



verres
spéciaux
pour
l'électronique

SOVIREL • CORNING

sommaire

- Sovirel et le groupe Corning.
-

- Principales applications du verre en électronique.
-

- I** • Tubes électroniques à vide.
-

- II** • Électronique à semi-conducteur.

Réalisation de circuits :

- Creusets.
- Substrats pour photomasques.
- Photomasques semi-transparents.
- Substrats pour circuits hybrides couche mince.

Encapsulation :

- Par tube de verre.
 - Par poudre de verre.
-

- III** • Visualisation.
-

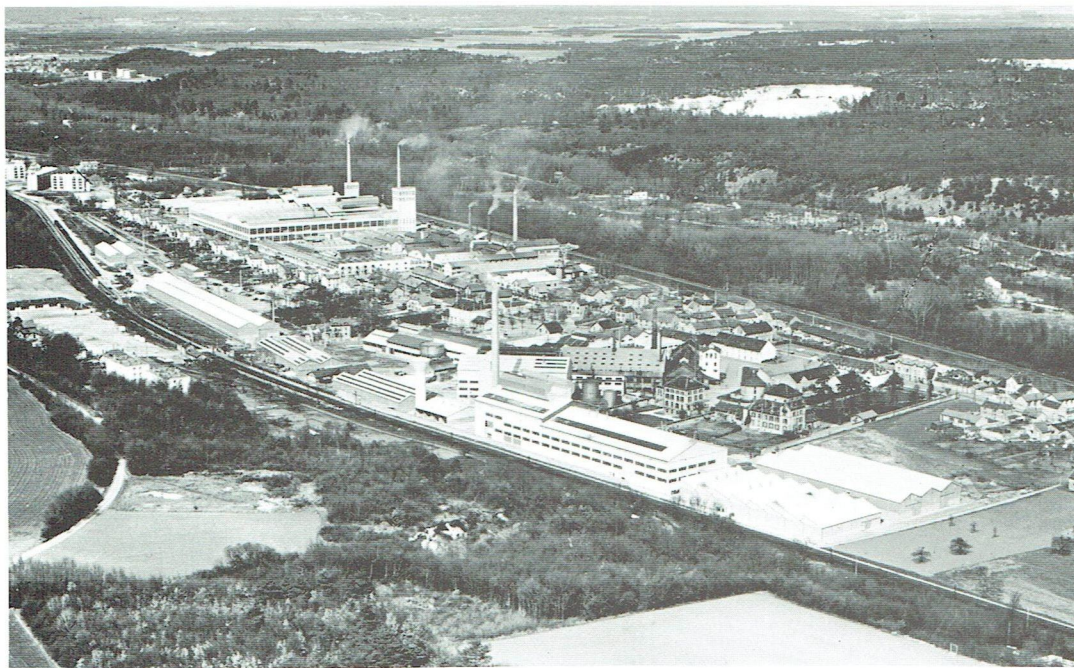
- IV** • Soudure.
-

- V** • Verres spéciaux pour applications diverses.
-

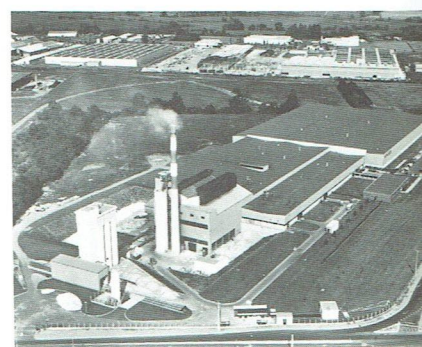
- VI** • Tableau des verres courants.
-

- VII** • Tableau général des caractéristiques des verres.
-

- Représentation du groupe SOVIREL-CORNING en Europe.
-



Les usines SOVIREL à Bagnaux-sur-Loing (77) regroupent les productions d'ampoules pour tubes cathodiques de télévision, de verres pour l'électronique, de verres pour l'optique et la lunetterie médicale ainsi que les applications industrielles.



La nouvelle usine de CHATEAUROUX est spécialisée dans la production de verrerie PYREX à usage domestique et à usage des laboratoires.

SOVIREL (Société des Verreries Industrielles Réunies du Loing),

filiale de CORNING GLASS WORKS,

Siège Social :
90-92, rue Baudin
LEVALLOIS PERRET (92)

6 usines :

4 usines à BAGNEAUX-SUR-LOING (77),

1 usine à ANICHE (59),

1 usine à CHATEAUROUX (36).

5 000 personnes.

Chiffre d'affaires 1974 :
550 millions de Francs.

Dans le monde, le groupe CORNING GLASS WORKS représente :

90 usines,

40 000 personnes,
dont 10 000 en Europe,

Un chiffre d'affaires consolidé
1974 de 1 milliard de US \$.

PRINCIPAUX PRODUITS :

Tubes télévision noir et blanc
et couleur.

Verres pour l'optique
scientifique et commerciale,
verres pour laser et infrarouge.

Verres bruts et moulages
pour la lunetterie médicale,
verres filtrants pour lunetterie
solaire et verres pour la
protection des soudeurs.
Verres photochromiques.
Verrerie de laboratoire « Pyrex »,
canalisations et installations
industrielles.

Verres pour composants
industriels, tubes et baguettes.

Verrerie culinaire « Pyrex »
transparente et opale.

Verres spéciaux pour
l'électronique professionnelle.

Les hautes performances de
ces verres, leur spécificité,
les nécessités d'adaptabilité
de leurs caractéristiques
à des applications sans cesse
nouvelles, exigent des
recherches, des développements
et des contrôles qui sont les
missions permanentes :

— du Centre de Recherche
de CORNING GLASS WORKS
de Sullivan Park
à Corning N.Y. (U.S.A.) qui
emploie plus de 1 500 personnes,

— du Centre de Recherche
de CORNING-SOVIREL, situé à
Samois - Fontainebleau (77)
pour des applications
spécifiquement européennes.

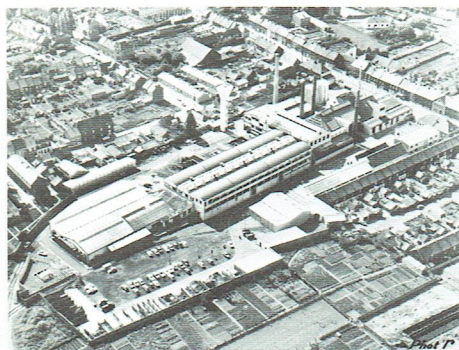
SOVCOR : 11, chemin de Ronde,
Le Vésinet (78),

filiale de SOVIREL-CORNING,
complète les activités
électroniques du groupe
CORNING en France en fabriquant
et commercialisant une gamme
complète de composants
électroniques de la plus haute
fiabilité : résistances,
condensateurs, etc.
Ils ont de remarquable l'utilisation
comme matériaux de base
de verres spéciaux inventés par
CORNING GLASS WORKS
pour la fonction du composant.

Le présent fascicule présente
les verres essentiels pour les
applications classiques de
l'électronique.

La liste n'est pas exhaustive.
D'autres verres sont possibles,
chacun pour une
application précise.

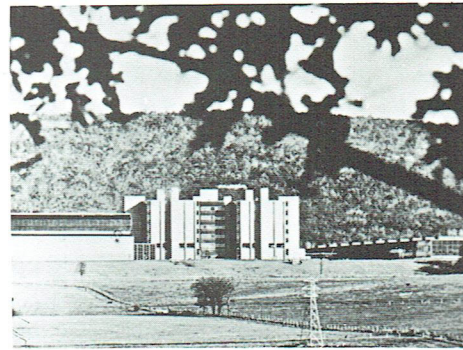
Si le verre que vous recherchez
n'existe pas, il est possible
de le mettre à l'étude.
CORNING-SOVIREL
vous invitent à leur exposer
les données du problème
qui vous intéresse.
Avec votre aide, le groupe
parviendra à le résoudre.



L'usine d'ANICHE produit les verres solaires et
les verres filtrant les rayonnements.



Le Centre de Recherches de FONTAINEBLEAU AVON
étudie les propriétés des verres pour leurs applications
industrielles en liaison avec les laboratoires de ses
clients.



Centre de Recherches CORNING à Sullivan Park
à Corning - USA.

principales applications du verre en électronique

DES VERRES SPÉCIAUX CONÇUS POUR LES ÉLECTRONICIENS

Le verre est à la fois un matériau classique et un matériau moderne de l'Électronique. En fait, il faut parler de lui au pluriel car il existe sous de multiples formes et avec des propriétés variées correspondant aux applications les plus nouvelles dans ce domaine.

Il reste le matériau idéal pour les enceintes et les dispositifs optiques en raison de ses qualités originales :

- son étanchéité,
- ses possibilités de soudure aux métaux et alliages,

- sa transparence qui permet de contrôler les dispositifs après leur scellement,
- sa haute qualité optique et son pouvoir de filtration ou de transmission de certains rayonnements.

De plus en plus l'industrie électronique fait appel au verre comme substrat ou comme matériau barrière en raison de ses propriétés étroitement associées aux fonctions fondamentales des composants :

- sa résistivité élevée jointe à sa propriété de bien accepter les revêtements en couche mince,
- sa bonne résistance mécanique et thermique,
- son inertie chimique et sa stabilité dans le temps.

	PRINCIPALES APPLICATIONS	AMPOULES SOUFLÉES PIÈCES PRESSÉES POUR	DISQUES OPTIQUES POUR	TUBES POUR	POUDRES NUES ET ENROBÉES POUR	VERRES DE SOUDURE POUR	VERRES MINCES POUR	FOTOCERAM POUR
	TUBES ÉLECTRONIQUES A VIDE	<ul style="list-style-type: none"> • tubes cathodiques • tubes de puissance et d'émission • tubes radar • tubes rayons X 	<ul style="list-style-type: none"> • faces avant pour : <ul style="list-style-type: none"> — tubes cathodiques — photocathodiques — photomultiplicateurs 	<ul style="list-style-type: none"> • tubes de prise de vue • photo-multiplicateurs • lampes • tubes flash 	<ul style="list-style-type: none"> • bâtonnets pour canons électroniques • traversées de courant 	<ul style="list-style-type: none"> • soudures de face avant 		<ul style="list-style-type: none"> • entretoises pour photo-multiplicateurs
	ÉLECTRONIQUE A SEMI-CONDUCTEUR	RÉALISATION DE CIRCUITS			<ul style="list-style-type: none"> • creusets pour étirage de monocristaux 		<ul style="list-style-type: none"> • circuits hybrides couche mince • photomasques 	
		ENCAPSULATION			<ul style="list-style-type: none"> • diodes • microdiodes • relais • condensateurs céramique 	<ul style="list-style-type: none"> • embases et capots de boîtiers • boîtiers flatpacks 	<ul style="list-style-type: none"> • cerdip • flatpacks 	
	VISUALISATION	<ul style="list-style-type: none"> • tubes rayon cathodique 	<ul style="list-style-type: none"> • tubes rayon cathodique 	<ul style="list-style-type: none"> • queusots de pompage • passivation de panneaux à plasma par capsule de mercure 	<ul style="list-style-type: none"> • cadres 	<ul style="list-style-type: none"> • cristaux liquides • panneaux à plasma 	<ul style="list-style-type: none"> • fenêtres 	<ul style="list-style-type: none"> • entretoises pour panneaux à plasma

I

tubes
électroniques
à vide

Les combinaisons verre/métal permettent de nombreuses réalisations où les qualités de formage, de rigidité mécanique, d'isolement, de transparence, de soudabilité du verre sont pleinement utilisées.



Amplificateur de luminance en verre 747.01
Faces avant en verre 801.51
Pied pressé en verre 747.01.



Tube photomultiplicateur réalisé en verre 732.01
Tube transformateur d'image
réalisé en verre 747.01.

FORMES DU VERRE	EXEMPLES D'APPLICATIONS	CODES ET CARACTÉRISTIQUES
AMPOULES SOUFFLÉES ET PIÈCES PRESSÉES	<ul style="list-style-type: none"> ● tubes rayons cathodiques ● tubes d'émission ● tubes de réception ● tubes à rayon X ● tubes à vide 	7070 : propriétés diélectriques intéressantes. 747.01 (7056) : soudable au Kovar. 7052 : soudable au Kovar. 750.01 : soudable au molybdène. 0081 : sodocalcique soudable au Dumet. G 12 (0120) : verre au plomb soudable au Dumet.
DISQUES OPTIQUES	<ul style="list-style-type: none"> ● faces avant 	801.51 (7056) : soudable au 747.01. 811.51 (801.51 teinté). 805.02 (9025) non brunissant : soudable au G 12. 815.02 (805.02 teinté).
TUBES	<ul style="list-style-type: none"> ● tubes à vide ● caméras de TV ● photomultiplicateurs ● convertisseurs I.R. ● lampes ● lampes flash ● amplificateurs de luminance 	732.01 : verre Pyrex borosilicate. 740.01 : soudable au molybdène. 747.01 (7056) : soudable au Kovar. (7052) : soudable au Kovar. G 12 (0120) : soudable au Dumet. 9741 : bonne transmission U.V., soudable au Kovar, faible teneur en alcali (0,02 %).
VERRES DE SOUDURE	<ul style="list-style-type: none"> ● soudures de faces avant 	7574 Pyroceram. 7572 Pyroceram. 7575 Pyroceram.
VERRES PHOTOSENSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> ● entretoises pour tubes à vide spéciaux Exemple : photomultiplicateurs	fotoform. fotoceram.

II

électronique à semi-conducteur

• Réalisation de circuits

Le verre intervient à tous les niveaux de la réalisation des circuits à semi-conducteur : Il est utilisé à l'étirage des monocristaux de silicium (creuset de silice).

Il intervient au moment de la photogravure des circuits (photomasque) et pour la protection du circuit terminé (passivation, encapsulation, soudure).

- **creusets** : l'étirage de monocristaux de silicium nécessite des creusets susceptibles de travailler à température élevée. Les creusets 7956 à fond rond, semi rond, fabriqués à partir de silice à haute pureté sont disponibles en diamètres standard jusqu'à 10".

- **substrats pour photomasques** : les substrats 0317 et 7059 de Corning présentent des



Creuset 7956

qualités géométriques et optiques qui les font préférer pour la réalisation de masques à haute résolution et de grande dimension.

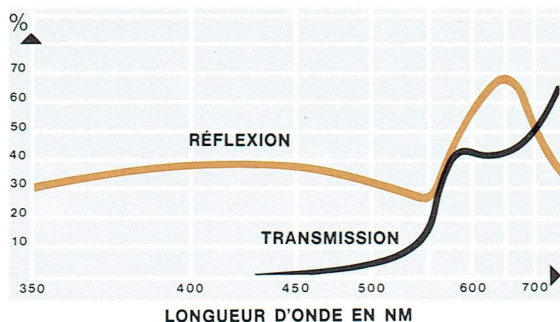
- **photomasques semi-transparent/Durcor** : les substrats 0317 et 7059 peuvent être recouverts d'un revêtement d'oxyde de fer semi-transparent dont la densité optique standard est de $2,8 \pm 10\%$.

Corning peut également fournir la densité optique 2,0 et 1,65.

	α 300 °C 20 °C	PLANÉITÉ* μ INCH/INCH			
0317 : ALUMINO SODOCALCIQUE	87.10 ⁻⁷	ÉTIRÉ	200	150	100
		POLI 1 FACE	150	100	50
7059 : BOROSILICATE	46.10 ⁻⁷	POLI 2 FACES	100	50	

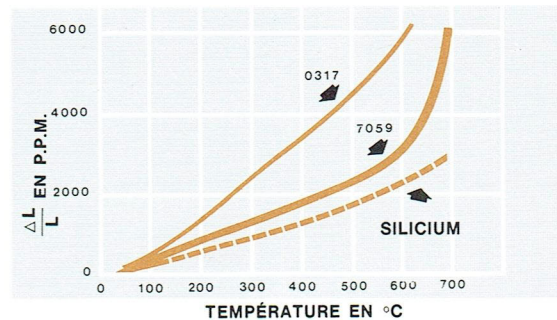
* 100 μ INCH/INCH = 1 μ/CM.

RÉFLECTION ET TRANSMISSION DES PHOTOMASQUES DURCOR™ (densité optique 2,8)



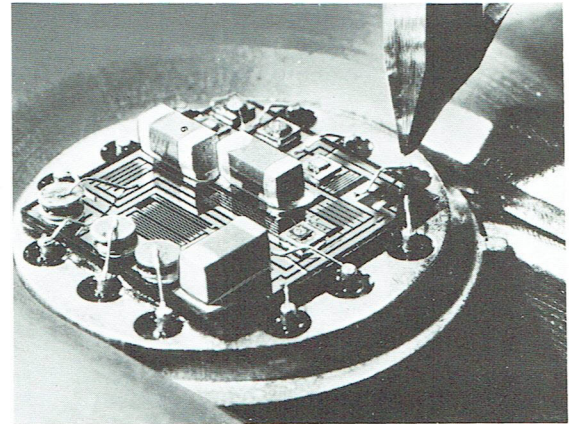
Les photomasques DURCOR sont transparents dans le visible et opaques dans l'ultraviolet. Les réflexions indésirables sont minimisées dans le visible et l'ultraviolet. Ceci améliore les conditions de travail de l'opérateur et diminue les réflexions multiples parasites.

DILATATION RELATIVE DES SUBSTRATS 0317-7059 ET DU SILICIUM



Pour les géométries très fines et les masques de grandes dimensions, la plus faible dilatation thermique du verre Corning 7059 minimise les erreurs d'alignement dues aux variations de température.

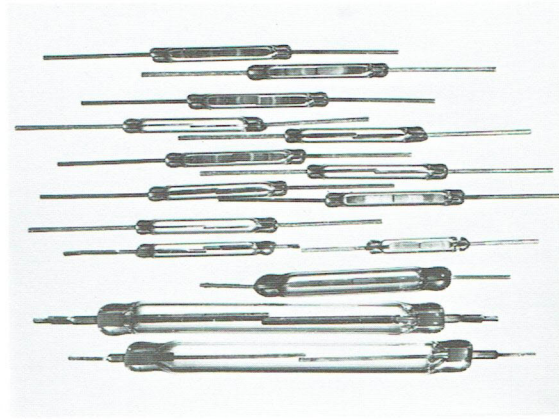
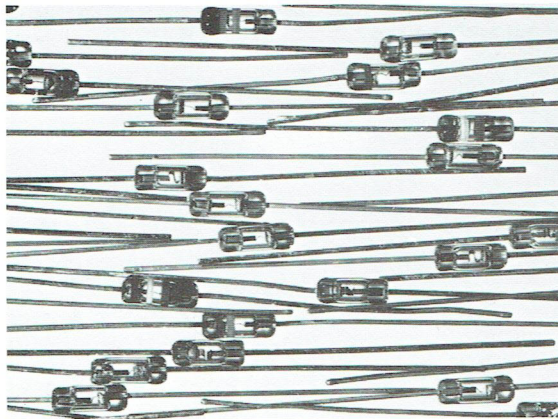
- **substrats pour circuits hybrides couche mince** : le substrat 7059 présente une grande stabilité physico-chimique lors des traitements thermiques, et l'absence d'alcali dans sa composition évite les dérives de caractéristiques électriques en cours de fonctionnement.



Circuit hybride couche mince réalisé par SINTRA sur substrat 7059.

TYPE DE VERRE	ÉPAISSEURS (mm)		DIMENSIONS (mm)
7059 (alcali 0,2 %)		0,5	305 × 228 (12" × 9")
		0,8	
		1,2	
0211	RÉF.		305 × 264 (12" × 10 3/8)
	00	0,051 à 0,084	
	0	0,084 à 0,130	
	1	0,130 à 0,160	
	1,5	0,160 à 0,191	
	2	0,191 à 0,249	
	3	0,249 à 0,351	
4	0,457 à 0,610		
	5	0,610 à 0,760	

- **Encapsulation par tube et poudre de verre**



Diodes et relais à lames souples réalisés en verres G 12, 8870, 9365.

● **encapsulation par tube de verre** : malgré les améliorations des plastiques utilisés pour l'encapsulation des semi-conducteurs, le verre est néanmoins le matériau idéal dès qu'il s'agit

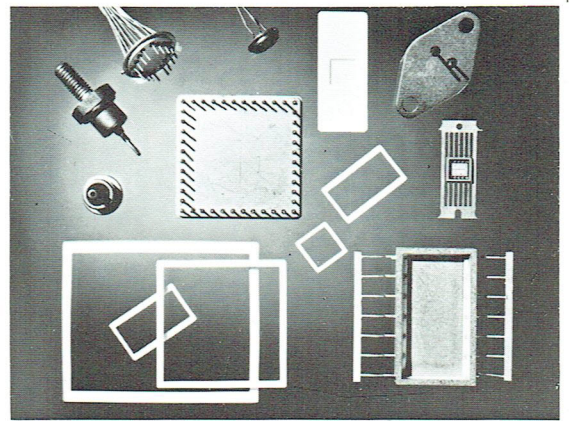
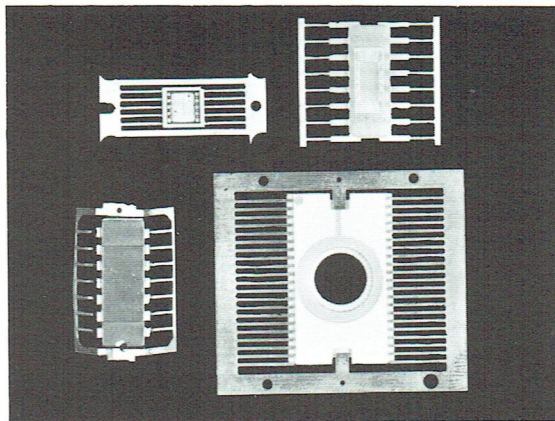
de protéger efficacement l'élément semi-conducteur du milieu ambiant et éviter l'altération de ses caractéristiques.

EXEMPLES D'APPLICATION	CODE VERRE	COEFFICIENT DE DILATATION $\alpha \left(\frac{300}{20} \right) \cdot 10^{-7} / ^\circ\text{C}$	SOUDEABILITÉ	TEMPÉRATURE DE RAMOLLISSEMENT °C
DIODE MICRODIODE RELAIS CONDENSATEUR CÉRAMIQUE	7063 (0,1% alcali)	45	Mo	635
	747.01	50	Fe Ni Co	715
	0120 (G 12)	89,5	Dumet	630
	8870	91	Dumet	580
	9365* sans plomb	89,5	Vacovit 520	625
	9362*	89,5	Vacovit 520	625

* Soudure infrarouge.

● **encapsulation par poudre de verre**

APPLICATIONS PRINCIPALES	CODE	SOUDEABILITÉ
Traversées de courant pour capots et embases de boîtiers.	747.50	KOVAR
	9119	
Cadres pour boîtiers flatpack.	989.51 (6 A3) 9013	Pour soudure compression avec l'acier.



Embases, capots, cadres de boîtiers pour l'encapsulation de diodes, transistors, circuits intégrés, circuits hybrides utilisant les verres 747.50, 9119, 989.51, 7583, 9013.

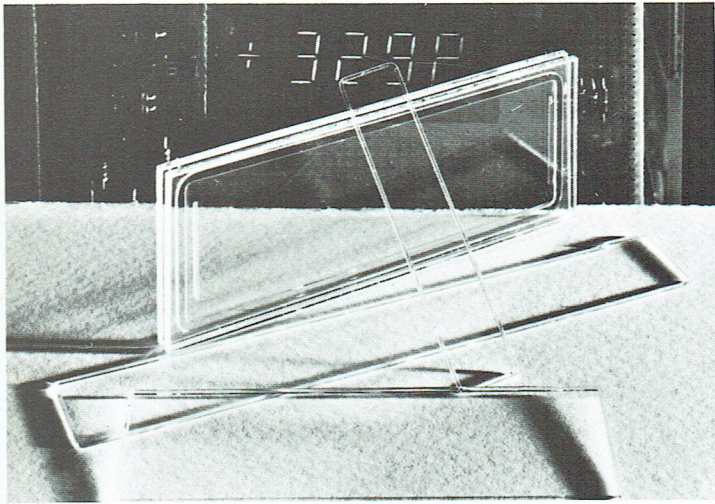
III visualisation

En plus des dispositifs classiques à visualisation utilisant des tubes à rayons cathodiques, le verre intervient dans des dispositifs plus récents tels que panneaux à plasma, cristaux liquides.

DISPOSITIFS	FONCTIONS	VERRES
PANNEAUX A PLASMA	FENÊTRES	0211 qui peuvent être Substrat 0317 usinés aux dimensions 7059 requises
	ENTRETOISES	Fotoform opal : verre photosensible céramisé compatible avec le substrat 0317 et le verre de soudure 7575. Baguette de verre 0120.
	PLAQUES SUPPORT	Substrats 0317. 9013 préformé. Machinable glass ceramic.
CRISTAUX LIQUIDES	SOUDURE	Verres de soudure divers disponibles sous forme de poudre, de préformes ou de bâtonnets.
	POMPAGE	Queusots de pompage en G 12.
	AMÉLIORATION DES PERFORMANCES LUMINEUSES	Capsules en verre contenant de 2 à 5 mg de mercure.

Capsules de mercure pour l'amélioration des performances de certains dispositifs de visualisation.

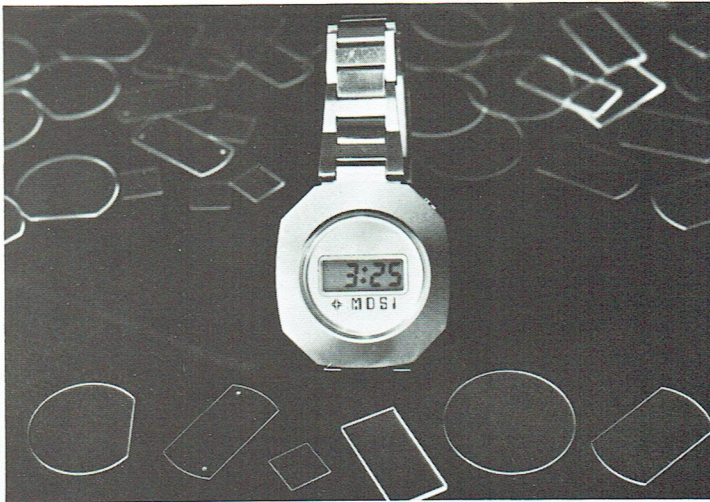




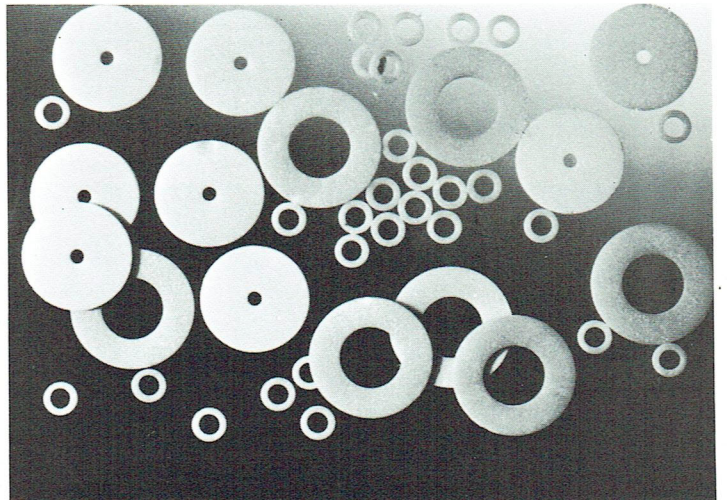
Cadre de soudure réalisé en verre 7570 et exemple de réalisation.



Entretoise en verre fotoform opal pour panneau à plasma.



Montres à cristaux liquides utilisant le verre 0211.



Préformes réalisées en verre de soudure.

IV soudure

De nombreux verres sont utilisés comme agents de soudure soit par enverrage des pièces (traversée de courant), soit par dépôt de poudre de verre avec un liant (fermeture des tubes télévision couleur, fermeture des boîtiers Cerdip), soit par utilisation de préformes ou de baguettes (panneaux à plasma). Si la soudure par ciment Pyroceram est très souvent pratiquée (basse température de soudure,

bonne résistance mécanique, température d'utilisation élevée), la soudure par verre non dévitrifiable présente l'avantage d'une plus grande souplesse d'emploi.

Coffrets d'essais : Corning propose des coffrets d'essais permettant à peu de frais, l'identification d'un verre de soudure :

COFFRET D'ESSAIS DE VERRES DE SOUDURE PYROCERAM

CODE	TEMPÉRATURE DE RAMOLLISSEMENT °C	DOMAINE DE DILATATION $\alpha \left(\frac{300}{20} \right) \cdot 10^7 / ^\circ\text{C}$	SOUDURE TEMPÉRATURE °C	DURÉE mn
7570*	440	84	550	15
7572	370	96	450	60
7574	645	45	750	60
7575	370	89	450	60
7578	445	73	525	60
7583	330	80	485	5
7587	350	80	500	5
7589	325	80	440	12

* Non dévitrifiable.

COFFRET D'ESSAIS DE VERRES DE SOUDURE POUR FERRITE

CODE	TEMPÉRATURE DE RAMOLLISSEMENT °C	DILATATION $\alpha \left(\frac{300}{20} \right) \cdot 10^7 / ^\circ\text{C}$	DENSITÉ
Verres haute température :			
1415	776	79	3.64
8161	600	90	3.99
Verres basse température :			
1416	463	81	5.26
1417	427	89	5.60
7570	440	84	5.42
8463	377	104	6.22

Le coffret contient chaque verre de soudure sous deux présentations :
— poudre (50 g/325 mesh),
— baguette (\varnothing 0,6 mm-1,50 m).

● Verre de soudure pour la céramique

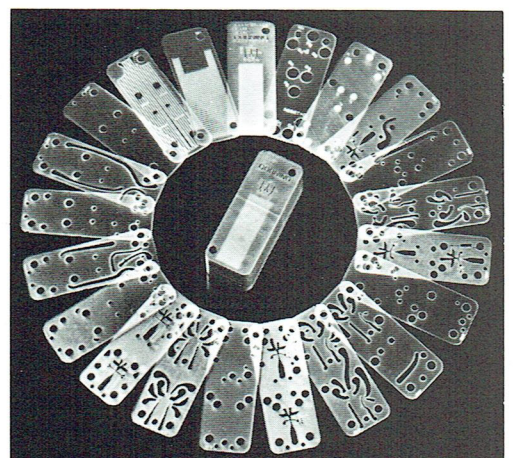
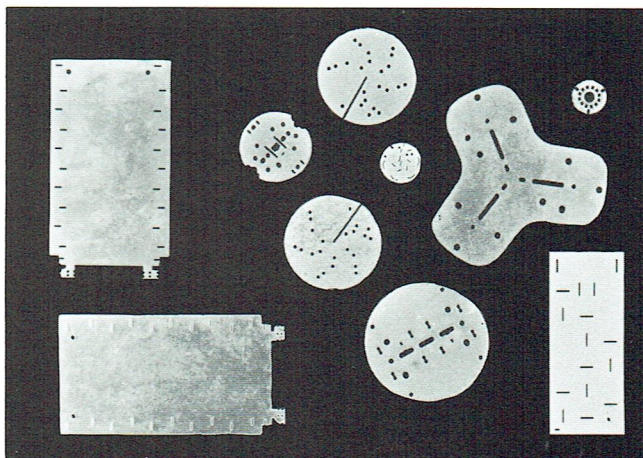
APPLICATIONS PRINCIPALES	CODE	DURÉE DE SOUDURE
Cerdip	7583	5 mn à 485 °C
Boîtier céramique multicouche	7589	5 mn à 480 °C
		5 mn à 400 °C*

* Obtenu en utilisant une pression additionnelle.

V verres spéciaux pour applications diverses

Passivation de semi-conducteurs	Verres à faible teneur en alcali $\leq 0,01\%$	
	7586	7723
— Température de ramollissement	513 °C	770 °C
— Coef. dilatation 0-300 °C ($10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	66.5	35.0
— log. 10 de la résistivité ρ 250 °C	8.0	12.1
— Constante diélectrique 1 MHz - 20 °C	12.0	5.73
Diélectrique pour production d'ozone	TUBES EN VERRES 747.01 & 1720	
Protection de circuit	SILICE FONDUE 7940	
Isolateur haute fréquence et haute température	VERRE CÉRAMISÉ USINABLE 9658 (machinable glass ceramic)	
Transmission U.V.	VERRE 9741 A FAIBLE RADIOACTIVITÉ PROPRE : (K_2O - 0,02 %)	
Réalisation de substrats plans usinés avec précision	VERRES PHOTOSENSIBLES : — Fotoform, — Fotoceram.	

Verre de soudure pour cristaux liquides :
Température de scellement : 450 °C - Coefficient de dilatation : $90 \cdot 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ - Durée : 15 minutes.



En plus de son importante application en visualisation, le verre photosensible (fotoform, fotoceram) est largement utilisé lorsqu'il s'agit de réaliser en série, à bas prix des pièces planes, usinées avec des géométries difficilement réalisables par les techniques classiques.

VI

VERRES COURANTS SOUDABLES AUX PRINCIPAUX MÉTAUX OU ALLIAGES

La difficulté de mise au point d'un nouveau dispositif réside souvent dans l'approvisionnement des matériaux. Les temps mis en œuvre pour l'élaboration des verres sont tels qu'il est souhaitable de rechercher un verre dans ceux

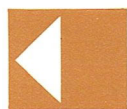
qui existent déjà et qui sont fabriqués de façon courante. Le tableau suivant indique quelques codes de verres fondus de façon répétitive par nos usines.

MÉTAL OU ALLIAGE	CODE		COEFFICIENT DE DILATATION $\alpha \left(\frac{300}{20} \right) \cdot 10^{-7} / ^\circ\text{C}$
TUNGSTÈNE	740.01		38
		7720	36
MOLYBDÈNE		1720	42
	750.01	7052	46
FER - NICKEL - COBALT	747.01	7052	46
			50
		7056	51,5
FERROCHROME FER - NICKEL CHROME FERRO-NICKEL PLATINE DUMET	190.01	0120	89,5
		8870	91
		9362	91,5
		9365	91,5
CUIVRE EN FAIBLE ÉPAISSEUR	Pratiquement soudable à tous les verres par le procédé Housekeeper.		

Nota : cette liste n'est pas exhaustive. SOVIREL possède également d'autres verres, moins courants, permettant de résoudre les cas particuliers de soudure.

VII

tableau
général
des
caractéristiques
des
verres



**SOVIREL
CORNING**

VERRES		FORME DE FABRICATION							PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES						PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES				Altérabilité à l'eau CLASSE (NF 35.601)					
CODE	DÉSIGNATION	Tube Baguette	Ampoule Coupelle	Ébauche Pièce polie	Verre plat Substrat	Poudre nue	Poudre enrobée	T.V. Noir et Blanc	Coefficient de dilatation $\alpha \left(\frac{300}{20} \right) \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	TEMPÉRATURE pour une VISCOSITÉ η (poises)				Masse volumique g/cm ³	Indice de réfraction pour $\lambda = 587,6 \text{ nm}$ n_D	Module d'élasticité hbar E	Température pour $\rho = 10^8$ ohm/cm T x 100	log 10 de la résistivité ρ		Pour 1 MHz à 25 °C				
										10 ^{14,5} Tc	10 ^{13,0} Tr	10 ^{7,0} TL	10 ^{4,0} Tw					à 250 °C		à 350 °C	Constante diélect. ϵ	Angle de perte tg δ 10 ⁴		
794.10	7940			•	•				5,6		1 050		2,20	1,458			12,4	10,7	3,8	1	1	7940 - Silice synthétique haute pureté, très bonne transmission U.V.		
732.01	PYREX 732	•	•	•	•	•			32	515	555	820	1 220	2,23	1,472	6 500	280	8,5	7,0	4,55	30	1	732.01 - Verre Pyrex, équivalent au 7740.	
732.05	7740	•	•	•	•	•			32	515	565	820	1 245	2,23	1,474	6 400	260	8,1	6,6	4,6	49	1	7740 - Verre faible dilatation. Bonne transmission U.V.	
732.11	7070	•	•	•	•	•			32	455	495	715	1 070	2,13	1,470	5 200	419	11,2	9,1	4,1	6		7070 - Verre à très bonnes propriétés diélectriques en hyperfréquence.	
735.05	7723						•		35	482	518	770		2,93	1,540		497	12,0	10,0	5,86	5		7723 - Verre de passivation pour transistors de puissance.	
736.02	7720	•	•				•	•	36	484	523	755	1 146	2,35	1,487			8,8	7,3	4,6	23	1	7720 - Verre soudable au Tungstène.	
740.01	B40	•					•		38	515	550	770	1 130	2,26	1,480	6 300	310	9,0	7,4	4,8	30	3	740.01 - Verre soudable au Tungstène.	
801.40	B40 optique			•	•				38	515	550	770	1 130	2,26	1,480	6 300	310	9,0	7,4	4,8	30	3	801.40 - Verre 740.01 optique.	
939.05	9741			•					39	408	448	705		2,16	1,468		325	9,4	7,6				9741 - Verre à bonne transmission U.V. Faible radio-activité propre.	
140.01	1720	•	•				•		42	670	715	915	1 190	2,53	1,530	8 950	461	11,4	9,5	7,2			1720 - Verre à haute température d'utilisation.	
150.10	1723	•	•				•		46	670	710	910	1 175	2,63	1,545	8 800	637	13,3	11,3	6,3	16		1723 - Verre sans alcali à haute température d'utilisation.	
744.02	MO2A		•	•			•		45	460	505	710	1 040	2,27	1,483	6 200	385	10,45	8,5	4,8	15	4	744.02 - Verre pour tubes rayons X.	
	7061	•					•		45	490	530	720	1 035	2,88				13,3	11,3	6,0	5		7061 - Verre soudable au molybdène sans alcali.	
	7063	•					•		45,5	455	488	635	917	3,13				13,6	11,3	6,91	10	3	7063 - Verre soudable au molybdène. Faible teneur en alcali.	
748.06	7059				•				46	590	635	835	1 160	2,76	1,530	6 900	666	13,8	11,7	5,84	10		7059 - Substrat sans alcali.	
746.09	7052	•	•	•	•	•	•		46	435	480	710	1 115	2,27	1,484	5 750	313	9,2	7,4	4,9	26		7052 - Verre soudable au Kovar.	
750.01	MO		•	•			•		48,5	475	510	710	970	2,27	1,474	6 500	255	8,05	6,5	5,10	39	5	750.01 - Verre pour tubes rayons X.	
747.01	747	•	•	•	•	•			50	475	515	715	1 040	2,27	1,487	6 500	375	10,40	8,4	5,35	28	3	747.01 - Verre soudable au Kovar.	
747.50	747						•		50	475	515	715	1 040	2,27	1,487	6 500	375	10,40	8,4	5,35	28	3	747.50 - Verre 747.01 en poudre enrobée.	
801.51	747 optique clair			•	•				51	465	505	710	1 020	2,28	1,487		383	10,5	8,5	5,2	23	3	801.51 - Verre 747.01 qualité optique.	
811.51	747 optique teinté			•					51	465	505	710	1 020	2,28	1,487		383	10,5	8,5	5,2	23	3	811.51 - Verre 801.51 teinté.	
	7056	•	•	•	•	•	•		51,5	472	512	718	1 058	2,29	1,487			10,3	8,4	5,7	27	2	7056 - Verre soudable au Kovar sans halogènes.	
753.50	9119						•		53	465	512	712		2,40				8,7					9119 - Poudre de verre 7052 + 25 % d'alumine.	
	7586						•		66,5	404	427	513		5,04				8,0		12			7586 - Verre de passivation.	
072.04	0211				•				72	506	539	720		2,51	1,530	7 600	266	8,3	6,7	6,7	46		0211 - Substrat mince.	
088.04	0317				•				87						1,506									0317 - Substrat de haute qualité.
990.25	9008							•	89	406	444	646	1 004	2,64	1,506	7 150	316	9,4	7,4	6,3	17	3	9008 - Verre TV noir et blanc.	
991.50	9013						•		89	425	462	659	981	2,64			293	8,9	7,0	6,65	20		9013 - Verre sans plomb pour soudure compression.	
190.01	0120 G12	•	•	•	•	•			89,5	395	435	630	986	3,05	1,560	6 100	350	10,1	8,0	6,7	13	3	0120 - Verre à haute résistivité soudable au Dumet (30 % PbO).	
805.02	NB2			•					90	420	455	645	1 000	2,59	1,507		295	8,9	7,1	6,45	19	3	805.02 - Verre optique soudable au 0120.	
815.02	NB2 teinté			•					90	420	455	645	1 000	2,59	1,507		295	8,9	7,1	6,45	19	3	815.02 - Verre 805.02 teinté.	
989.51	6A3						•		90	470	505	680	970	2,64			275	8,5	6,7	6,8	35	3	989.51 - Verre sans plomb pour soudure compression.	
191.03	8870	•							91	380	432	580	805	4,28	1,693	5 900	464	11,8	9,7	9,1	13		8870 - Verre à basse température de soudure.	
	9362	•							91,5	405	445	627	958	3,12				9,4	7,7				9362 - Verre soudure infrarouge.	
	9365	•							91,5	397	434	630		2,56										9365 - Verre soudure infrarouge sans plomb.
091.02	0081		•						93,5	473	514	696	1 013	2,47	1,51			6,4	5,1	5,0		3	0081 - Verre faible coût soudable au 0120 et Dumet.	
	9658			•					94					2,52				9	8	5,92	30			9658 - Verre céramisé usinable.
	7047					•			140	368	397	539		2,86				7,10		8				7047 - Verre à forte dilatation.

tableau général des caractéristiques des verres

représentation de
SOVIREL-CORNING en europe

FRANCE

SOVIREL

90-92, rue BAUDIN
Boite postale 227
92306 LEVALLOIS-PERRET Cedex
TÉL. : 739.96.40 - 739.85.80
TLX. : SOVIVER LVALL 620 014.

**SUISSE
ALLEMAGNE
AUTRICHE**

CORNING GLAS GmbH

HAGENAUER STRASSE 47
62 WIESBADEN
TÉL. : (06121) 2381
TLX. : 4186536 COR D.

ANGLETERRE

CORNING GLASS
INTERNATIONAL S.A.

1 A CUMBERLAND HOUSE
Kensington Court
LONDON W8 5NP
TÉL. : (1) 937.17.95
TLX. : CORGLAS LDN 918654.

**BENELUX
SCANDINAVIE**

CORNING GLASS
INTERNATIONAL S.A.

412, av. de TERVUREN
1150 - BRUXELLES
TÉL. : (322) 762.29.35
TLX. : CORGLAS BRU 23399.

ITALIE

CORNING ITALIANA S.p.A.

Via SIMONE D'ORSENIKO 18
20135 MILANO
TÉL. : 54.84.455
TLX. : 34332 SOVICORN.

**PAYS DE L'EST
ESPAGNE
PORTUGAL**

CORNING GLASS
INTERNATIONAL S.A.

MAILLOT 2000
251, bd PEREIRE
75017 PARIS
TÉL. : 766.51.62
TLX. : CORNING PARIS 66310.

SOVIREL

Société des Verreries Industrielles Réunies du Loing

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 79.462.620 F

Département Electronique

90-92, rue Baudin - 92306 Levallois-Perret - France

Téléphone : 739-96-40 - 739-85-80

TELEX 620014 SOVIVER LVALL ADRESSES TÉLÉGRAPHIQUES : SOVIREL LEVALLOIS et SOVIVER LEVALLOIS
BOITE POSTALE 227 - C. C. P. 478-79 PARIS - R. C. PARIS 55 B 11.600 - SIRENE 552 116 006

SOVIREL

DÉPARTEMENT ÉLECTRONIQUE

90-92 rue Baudin - 92-Levallois-Perret

Tél. 739.85.80 - 96.40

Télex 62.014. SOVIVER-LVALL

Propriétés électriques des verres

Définition des propriétés électriques et diélectriques

Conductivité superficielle.

Sous l'effet de l'humidité atmosphérique, les alcalis du verre tendent à former, en surface, une couche conductrice. La conductivité superficielle dépend donc de la composition du verre et de l'humidité de l'ambiance où il se trouve.

Les verres borosilicates ordinaires ont une résistivité superficielle de l'ordre de 10^{13} Ω /carré qui peut tomber à 10^9 Ω /carré au delà de 50% d'humidité.

Résistivité volumique.

La conductivité des verres est de type ionique; elle est variable avec la structure et d'autant plus intense que la teneur en alcalis est plus élevée. La résistivité des verres varie sensiblement avec la fréquence et l'état de recuisson.

En courant continu, la variation de la résistivité en fonction de la température est donnée par la loi de RASCH et HINRICHSEN.

$$\log 1/\rho = A - \frac{B}{T}$$

On caractérise la résistivité des verres par :

- le T_{x100} : température à laquelle la résistivité est égale à 100 $M\Omega/cm/cm^2$ ($\log \rho = 8$)
- $\log \rho$ 250 °C
- $\log \rho$ 350 °C

Pour la plupart des verres :

à 25 °C = $\log \rho = 13$ à 18 à 250 °C = $\log \rho = 7$ à 12 à 350 °C = $\log \rho = 5$ à 9
 $T_{x100} = 200$ °C à 550 °C

Caractéristiques diélectriques.

Les propriétés diélectriques des verres sont fonction de 3 paramètres :

- la composition • la fréquence • la température

Constante diélectrique

La constante diélectrique ou permittivité diélectrique relative exprime le rapport entre la capacité C_1 d'un condensateur verre et la capacité C_0 d'un condensateur air de mêmes dimensions.

$$\epsilon' = \frac{C_1}{C_0}$$

ϵ' varie peu en fonction de la fréquence. A 25 °C et 1 MHz, la constante diélectrique des verres varie entre 4 et 12.

Pertes diélectriques

Soumis à un champ électrique alternatif, le verre est le siège d'une dissipation d'énergie sous forme de chaleur caractérisée par la tangente de l'angle de pertes « $\tan \delta$ ». A 25 °C et 1 MHz, $\tan \delta$ varie entre 2 et $100 \cdot 10^{-4}$ selon la nature du verre.

Rigidité diélectrique.

La rigidité diélectrique des verres dépend de la fréquence de la tension appliquée, de la température et de la composition chimique des verres. La tension de claquage est aussi fonction de l'épaisseur de l'échantillon.

- pour un échantillon très fin le percement diélectrique est dû à un phénomène électrique pur.
- pour un échantillon plus épais nous observons avant claquage un courant de fuite qui provoque une surchauffe locale du verre favorisant le percement et abaissant la tension de claquage.

Description des moyens de mesure

Mesure de la résistivité en courant continu.

Les échantillons utilisés sont taillés sous forme de disques de 2,5 mm d'épaisseur et 47 mm de diamètre. Ils sont soigneusement nettoyés, séchés sous vide en présence d'anhydride phosphorique; les 2 faces parallèles sont ensuite métallisées (couche d'or) pour obtenir un bon contact électrique avec les électrodes de la cellule de mesure. La préparation des échantillons est une opération très importante dont dépendra par la suite la précision des mesures.

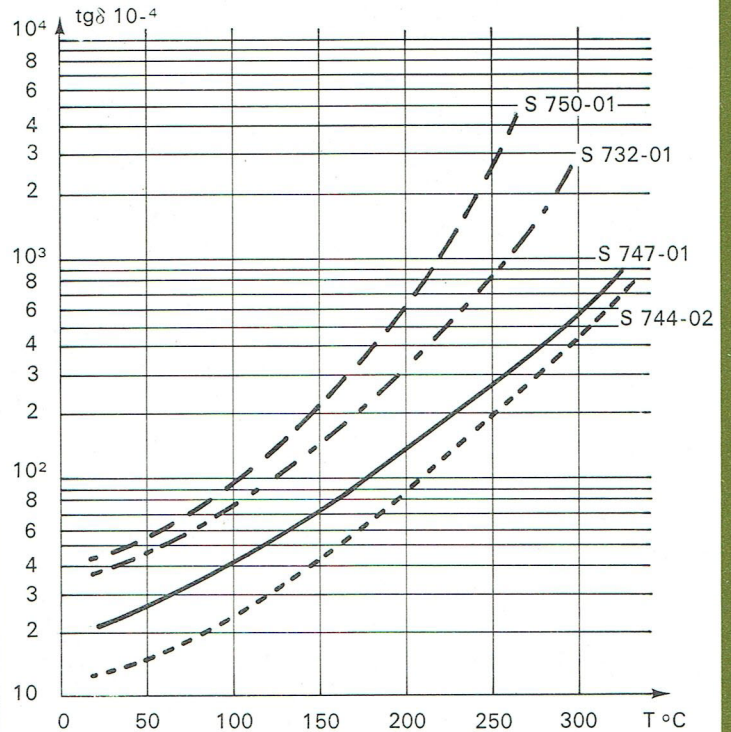
La cellule de mesure est constituée essentiellement de deux plateaux métalliques servant d'électrodes situés à l'intérieur d'un four régulé en température; un thermocouple est situé près de l'échantillon et permet d'en mesurer la température. L'isolement électrique est assuré à l'aide de tubes en silice (la résistance de fuite est supérieure à $10^{13} \Omega$ à 300 °C). La résistance de l'échantillon est mesurée directement à l'aide d'un ultramégohmmètre Lemouzy.

Mesure des propriétés diélectriques.

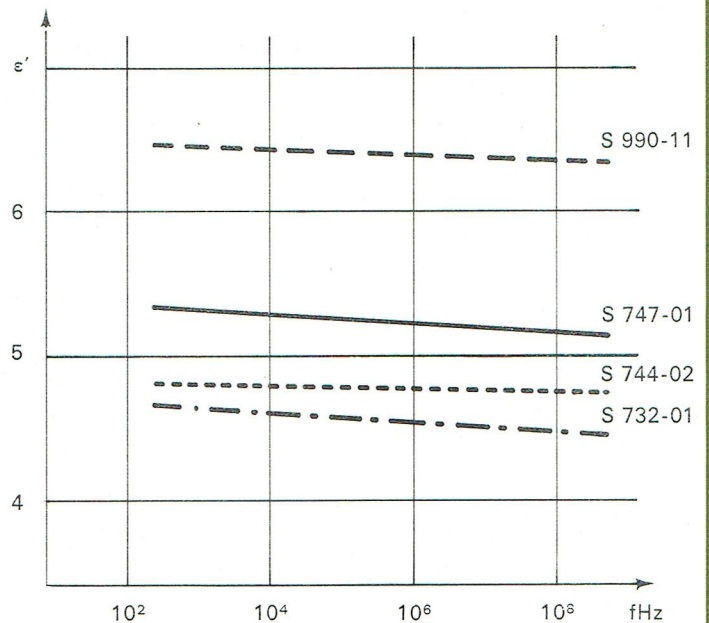
Les bancs de mesure utilisés nous permettent d'étudier ces propriétés dans le domaine suivant :

- de 50 Hz à 100 KHz (entre 25 et 350 °C)
- de 100 KHz à 30 MHz (à 25 °C)
- à 1 000-3 000 et 8 500 MHz (de - 30 °C à 500 °C)

Pertes diélectriques en fonction de la température à 100 KHZ



Constante diélectrique en fonction de la fréquence à 25 °C



Mesures en basses fréquences.

La méthode utilisée est la méthode du pont de Schoering.

Le matériel Général Radio convient parfaitement pour ce type de mesure. Une cellule porte-échantillon ainsi qu'un détecteur à pile à filtre accordé permettent d'obtenir une précision supérieure à 1% pour ϵ' et de quelques pour cent pour $\text{tg}\delta$.

Un condensateur chauffant nous permet d'effectuer des mesures en fonction de la température.

Gamme de fréquence : de 30 Hz à 1 MHz à 25 °C, de 30 Hz à 100 KHz (de 25 à 350 °C).

Mesures moyenne fréquence.

Nous utilisons à cet effet la méthode dite « par résonance ». Les éléments du circuit résonnant sont constitués d'une cellule porte-échantillon contenant la capacité à mesurer et d'une bobine étalon.

Gamme de mesure : de 500 KHz à 30 MHz.

Mesures aux hyperfréquences.

Nous utilisons un appareil dont le principe est basé sur la propagation des ondes stationnaires dans un guide d'onde coaxial de 1 000 à 3 000 MHz ou circulaire à 8 500 MHz. Cet appareil nous permet notamment d'étudier les propriétés diélectriques des verres aux hyperfréquences en fonction de la température.

Gamme de mesure : de -30 °C à 500 °C.

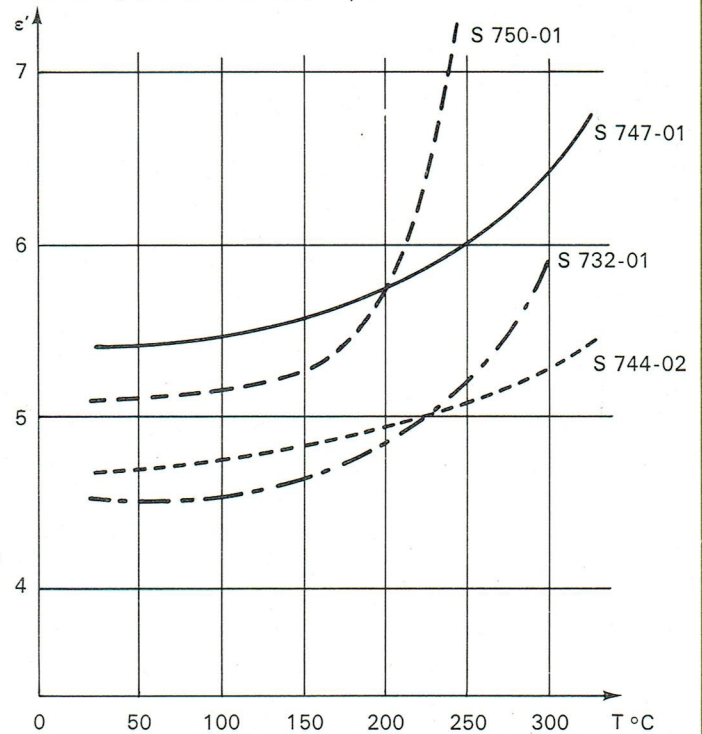
Mesure de la rigidité diélectrique.

La rigidité diélectrique des verres peut se mesurer à l'aide d'une alimentation H.T. :

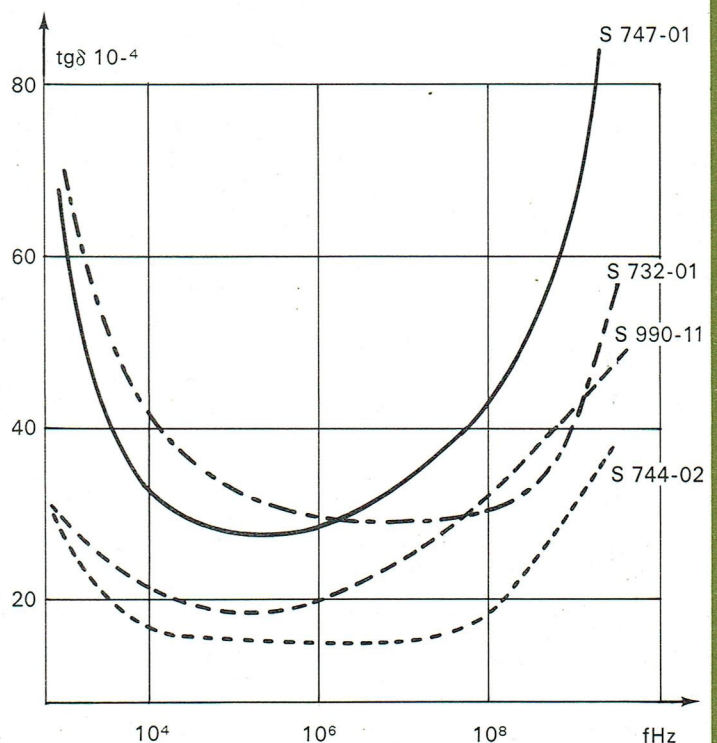
- soit en courant continu (tension maxi 150 kV),
- soit en courant alternatif (tension maxi 75 kV).

Pour éviter le contournement les échantillons sont en général immergés dans l'huile.

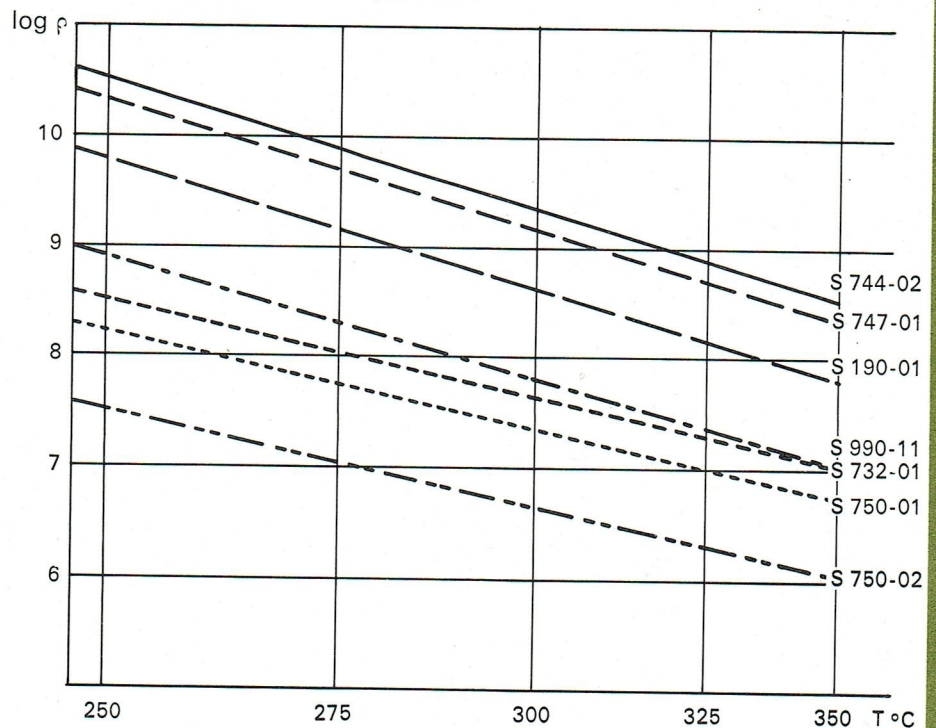
Constante diélectrique en fonction de la température à 100 KHz



Pertes diélectriques en fonction de la fréquence à 25 °C



Résistivité en courant continu en fonction de la température



Influence des traitements thermiques

Les caractéristiques des verres varient sensiblement avec l'état de recuisson. Les valeurs figurant dans le catalogue ont été mesurées sur des échantillons ayant subi le cycle de recuisson standard.

Quelques exemples de variation des propriétés électriques des verres en fonction du traitement thermique :

	T_{x100} °C	ϵ' (à 1 KHz et 25 °C)
S 732-01 (Pyrex) recuit	280	4,65
S 732-01 (Pyrex) trempé à l'air	270	4,72
S 747-01 recuit fin	384	5,40
S 747-01 refroidi à l'air	358	5,44
S 747-01 trempé à l'huile	350	5,55

N.B. - Définition des traitements thermiques.

- S 732-01 (Pyrex) recuit
échantillons portés à $T = 560$ °C puis refroidis très lentement
- S 747-01 recuit fin
échantillons portés à $T = 520$ °C puis refroidis très lentement
- S 732-01 (Pyrex) trempé à l'air
échantillons portés à $T = 690$ °C puis refroidis à l'air libre
- S 747-01 trempé à l'air
échantillons portés à $T = 650$ °C puis refroidis à l'air libre
- S 747-01 trempé à l'huile
échantillons portés à $T = 650$ °C puis refroidis dans l'huile à 25 °C

SOVIREL

DÉPARTEMENT ÉLECTRONIQUE

90-92 rue Baudin - 92-Levallois-Perret

Tél. 739.85.80 - 96.40

Télex 62.014 SOVIVER-LVALL

Perméabilité des gaz à travers le verre

La connaissance de la perméabilité du verre est d'un grand intérêt pour les travaux en Ultra-Vide 10^{-9} et 10^{-10} Torr.

Définition

La perméabilité d'un verre s'exprime par la quantité de gaz traversant une paroi de surface S et d'épaisseur d en un temps donné t quand on introduit, entre les deux surfaces, une différence de pression Δp .
soit l'équation :

$$q = K \frac{A \cdot \Delta p \cdot t}{d}$$

dans laquelle :

q exprimé en cm^3 est la quantité de gaz traversant la paroi.

A exprimé en cm^2 est la surface de la paroi.

d exprimé en cm est l'épaisseur.

Δp exprimé en cm Hg est la différence de pression du gaz.

t exprimé en minute.

K est la constante de perméabilité : elle s'exprime en cm^3 de gaz S.T.P./ $\text{cm}^2/\text{mm}/\text{cm Hg}$.

La perméabilité est liée à la diffusion par l'équation :

$$K = S \cdot D.$$

dans laquelle :

S = solubilité du gaz dans le verre.

D = constante de diffusion.

Paramètres influant sur la constante de perméabilité

a) La température

K varie avec la température suivant l'équation :

$$K = A e^{-Q/RT}$$

A = une constante

R = la constante universelle des gaz

T = la température absolue

Q = énergie d'activation en calorie par mole de gaz

La figure 1 et le tableau 1 indiquent les variations de perméabilité à l'Hélium pour différents verres, en fonction de la température : on remarque que, plus un verre est imperméable, plus la variation de K avec la température est rapide.

b) La composition du verre

La figure 3 montre la variation continue de la perméabilité d'un verre à l'Hélium en fonction du nombre d'oxydes formateurs de réseau.

Log K varie de façon linéaire avec le pourcentage moléculaire de formateurs de réseau.

c) Nature du gaz

La perméabilité dépend du gaz. Elle est d'autant plus grande que la taille de la molécule de gaz est plus petite.

La figure 2 indique la perméabilité à différents gaz - Hélium, Néon, Oxygène, Hydrogène - du verre 7900 (VYCOR).

Remarque :

La diffusion de l'Hydrogène à travers le verre est plus compliquée que dans le cas du Néon ou de l'Hélium. Le premier est un gaz chimiquement actif, alors que les deux autres sont des gaz inertes. La diffusion plus lente de l'Hydrogène pourrait s'expliquer par sa plus grande affinité pour l'Oxygène du réseau.

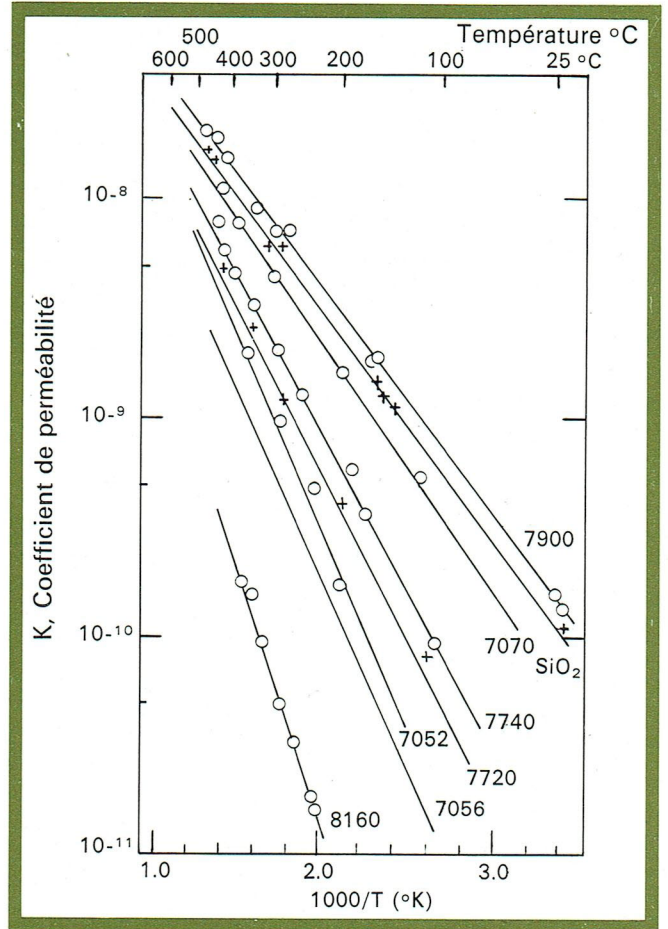
Il faut noter que la teneur de l'air en Hélium est de 4 ppm environ, aussi, la perméabilité à l'Hélium ne devient importante qu'aux très faibles pressions.

Variations de la perméabilité à l'hélium de différents verres en fonction de la température

Tableau 1

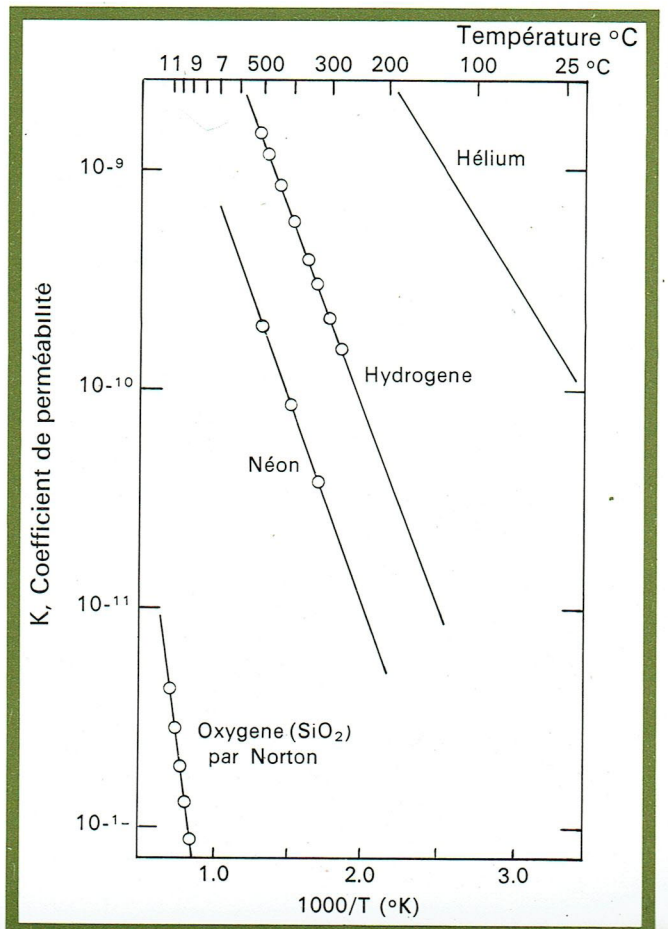
	TENEUR en SiO ₂ + B ₂ O ₃ mole %	TEMPÉRATURE T °C	VALEUR de K
	Silice fondue	100	25 170 315
Verre 7740	95	100 270 440	9,1 . 10 ⁻¹¹ 1,3 . 10 ⁻⁹ 5,5 . 10 ⁻⁹
Verre 7056	90	115 280 450	1,5 . 10 ⁻¹¹ 3,9 . 10 ⁻¹⁰ 2,0 . 10 ⁻⁹
Verre 9010	70	200 302 404	9,7 . 10 ⁻¹² 6,0 . 10 ⁻¹¹ 2,8 . 10 ⁻¹⁰
Verre 0120	60	214 310 382	9,4 . 10 ⁻¹² 6,0 . 10 ⁻¹¹ 1,5 . 10 ⁻¹⁰
Verre 1723	65	340 414 451	5,4 . 10 ⁻¹² 1,2 . 10 ⁻¹¹ 2,8 . 10 ⁻¹¹

figure 1



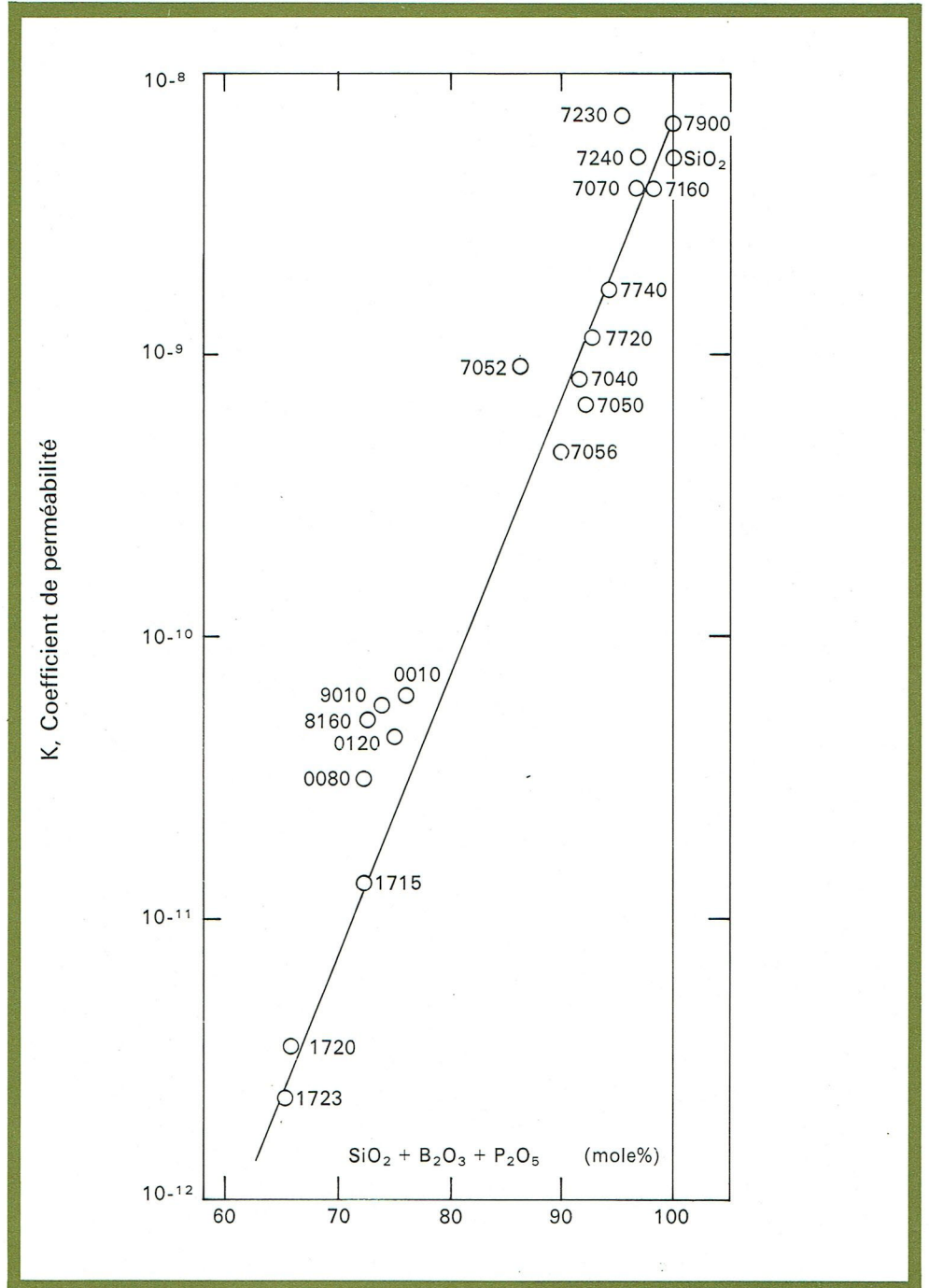
Perméabilité à différents gaz du verre 7900

figure 2



Variation de la perméabilité en fonction de la composition du verre

figure 3



verres spéciaux pour la micro-électronique

Applications principales	Produits proposés
Substrats pour circuits hybrides couches minces	7059 [ép.:0,5 0,8 1,2mm]
Substrats pour condensateurs Substrats transparents et conducteurs	7059 Electro-Coated
Photomasques semi-transparentes	Durcor
Substrats pour photomasques, gélatine chrome, semi-transparent	0 317
Etirage de monocristaux	Creuset de silice
Cadres pour boîtiers (Flat pack etc...) Traversées de courant	POUDRES } 747.50 (soudable au Kovar) 6 A (soudable à l'acier)
Cavités stables pour hyperfréquences	7971
Revêtement de la céramique	7583
Protection de circuits par "sputtering"	7940
Passivation	7723
Cristaux liquides	801.51 - 0 317
Transmission I.R jusqu'à 5 μ " " " 20 μ	VIR 3 AS ₂ Se ₅
Getter	Vycor Thirsty glass
Isolateurs pour tubes hyperfréquences Supports isolants à haute température	Glass machinable ceramics

SOVIREL *Département Electronique*

90, Rue Baudin 92-LEVALLOIS-PERRET Tél 739.85.80 739.96.40

7/71 réf 10 817