette partie restante, c'est-à-dire dans le cône d'angle α_3 , se faisant par réfraction dioptrique, du fait des indices de réfraction différents des deux milieux réfringents que sont le quartz et le gaz environnant.

15 Or, il existe en angle limite α_L , qui va dépendre de la longueur d'onde des rayonnements ultraviolets émis et des valeurs précises des indices de réfraction de chacun des milieux, au dessus duquel tout rayon incident qui rencontre la courbe de
20 réflexion dioptrique 14 ou 31 est intégralement réfléchi.

Cet angle limite α_L permet de déterminer l'angle au centre α_2 mentionné ci-avant de la goulotte ou portion de cylindre 20 ou 32 de façon à optimiser le
25 dispositif pour que la réflexion dioptrique soit utilisée à son maximum.

En effet, il n'y a alors aucune perte d'énergie du rayonnement secondaire émis par rapport au

rayonnement primaire, ce qui présente un avantage important.

Ainsi, la réflexion dioptrique restitue intégralement l'énergie des longueurs d'onde
5 inférieures à 250 nanomètres, qui sont souvent absorbées complètement par les photoinitiateurs utilisés sur les produits à sécher.

Optimiser la restitution de l'énergie de ces longueurs d'onde accélère donc par exemple
10 considérablement le processus de polymérisation de l'encre traitée, et donc la vitesse de séchage et ce dans des facteurs bien supérieurs au simple rapport des énergies.

Par contre, la réflexion par surface
15 réfléchissante en général en aluminium, qui absorbe justement l'énergie des longueurs d'onde inférieures à 250 nanomètres, est moins favorable, bien que non exclue par l'invention.

L'invention propose donc un dispositif
20 émetteur/réflecteur dont :

- la forme en portion de cylindre de la goulotte et celle des surfaces réflectrices paraboliques ou elliptiques des ailes,
- les indices de réfringence du quartz et du gaz
25 environnant utilisés,

- et le matériau réfléchissant utilisé

sont agencés pour permettre de confondre dans un même flux homogène, unifié et maîtrisé, la totalité ou sensiblement la totalité des rayons de longueur

d'onde et d'énergie déterminée, en fonction du traitement recherché définissant les paramètres photochimiques à retenir pour dimensionner ledit dispositif, dans une direction sensiblement unique,
5 vers le produit à traiter.

Dans le cas d'un dispositif émetteur/réflecteur parabolique, les rayons primaires et secondaires doivent être perpendiculaires au plan irradié, avec un cosinus égal à 1 selon Lambert.

10 Dans le cas d'un dispositif émetteur/réflecteur elliptique, les rayons sont dirigés vers le foyer F' de l'ellipse.

L'invention propose également (figure 10, à comparer à la figure 5) un dispositif du type de la
15 figure 9 comprenant une cavité dioptrique 39 améliorant encore l'équilibre optique du disque lumineux, avec une forme calculée de façon semblable à la cavité 22 de la figure 5.

Plus précisément, le comportement des rayons
20 lumineux dans le cadre du dispositif de la figure 10 va maintenant être détaillé.

Celui-ci présente une combinaison agencée pour que toute l'énergie rayonnante se trouve ramenée dans l'angle $\alpha_{12} + \alpha_3$, comme déjà vu en référence à la
25 figure 5.

La face 31, inscrite dans l'angle α_3 , reçoit alors tous les rayonnements compris entre les limites des rayons 40 et 41.

Ces rayonnements lumineux véhiculent leur énergie dans un milieu réfringent qui est le quartz, dont la valeur de l'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde qui le traverse.

5 Ils rencontrent ensuite une surface courbe dioptrique dont le deuxième milieu réfringent est de l'air ou un gaz (par exemple un gaz neutre).

Ainsi, après avoir fait le choix sur la ou les longueurs d'onde à utiliser et après avoir déterminé
10 le gaz constituant le deuxième milieu, l'angle d'incidence limite α_L (tel que tout rayon incident qui rencontre la surface courbe de réflexion dioptrique 31 est intégralement réfléchi) est calculé, et l'angle au centre α_c d'axe confondu avec
15 l'axe de l'alésage en est déduit en fonction de l'équation de la surface réflectrice et des lois de l'optique.

Un exemple de calcul de l'angle α_L est donné dans la suite.

20 De même, en référence à la figure 5, en construisant la courbe de la parabole comme celle de l'ellipse, et comme on l'a vu, il existe une construction mathématique des courbes telle que l'angle d'incidence limite α_L soit le point de
25 rencontre de la courbe 20 ou 42 en tant qu'arc de cercle avec la courbe 14 ou 31 en tant que parabole ou ellipse.

Ici encore la performance acquise est alors remarquable sachant que :

- la vitesse de polymérisation d'une encre ou d'un vernis est étroitement liée à la réactivité de ces photoinitiateurs utilisés dans ce produit,
- l'influence sur les photoinitiateurs est
5 essentiellement due aux énergies portées par des longueurs d'onde inférieures à 250 nanomètres,
- le coefficient de réflexion métallique pour un aluminium traité pour être un réflecteur ultraviolet est d'environ 0,4 pour des longueurs d'onde comprises
10 entre 180 et 270 nanomètres, et d'environ 0,85 dans le spectre du mercure, c'est-à-dire 360 nanomètres.

Il faut donc pour un même niveau de réactivité, trois fois plus de puissance pour un émetteur connu de l'art antérieur, dit "sans ozone", que pour un
15 émetteur dit "avec ozone",

En revanche, quelles que soient les longueurs d'onde émises, le coefficient de réflexion sur une surface dioptrique est toujours égale à l'unité dans le sens de propagation d'un rayon se déplaçant du
20 milieu transparent solide à la frontière du milieu transparent gazeux.

Dans les modes de réalisation plus particulièrement décrits, le dos des courbes paraboliques ou elliptiques en dessous de α_L n'étant
25 pas recouvert d'un enduit de réflexion, on bénéficie ainsi de cet avantage.

La figure 7 A montre un mode de réalisation de l'invention améliorant encore les performances du

dispositif selon l'invention utilisant la réflexion dioptrique.

On remarque en effet que, pour tous les rayons inscrits dans l'angle α_2 , la courbe 38 fonctionne
5 comme la courbe 31.

En effet, les rayons selon α_2 , entre le rayon 43 et les rayons 44, arrivent sur la courbe 38 avec un angle d'incidence supérieur à l'angle limite des deux milieux réfringents.

10 La réflexion est donc totale, le coefficient de réflexion étant égal à 1.

Au-delà de cet angle α_2 , dans la direction de l'axe 45 de l'ellipse par exemple, le rayon 46 part en oblique vers l'extérieur.

15 Mais dans le cas de la réflexion totale, l'énergie rayonnante est alors renvoyée intégralement sur la portion de courbe constituée par les ailes parabolique 14 ou elliptique (plus particulièrement décrit ici) pour donner la surface réflectrice 31, là
20 où un nouvel angle d'incidence est voisin de 0.

On constate alors la situation suivante : la portion de courbe 47 fonctionne en réflexion pour tous les rayons émis dans l'angle α_2 et, simultanément, en transparence pour tous les rayons
25 émis dans l'angle α_2 .

Les rayons émis dans l'angle α_2 , sortent par transparence de l'émetteur/réflecteur dans la portion de courbe 47 et sont alors renvoyés par des obstacles de réflexion 48 par exemple métallique, en forme de

plaques longitudinales inclinées, plane ou courbe, selon les directions que l'on souhaite donner aux rayons réfléchis 49.

De même l'utilisation d'une cavité dioptrique peut
5 être ou non combinée avec les obstacles de réflexion 48.

Il va de soi que les remarques et éléments complémentaires ci-dessus sont également applicables à la construction parabolique.

10 On a représenté sur la figure 11 un autre mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention avec goulotte en forme de portion cylindrique d'épaisseur e différente, à savoir : avec $e < R$, où R est le rayon externe du cylindre d'alésage, comme indiqué en
15 trait mixte 51, avec $e = R$ en trait interrompu 52 et avec $e > R$, par exemple $e = 2R$, en trait plein 53.

La figure 12 montre un dispositif 30 dont l'alésage 34 comprend une face interne 54 munie de deux rainures 55 longitudinales de section
20 sensiblement en forme de triangle de hauteur par exemple $\leq 1/5$ du diamètre de l'alésage, par exemple égale au $1/10^{\text{ème}}$ s'inscrivant dans l'angle α_2 , dont le côté externe 55' est parallèle au plan axial.

Les rayons 43 et 44 délimitant cet angle α_2 , et la
25 courbe des rainures 55 définit ainsi une portion d'énergie qui irradie d'un côté le premier dioptrique circulaire 56 constitué par le disque lumineux ultraviolet (premier milieu réfringent avec $n = 1$) sur le verre quartz (deuxième milieu réfringent avec

$n \approx 1,5$) et est dévié de l'autre côté par les faces latérales des rainures vers les parois latérales 31.

Plus précisément les rainures 55 comportent, chacune, une face latérale parallèle au plan axial 10 et s'inscrivant dans l'angle α_1 définissant le dièdre dans lequel les rayons sont entièrement déviés par réfraction sur les courbes de réflexion dioptrique 14 pour le dispositif de courbe parabolique et 31 pour le dispositif de courbe elliptique (figure 12)

La figure 13 montre une variante du dispositif 30, comportant un alésage muni d'une partie inférieure partiellement évidée 60 formant un bossage convexe 62 sur la face interne inférieure 61 correspondant aux angles α_{12} et dont le rayon de courbure R' est différent de R de telle manière que les rayons réfractés sur la courbe dioptrique 62 soient alors par exemple convergents.

La totalité de rayonnement inscrit dans l'angle $\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha_{12}$, qui définit une portion d'énergie irradiant le premier dioptré 56, définit également la portion de courbe 62, de l'évidement 60, de telle manière que tous les rayons primaires réfractés soient réorientés soit pour être dirigés au foyer virtuel F' dans le cas de l'ellipse, soit pour être dirigés perpendiculairement au plan à irradier, dans le cas de la parabole.

La totalité des rayonnements inscrits dans l'angle α_2 définit une portion d'énergie irradiant le premier dioptré vertical et parallèle à l'axe de l'évidement

60, de telle manière que tous les rayons primaires réfractés soient réorientés pour être dirigés sur les courbes de réflexion dioptrique 14 pour la parabole, 31 pour l'ellipse, où ils prennent sensiblement, à la
5 réflexion sur ladite courbe dioptrique, le même chemin que les rayons réfléchis issus de l'angle α_1 .

Ainsi, contrairement aux dispositifs connus où sont physiquement séparés l'émetteur et le réflecteur et pour lesquels se distinguent deux sortes de
10 rayonnements dirigés, qui sont le rayonnement primaire et le rayonnement secondaire, l'invention propose un dispositif qui permet de confondre dans un même flux homogène, unifié et maîtrisé, la totalité du rayonnement primaire et du rayonnement secondaire
15 dans des directions sensiblement uniques et identiques.

On recherche avantageusement une forme de la section lumineuse du faisceau telle que la demi section lumineuse située du côté de l'angle α_1 soit
20 égale ou sensiblement égale à la demi section lumineuse située du côté des angles α_1 , α_2 et α_3 .

Comme on l'a vu (figures 5 ou 10) il est également possible de modifier la courbe dioptrique 15 ou 38, pour réorienter le rayonnement de telle sorte que les
25 rayons réfractés issus de la courbe de transparence dioptrique corrigée, soient encore plus parallèles entre eux et perpendiculaires au plan irradié selon Lambert, ou au contraire soient réorientés de manière à obtenir un flux rayonnant convergent vers un foyer

virtuel F' , ou, à l'inverse, un flux rayonnant divergent, par ajout d'une cavité dioptrique 22 ou 39, de façon à la portée de l'homme du métier.

La courbe circulaire dioptrique 65 est le
5 prolongement géométrique de la courbe circulaire de réflexion métallique 11 ou 42, de telle sorte que (cf. plus précisément figure 11) tout rayon qui part du foyer (comme tout rayon lumineux sur cette même trajectoire) passe par la première courbe circulaire
10 dioptrique 65 et la seconde courbe circulaire dioptrique 66 en étant dévié vers le foyer virtuel situé dans le plan axial.

Tous ces rayons arrivent sur la face 15 ou 38 dans les limites de l'angle inscrit α_1 de telle manière
15 que les rayons primaires arrivent tous perpendiculaires au second dioptre 67 (figure 11).

Dans le cas de l'ellipse, il est possible de modifier encore la courbe de transparence dioptrique (trait mixte 68 sur la figure 11), pour réorienter
20 les rayons secondaires issus de α_2 et ceux issus de α_1 de telle manière que tous les rayons réfractés sur la courbe de transparence dioptrique corrigée 68 reconstituent un flux rayonnant parallèle et perpendiculaire au plan irradié avec un cosinus égal
25 à 1 selon Lambert.

Il est également possible, de façon à la portée de l'homme du métier utilisant les lois de l'optique, de modifier la courbe de transparence dioptrique 15 d'un émetteur/réflecteur parabolique (figure 5) pour

réorienter tous les rayons réfractés sur une courbe de transparence dioptrique corrigée (non représentée) par exemple reconstituant un flux rayonnant convergent vers un foyer virtuel F' ou un flux
5 rayonnant divergent.

L'invention propose également (figures 14 à 18 B) un dispositif 70 comprenant un tube cylindrique 71 percé de bout en bout d'un alésage 72 cylindrique.

Le tube est muni de deux pattes 73 latérales
10 longitudinales de surface interne 74 et externe 75 présentant des sections en forme de portions de paraboles parallèles, la face externe 75 constituant la portion de surface réflectrice parabolique de l'aile selon l'invention .

15 Les pattes sont de largeur par exemple égale au rayon de l'alésage.

Elles sont symétriques par rapport au plan axial 76 passant par la génératrice au sommet 77 et le foyer 78 confondu avec l'axe de l'alésage 72.

20 La face inférieure 79 des pattes pour la forme parabolique, est perpendiculaire au plan 78 et située dans un plan 80 (en trait mixte sur les figures) tangent à la portion de cylindre inférieure du tube 71 par exemple d'épaisseur égale à la moitié de rayon
25 de l'alésage.

La partie supérieure du tube constitue, comme décrit précédemment en référence aux figures 2 à 4, une goulotte supérieure 81, l'arc au sommet de la parabole étant entièrement compris dans l'épaisseur

de la paroi cylindrique ($r < d < r + e$) (figure 14),
étant tangent à l'alésage 72 ($d = r$) (figure 15) ou
étant sécant à l'alésage ($d < r$) (figure 16).

Dans les modes de réalisation de l'invention plus
5 particulièrement décrit ici, $e = r$ et la distance
entre les extrémités des pattes 73 est égale à $7,4r$.

De même, et comme précédemment décrit, l'alésage
peut comprendre des rainures 82 longitudinales de
section triangulaire isocèle ou équilatérale pour
10 redistribuer les rayonnements de l'angle α_2 , soit
vers l'intérieur en rayonnements primaires, soit vers
l'extérieur en rayonnements secondaires par réflexion
dioptrique ou métallique (figure 17), par exemple de
hauteur égale à de l'ordre de 1/10ème du rayon de
15 l'alésage.

Dans le mode de réalisation des figures 18, 18 A
et 18 B, il est par contre prévu un ergot
longitudinal 83 de section triangulaire rectangle,
dont la paroi latérale externe est parallèle au plan
20 axial 76, qui permet d'améliorer encore le recentrage
des rayons vers le plan axial 76, ou parallèlement
audit plan axial 76, en jouant sur les lois de
l'optique.

A titre d'exemple, et en référence à la figure 18,
25 il est donné ci-après le calcul permettant la
construction de la parabole de la surface réflectrice
84, pour un rayon du disque lumineux $r = 2$ mm, une
épaisseur du verre quartz $e = 2$ mm et un indice de

réfraction en fonction de la longueur d'onde utilisée.

On voit que pour $\lambda = 200 \text{ nm}$, $n_{200} = 1,551$

$$\sin \alpha_{200} = \frac{1}{n_{200}} = \frac{1}{1,551} = 0,6447, \alpha_{200} = 40,14^\circ$$

5 et pour $\lambda = 360 \text{ nm}$, $n_{360} = 1,475$

$$\sin \alpha_{360} = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1,475} = 0,6779, \alpha_{360} = 42,68^\circ$$

On prendra donc pour les calculs $\alpha_L = 42^\circ$ comme angle limite à la réflexion pour des longueurs d'onde $\lambda \leq 360 \text{ nm}$.

10 La tangente à la courbe parabolique étant

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_L}{2} = \operatorname{tg} 42^\circ = 0,9, \text{ c'est également la dérivée de}$$

l'équation de la parabole : $y' = 0,9$.

En effet posons l'équation de la parabole

$$y = \frac{1}{a} x^2$$

15 Il vient :

$$y + \Delta y = \frac{1}{a} (x + \Delta x)^2 = \frac{1}{a} (x^2 + 2x\Delta x + \Delta x^2)$$

$$\Delta y = \frac{1}{a} (x^2 + 2x\Delta x + \Delta x^2) - y$$

$$= \frac{1}{a} (x^2 + 2x\Delta x + \Delta x^2) - \frac{1}{a} x^2$$

$$= \frac{1}{a} (2x\Delta x + \Delta x^2)$$

20 Il vient donc

$$y' = \frac{2}{a} x = \operatorname{tg} \frac{\alpha_L}{2}$$

Selon la définition donnée ci-avant $R = r + e = 4 \text{ mm}$

$$\sin 84^\circ = \frac{x_T}{R}$$

On peut alors calculer les coordonnées au point T, soit :

$$x_T = R \sin 84^\circ$$

$$5 \quad = 4 \times 0,9945 = 3,978 \text{ mm}$$

Pour le coefficient "a" de la parabole il vient

$$y' = \frac{2}{a} x = \operatorname{tg} \frac{\alpha_L}{2} \text{ au point T}$$

$$\text{et } a = \frac{2}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} x \text{ avec } x_T = 3,978 \text{ mm}$$

$$a = 8,83$$

$$10 \quad \operatorname{tg} 42^\circ = \operatorname{tg} \frac{\alpha_L}{2} = 0,9004$$

L'équation de la parabole est donc de la forme

$$y = \frac{1}{8,836} x^2$$

Les points significatifs de la courbe sont alors :

- le point 85 ($x_T; y_T$) de la tangente dioptrique, avec

$$15 \quad x_T = 3,978 \text{ mm} \Rightarrow \text{alors } y_T = 1,7909 \text{ mm}$$

- le point 86 ($x_f = 0; y_f$) de la génératrice au sommet

La distance du foyer de la parabole au sommet de

celle-ci (donc pour $x = 0$) étant $y = \frac{a}{4}$ avec $x_f = 0$.

Il vient donc $y_f = 2,209 \text{ mm}$

20 - le point 87 ($x_1; y_1$), d'intersection du plan axial 88 avec la parabole avec $y_1 = 2,209 \text{ mm}$, d'où

$$x_1 = 4,418 \text{ mm}$$

- le point 88 ($x_2; y_2$) d'extrémité de la patte 73 avec

$$y_2 = (2,209 + 4) = 6,209 \text{ mm alors } x_2 = 7,4 \text{ mm}$$

La figure 19 montre un dispositif 90 à surface réfléchissante parabolique 91 du type à pattes latérales 92 comme décrit en référence aux figures précédentes.

La section de l'alésage 93 n'est cette fois-ci plus circulaire mais en forme de cercle tronqué dont les parties hautes 94 et basses 95, de section en forme de demi lune sont conservées pleines, en verre, symétriquement par rapport au plan 96 perpendiculaire au plan axial 97 contenant la génératrice au sommet 98 de la parabole.

Il a été observé qu'une telle disposition permettait d'augmenter considérablement le rendement, dans le rapport du changement des sections lumineuses, par rapport à une section circulaire 99 (en trait mixte sur la figure 19), selon une loi du type

$$\eta = f \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2$$

avec S_2 section du cercle et S_1 section de cercle tronqué.

Dans ce mode de réalisation l'angle $\alpha_3 = \alpha'_3 + \alpha''_3$ est tel que (pour les valeurs de rayon et d'épaisseur prise ci-avant en référence à la figure 18)

$$\cos \alpha''_3 = \frac{3,978}{4} = 0,9945 \Rightarrow \alpha''_3 \approx 6^\circ$$

$$\operatorname{tg} \alpha'_3 = \frac{7,4 - 2,209}{6,209} = 0,836 \Rightarrow \alpha'_3 \approx 40^\circ$$

$$\text{soit } \alpha_3 = 46^\circ$$

Pour rétablir l'équilibre de la répartition des rayons réfléchis vers le haut, la paroi 100 de la

goulotte 101 du dispositif 90 présente une surface 102 aplatie par rapport à celle d'une goulotte cylindrique 103 (en trait mixte sur la figure).

Son équation se calcule de façon à permettre un
5 retour des rayons émis 104 à partir de l'alésage 93, de façon exactement inverse, les rayons incidents devant donc frapper la surface réfléchissante 102 perpendiculairement.

La figure 19 A montre un autre dispositif 105
10 monobloc à alésage cylindrique comprenant deux pattes 106 à surface parabolique 106'. La face inférieure 107 est cylindrique, d'axe confondu avec l'axe de l'alésage, et rejoint les extrémités internes 107' des pattes.

15 La figure 19 B montre un dispositif 108 monobloc du type décrit ci-avant avec pattes et alésage cylindrique, comprenant sur sa paroi interne inférieure un évidement 109 muni de faces latérales 109' parallèles au plan axial et d'une face
20 inférieure 109" cylindrique, de rayon égal au rayon externe de la calotte.

Ici, les pattes sont à surface elliptique, la face inférieure des pattes étant en portion de cylindre.

On a représenté sur les figures 20 à 25 un autre
25 mode de réalisation d'un dispositif 110 selon l'invention comprenant un tube émetteur 111 en quartz tubulaire, séparé de ses ailes réflectrices 112 et 113 en matériau métallique de réflexion.

Le couple émetteur/réflecteur procède néanmoins de la même disposition géométrique que les dispositifs émetteur/réflecteur décrits ci-avant, où réflecteur et émetteur sont solidaires l'un de l'autre.

5 Le réflecteur constitué pour les deux ailes 112 et 113 présente donc une forme géométrique réfléchissante dont la géométrie combine l'arc de cercle avec la courbe parabolique ou avec la courbe elliptique.

10 Le tube émetteur 114 par exemple cylindrique, est recouvert d'un matériau réfléchissant 115 comme montré sur les figures, c'est-à-dire avec un léger recouvrement d'angle avec les ailes.

Il peut adopter des formes différentes et être :

- 15 - un émetteur circulaire avec chambre d'électrode, selon l'invention,
- un émetteur conventionnel, et/ou
- un émetteur excité par micro-onde.

20 Les figures 21 à 24 montrent schématiquement les positions respectives du tube 114 par rapport à la génératrice au sommet 116 de la parabole formant en partie les ailes, par exemple en aluminium, ce qui est également vrai dans le cas de l'ellipse.

25 La séparation entre émetteur et réflecteur permet ici une circulation 117 d'un fluide refroidisseur.

La figure 25 montre un dispositif 118 à surface réfléchissante en ellipse, tout aussi applicable à la forme parabolique.

La figure 25 montre deux ailes 120 symétriques, terminées en partie supérieure par une portion de goulotte cylindrique 121 et séparées entre elles par une fente longitudinale 122, par laquelle peut être
5 introduit un fluide de refroidissement 123.

Le dessus 124 du tube émetteur cylindrique 125 est enduit d'une couche métallique 126 pour ne laisser aucun angle d'échappement pour les rayonnements émis, un recouvrement s'effectuant entre l'extrémité de la
10 portion de goulotte cylindrique 121 et ladite couche métallique également partiellement cylindrique 126.

Les figures 26 A, 26 B et 26 C, montrent trois modes de réalisation de tubes cylindriques enduits sur leur portion supérieure d'une couche
15 réfléchissante, selon l'invention.

la figure 26 A montre un tube 127, avec un alésage 128 en cylindre tronqué par un plan inférieur 129 perpendiculaire au plan axial 130, par exemple situé à une distance égale à la moitié du rayon de l'axe
20 131.

La figure 26 B montre un autre tube émetteur 132 comprenant un évidement 133 sur la face inférieure 134 de l'alésage cylindrique. L'évidement comprend des parois latérales parallèles au plan axial 135 et
25 une face inférieure 136 en portion de cylindre de rayon égal par exemple au rayon externe du tube.

On a représenté sur les figures 27 A, 27 A', 27 B et 27 C un tube émetteur 140 selon l'invention avec

réflecteurs en partie dissociés, de forme à section parabolique.

Plus précisément le tube 140 (cf. figure 27 A) est sensiblement cylindrique, sa partie supérieure 141 et son alésage 142 étant du type aplati ou tronqué décrit en référence à la figure 19.

La partie supérieure 141 est recouverte d'une couche réfléchissante 143.

Le tube (voir figure 27 A') peut comprendre une portion inférieure 141' dont la surface externe 141" permet de dévier en flux parallèles par exemple ou encore, dans le cas où on utilise une même forme convexe plus accentuée (avec un rayon de courbure plus petit), de dévier un flux convergent vers le deuxième foyer F', selon les lois de l'optique, les rayons réfractés par la cavité tronquée de l'alésage.

Les ailes 144 entièrement à distance du tube émetteur sont par exemple fixées mécaniquement légèrement en précontrainte de façon à les maintenir en position mathématique par une vis à téton 145 (cf. figure 27 B).

Cette vis est fixée dans une rainure 146 de la structure porteuse du sécheur qui peut être en profil d'aluminium extrudé. Une hypothèse de balayage de refroidissement 148 est montrée à la figure 27 C.

La figure 27 D montre une variante acceptable de l'invention, comprenant des portions d'ailes planes 149, rectangulaires, s'étendant le long du tube et à distance de ce dernier ou non, les portions sont

tangentes et/ou sensiblement confondues avec la section parallèle ou elliptique des ailes des figures précédentes.

Ces portions selon l'invention sont donc
5 sensiblement assimilables à une parabole ou ellipse, mais de fabrication plus aisée.

L'invention plus particulièrement applicable aux émetteurs ultraviolets à électrodes peut aisément être étendue à la technologie de l'émetteur sans
10 électrode pour lequel le mercure ou un autre iodure métallique est énergétisé par effet micro-onde.

On a représenté (figures 28 à 31 A) plusieurs modes de réalisation d'un émetteur 150, 151, 152, 153 utilisable avec l'invention.

15 Dans ces modes de réalisation plus particulièrement décrits, on prévoit un disque lumineux d'un diamètre intérieur "ID" d'environ 4 mm (et avantageusement moins) pour toute la longueur rayonnante " L_{uv} ".

20 A chaque extrémité, il est prévu une chambre 154, 155, 156 correspondant au logement de l'électrode (quand elle existe) et à la zone potentielle d'encrassement et de dévitrification.

Sur les figures 28 et 29 le diamètre de la chambre
25 " D_{cc} " est élargi jusqu'à la valeur habituelle de 11 mm qui, par expérience, est reconnue suffisante au bon fonctionnement de l'électrode et à la résistance mécanique de l'enveloppe quartz.

Sur la figure 30, on a prévu une structure sans électrode, par exemple en cas d'excitation externe par micro-onde.

On observe au cours de fonctionnement d'un
5 émetteur connu, une zone laiteuse autour de l'électrode qui s'opacifie progressivement sur une certaine longueur " L_{ce} ", qui est classiquement la longueur de la chambre de l'électrode.

Cette longueur commence au pied de l'électrode et
10 se termine avec l'invention à la réduction du diamètre intérieur "ID".

Pour y palier, il est donc également proposé sur toute la périphérie extérieure de la chambre, l'enduction d'un matériau de réflexion 157 destiné au
15 maintien d'une certaine température rayonnante à l'électrode. Cette enduction est représentée en traits pointillés sur les figures 28 à 31 A.

L'invention permettant un séchage d'une encre ou d'un vernis, au moyen d'un émetteur ultraviolet, qui
20 ne dépend pas tant de l'augmentation des puissances linéiques que de la modification de la forme du disque lumineux et/ou de la diminution de sa section, il s'ensuit que pour le même résultat, lesdites puissances linéiques pourront être abaissées, ce qui
25 permet à faible puissance (≤ 30 W/cm) de s'affranchir de toute chambre d'électrode, même à très petit diamètre (figure 31).

Il est décrit ci-après à titre d'illustration de sa facilité de réalisation, un exemple de fabrication

de dispositif émetteur/rélecteur en référence à la figure 28.

Le dispositif émetteur/rélecteur 150, également du type de la figure 10, comprend un corps 160.

5 On chauffe tout d'abord l'extrémité 161 du corps que l'on sertit ensuite au diamètre du bouchon 162 de l'électrode, réalisé de façon habituelle.

Le bouchon comporte un embout 163 en céramique tel que l'utilise par exemple la Société Philips sur ses
10 propres fabrications.

L'assemblage se réalise en fait en trois temps :

- On apprête l'extrémité du dispositif émetteur/rélecteur, sur une longueur " L_{cr} ", en coupant par meulage au niveau de la cavité
15 dioptrique, ce qui est aisé puisque le tube constituant l'enveloppe de l'émetteur est pratiquement achevé dans sa configuration cylindrique, au moment du filage; puis, on chauffe le quartz jusqu'à sa température de ramollissement; on
20 évase ensuite le diamètre pour l'amener au diamètre extérieur du bouchon de l'électrode;

- On monte alors le bouchon 162 de l'électrode sur le corps 160 du dispositif émetteur/rélecteur en chauffant; on crée ainsi une fusion complète d'une
25 pièce sur l'autre selon le même méthode que celle utilisée par le verrier pour fermer l'extrémité de l'émetteur.

- Enfin, on installe l'embout céramique 163 sur le bouchon de l'électrode après avoir fait le raccordement électrique par soudure.

L'introduction du mercure se fait quant à elle
5 selon les méthodes habituelles de fabrication.

On réalise ensuite l'enduction d'une couche de réflexion sur l'émetteur et sur les extrémités de l'émetteur/rélecteur et/ou en partie ou en totalité sur les ailes.

10 A la faveur des faibles puissances linéiques (≤ 30 Watts/cm), conséquentes à la forte augmentation du rendement énergétique, il est possible, pour des émetteurs d'une longueur rayonnante " L_{uv} ", variable jusqu'à un peu plus d'un mètre, d'augmenter la
15 tension linéique jusqu'à une valeur de 30 volts/cm (soit 3000 volts en tension d'alimentation, valeur encore utilisée dans la profession) ce qui favorise une meilleure qualité de l'arc ultraviolet tout en conservant un courant d'une intensité maximum de
20 l'ordre de 1 A.

Les puissances plus classiques de 80 W/cm sont bien entendu également adoptables en y appropriant si besoin la ventilation nécessaire au refroidissement.

La figure 32 montre en coupe plusieurs modes de
25 réalisation de l'invention, dont la face transparente présente des formes différentes en fonction des applications souhaitées.

Ainsi, la figure 32 A montre une section en demi lune.

La figure 32 A montre le même type de section, mais avec une calotte cylindrique inférieure de type décrit en référence à la figure 19 A.

La figure 32 B montre un alésage de section transversale en forme d'oeil, la paroi inférieure étant convexe.

La figure 32 C montre un mode de réalisation de dispositif du type de la figure 1, avec une grande épaisseur de paroi inférieure et une surface
10 réflectrice parabolique.

La figure 32 D donne une version avec alésage de section en forme de boomerang, avec paroi réflectrice parallèle à l'alésage.

La figure 32 D' donne une autre version avec trois
15 alésages dont un alésage cylindrique central, et deux alésages latéraux symétriques par rapport au plan axial, de section sensiblement triangulaire et dont les parois sont parallèles d'une part aux parois externes du dispositif et d'autre part aux parois de
20 l'alésage.

La figure 32 E montre encore un autre mode de réalisation d'un dispositif, symétrique par rapport à un plan axial en forme de deux portions de paraboles ou d'ellipses opposées avec alésage cylindrique.

25 On a représenté sur les figures 33 à 37 des appareils comportant un ou plusieurs dispositifs correspondant à un plusieurs types décrits ci-dessus.

La figure 33 est une vue schématique en coupe d'un appareil 200 selon l'invention pouvant

comprendre deux dispositifs identiques 201 situés sur deux parois opposées d'une structure de maintien 202.

En référence à la figure 34, l'invention propose donc un appareil 200, sècheur ultraviolet, dont la
5 structure de maintien 202 est formée d'un tube 203 profilé en aluminium extrudé qui peut être de forme carrée ou rectangulaire, circulaire ou ovoïde et comprenant sur son axe y un seul ou deux dispositifs 201 en opposition.

10 Plus précisément, le dispositif émetteur/réflecteur 201 de la figure 33 est monté dans la structure profilée en aluminium 203 pour laquelle le dessin de la forme intérieure dite "en berceau" 204 est identique à celui de la forme
15 convexe 205 du dispositif.

Un espace de ventilation 206 d'environ 1 mm est réservé entre les deux formes.

L'espace de ventilation est plus faible que la section d'air au profilé, pour provoquer une perte de
20 charge sensible au bas du dispositif 201 et obliger ainsi les flux d'air 207 à s'uniformiser au dos et de part et d'autre du dispositif rayonnant.

Cette forme "en berceau", comporte au sommet une fente longitudinale 208 dont la largeur est variable
25 en fonction du sens de la ventilation de telle sorte que le flux d'air qui balaye le dos du dispositif soit constant sur toute la longueur.

Le dispositif émetteur/réflecteur 201 est par ailleurs maintenu en position géométriquement centrée

par rapport au profilé aluminium grâce à une pièce de maintien 209 fixée à chaque extrémité du dispositif.

Au montage de ce dernier, la pièce de maintien 209 se glisse simultanément dans les deux rainures
5 intérieures 210 du profilé et dans l'embout cylindrique en céramique 211 du dispositif.

On notera que la pièce de maintien 209 est par exemple constituée de trois éléments flottants permettant de conserver le dispositif
10 émetteur/réflecteur positionné au centre du profilé aluminium tout en acceptant les tolérances de fabrication.

Sa fixation est réalisée au moyen de deux boulons 212 logés et serrés dans les rainures 210 intérieures
15 basses du profilé.

On rapporte par ailleurs à chaque extrémité du dispositif un couvercle 213 permettant de séparer la ventilation longitudinale qui est véhiculée dans le profil extrudé comme s'il s'agissait d'une gaine
20 aéraulique normale, de la ventilation transversale qui est répartie à flux sensiblement laminaire dans l'espace réservé au dos 214 du dispositif émetteur/réflecteur.

Son montage et sa fixation mécanique procède du
25 même principe que la pièce de maintien 209.

Aux extrémités du dispositif sont glissés dans les rainures hautes et basses 215, des couvercles 216, qui, une fois à leur place, positionnent longitudinalement le dispositif dans le profil.

Enfin et par exemple dans le sens transversal du dispositif, logé dans les deux rainures basses, de part et d'autre, sont fixées deux petites cales entretoises 217 en forme de pointe, pour éviter les
5 ponts thermiques.

Ces petites cales sont destinées à conserver l'espace de ventilation et à maintenir le dispositif 201 centré dans le profil selon les deux axes.

Le couvercle extérieur est quant à lui percé à
10 l'aplomb des longueurs d'extrémités du dispositif, d'une fente longitudinale (non représentée) d'une longueur inférieure à " L_E " (longueur de l'embout) et d'une largeur d'environ 3 mm pour favoriser la chute de température de l'embout céramique au pied de
15 l'électrode selon un gradient jusqu'à 300°C.

La surface extérieure, côté largeur du profil, est garnie de petits sillons 218 qui sont autant de surfaces inclinées destinées à empêcher la sortie incontrôlée de rayons réfléchis diffus.

20 La largeur opposée à la partie rayonnante est aménagée d'un couloir 219 (figure 35) étroit destiné à recevoir l'ensemble de la logistique électrique (non représenté) nécessaire au sécheur comme la câblerie des émetteurs et celle des éléments de
25 contrôle thermostatiques et photométriques.

Cette même largeur peut être envisagée pour recevoir un éventuel deuxième dispositif émetteur/réflecteur 201.

Sa forme en berceau peut être utilisée aussi comme logement à la câblerie électrique en utilisation avec un seul émetteur/réfecteur.

Sur les deux longueurs du profil rectangulaire, en
5 paroi extérieure, sont aussi aménagées des rainures rectangulaires 220 permettant d'associer à la fois plusieurs sécheurs par l'intermédiaire d'entretoises 221 dont la largeur et la forme, variables, permettent de construire un ensemble de sécheurs
10 jointifs ou séparés, en montage rectiligne ou de forme circulaire (figure 37), ou carré, ou rectangulaire, ou polygonale.

Les entretoises 221 deviennent, par là même, les parois extérieures et intérieures de l'enceinte de
15 traitement. Par ailleurs, la forme homogène du profil permet de monter tout aussi facilement "tête-bêche" (figure 36) un ensemble de sécheurs permettant un minimum d'encombrement pour traiter deux laizes en "aller et retour" (flèche 222).

20 Enfin, à chaque extrémité longitudinale du sécheur (figure 34), on trouve d'un côté, le raccordement 223 de la conduite de ventilation, de l'autre, les raccordements électriques 224 de l'émetteur, relais thermostatiques, et cellule photométrique.

25 L'invention est également applicable à des émetteurs basse pression non fluorescents comme pour des lampes rayonnant dans la lumière visible.

Concernant la ventilation à chaque extrémité de l'émetteur, sur toute la longueur " L_{ce} ", l'ouverture

à l'air de la structure est beaucoup plus importante de façon à favoriser la chute de température à des valeurs inférieures ou égales à 300°.

On remarquera que la source rayonnante se situe
5 dans la courbe circulaire 20 du dispositif (figure 2), là où la température est la plus importante, alors que les deux extrémités en forme d'aile en 14 sont balayées par une ventilation extérieure moins importante pour tenir compte des
10 différences de dilatation et minimiser les tensions internes.

On profite de la faible dilatation du quartz pour ignorer les différences de températures qui existent entre l'enveloppe circulaire de la partie tubulaire
15 dite "de l'émetteur" et les extrémités externes de la partie elliptique ou parabolique dite "du réflecteur".

Pour mémoire, la distribution de la ventilation destinée au maintien des températures de
20 fonctionnement en différents points de l'éléments rayonnant est connue de l'homme du métier qui joue sur les dimensions des orifices, leur position, sur le choix du ventilateur et ses caractéristiques (débit/pression) pour modeler les courants
25 aérauliques aux nécessités thermomécaniques de l'élément rayonnant.

Compte tenu de la bonne maîtrise des flux d'air circulant autour de l'élément rayonnant avec

l'invention, le débit nécessaire aux équilibres thermiques reste inférieur à 50 m³/h/kW.

Il est ici intéressant de citer cinq avantages apportés par le dispositif émetteur/rélecteur selon

5 l'invention :

- A même capacité de polymérisation d'un système de séchage connu, la ventilation de soufflage nécessaire au refroidissement de l'élément rayonnant est considérablement diminuée au point de pouvoir
10 s'intégrer facilement dans les volumes perdus de la machine d'impression.

- Le dispositif émetteur/rélecteur n'ayant pas de surface de réflexion mécanique ou de surface rayonnante balayée par la ventilation, la filtration
15 de l'air n'est pas nécessaire.

- Conséquence du second avantage, l'élément rayonnant n'ayant aucune surface de réflexion mécanique à l'air, la dégradation du coefficient de réflexion dans le temps est impossible et sa qualité
20 réflectrice ne s'altère pas.

- Par conséquent, à cause de l'absence quasi totale de flux d'air sous la partie rayonnante, sauf par effet Venturi de la laize en défilement, la quantité d'ozone est imperceptible aux éléments de mesure, et
25 la ventilation d'extraction étant inutile, le risque d'oxydation des parties métalliques de la machine devient négligeable.

- Compte tenu de la faible quantité d'air ventilée, on peut d'ailleurs assurer, si le produit le

nécessite, une couverture aéraulique antioxydante en remplaçant, par exemple, l'air par de l'azote.

Les nombreux avantages de l'invention sont notamment dus aux sept paramètres suivants :

- 5 - la diminution de la section lumineuse,
- la forme non circulaire du disque lumineux,
- la diminution du chemin parcouru,
- l'absence d'ozone,
- la courbe de réflexion dioptrique, avec un
- 10 coefficient de réflexion 1,
- la courbe de transparence dioptrique, avec un cosinus de l'ordre de 1,
- la forte densité de puissance.

En résumé et de façon d'ailleurs non exhaustive,

15 les avantages de l'invention sont la très faible puissance linéique à résultats photochimiques identiques, par conséquent et dans les mêmes proportions, la diminution de l'énergie thermique parasite; la directivité d'un flux homogène et

20 parallèle à densité de puissance constante; le caractère inaltérable de la surface de réflexion, par conséquent, l'absence de dispositif de filtration; l'absence d'ozone mesurable; la faible ventilation de refroidissement qui rend l'installation aéraulique

25 insignifiante; les dispositions électriques et d'encombrement de l'armoire très réduites; l'extrême simplification de la fabrication du sécheur; les dimensions du sécheur très réduites par rapport à la concurrence; l'installation du sécheur ultraviolet

directement au poste d'encrage ou de vernissage;
l'émetteur/rélecteur, seul composant à durée de vie;
la suppression de l'effet de fléchissement dit effet
"banane", etc.

5 Les figures 38 A, B et C montrent en vue de dessus
des appareils selon l'invention comprenant plusieurs
appareils 200 disposés pour sécher une nappe de
produits 225.

10 La figure 38 A montre des appareils 200 disposés
perpendiculairement au sens 226 de défilement des
produits en alternance droite/gauche, avec un léger
recouvrement au centre du produit.

15 Les figures 38 B et C montrent des appareils 200
disposés obliquement par rapport au sens de
défilement avec un angle compris entre 5° et 20°,
avantageusement 15° pour répartir les rayonnements de
façon homogène.

La figure 39 montre trois courbes de répartition de
la densité lumineuse dans un tube cylindrique 300.
20 Le tube cylindrique 300, par exemple de petit
diamètre (< 10 mm), est placé au foyer 301 d'une
parabole réflectrice 302 (Cf. figure 40A).

La courbe 303 montre une répartition sensiblement
homogène, le plasma 303' (Cf. figure 40B) occupant
25 l'ensemble du volume du tube, par exemple avec une
tension linéique, pour un tube de quelques
centimètres de longueur, de 5Volts/cm.

La courbe 304 montre la répartition de densité 304'
pour une tension entre électrodes de 30Volts/cm et la

courbe 305 la répartition du plasma 305' pour une tension de 100Volts/cm.

Dans ce cas le faisceau plasmatique est presque linéaire, de section proche du point, et décollé des
5 parois 306.

Dans le cas de la figure 40B, la paroi réfléchrice 307 est de section transversale hyperbolique, les rayonnements émis 308 par le faisceau étant renvoyés au foyer 309, sans interférences avec le faisceau
10 305'.

La figure 41 montre un dispositif 110 comprenant un tube cylindrique de section constante 111 de petit diamètre, par exemple inférieur à 9 mm, muni de deux ailes 112 de sections transversales en forme de
15 portion d'ellipse, recouvertes d'un matériau réfléchissant, séparées à leur sommet par une fente 113, par exemple de 1 à 5 cm de large.

Le dispositif comporte une plaque 114 plate, horizontale, en vis-à-vis du tube 111 entièrement à
20 distance des ailes.

La distance d entre axe et génératrice supérieure de l'ellipse est telle que $d = f$ et $d \leq r + e + 1 \text{ mm}$ (f = distance au foyer ; r = rayon du tube ; e = épaisseur du tube), ladite plaque étant
25 réfléchissante des rayonnements émis par un faisceau plasmatique 115 de diamètre inférieur à celui de l'alésage interne du tube. La plaque (tôle) sert de support à l'ensemble de l'émetteur/rélecteur.

Elle est située à une distance h , par exemple de
30 10 mm à 3 cm, par exemple 1 cm, et est fixée par exemple par des entretoises (non représentées) sur

lesquelles viennent reposer les bords plats 116 d'extrémité supérieure des ailes.

La face inférieure 117 de la plaque 114 située en vis-à-vis de la fente 113 est rendue réfléchissante
5 par collage, dépôt ou pelliculage d'un matériau réfléchissant, des orifices 118 de passage de l'air 119 de refroidissement étant prévus sur les côtés.

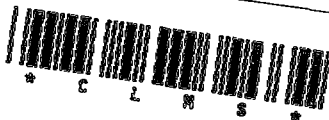
Comme il va de soi, et comme il résulte d'ailleurs de ce qui précède, la présente invention ne se limite
10 pas aux modes de réalisation plus particulièrement décrits, mais en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment et par exemple celles où la section du disque lumineux est plus aplatie, ou encore tronquée latéralement.

15 L'invention concerne également des appareils qui permettent la stérilisation de l'eau autour d'un axe et le séchage d'encre et vernis à polymériser sur des produits filaires ou circulaires autour d'un axe tel que le marquage de fils électriques, câbles, tuyaux
20 de caoutchouc, tube P.V.C., etc.

Ainsi, un émetteur/réflecteur ultraviolet selon l'invention peut être monté sur une chambre de stérilisation ou de polymérisation par exemple en
opposition autour d'un cylindre transparent servant
25 de chambre de stérilisation ou de polymérisation.

L'appareil de traitement de produits axiaux peut quant à lui comporter plusieurs dispositifs rayonnants, par exemple trois, cinq ou sept, disposés

régulièrement en étoile autour d'un cylindre transparent servant de chambre de stérilisation.

REVENDICATIONS

1. Dispositif émetteur/rélecteur (1, 30, 70, 90, 110, 118, 132, 140) de rayonnements ultraviolets
- 5 comprenant un tube à électrodes (2, 35, 114, 141) en quartz transparent, rectiligne, percé de bout en bout d'un alésage (3, 34, 72, 93, 111, 128, 142) de rétention d'un gaz ionisant en haute ou moyenne pression, allongé autour d'un axe (4) et propre à
- 10 contenir un faisceau émetteur de rayonnements, et une surface réflectrice (7) des rayonnements émis comportant deux ailes latérales (14, 31, 75, 112, 113, 120, 128) longitudinales symétriques par rapport à un plan axial (10) de l'alésage, ladite surface
- 15 réflectrice étant au moins en partie solidaire du tube émetteur et présentant une section transversale au moins en partie strictement ou sensiblement parabolique ou elliptique, caractérisé en ce que les portions de surface réflectrice correspondant aux
- 20 ailes latérales et présentant une section transversale au moins en partie parabolique ou elliptique, appartiennent à une courbe dont la génératrice au sommet est située à une distance d de l'axe de l'alésage, dans le plan axial de symétrie
- 25 telle que :

$$d = f \quad \text{et} \quad 0 < d < r + e + 1 \text{ mm}$$

avec





f : distance entre le foyer de la parabole (8) ou de l'ellipse (F) et la génératrice au sommet (9) correspondante,

x : distance entre l'axe (4) et la surface interne 5 de l'alésage dans le plan axial, du côté de la génératrice au sommet, et

e : épaisseur du tube dans le plan axial (10), du côté de la génératrice au sommet (9).

2. Dispositif selon la revendication 1, 10 caractérisé en ce que $d = r + e$.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que $r \leq d < r + e$.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que $d \leq r$.

15 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alésage est cylindrique.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la 20 section transversale de l'alésage (93) est de forme circulaire au moins en partie tronquée.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la 25 surface réfléchissante est entièrement solidaire dudit tube.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la paroi externe du tube comprend une goulotte (20) située du côté de la génératrice au sommet par rapport à l'alésage, de surface externe





adaptée à la paroi interne de l'alésage et agencée pour renvoyer les rayonnements émis vers la goulotte, en retour vers le centre de l'alésage, ladite goulotte étant recouverte d'une couche de matière
5 (11) réfléchissante.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le tube est plein entre les extrémités des ailes latérales (13, 14) dont les faces internes forment au moins en
10 partie ladite surface réfléchissante par réfraction dioptrique.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que la surface réfléchissante est entièrement recouverte d'une
15 couche de matériau réfléchissant.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que la surface réfléchissante est de section parabolique ou en partie parabolique et le tube comporte une face
20 externe (15) de jonction des extrémités des ailes, située du côté opposé à la génératrice au sommet par rapport à l'alésage, plane et perpendiculaire au plan axial contenant ladite génératrice au sommet.

12. Dispositif selon l'une quelconque des
25 revendications 7 à 10, caractérisé en ce que la surface réfléchissante est de section elliptique ou en partie elliptique et le tube comporte une face externe (38) de jonction des extrémités des ailes, située du côté opposé à la génératrice au sommet par





rapport à l'alésage, concave, selon une courbe symétrique par rapport au plan axial contenant la génératrice au sommet, ladite face externe étant agencée pour diriger au moins en partie les rayons
5 émis vers le plan axial de l'alésage.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, caractérisé en ce que le tube comporte, du côté opposé à la génératrice au sommet, une portion de quartz pleine en partie évidée,
10 formant une cavité dioptrique longitudinale, ladite partie évidée comprenant une face convexe en portion de cylindre, dirigée du côté de l'axe du tube et située à la distance $r + e$ dudit axe.

14. Dispositif selon la revendication 13;
15 caractérisé en ce que la section de ladite face externe est plane sur une première partie centrée par rapport au plan axial, et courbe sur une deuxième partie.

15. Dispositif selon l'une quelconque des
20 revendications précédentes dépendantes de la revendication 8, caractérisé en ce que la goulotte (20, 32) comporte une face externe réfléchissante (51, 52, 53) située à une distance x de l'axe de l'alésage, telle que :

25 $r < x \leq 2y$ avec

y : distance entre la surface interne de l'alésage et le point de discontinuité de la pente de la surface réfléchitrice de l'aile.



16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dépendantes de la revendication 9, caractérisé en ce que il comporte de plus des plaques (48) longitudinales latérales
5 réflectrices, réfléchissantes, situées de part et d'autre des extrémités des ailes, symétriquement par rapport au plan axial (10).

17. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le tube est en forme de
10 cylindre muni de deux pattes (73) latérales longitudinales, symétriques par rapport au plan axial passant par la génératrice au sommet, dirigées vers le plan d'irradiation et dont les surfaces externes respectives forment les ailes en portion de parabole
15 ou d'ellipse.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que les faces d'extrémité (79) des pattes sont perpendiculaires au plan axial contenant la génératrice au sommet.

20 19. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que les faces d'extrémité des pattes sont concaves et agencées pour diriger les rayonnements incidents sur lesdites faces vers le plan axial de l'alésage contenant la génératrice au
25 sommet.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, caractérisé en ce que l'alésage cylindrique comporte sur sa surface interne opposée à la génératrice au sommet, deux





excroissances (83) de section triangulaire, symétriques par rapport au plan axial contenant ladite génératrice au sommet, lesdites excroissances comportant chacun une paroi parallèle au plan axial et telles que l'angle au centre de l'alésage dans lequel elles s'inscrivent passe par les deux pointes d'extrémité de la patte correspondante.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alésage (34) comporte une face interne, du côté opposé à la génératrice au sommet par rapport à l'axe, munie d'un évidement dioptrique (60) longitudinal présentant une paroi inférieure en portion de cylindre de rayon r' égal ou différent de r et des parois latérales parallèles au plan axial de l'alésage.

22. Dispositif (110) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la portion supérieure de la surface externe du tube est recouverte d'une matière réfléchissante, et en ce que les deux ailes latérales (112, 113, 120) sont entièrement situées à distance du tube émetteur.

23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce que les ailes latérales (120) entièrement situées à distance du tube et présentant une section au moins en partie parabolique ou elliptique, sont prolongées en partie supérieure par une portion cylindrique (121) coaxiale avec l'alésage.





24. Dispositif selon la revendication 22 dépendante de la revendication 1, caractérisé en ce que les deux ailes latérales sont constituées par des plaques réfléchissantes longitudinales.

5 25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tube comporte des chambres d'électrode (154) de section interne supérieure ou égale à la section interne du faisceau émetteur de rayonnement dudit
10 tube.

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la section constante du faisceau plasmatique est inférieure ou égale à de l'ordre de 45 mm^2 , à de
15 l'ordre de 30 mm^2 ou encore à de l'ordre de 10 mm^2 .

27. Appareil (200) de traitement de produits disposés en nappe, en fil ou en cylindre, par rayonnements ultraviolets, comportant au moins un dispositif (201) selon l'une quelconque des
20 revendications précédentes.

28. Appareil de séchage selon la revendication 27, caractérisé en ce que il comporte des moyens de refroidissement agencés pour faire passer un gaz de refroidissement à l'extérieur d'au moins une partie
25 de la surface réfléchrice du dispositif.

29. Appareil selon l'une quelconque des revendications 27 et 28, caractérisé en ce que il comporte au moins deux dispositifs (201) dirigés dans le sens opposé.



30. Appareil selon l'une quelconque des revendications 27 à 29, caractérisé en ce que il comporte plusieurs dispositifs (201) disposés obliquement par rapport au sens de défilement des produits à traiter.

31. Appareil selon l'une quelconque des revendications 27 à 30, caractérisé en ce que il comporte plusieurs dispositifs disposés angulairement les uns par rapport aux autres.

32. Procédé d'application de rayonnements à un produit en nappe ou disposé sur une surface plane ou courbe, caractérisé en ce que on irradie ledit produit avec un faisceau plasmatique de rayonnements ultraviolets allongé autour d'un axe, de section transversale constante inférieure ou égale à de l'ordre de 45 mm^2 , ledit faisceau étant généré dans un tube à électrodes.

33. Procédé selon la revendication 32, caractérisé en ce que on irradie ledit produit avec un faisceau cylindrique plasmatique de rayonnements ultraviolets allongé autour d'un axe, de section inférieure ou égale à de l'ordre de 30 mm^2 .

34. Procédé selon la revendication 33, caractérisé en ce que on irradie ledit produit avec un faisceau cylindrique plasmatique de rayonnements ultraviolets allongé autour d'un axe, de section transversale constante et inférieure ou égale à de l'ordre de 10 mm^2 .



35. Procédé selon l'une quelconque des revendications 32 à 34, caractérisé en ce qu'on irradie le produit avec des rayonnements primaires issus directement du faisceau plasmatique et
5 simultanément avec des rayonnements secondaires issus des rayonnements primaires par réfraction dioptrique sur une paroi réfléchissante présentant une section transversale au moins en partie elliptique.

36. Procédé selon la revendication 34, caractérisé
10 en ce qu'on irradie le produit avec des rayonnements primaires issus directement du faisceau plasmatique et simultanément avec des rayonnements secondaires issus des rayonnements primaires par réfraction dioptrique sur une paroi réfléchissante présentant une
15 section transversale au moins en partie parabolique.

37. Procédé selon l'une quelconque des revendications 32 à 36, caractérisé en ce que on irradie le produit avec des rayonnements entièrement issus et réfléchis par un même tube de délimitation
20 du faisceau plasmatique, comportant une surface réfléchissante solidaire du tube émetteur dudit faisceau plasmatique.

38. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la
25 longueur du faisceau cylindrique plasmatique de section constante est supérieure à trente centimètres.





39. Procédé selon la revendication 38, caractérisé en ce que la longueur du faisceau plasmétique de section constante est supérieure à un mètre.

40. Procédé selon l'une quelconque des
5 revendications précédentes, caractérisé en ce que la tension linéique du faisceau plasmétique a une valeur supérieure à de l'ordre de 30 Volts/cm.

41. Procédé selon la revendication 40, caractérisé en ce que la tension linéique a une valeur supérieure
10 ou égale à 50Volts/cm, avantageusement 100 Volts/cm.

42. Procédé selon la revendication 32, caractérisé en ce que la longueur du faisceau plasmétique émetteur de rayonnements ultraviolets est supérieure
15 à de l'ordre de 1 m 50 et la tension linéique supérieure à 20 Volts/cm.

43. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rayon de la section transversale du faisceau plasmétique, par rapport au diamètre équivalent à d
20 du tube est tel que

$$\frac{1}{100} d \leq r \leq \frac{1}{2} d$$

44. Procédé selon l'une quelconque des revendications 32 à 43, caractérisé en ce que on irradie avec un faisceau plasmétique émetteur de
25 rayonnements ultraviolets en forme de cylindre tronqué.

45. Dispositif mettant en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 32 à 44.





46. Dispositif selon la revendication 45, caractérisé en ce qu'il comporte deux ailes réflectrices séparées par une fente médiane longitudinale (113), lesdites ailes présentant une
5 section transversale au moins en partie sensiblement parabolique, ou sensiblement elliptique, lesdites parties appartenant à une courbe dont la génératrice au sommet est située à une distance d de l'axe de l'alésage, telle que : $d = f$ et $0 < d < r + e + 1 \text{ mm}$
10 avec
f : distance au foyer
r : rayon du tube
e : épaisseur du tube
et en ce qu'il comporte en vis-à-vis de la fente
15 (113) une plaque plane réflectrice (114) entièrement à distance h du sommet des ailes.

