

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 475 527**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑯

**N° 81 02745**

⑮

Verre pour fibres optiques.

⑯

Classification internationale. (Int. Cl. 3) C 03 C 3/18, 3/30; G 02 B 5/14.

⑯

Date de dépôt ..... 12 février 1981.

⑯ ⑯ ⑯

Priorité revendiquée : *Japon, 13 février 1980, n. 15417/80.*

⑯

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 33 du 14-8-1981.

⑯

Déposant : Société dite : NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE PUBLIC CORPORATION,  
résidant au Japon.

⑯

Invention de : Terutoshi Kanamori et Toyotaka Manabe.

⑯

Titulaire : *Idem* ⑯

⑯

Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, office Josse et Petit, 8, av. Percier, 75008 Paris.

## Verre pour fibres optiques.

La présente invention concerne du verre pour fibres optiques qui est transparent comme une vitre dans la région des rayons infrarouges et, plus particulièrement, du verre pour fibres optiques qui ne contient pas de composant oxyde mais le composant  $AlF_3$ . D'une façon classique, le verre de quartz ( $SiO_2$ ) a été utilisé comme verre pour fibres optiques. Toutefois, avec le verre de ce type, l'absorption des rayons infrarouges due à l'oscillation des liaisons Si-O est présente.

5 A cause de cela, et de la dispersion Rayleigh, la gamme des longueurs d'onde avec de petites pertes de transmission est limitée à la région du visible et du proche infrarouge dans la gamme des longueurs d'onde de 0,6 à 1,7  $\mu m$ . Par conséquent, ce type de verre n'est pas approprié comme verre pour fibres

10 15 optiques utilisables dans la région infrarouge de grandes longueurs d'onde pour obtenir de faibles pertes de transmission.

Comme matière qui soit seulement exigée pour transmettre la lumière dans la région infrarouge, le verre d'halogénure d'un composé halogéné est connu. Des exemples de ce verre comprennent le verre à base de  $BeF_2$ , le verre à base de  $ZnCl_2$ , le verre à base de  $ZrF_4$ - $ThF_4$ - $BaF_2$  ou produits analogues. Bien que ces types de verre soient capables de transmettre la lumière de plus grandes longueurs d'onde que celle transmise par le verre à base de  $SiO_2$ , une dégradation durable due à l'humidité, c'est-à-dire l'absorption infrarouge due aux liaisons O-H de l'eau, est augmentée puisque  $BeF_2$  et  $ZnCl_2$  sont délicieux. En outre,  $BeF_2$  et  $ThF_4$  sont nocifs pour la santé d'une façon désavantageuse, parce que le premier est fortement toxique et le second est radio-actif.

20 25 30 35 Un autre verre de l'art antérieur pour fibres optiques est le verre d'oxyde contenant un fluorure tel que  $AlF_3$ . Ce verre a été révélé dans le brevet US n° 4 120 814, par exemple. Le verre de l'art antérieur consiste essentiellement en 1/2 de  $P_2O_5$ ,  $AlF_3$ ,  $YF_3$  ( $Ba + Sr + Ca + Mg)F_2$ , 1/2 de  $Nd_2O_3$  et ( $Na + Li + K)F$ , et donne un produit stable de grande qualité comme verre ne contenant pas de cristaux. Toutefois, puisque ce verre contient un oxyde parmi ses composants, il montre une

absorption infrarouge comme dans le cas du verre de quartz. Ce verre n'est donc pas approprié comme verre pour fibres optiques qui doivent avoir une bonne transmission dans la région infrarouge des longueurs d'onde supérieures à 2  $\mu\text{m}$ .

5 Par conséquent, un premier objet de la présente invention est la fourniture d'un verre pour fibres optiques qui ne contient pas du tout de composant oxyde mais qui contient d'autres composants fluorures ainsi que  $\text{AlF}_3$ , qui a un bon taux de transmission avec une faible perte de transmission 10 dans la région infrarouge et qui n'est pas toxique.

15 Afin de réaliser l'objet ci-dessus et d'autres objets, la présente invention fournit un verre pour fibres optiques qui contient 10 à 64% en mole d'au moins un type de fluorure choisi dans un premier groupe représenté par  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ ; 0,5 à 50% en mole d'au moins un type de fluorure choisi dans un second groupe représenté par  $\text{YF}_3$  et les fluorures d'éléments du groupe des lanthanides; et 30 à 65% en mole de  $\text{AlF}_3$ . Ainsi, 20 le verre pour fibres optiques selon la présente invention contient  $\text{AlF}_3$  et des fluorures tels que  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{YF}_3$  et les fluorures d'éléments lanthanides, dont aucun n'est déliquescent, ni toxique, et ne contient pas de composants oxydes. 25 De ce fait, le verre pour fibres optiques de la présente invention a un bon taux de transmission même dans la région infrarouge des longueurs d'onde supérieure à 2  $\mu\text{m}$  et est très résistant à la cristallisation. Le verre pour fibres optiques de la présente invention est encore avantageux du fait que le produit final peut être obtenu avec moins de frais, puisque  $\text{AlF}_3$  est utilisé comme matière première.

30 La présente invention est illustrée par les exemples descriptifs et non limitatifs ci-après.

Dans les exemples 1 à 6, les verres pour filtres optiques sont constitués par des matières de chaque système ternaire ayant des taux de composition différents. Les trois composants de chaque matière sont  $\text{CaF}_2$  choisi dans le premier groupe de 35 fluorures :  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ ;  $\text{YF}_3$  choisi dans le second groupe représenté par  $\text{YF}_3$  et les fluorures d'éléments lanthanides; et  $\text{AlF}_3$ .

Exemple 1. 1,5 g d'un mélange en poudre constitué par 59,5% en mole de  $\text{CaF}_2$ , 0,5% en mole de  $\text{YF}_3$  et 40% en mole de

AlF<sub>3</sub>, est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 950°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 890°C dans le four de chauffage puis est refroidie en plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient une matière transparente ayant environ 0,6 mm d'épaisseur, c'est-à-dire un verre pour fibres optiques.

D'après l'exemple 1, on voit que la limite inférieure du taux de YF<sub>3</sub> choisi dans le second groupe est 0,5% en mole.

Exemple 2. Cinq mélanges en poudre constitués chacun par CaF<sub>2</sub>, YF<sub>3</sub> et AlF<sub>3</sub> avec des taux de composition différents, comme le montre le tableau 1 ci-dessous sont utilisés en une quantité de 3 g.

Tableau 1

No	1.	2.	3.	4.	5.	
CaF <sub>2</sub>	55	50	40	30	20	(% en mole)
YF <sub>3</sub>	5	10	20	30	40	(% en mole)
AlF <sub>3</sub>	40	40	40	40	40	(% en mole)

Chaque mélange avec ses taux de compositions respectifs est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Les cinq matières fondues sont refroidies à 950°C dans le four de chauffage puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 1,2 mm d'épaisseur.

Exemple 3. 1 g d'un mélange en poudre ayant les taux de composition suivant : 10% en mole de CaF<sub>2</sub>, 50% en mole de YF<sub>3</sub> et 40% en mole de AlF<sub>3</sub>, est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 930°C dans le four de chauffage puis est refroidie en plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient un verre transparent d'environ 0,4 mm d'épaisseur.

D'après les exemples 2 et 3, on voit que la limite supérieure du taux de YF<sub>3</sub> choisi dans le second groupe est 50% en mole. D'après l'exemple 3, on voit encore que la limite inférieure du taux de CaF<sub>2</sub> choisi dans le premier groupe est 10% en mole.

Exemple 4. Quatre mélanges en poudre constitués chacun par  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{YF}_3$  et  $\text{AlF}_3$  dans des taux de composition différents, comme le montre le tableau 2 ci-dessous, sont utilisés à raison de 1 g.

Tableau 2

No	1.	2.	3.	4.	
$\text{CaF}_2$	64	62	60	58	(% en mole)
$\text{YF}_3$	1	1	1	1	(% en mole)
$\text{AlF}_3$	35	37	39	41	(% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Les matières fondues sont refroidies à 880°C dans le four de chauffage puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 0,4 mm d'épaisseur.

Dans l'exemple 4, on voit que la limite supérieure du taux de  $\text{CaF}_2$  choisi dans le premier groupe est 64% en mole. On voit également que la limite inférieure du taux de  $\text{AlF}_3$  dans la matière de système ternaire est 35% en mole.

Exemple 5. Trois mélanges en poudre constitués chacun par  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{YF}_3$  et  $\text{AlF}_3$  ayant des taux de composition différents comme le montre le tableau 3 ci-dessous, sont utilisés à raison de 1,5 g.

Tableau 3

No	1.	2.	3.	
$\text{CaF}_2$	55	45	35	(% en mole)
$\text{YF}_3$	10	20	30	(% en mole)
$\text{AlF}_3$	35	35	35	(% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Les matières fondues sont refroidies à 900°C dans le four de chauffage puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient

des plaques de verre transparentes ayant environ 0,6 mm d'épaisseur.

On voit d'après l'exemple 5 que la limite inférieure du taux de  $\text{AlF}_3$  dans les matières du système ternaire est 5 35% en mole.

Exemple 6. Deux mélanges en poudre constitués chacun par  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{YF}_3$  et  $\text{AlF}_3$  ayant des taux de composition différents comme le montre le tableau 4 ci-dessous, sont utilisés.

10 Tableau 4

No	1.	2.	
$\text{CaF}_2$	40	30	(% en mole)
$\text{YF}_3$	10	10	(% en mole)
15 $\text{AlF}_3$	50	60	(% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Les matières fondues 20 sont refroidies à 900°C dans le four de chauffage puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 0,6 mm d'épaisseur.

On voit d'après l'exemple 6 que la limite supérieure du 25 taux de  $\text{AlF}_3$  des matières du système ternaire est 60% en mole.

Exemple 7. Trois mélanges en poudre de système quaternaire sont utilisés. La quantité de chaque poudre est de 1,5 g avec des taux de composition différents de :  $\text{CaF}_2$  et de  $\text{BaF}_2$  choisis dans le premier groupe;  $\text{YF}_3$  choisi dans le second groupe 30 et d' $\text{AlF}_3$ . Les taux de composition de ces poudres sont indiqués dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5

No	1.	2.	3.	
$\text{CaF}_2$	25	20	13	(% en mole)
35 $\text{BaF}_2$	25	20	12	(% en mole)
$\text{YF}_3$	20	15	10	(% en mole)
$\text{AlF}_3$	30	45	65	(% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Les matières fondues sont refroidies à 850°C dans le four de chauffage puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 0,6 mm d'épaisseur.

D'après l'exemple 7, on voit que la limite inférieure du taux de  $\text{AlF}_3$  est 30% en mole et que sa limite supérieure est 65% en mole.

Exemple 8. Deux mélanges en poudre de système quaternaire sont utilisés en une quantité de 3 g. Chaque poudre, est constituée par  $\text{CaF}_2$  et  $\text{SrF}_2$  choisis dans le premier groupe;  $\text{YF}_3$  choisi dans le second groupe; et  $\text{AlF}_3$ . Les taux de composition de ces poudres sont indiqués dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6

No	1.	2.	
	$\text{CaF}_2$	30	20 (% en mole)
20	$\text{SrF}_2$	20	30 (% en mole)
	$\text{YF}_3$	10	10 (% en mole)
	$\text{AlF}_3$	40	40 (% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Les matières fondues sont refroidies à 900°C dans le four de chauffage, puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 1,2 mm d'épaisseur.

Exemple 9. On obtient des verres pour fibres optiques à partir de deux mélanges en poudre de système ternaire avec des taux de composition différents, chaque poudre étant constituée par  $\text{SrF}_2$  choisi dans le premier groupe;  $\text{YF}_3$  choisi dans le second groupe; et  $\text{AlF}_3$ . Les taux de composition des poudres sont indiqués dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7

No	1.	2.
5	SrF <sub>2</sub>	50      30      (% en mole)
	YF <sub>3</sub>	10      30      (% en mole)
	AlF <sub>3</sub>	40      40      (% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmopshère d'argon. Les matières 10 fondues sont refroidies à 950°C dans le four de chauffage, puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques transparentes ayant environ 0,6 mm d'épaisseur.

Exemple 10. On obtient un verre pour fibres optiques 15 à partir d'une matière de système ternaire constitué par BaF<sub>2</sub> choisi dans le premier groupe : YF<sub>3</sub> choisi dans le second groupe; et AlF<sub>3</sub>. Dans cet exemple, 1,5 g d'un mélange en poudre ayant les taux de composition suivants : 30% en mole de BaF<sub>2</sub>, 10% en mole de YF<sub>3</sub> et 60% en mole de AlF<sub>3</sub>, est placé dans un 20 creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 950°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 950°C dans le four de chauffage puis refroidie en plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient une plaque de verre transparente ayant environ 0,5 mm d'épaisseur.

Exemple 11. On utilise 2 g d'un mélange en poudre de 25 système quaternaire constitué par SrF<sub>2</sub> et BaF<sub>2</sub> choisis dans le premier groupe : YF<sub>3</sub> choisi dans le second groupe; et AlF<sub>3</sub>. Les taux de composition sont de 40% en mole de SrF<sub>2</sub>, 10% en mole de BaF<sub>2</sub>, 10% en mole de YF<sub>3</sub> et 40% en mole de AlF<sub>3</sub>. Le 30 mélange avec les taux de composition ci-dessus est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 950°C dans le four de chauffage puis refroidie en plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient une plaque 35 de verre transparente ayant environ 0,7 mm d'épaisseur.

Exemple 12. On utilise 2 g d'un mélange en poudre de

5 système à cinq composants, c'est-à-dire  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$  choisis dans le premier groupe;  $\text{YF}_3$  choisi dans le second groupe; et  $\text{AlF}_3$ . Les taux de composition sont 20% en mole de  $\text{CaF}_2$ , 20% en mole de  $\text{SrF}_2$ , 10% en mole de  $\text{BaF}_2$ , 10% en mole de  $\text{YF}_3$  et 40% en mole de  $\text{AlF}_3$ . Le mélange avec les taux de composition ci-dessus est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 900°C dans le four de chauffage puis est refroidie en 10 plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient une plaque de verre transparente ayant environ 0,7 mm d'épaisseur.

15 Exemple 13. Trois mélanges en poudre de système ternaire sont utilisés à raison de 2,5 g. Le premier composant est  $\text{CaF}_2$  choisi dans le premier groupe; le second est  $\text{AlF}_3$ ; et le troisième est respectivement  $\text{LaF}_3$ ,  $\text{GdF}_3$  et  $\text{LuF}_3$  qui sont des fluorures d'éléments lanthanides choisis dans le second groupe. Les taux de composition des poudres sont indiqués dans le tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8

20	No 1.	2.	3.
	$\text{CaF}_2$ 50 (% en mole)	$\text{CaF}_2$ 50 (% en mole)	$\text{CaF}_2$ 50 (% en mole)
25	$\text{LaF}_3$ 10 (% en mole)	$\text{GdF}_3$ 10 (% en mole)	$\text{LuF}_3$ 10 (% en mole)
	$\text{AlF}_3$ 40 (% en mole)	$\text{AlF}_3$ 40 (% en mole)	$\text{AlF}_3$ 40 (% en mole)

30 Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Ces matières fondues sont refroidies à 930°C dans le four de chauffage puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 1 mm d'épaisseur.

35 Exemple 14. Deux mélanges en poudre de système ternaire sont utilisés à raison de 2 g. Les composants sont  $\text{SrF}_2$  choisi dans le premier groupe;  $\text{AlF}_3$ ; et  $\text{GdF}_3$  et  $\text{LuF}_3$ , respectivement, qui sont des fluorures d'éléments lanthanides choisis dans le second groupe. Les taux de composition des poudres sont indiqués dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9

No 1.			2.		
	$\text{SrF}_2$	50 (% en mole)		$\text{SrF}_2$	50 (% en mole)
	$\text{GdF}_3$	10 (% en mole)		$\text{LuF}_3$	10 (% en mole)
5	$\text{AlF}_3$	40 (% en mole)		$\text{AlF}_3$	40 (% en mole)

Chaque mélange avec sa composition respective est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. Ces matières fondues sont refroidies à 920°C dans le four de chauffage 10 puis refroidies en plongeant le fond des creusets dans l'eau. On obtient des plaques de verre transparentes ayant environ 0,7 mm d'épaisseur.

Exemple 15. 2 g d'un mélange en poudre de système à huit composants sont utilisés; les taux de composition sont 15 20% en mole de  $\text{CaF}_2$ , 10% en mole de  $\text{SrF}_2$  et 10% en mole de  $\text{BaF}_2$ , tous choisis dans le premier groupe; 9% en mole de  $\text{YF}_3$ , et 4% en mole de  $\text{LaF}_3$ , 4% en mole de  $\text{GdF}_3$  et 3% en mole de  $\text{LuF}_3$  parmi les éléments lanthanides, tous étant choisis 20 dans le second groupe; et 40% en mole de  $\text{AlF}_3$ . Le mélange en poudre du système à huit composants est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est 25 fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 900°C dans le four de chauffage puis refroidie en plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient une plaque de verre transparente ayant environ 0,7 mm d'épaisseur.

Exemple 16. 2 g d'un mélange en poudre de système à cinq composants est utilisé; les taux de composition sont 40% en mole de  $\text{CaF}_2$  choisi dans le premier groupe, 5% en mole de  $\text{CeF}_3$  et 5% en mole de  $\text{NdF}_3$  parmi les fluorures d'éléments 30 lanthanides, et 10% en mole de  $\text{YF}_3$ , tous étant choisis dans le second groupe; et 40% en mole de  $\text{AlF}_3$ .

Le mélange est placé dans un creuset de platine de 35 mm de diamètre intérieur, puis est fondu à 1000°C dans une atmosphère d'argon. La matière fondue est refroidie à 920°C 35 dans le four de chauffage puis refroidie en plongeant le fond du creuset dans l'eau. On obtient une plaque de verre trans-

parente ayant environ 0,8 mm d'épaisseur.

Les limites supérieur et inférieure exprimées en pourcent en mole de chacun des composants utilisés avec des taux de composition appropriés en vue d'obtenir des verres pour fibres optiques sont confirmées d'après les exemples 1 à 16, bien que tous les pourcentages molaires particuliers possibles entre les limites supérieure et inférieure ne soient pas décrits. Parmi les exemples 1 à 16, le mélange en poudre ayant la composition n° 2 dans le tableau 5 de l'exemple 7, 5 est le meilleur pour la réalisation de la présente invention. Selon cette composition, la matière est constituée par 20% 10 en mole de  $\text{CaF}_2$  et 20% en mole de  $\text{BaF}_2$  choisis dans le premier groupe; 15% en mole de  $\text{YF}_3$  choisi dans le second groupe; et 45% en mole de  $\text{AlF}_3$ .

REVENDICATIONS

1. Verre pour fibres optiques constitué par une matière contenant 10 à 64% en mole d'au moins un fluorure choisi dans un premier groupe comprenant  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ ; 0,5 à 50% en mole d'au moins un type de fluorure choisi dans un second groupe comprenant  $\text{YF}_3$  et les fluorures d'éléments lanthanides; et 30 à 65% en mole de  $\text{AlF}_3$ .
- 5 2. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$ , choisi dans le premier groupe, est utilisé à raison de 10% en mole à 64% en mole;  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe, est utilisé à raison de 0,5% en mole à 50% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 35% en mole à 60% en mole.
- 10 3. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ , choisis dans le premier groupe, sont utilisés à raison de 25% en mole à 13% en mole, et de 25% en mole à 12% en mole, respectivement;  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe, est utilisé à raison de 20% en mole à 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 30% en mole à 65% en mole.
- 15 20 4. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$  et  $\text{SrF}_2$ , choisis dans le premier groupe, sont utilisés à raison de 30% en mole à 20% en mole, et de 20% en mole à 30% en mole, respectivement;  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe, est utilisé à raison de 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.
- 25 5. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{SrF}_2$ , choisi dans le premier groupe, est utilisé à raison de 50% en mole à 30% en mole;  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe, est utilisé à raison de 10% en mole à 30% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.
- 30 6. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{BaF}_2$ , choisi dans le premier groupe, est utilisé à raison de 30% en mole;  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe est utilisé à raison de 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 60% en mole.
- 35 7. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ , choisis dans le premier

groupe, sont utilisés à raison de 40% en mole et 10% en mole, respectivement:  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe, est utilisé à raison de 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.

5 8. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ , choisis dans le premier groupe, sont utilisés à raison de 20, 20 et 10% en mole, respectivement;  $\text{YF}_3$ , choisi dans le second groupe, est utilisé à raison de 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.

10 9. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$ , choisi dans le premier groupe, est utilisé à raison de 50% en mole; un composé, choisi dans le groupe constitué par  $\text{LaF}_3$ ,  $\text{GdF}_3$  et  $\text{LuF}_3$  du second groupe, est 15 utilisé à raison de 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.

15 10. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{SrF}_2$ , choisi dans le premier groupe, est utilisé à raison de 50% en mole; un composé, choisi dans le groupe constitué par  $\text{GdF}_3$  et  $\text{LuF}_3$  du second groupe, est 20 utilisé à raison de 10% en mole; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.

25 11. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$  et  $\text{BaF}_2$ , choisis dans le premier groupe, sont utilisés à raison de 20, 10 et 10% en mole, respectivement;  $\text{YF}_3$ ,  $\text{LaF}_3$ ,  $\text{GdF}_3$  et  $\text{LuF}_3$ , choisis dans le second groupe, sont utilisés à raison de 9, 4, 4 et 3% en mole, respectivement; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.

30 12. Verre pour fibres optiques selon la revendication 1, caractérisé par le fait que  $\text{CaF}_2$ , choisi dans le premier groupe, est utilisé à raison de 40% en mole;  $\text{YF}_3$ ,  $\text{CeF}_3$  et  $\text{NdF}_3$ , choisis dans le second groupe, sont utilisés à raison de 10, 5 et 5% en mole, respectivement; et  $\text{AlF}_3$  est utilisé à raison de 40% en mole.