

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 574 567

②1 N° d'enregistrement national :

84 18778

⑤1 Int Cl⁴ : G 02 B 13/14; C 03 C 4/10; F 41 G 7/22; F 42 B 15/02.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 7 décembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 13 juin 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Claude Leblanc, Philippe Crevoisier et Yves-Antoine Emmanuelli.

⑦3 Titulaire(s) :

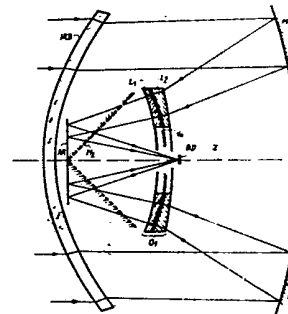
⑦4 Mandataire(s) : Françoise Thierri, Thomson-CSF, SCPI.

⑤4 Procédé d'assemblage d'éléments en matériaux transparents aux infrarouges, et optiques infrarouges ainsi assemblées.

⑤7 Procédé permettant d'assembler des optiques infrarouges, ou des éléments de transmission de rayonnement infrarouge, tels que des hublots par exemple.

L'assemblage des éléments infrarouges est effectué au moyen d'un verre VA dont la température de transition vitreuse est plus grande que la limite supérieure de fonctionnement envisagée tout en restant inférieure à la température de transition vitreuse des éléments L1, L2 à assembler, et que ce verre présente un indice voisin de celui des éléments et un coefficient de dilatation également du même ordre.

L'invention s'applique, notamment, à réaliser des formules optiques pour autodirecteurs infrarouges.



FR 2 574 567 - A1

D

1

PROCÉDE D'ASSEMBLAGE D'ÉLÉMENTS EN MATÉRIAUX
TRANSPARENTS AUX INFRAROUGES, ET OPTIQUES
INFRAROUGES AINSI ASSEMBLÉES

L'invention concerne un procédé d'assemblage d'éléments en matériaux transparents aux infrarouges dans la bande infrarouge d'exploitation envisagée, ces éléments pouvant être de même composition, ou de composition différente. L'assemblage d'au moins deux
5 éléments permet de réaliser généralement des optiques, ou des hublots pour des applications spécifiques telles que celles relatives à des autodirecteurs de missiles, ou encore pour des équipements sous nacelle (pod selon l'appellation anglo-saxonne).

Les polymères qu'ils soient du type époxy, à base de silicone ou
10 autre, sont couramment employés en tant qu'adhésifs organiques pour réaliser des assemblages d'éléments, notamment d'éléments optiques. Ces solutions sont bonnes pour autant que le rayonnement à transmettre se situe dans le spectre du visible ou dans le proche infrarouge jusqu'à 2,5 microns environ. Pour des longueurs d'onde
15 plus élevées dans le spectre infrarouge, des problèmes d'absorption prennent naissance, les pertes par absorption étant de plus en plus importantes au fur et à mesure que la longueur d'onde croît. Ces pertes sont dues essentiellement aux matériaux d'assemblage tandis que les éléments eux-mêmes peuvent être constitués dans un verre
20 ou un matériau adapté à la bande d'exploitation envisagée.

Les solutions à polymères précitées ne sont donc pas directement transposables à des applications dans le domaine infrarouge pour lequel il y a lieu de rechercher à diminuer les pertes par absorption ; ceci peut s'obtenir par une diminution de l'épaisseur de
25 l'adhésif mais il faut alors associer d'une part, des caractéristiques physiques du matériau d'assemblage par collage, en particulier, une

très faible viscosité et une tension de surface faible et d'autre part, des paramètres de mise en oeuvre sous forte pression pour effectuer le collage. Ces exigences ne sont pas toujours compatibles des matériaux et/ou des formes présentées par les faces des éléments à assembler.

5 Un autre inconvénient résulte de ce que les matériaux transparents aux infrarouges présentent des indices de réfraction élevés, généralement supérieurs aux indices de réfraction des polymères d'assemblage précités, ce qui entraîne la production d'interférences pour des adhésifs de faible épaisseur et la nécessité d'un traitement préalable anti-réfléchissant appliqué sur les surfaces des éléments à assembler. A titre d'exemple, si l'on envisage une plage d'exploitation entre 8 et 10,4 microns, l'épaisseur de l'adhésif doit se situer entre 2,8 et 3,5 microns si l'on ne veut pas un taux de réflexion supérieur à 0,13. Pour la valeur 2,8 microns la courbe de variation du taux de réflexion est croissante de 0 à 0,11 environ avec la longueur d'onde ; inversement, pour la valeur 3,5 microns la courbe a une allure décroissante de 0,13 à 0. Un juste compromis dans cette bande spectrale d'exploitation envisagée serait présenté par une valeur d'épaisseur moyenne de 3,13 microns qui donne une variation du taux de réflexion comprise entre 0,05 pour les valeurs extrêmes de longueur d'onde et qui s'annule aux environs de 9 microns. On se rend bien compte qu'une telle réalisation est impossible à satisfaire avec une approximation suffisante et que l'on obtiendra en fin de compte des taux de réflexion non négligeables.

25 Encore un autre inconvénient résulte de ce que le coefficient de dilatation d'un polymère d'assemblage est généralement de l'ordre de quatre à cinq fois plus grand que celui des matériaux infrarouges à assembler. Sur des équipements soumis à des variations thermiques qui peuvent être importantes, par exemple - 55°C à + 125°C, il peut ainsi subvenir une rupture au niveau du polymère ou entre le polymère d'assemblage et le matériau infrarouge par suite des contraintes mécaniques résultant de coefficients de dilatation mal ajustés.

Le but de l'invention est de résoudre le problème d'assemblage de pièces en matériaux infrarouges, en utilisant un moyen d'assemblage qui remédie aux inconvénients précités et qui permet d'exploiter le domaine spectral infrarouge, notamment au-dessus de
5 2,5 microns.

Selon l'invention, il est proposé d'assembler deux éléments transparents aux rayonnements infrarouges en utilisant comme matériau d'assemblage un verre qui présente une température de transition vitreuse inférieure à celle des éléments à assembler mais
10 qui est supérieure à celle maximale de fonctionnement envisagée, et dont l'indice de réfraction et le coefficient de dilatation sont voisins des valeurs correspondantes présentées par les éléments à assembler.

Les particularités et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit donnée à titre d'exemple, à l'aide des figures annexées qui représentent :

- Fig.1, un schéma simplifié d'une installation permettant de procéder à un assemblage selon l'invention ;
- Fig.2, un exemple d'application à une optique réceptrice d'un
20 équipement autodirecteur.

Suivant l'invention, le moyen d'assemblage par collage interposé entre deux éléments à solidariser, pour constituer un ensemble transparent aux infrarouges dans une bande d'exploitation désirée, est constitué par un verre dont les caractéristiques sont déterminées
25 en fonction de la bande spectrale d'exploitation.

Les différents verres d'assemblage qui sont utilisés présentent des caractéristiques communes qui sont répertoriées ci-après :

- la température de transition vitreuse du verre est inférieure à celle des matériaux à assembler tout en restant supérieure à la
30 température haute de fonctionnement envisagée ; par exemple, on peut avoir à assembler des éléments optiques infrarouges dont la température de transition vitreuse pourra se situer aux alentours de 400°C et, pour le matériel, la température supérieure de fonctionnement pourra se situer entre 90°C et 130°C, la température de

transition vitreuse du verre d'assemblage doit donc être entre ces deux valeurs ;

5 - la composition des verres est déterminée également en sorte que la transmission dans la bande d'exploitation infrarouge reste suffisamment élevée pour que le système optique ou autre, en question, reste très performant même pour des épaisseurs importantes de joints d'assemblage ;

10 - l'indice de réfraction des verres d'assemblage est voisin de celui des matériaux infrarouges à assembler (les valeurs d'indice dans l'infrarouge se situent généralement entre 2,4 et 2,6) ce qui permet de supprimer les traitements anti-reflets préliminairement effectués sur les surfaces à assembler ;

15 - les coefficients de dilatation des verres d'assemblage sont voisins de ceux des matériaux infrarouges à assembler et ceci dans une gamme de variations thermiques importantes ; en particulier, vers les basses températures aucune contrainte n'apparaît dans la zone d'assemblage et les risques de rupture sont négligeables.

20 La technique d'exécution de l'assemblage diffère de celle utilisée à base de polymères dans le visible ou le très proche infrarouge, le collage à base de polymères pouvant s'effectuer à froid. Dans les dispositifs conformes à l'invention, l'assemblage faisant intervenir un verre, cette opération s'effectue à chaud de manière à ce que le verre d'assemblage devienne fluide et remplisse aisément l'espace situé entre deux éléments à assembler. La température est choisie inférieure à celle de transition vitreuse des matériaux infrarouges à assembler.

30 La figure 1 représente le schéma de principe d'une installation permettant d'obtenir un assemblage conforme à l'invention. A titre de simplification on a considéré que les éléments à assembler sont constitués par des lentilles plan-concave pour L1 et plan-convexe pour L2, disposées en regard par leurs surfaces courbes à coupler optiquement. Ces éléments sont rendus solidaires respectivement par leur face plane de deux plateaux support P1 et P2 en matériau bon conducteur calorifique. Le positionnement et le maintien mé-

canique, notamment de l'élément L2 placé en haut et sollicité par la pesanteur, est obtenu par des moyens de serrage symbolisés par les pièces P3 et P4 qui peuvent être des colliers ou des bagues. Les résistances R1 et R2 sont prévues pour chauffer l'élément L1 du bas à travers le plateau P1 à une température T1 inférieure à celle de transition du verre constituant cet élément et donc empêchant sa déformation. A cet effet, un capteur de température C1 est monté sur le plateau P1, de préférence à proximité de la pièce L1 pour mesurer la température instantanée et la communiquer à un circuit thermostatique annexe CT1 qui coupe l'alimentation des éléments de chauffage R1 et R2 dès que la température T1 affichée est atteinte. La valeur T1 choisie par l'opérateur dépend du matériau constituant l'élément L1. L'enveloppe I1 qui entoure le plateau P1 est en matériau isolant électrique. Le montage P2 I2 de la partie supérieure est semblable ; les résistances R3 et R4 permettent de chauffer l'élément L2 à une température T2 qui sera différente de T1 dans la mesure où les éléments L1 et L2 sont constitués par des verres ou matériaux transparents IR différents. Les circuits CT1 et CT2 peuvent comporter comme représentés un comparateur à seuil qui compare la tension VT1 et VT2 de référence affichée par l'opérateur à celle détectée par le capteur associé, et un amplificateur de puissance qui commande des interrupteurs I1 à I4 sur les circuits de chauffage correspondants.

L'ensemble représenté par les éléments L1 et L2 à assembler les plateaux supports P1 I1 et P2 I2 et les résistances R1 à R4 est placé dans une enceinte EV remplie d'un gaz, par exemple de l'azote ou de l'azote hydrogéné. Un dernier organe à considérer est le dispositif de commande DC de déplacement relatif des plateaux et qui permet d'exercer une pression P. Ce dispositif de commande DC est par exemple solidaire du plateau supérieur P2 qui est donc mobile tandis que le plateau inférieur P1 reste fixe. Après mise en place des éléments L1 et L2 sur les plateaux et fixation de ces éléments on ménage un espace suffisant entre les faces en regard à coupler optiquement, cet espace étant largement supérieur à l'épais

5 seur d'adhésif à former. On introduit dans cet espace un ou plusieurs
 morceaux de verre d'assemblage VA choisi pour coupler les éléments
 L1 et L2. Les températures T1 et T2 sont déterminées supérieures à
 la température de transition vitreuse T3 du matériau VA. En consé-
 10 quence, le verre VA va amorcer sa fusion et devenir visqueux dès
 que la température T3 sera atteinte et, en exerçant ultérieurement
 une pression P qui rapproche les plateaux, le verre VA remplit
 l'espace entre les faces courbes en regard des éléments L1 et L2. On
 continuera d'exercer la pression tant que l'on n'aura pas atteint
 15 l'épaisseur désirée pour la couche d'assemblage. Le trop-plein de
 matériau VA s'écoule par la périphérie. Après refroidissement et
 meulage de l'excédent sur la périphérie on obtient l'optique L1 et L2
 assemblée. L'axe Z correspond dans cette exemple à l'axe optique
 des optiques L1 et L2 et à la direction suivant laquelle s'exerce la
 20 force pressante P.

Les surfaces des optiques L1 et L2 côté plateaux sont en
 général constituées de surfaces courbes, concaves ou convexes, et il
 est entendu que les plateaux correspondants seront usinés pour
 épouser ces courbures, ou ceci sera réalisé moyennant une pièce
 25 intercalaire.

On donne ci-après trois exemples d'assemblages permettant de
 couvrir différentes gammes de rayonnement infrarouge. On peut
 remarquer dans ces assemblages l'utilisation de verres chalcogé-
 nures. Il va de soi qu'on ne peut donner tous les exemples possibles
 30 étant donné que le nombre de combinaisons de matériaux infra-
 rouges distincts pouvant être réunis dans une formule optique ou
 dans un autre dispositif, tel un hublot, s'avère assez élevé.

30	Elément L1	Verre d'assemblage VA	Elément L2
	$Ge_x Sb_y Se_z$	$As_2 Se_5$	Zn S
	$Ge_{x'} Sb_{y'} Se_{z'}$	$As_{x''} Sb_{y''} Ge_{z''}$	Zn Se
	$As_2 S_3$	$As_2 Se_5$	Ge

La figure 2 représente une application à une optique Cassegrain plus particulièrement destinée à équiper un autodirecteur de missile. L'optique est placée derrière un dôme IRD transparent au rayonnement infrarouge à utiliser ; elle se compose d'un miroir principal concave M1 et d'un miroir secondaire M2. Ce dernier est constitué par un dièdre droit réflecteur tournant pour permettre une analyse de champ spatial en utilisant comme détecteur associé une simple barrette détectrice BD. Une réalisation de ce genre est décrite dans la publication de brevet français FR-A- 2 528 981, à laquelle on pourra se reporter.

Une optique O1 est interposée sur le trajet optique entre les deux miroirs pour permettre de rapprocher les miroirs et accroître la compacité du montage. Le trajet des rayons est représenté pour la position du dièdre M2 où son arête AR est dans le plan de figure. L'utilisation d'une unique lentille, par exemple en germanium, pour constituer l'optique intermédiaire O1 est avantageuse du point de vue chromatisme mais présente une grande défocalisation thermique. L'utilisation d'un doublet formé de deux lentilles séparées présente des caractéristiques inverses. La solution retenue représentée est constituée par un doublet qui est formé d'un ménisque convexe L1 et d'un ménisque concave L2, réunis par un verre d'assemblage VA conformément au procédé précité. Cette formule intermédiaire O1 permet de corriger le chromatisme sans avoir de défocalisation thermique importante. En outre, par rapport au montage de deux lentilles séparées, cette solution présente un gain en encombrement, un montage mécanique simplifié, des tolérances beaucoup moins sévères sur le surfaçage des faces à assembler et elles n'exigent pas un dépôt de couches minces anti-reflets sur les faces à assembler.

Le montage Cassegrain ainsi équipé présente un encombrement très réduit, par exemple 60mm le long de l'axe optique Z pour une focale de 130mm ; on pourra utiliser un miroir principal M1 de focale 50mm, avec un doublet O1 qui procure un grandissement optique de l'ordre de 2,6. Le miroir principal M1 joue un rôle

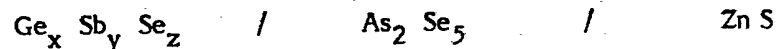
5 analogue à celui du groupe convergent d'un téléobjectif tandis que le doublet O1 joue le rôle du groupe divergent. La formule doublet O1 retenue permet de compenser l'aberration sphérique et le coma du miroir principal sphérique M1. Le doublet pourra être réalisé au moyen de verres indiqués dans les formules optiques citées précédemment.

REVENDEICATIONS

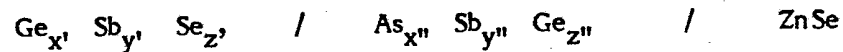
1. Procédé d'assemblage d'au moins deux éléments transparents aux rayonnements infrarouges dans une bande d'exploitation envisagée, en utilisant un matériau d'assemblage interposé entre deux faces en regard des deux éléments en sorte de coupler optiquement ces éléments par les deux faces en regard et tel que l'ensemble reste transparent aux rayonnements infrarouges dans la bande d'exploitation envisagée, le procédé étant caractérisé en ce que le matériau d'assemblage est constitué par un verre (VA) présentant une température de transition vitreuse inférieure à celle des éléments à assembler et supérieure à la température maximale de fonctionnement prévue pour l'ensemble, et dont l'indice de réfraction et le coefficient de dilatation sont voisins des valeurs correspondantes représentées par les éléments (L1 et L2) à assembler.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- disposition en regard des faces à coupler des deux éléments (L1,L2) à assembler avec un intervalle entre les faces supérieures à celui à réaliser,
 - placement du verre d'assemblage (VA) dans ledit intervalle,
 - chauffage de l'ensemble en atmosphère inerte, chaque élément étant chauffé à une température déterminée, inférieure à sa température de transition vitreuse et supérieure à celle de transition vitreuse du verre d'assemblage, de façon à provoquer la fusion dudit verre et le rendre malléable,
 - production d'une pression permettant de rapprocher les faces à coupler à la distance désirée, ledit verre remplissant ledit espace entre les faces,
 - refroidissement et finissage par meulage des excédents de verre à la périphérie des éléments à assembler.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le verre d'assemblage est un chalcogénure.

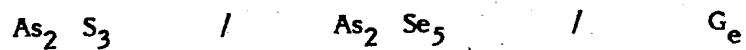
4. Optique infrarouge obtenue en procédant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les éléments à assembler (L1, L2) sont constitués par des éléments optiques dont les matériaux sont indiqués ci-après, ainsi que celui du verre d'assemblage interposé entre ces éléments :



5. Optique infrarouge obtenue en procédant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les éléments à assembler (L1, L2) sont constitués par des éléments optiques dont les matériaux sont indiqués ci-après, ainsi que celui du verre d'assemblage interposé entre ces éléments :

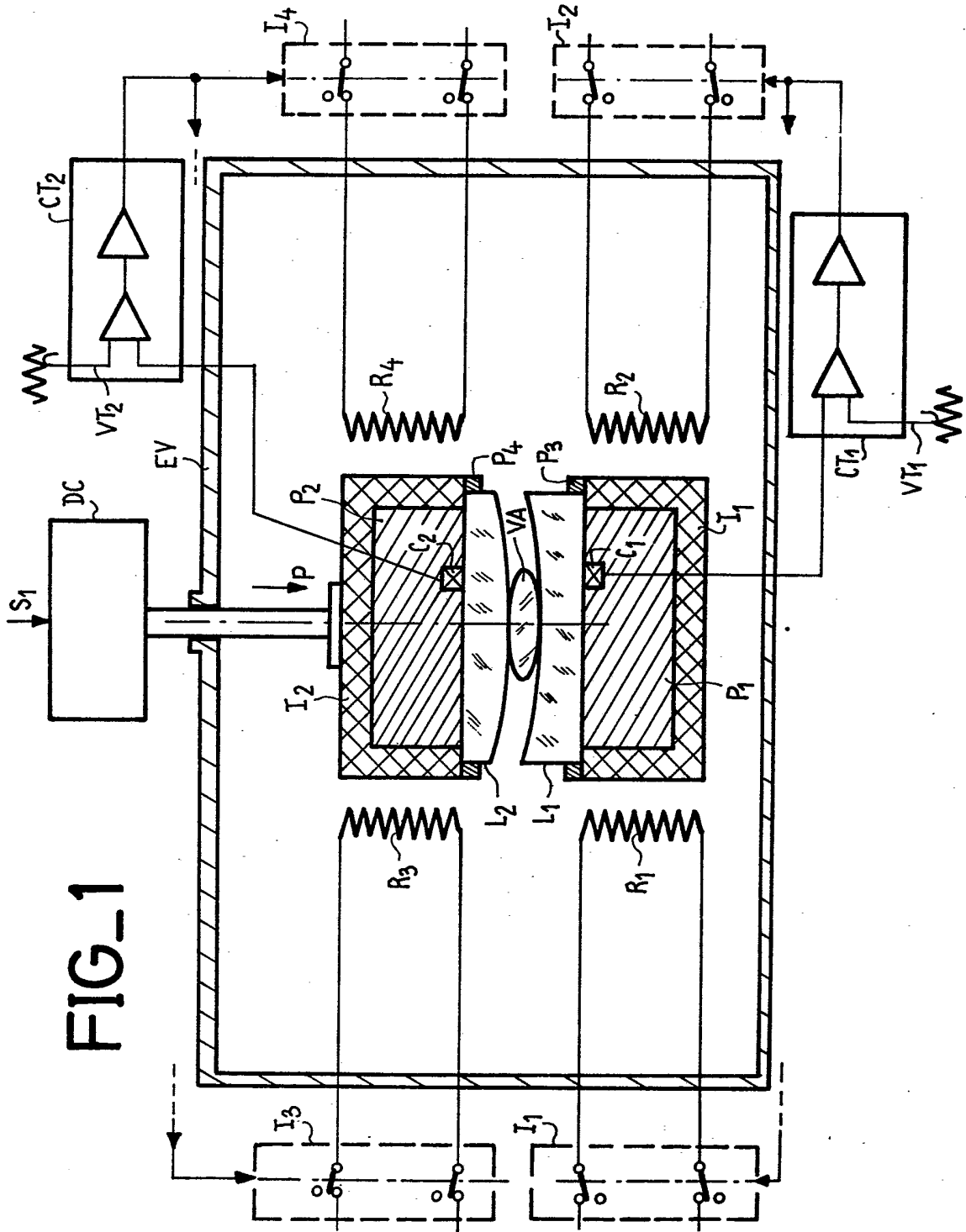


6. Optique infrarouge obtenue en procédant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les éléments à assembler (L1, L2) sont constitués par des éléments optiques dont les matériaux sont indiqués ci-après, ainsi que celui du verre d'assemblage interposé entre ces éléments :



7. Optique infrarouge obtenue en procédant selon la revendication 1 ou 2, du type Cassegrain comportant un miroir principal sphérique concave (M1) et un miroir secondaire (M2) pour focaliser le rayonnement sur un détecteur, caractérisée en ce qu'elle comporte une optique intermédiaire (O1) entre les miroirs M1 et M2 permettant de rapprocher le miroir principal du miroir secondaire, ladite optique intermédiaire étant un doublet formé d'un ménisque convergent (L1) et d'un ménisque divergent (L2) couplés par deux faces courbes en regard avec un verre d'assemblage (VA) pour éviter les défauts de chromatisme et de défocalisation thermique et pour corriger l'aberration sphérique et le coma du miroir principal.

5 8. Optique selon la revendication 7 destinée à équiper un autodirecteur de missile, disposée derrière un dôme transparent aux infrarouges et dans laquelle le miroir secondaire (M2) est constitué par un dièdre droit tournant permettant de produire un balayage de champ au niveau du détecteur formé d'une simple barrette détectrice (BD).



FIG_1

FIG_2

