

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

DPNC

C. HIRT

Spine G23 Versions 6D, D, SL, DH, DHT et DAT

Pour 'Spine procurement Meeting' du 23 jan. 01

DESCRIPTIONS DES DIVERSES VERSIONS	1
AVANTAGES DES VERSIONS BUTT JOINT	1
INCONVÉNIENTS DES VERSIONS BUTT JOINT	1
ESSAIS DE SOLIDITÉ DES DIVERS MODES D'ASSEMBLAGE (BY H.G. MOSER).....	2
VERSION G23-6D	5
<i>Dessins correspondants :.....</i>	<i>5</i>
VERSION G23-D	7
<i>Dessins correspondants :.....</i>	<i>7</i>
VERSION G23-SL	9
<i>Dessins correspondants :.....</i>	<i>9</i>
REMARQUE.....	10
VERSION G23-DH	12
<i>Dessins correspondants :.....</i>	<i>12</i>
VERSION G23-DHT	14
<i>Dessins correspondants :.....</i>	<i>14</i>
VERSION G23-DAT	16
<i>Dessins correspondants :.....</i>	<i>16</i>
APPEL D'OFFRE.....	19
ENTREPRISES CONTACTÉES	19
RÉSULTAT DES APPELS D'OFFRE.....	20
COMPARAISON DES VERSIONS	21
ANNEXE A.....	22



Descriptions des diverses versions

Toutes les versions décrites ci-dessous proviennent d'une adaptation de la version G à un support central en TPG de 23 mm de largeur. Le soucis principal étant de réduire les coûts de fabrication des composants du spine au maximum. Ces versions se démarquent également des versions précédentes par le choix des matériaux utilisés. (TPG, CFC, AIN, Borofloat)

Avantages des versions butt joint

Par rapport à la version Base Line, le butt joint présente l'intérêt de ne pas réduire l'épaisseur du TPG, donc ne produit pas de fragilisation du middle support et ne provoque pas de coupure thermique. D'autre par, le fait d'avoir des pièces distinctes pour les ailes et les inserts (outer and inner), permet d'optimiser le choix des matériaux en fonction de leur rôle principal, tout en laissant une liberté pour le rapport performance-prix. Les dimensions réduites des diverses pièces influencent fortement le prix de ces dernières. De plus, notamment dans le cas de l'inserted butt joint, la simplicité de forme permet d'utiliser des matériaux bon marché mais difficilement usinables tels que le verre, sans pour autant que le gain effectué sur le budget matériel ne soit absorbé par celui de l'usinage (le verre Borofloat présente des caractéristiques d'expansion thermique proche de celles du silicium, 3.25 E-6).

Inconvénients des versions butt joint

Le désavantage majeur par rapport à la version Base Line se situe au niveau de la solidité du spine avant collage des détecteurs. Selon la version utilisée, la manipulation des spines peut devenir problématique sans un jig adapté. La solidité pourrait être augmentée par l'enrobage des wings avec le coating de Parilène. Des essais de planéité après assemblage ou une méthode permettant de garantir la planéité doivent être envisagés.

Essais de solidité des divers modes d'assemblage (by H.G. Moser)

Les divers joints d'assemblages ont été testé jusqu'à la rupture ou au décollement et sont représentés par les photos suivantes.

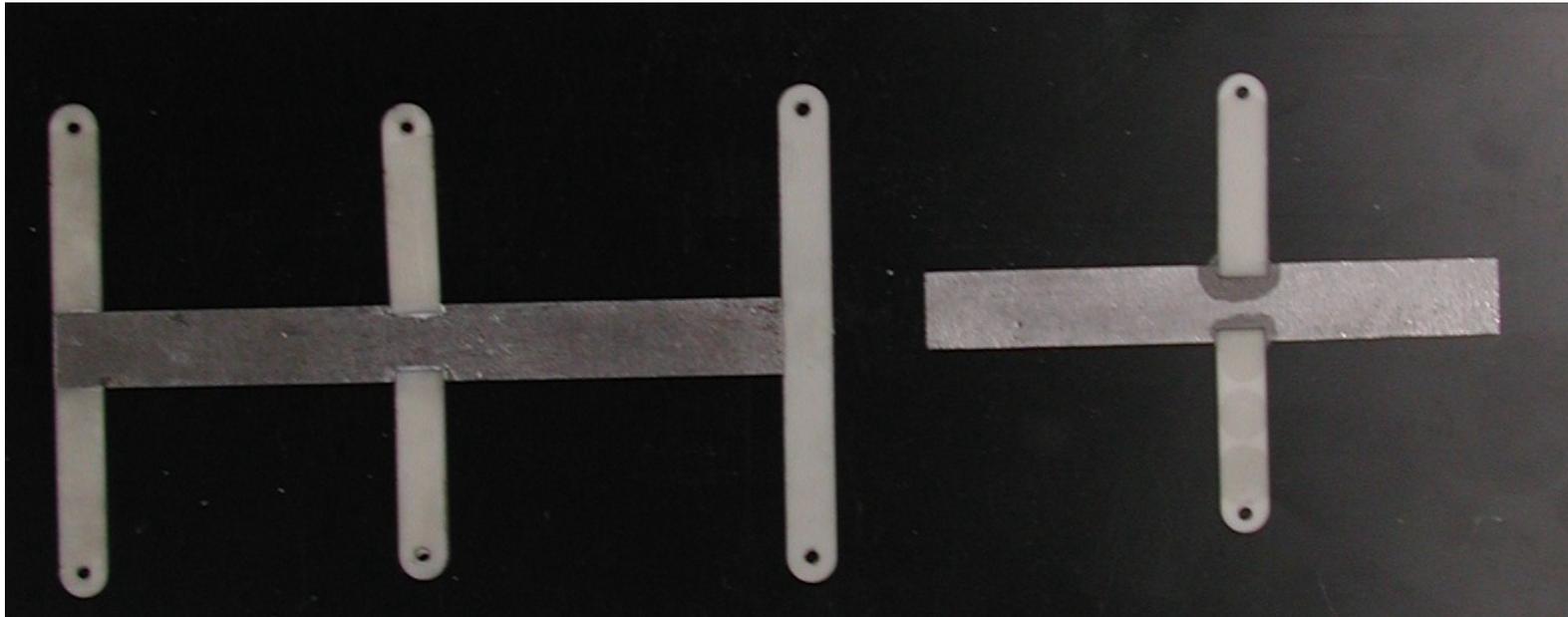


Fig. 1 Assemblages avant le test

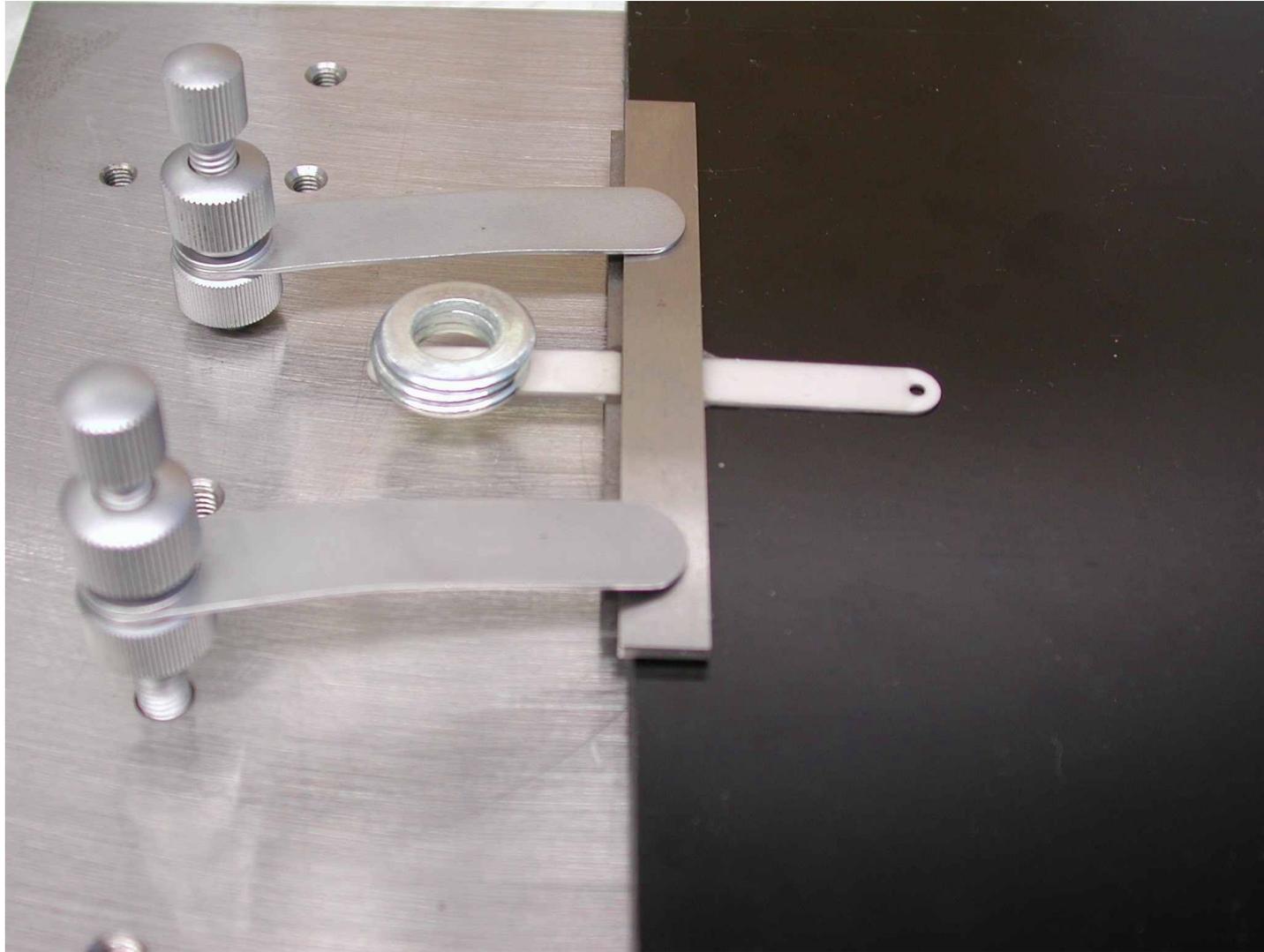


Fig. 2 Montage de test

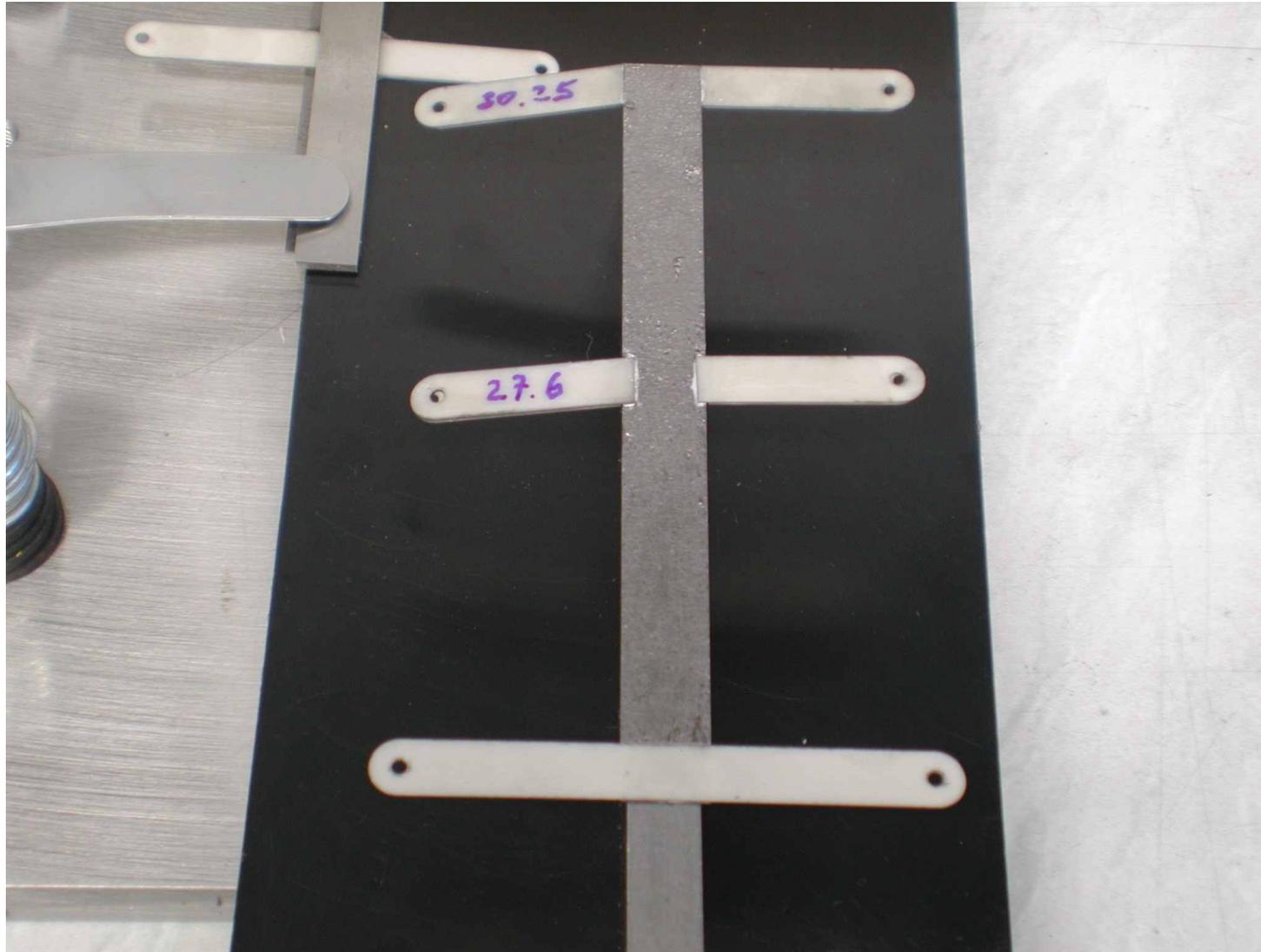


Fig. 3 Résultats des tests

Version G23-6D

C'est la version la plus simple et partant la moins chère du point de vue fabrication. Ses principales caractéristiques sont :

- 1) Largeur des bras du spine de valeur identique (6mm).
- 2) Jonction bras-support central droite (sans insert).
- 3) Pas de coupure de transmission du flux thermique dans le TPG.
- 4) Tolérances d'usinage larges.
- 5) Bras simples.
- 6) Peu d'usinage délicat.
- 7) Bas prix de revient.
- 8) Rigidité avant collage des détecteurs médiocre (30 gr).

Dessins correspondants :

159.001.A3 Dessin d'ensemble

159.002.P4 Lower support

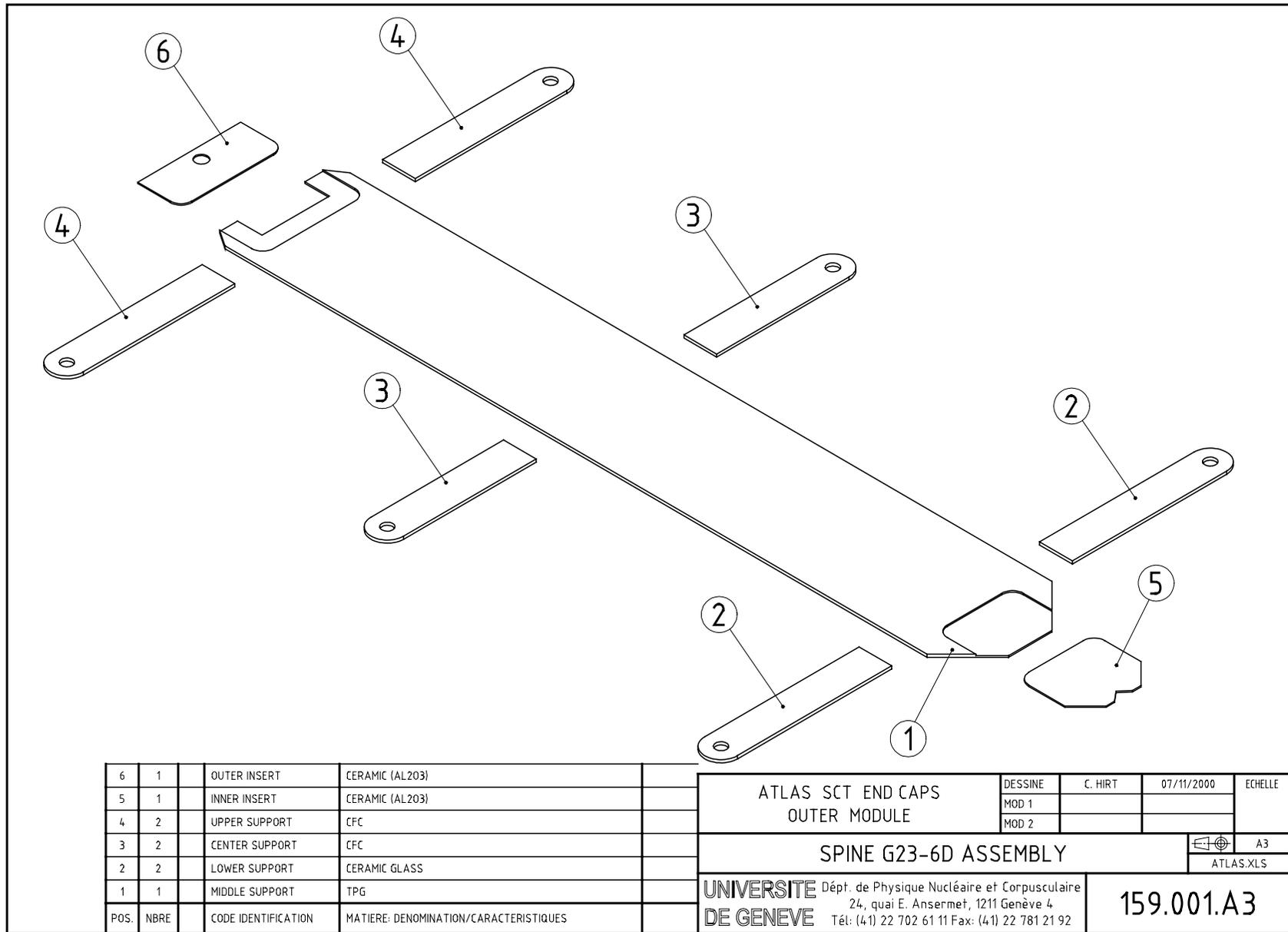
159.003.P4 Center support

159.004.P4 Upper support

159.005.P3 Middle support

159.006.P4 Inner insert

159.007.P4 Outer insert



6	1	OUTER INSERT	CERAMIC (AL203)
5	1	INNER INSERT	CERAMIC (AL203)
4	2	UPPER SUPPORT	CFC
3	2	CENTER SUPPORT	CFC
2	2	LOWER SUPPORT	CERAMIC GLASS
1	1	MIDDLE SUPPORT	TPG
POS.	NBRE	CODE IDENTIFICATION	MATIERE: DENOMINATION/CARACTERISTIQUES

ATLAS SCT END CAPS OUTER MODULE		DESSINE	C. HIRT	07/11/2000	ECHELLE
		MOD 1			
		MOD 2			
SPINE G23-6D ASSEMBLY				A3	
				ATLAS.XLS	
UNIVERSITE DE GENEVE		Dépt. de Physique Nucléaire et Corpusculaire 24, quai E. Ansermet, 1211 Genève 4 Tél: (41) 22 702 61 11 Fax: (41) 22 781 21 92		159.001.A3	

Version G23-D

Dérivée de la version 6D, elle reprend les largeurs de bras préconisées par la version G base line. Elle est donc un peu moins avantageuse du point de vue fabrication. Ses principales caractéristiques sont :

- 1) Jonction bras-support central droite (sans insert).
- 2) Pas de coupure de transmission du flux thermique dans le TPG.
- 3) Tolérances d'usinage larges.
- 4) Bras simples.
- 5) Peu d'usinage délicat.
- 6) Prix légèrement plus élevé.
- 7) Rigidité avant collage des détecteurs médiocre (30 gr).

Dessins correspondants :

159.011.A3 Dessin d'ensemble

159.012.P4 Lower support

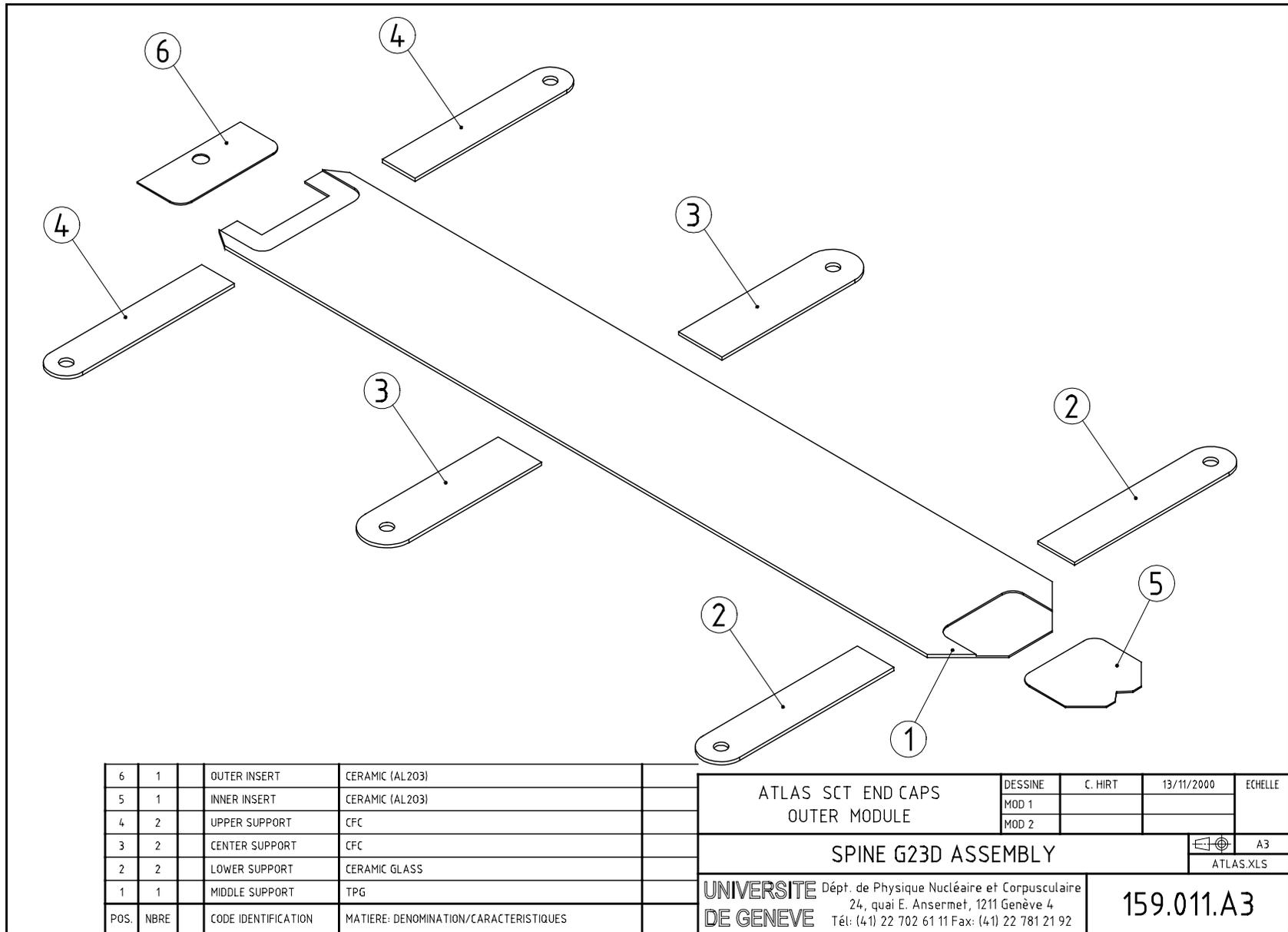
159.013.P4 Center support

159.014.P4 Upper support

159.005.P3 Middle support

159.006.P4 Inner insert

159.007.P4 Outer insert



6	1	OUTER INSERT	CERAMIC (AL203)
5	1	INNER INSERT	CERAMIC (AL203)
4	2	UPPER SUPPORT	CFC
3	2	CENTER SUPPORT	CFC
2	2	LOWER SUPPORT	CERAMIC GLASS
1	1	MIDDLE SUPPORT	TPG
POS.	NBRE	CODE IDENTIFICATION	MATIERE: DENOMINATION/CARACTERISTIQUES

ATLAS SCT END CAPS OUTER MODULE		DESSINE	C. HIRT	13/11/2000	ECHELLE
		MOD 1			
		MOD 2			
SPINE G23D ASSEMBLY				A3 ATLAS.XLS	
UNIVERSITE DE GENEVE		Dépt. de Physique Nucléaire et Corpusculaire 24, quai E. Ansermet, 1211 Genève 4 Tél: (41) 22 702 61 11 Fax: (41) 22 781 21 92		159.011.A3	

Version G23-SL

Dérivée de la version D, elle reprend donc les largeurs de bras préconisées par la version G base line mais comporte des inserts à mi-bois pour le collage des bras. Ces inserts requièrent un usinage des bras en plus de celui du support central en TPG. C'est une version moins avantageuse du point de vue fabrication. Ses principales caractéristiques sont :

- 1) Jonction bras-support central par insert.
- 2) Pas de coupure de transmission du flux thermique dans le TPG.
- 3) Tolérances d'usinage serrées.
- 4) Usinage des bras plus délicat.
- 5) Usinage du support central en TPG plus important.
- 6) Prix plus élevé.
- 7) Rigidité avant collage des détecteurs médiocre (28 gr).

Dessins correspondants :

159.021.A3 Dessin d'ensemble

159.022.P4 Lower support

159.023.P4 Center support

159.024.P4 Upper support

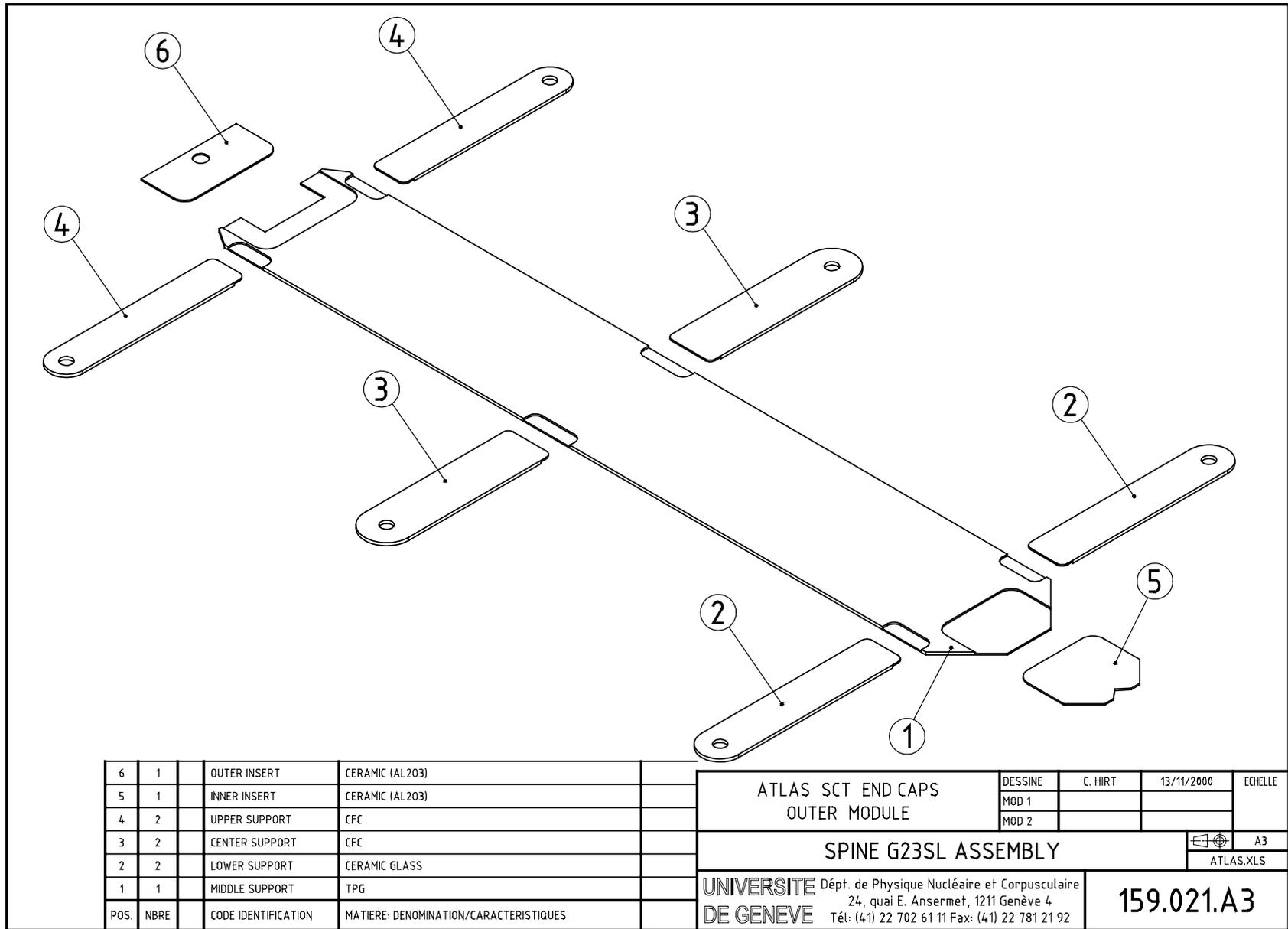
159.025.P3 Middle support

159.006.P4 Inner insert

159.027.P4 Outer insert

Remarque

La version G23-SL est un compromis réduisant de façon importante les avantages des deux premières versions (G23-6D et G23-D). En effet, du fait de la présence de « slots », il est à nouveau nécessaire de procéder à un meulage des bras pour le mi-bois, alors que les précédentes versions ne demandent qu'une découpe laser après la mise en épaisseur. Si une solution allant dans ce sens doit être envisagée, il serait judicieux d'étudier un dessin par insert total, qui par opposition au mi-bois, peut être fabriqué par découpe laser du TPG.



6	1	OUTER INSERT	CERAMIC (AL2O3)
5	1	INNER INSERT	CERAMIC (AL2O3)
4	2	UPPER SUPPORT	CFC
3	2	CENTER SUPPORT	CFC
2	2	LOWER SUPPORT	CERAMIC GLASS
1	1	MIDDLE SUPPORT	TPG
POS.	NBRE	CODE IDENTIFICATION	MATIERE: DENOMINATION/CARACTERISTIQUES

ATLAS SCT END CAPS OUTER MODULE		DESSINE	C. HIRT	13/11/2000	EHELLE
		MOD 1			
		MOD 2			
SPINE G23SL ASSEMBLY				A3 ATLAS.XLS	
UNIVERSITE DE GENEVE		Dépt. de Physique Nucléaire et Corpusculaire 24, quai E. Ansermet, 1211 Genève 4 Tél.: (41) 22 702 61 11 Fax: (41) 22 781 21 92			159.021.A3

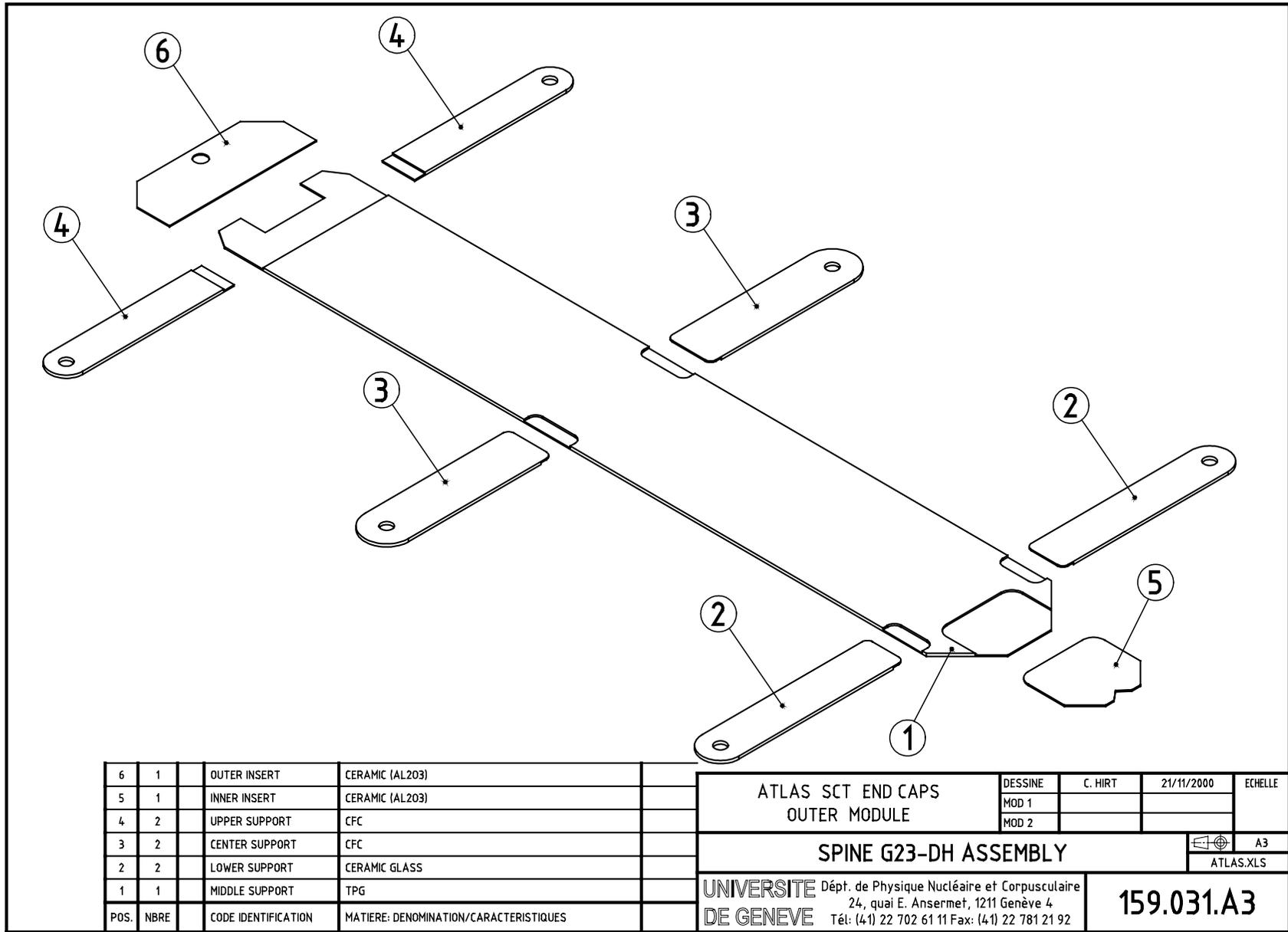
Version G23-DH

Dérivée de la version SL, elle reprend donc les largeurs de bras préconisées par la version G base line et comporte des inserts à mi-bois pour le collage des bras. Ces inserts requièrent un usinage des bras en plus de celui du support central en TPG. La particularité de la série H se trouve au niveau du deuxième point de fixation qui comporte un mi-bois constitué par la partie débordante du Outer insert. C'est une version moins avantageuse du point de vue fabrication. Ses principales caractéristiques sont :

- 1) Jonction bras-support central par insert.
- 2) Pas de coupure de transmission du flux thermique dans le TPG.
- 3) Tolérances d'usinage serrées.
- 4) Usinage des bras plus délicat.
- 5) Usinage du support central en TPG plus important.
- 6) Prix plus élevé.
- 7) Rigidité avant collage des détecteurs médiocre (28 gr).

Dessins correspondants :

159.031.A3 Dessin d'ensemble
159.032.P4 Lower support
159.033.P4 Center support
159.034.P4 Upper support
159.035.P3 Middle support
159.036.P4 Inner insert
159.037.P4 Outer insert



6	1	OUTER INSERT	CERAMIC (AL2O3)
5	1	INNER INSERT	CERAMIC (AL2O3)
4	2	UPPER SUPPORT	CFC
3	2	CENTER SUPPORT	CFC
2	2	LOWER SUPPORT	CERAMIC GLASS
1	1	MIDDLE SUPPORT	TPG
POS.	NBRE	CODE IDENTIFICATION	MATIERE: DENOMINATION/CARACTERISTIQUES

ATLAS SCT END CAPS OUTER MODULE		DESSINE	C. HIRT	21/11/2000	EHELLE
		MOD 1			
		MOD 2			
SPINE G23-DH ASSEMBLY				A3	
				ATLAS.XLS	
UNIVERSITE DE GENEVE			Dépt. de Physique Nucléaire et Corpusculaire 24, quai E. Ansermet, 1211 Genève 4 Tél: (41) 22 702 61 11 Fax: (41) 22 781 21 92		
			159.031.A3		

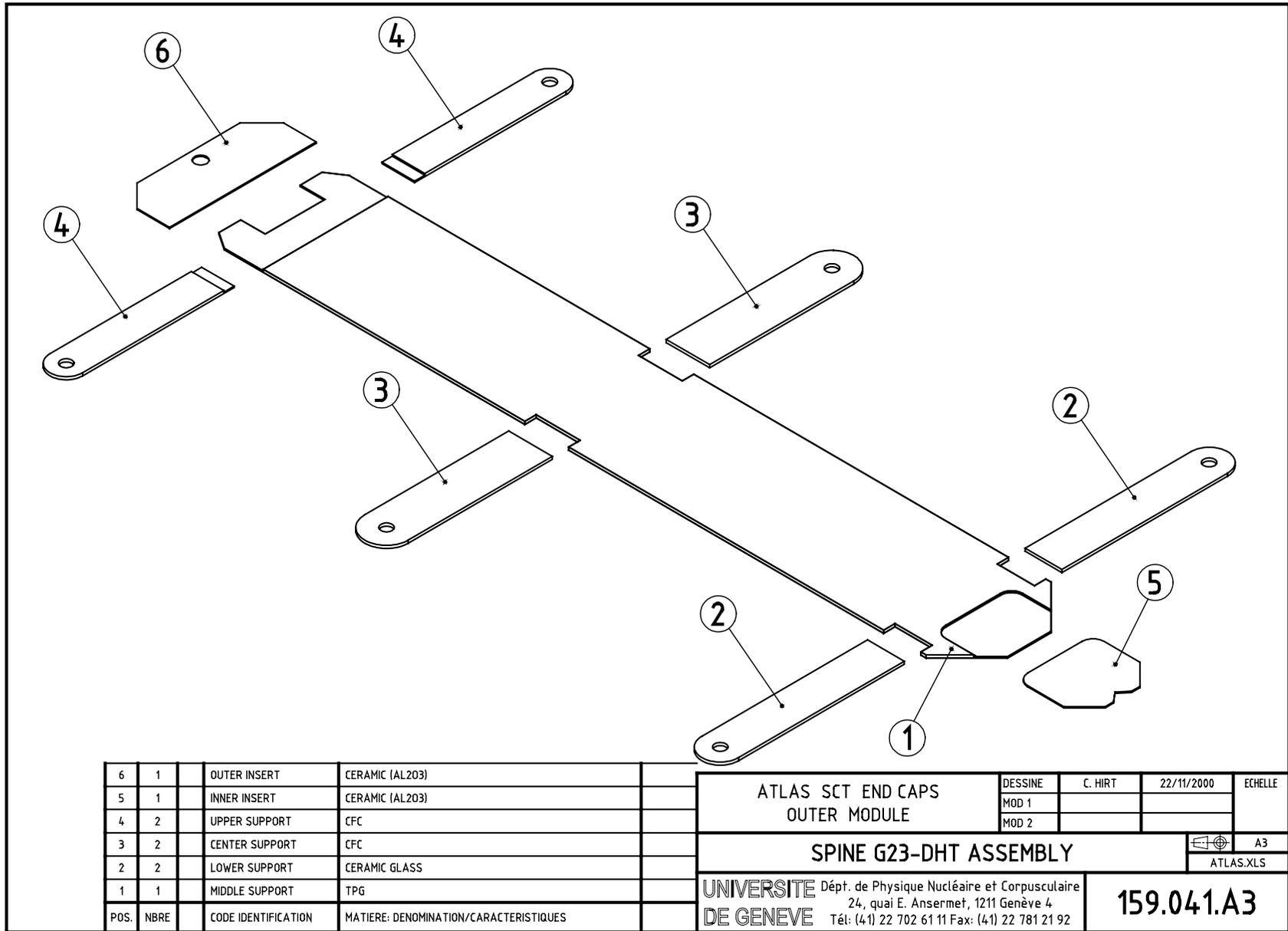
Version G23-DHT

Dérivée de la version SL, elle reprend donc les largeurs de bras préconisées par la version G base line, mais les inserts à mi-bois sont remplacés par des inserts traversants (Inserted butt joint) pour le collage des bras. Ces inserts peuvent être réalisés dans le TPG par découpage laser ou au jet d'eau et les bras retrouvent leur simplicité. La particularité de la série H se trouve au niveau du deuxième point de fixation qui comporte un mi-bois constitué par la partie débordante du Outer insert. C'est une version avantageuse du point de vue fabrication. Ses principales caractéristiques sont :

- 8)** Jonction bras-support central par insert traversants (Inserted butt joint).
- 9)** Pas de coupure de transmission du flux thermique dans le TPG.
- 10)** Tolérances d'usinage assez serrées.
- 11)** Usinage des bras simple.
- 12)** Usinage du support central en TPG moyen.
- 13)** Bas prix de revient.
- 14)** Bonne rigidité avant collage des détecteurs (66 gr).

Dessins correspondants :

159.041.A3 Dessin d'ensemble
159.042.P4 Lower support
159.043.P4 Center support
159.044.P4 Upper support
159.045.P3 Middle support
159.036.P4 Inner insert
159.037.P4 Outer insert



6	1	OUTER INSERT	CERAMIC (AL2O3)
5	1	INNER INSERT	CERAMIC (AL2O3)
4	2	UPPER SUPPORT	CFC
3	2	CENTER SUPPORT	CFC
2	2	LOWER SUPPORT	CERAMIC GLASS
1	1	MIDDLE SUPPORT	TPG
POS.	NBRE	CODE IDENTIFICATION	MATIERE: DENOMINATION/CARACTERISTIQUES

ATLAS SCT END CAPS OUTER MODULE		DESSINE	C. HIRT	22/11/2000	ECHELLE
		MOD 1			
		MOD 2			
SPINE G23-DHT ASSEMBLY				A3	
				ATLAS.XLS	
UNIVERSITE DE GENEVE			Dépt. de Physique Nucléaire et Corpusculaire 24, quai E. Ansermet, 1211 Genève 4 Tél: (41) 22 702 61 11 Fax: (41) 22 781 21 92		159.041.A3

Version G23-DAT

Dérivée de la version DHT, elle reprend donc les largeurs de bras préconisées par la version G base line. Elle est par contre pourvue d'inserts traversants (Inserted butt joint) pour le collage de tous les bras. Ces inserts peuvent être réalisés dans le TPG par découpage laser ou au jet d'eau et tous les bras retrouvent leur simplicité d'usinage. C'est une version avantageuse du point de vue fabrication. Ses principales caractéristiques sont :

- 1) Jonction bras-support central par insert traversants (Inserted butt joint).
- 2) Pas de coupure de transmission du flux thermique dans le TPG.
- 3) Tolérances d'usinage assez serrées.
- 4) Usinage des bras simple.
- 5) Usinage du support central en TPG moyen.
- 6) Bas prix de revient.
- 7) Bonne rigidité avant collage des détecteurs (66 gr).

Dessins correspondants :

159.051.A3 Dessin d'ensemble

159.052.P4 Lower support*

159.053.P4 Center support*

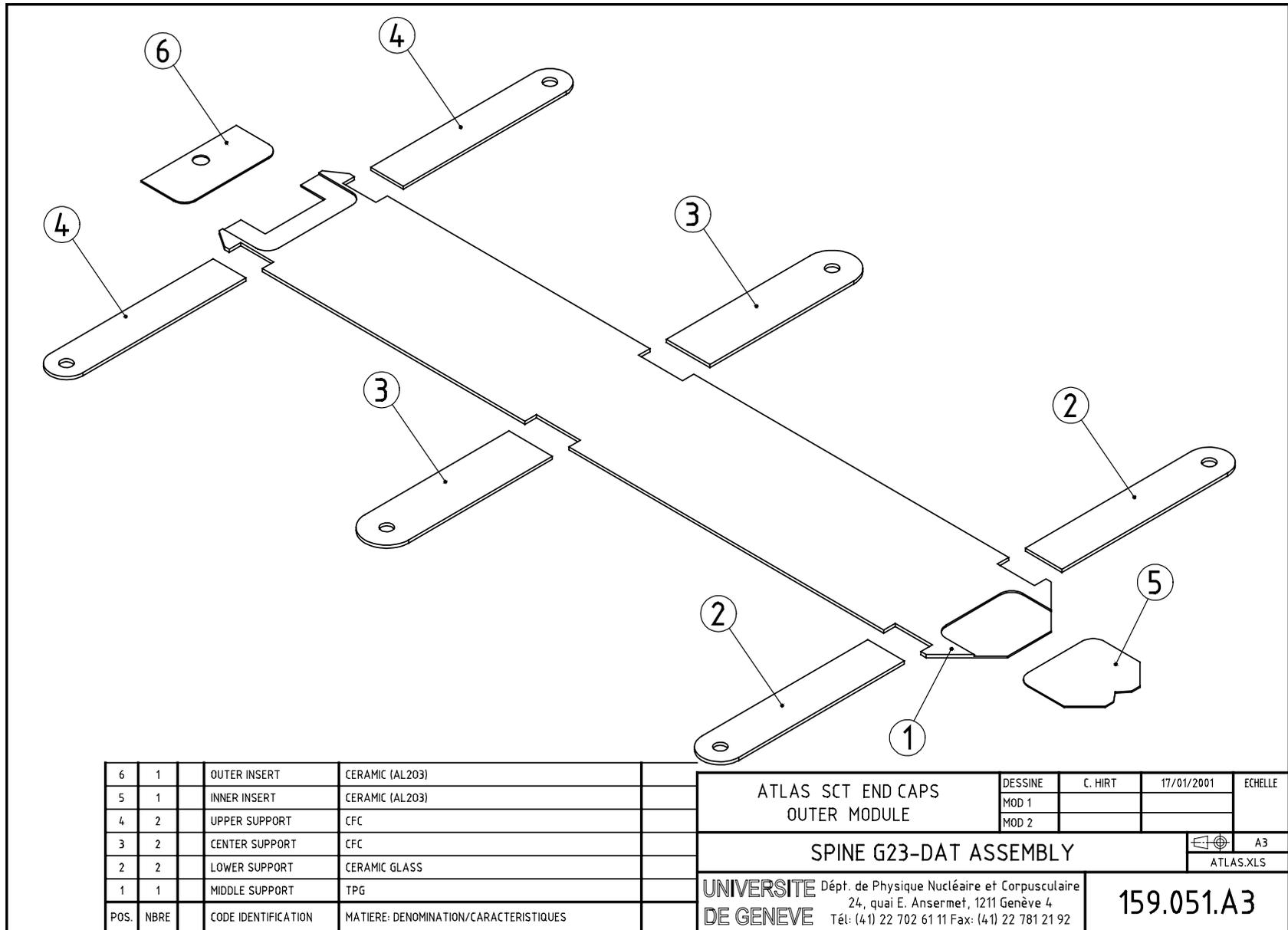
159.054.P4 Upper support*

159.055.P3 Middle support*

159.036.P4 Inner insert

159.057.P4 Outer insert*

* *Plans non-existants*



6	1	OUTER INSERT	CERAMIC (AL203)
5	1	INNER INSERT	CERAMIC (AL203)
4	2	UPPER SUPPORT	CFC
3	2	CENTER SUPPORT	CFC
2	2	LOWER SUPPORT	CERAMIC GLASS
1	1	MIDDLE SUPPORT	TPG
POS.	NBRE	CODE IDENTIFICATION	MATIERE: DENOMINATION/CARACTERISTIQUES

ATLAS SCT END CAPS OUTER MODULE		DESSINE	C. HIRT	17/01/2001	EHELLE
		MOD 1			
		MOD 2			
SPINE G23-DAT ASSEMBLY				 A3	ATLAS.XLS
UNIVERSITE DE GENEVE		Dépt. de Physique Nucléaire et Corpusculaire 24, quai E. Ansermet, 1211 Genève 4 Tél: (41) 22 702 61 11 Fax: (41) 22 781 21 92		159.051.A3	

Prix de fabrication

La précision coûte cher !

Pour passer de la phase prototype à la phase de fabrication en série, il faut relaxer les tolérances là où elles ne sont pas absolument nécessaires.

Appel d'offre

Des appels d'offre ont effectués auprès de sociétés susceptibles de pouvoir réaliser les diverses pièces, selon divers procédés permettant d'obtenir les niveaux de précisions demandés, à savoir :

- Pour le CFC : Rectification des surfaces, découpage au jet d'eau, étampage.
- Pour le Al₂O₃ : Rectification, polissage, meulage, découpe laser.
- Pour le Ceramic Glass : Idem.
- Pour le TPG : Découpe laser, fraisage, (étampage*).

* Des essais d'étampage ont été réalisés à l'UOG par M. Weber en vue de produire, par écrasement, les empreintes sur le TPG (pour pièces 5 et 6). Il a malheureusement été constaté que les propriétés ductiles du TPG ne permettent pas ce mode d'usinage.

Entreprises contactées

Les entreprises contactées sont :

- Pour le CFC : Composite Design
- Pour le Al₂O₃, AlN : Hoechst CeramTec
- Pour le Ceramic Glass : Schott, Verreries de Carouge
- Pour le TPG : Advanced Ceramic, Atomgraph/NIITAP (Contacted by H.-G. Moser)

Résultat des appels d'offre

La table suivante résume les prix proposés par les entreprises contactées.

Version	Part 1	Part 2/Each	Part 3/Each	Part 4/Each	Part 5	Part 6	Total*	Total\$*
6D	65\$	6.20 FrS	5.75 FrS	6.55 FrS	2.80 FrS	3.50 FrS	140.80 FrS	93.87\$
D	65\$	6.20 FrS	5.75 FrS	6.55 FrS	2.80 FrS	3.50 FrS	140.80 FrS	93.87\$
SL	not possible!	9.85 FrS	6.55 FrS	6.55 FrS	2.80 FrS	3.50 FrS	not possible!	not possible!
DH	not possible!	9.85 FrS	6.55 FrS	6.55 FrS	2.80 FrS	4.70 FrS	not possible!	not possible!
DHT	65\$	6.20 FrS	6.55 FrS	6.55 FrS	2.80 FrS	4.70 FrS	143.60 FrS	95.73\$
DAT	65\$	6.20 FrS	6.55 FrS	6.55 FrS	2.80 FrS	3.50 FrS	142.40 FrS	94.93\$
							\$ Rate	1.50FrS/\$

* Total per pieces for a volume of 2500 spines assuming: TPG, borofloat or CFC = 500 micron \pm 25 micron, (key issue of thickness only at cooling contact)

AIN = 200 microns \pm 25 microns

If AIN part 5 is replaced with Al₂O₃, subtract 1.50 FrS.

If AIN part 6 is replaced with Al₂O₃, subtract 2.80 FrS.

If the holes are not machined in the parts 3 and 4, subtract 1.30 FrS from total price.

In borofloat, the prices of parts 2 are subtracted in the case of no machined holes are as follows (others materials not yet known)

DHT and DAT: version à 6.20FrS/pce coûte sans trou 5.00 FrS/pce

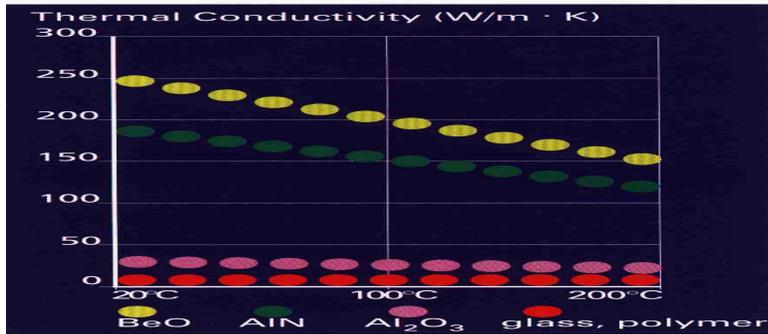
SL and DH: version à 9.85FrS/pce coûte sans trou 6.65 FrS/pce

Comparaison des versions

Version	Cost	Stability	TPG Machining	Thermal cond.	Wings										Contact Stability	
					Material		Machining		Stability		Th ins/cond		Electr. ins			
					P2	P3&4	P2	P3&4	P2	P3&4	P2	P3&4	P2	P3&4		
Base Line	Expensive	Bad	Difficult	Mean	AIN	AIN	Difficult	Difficult	Good	Good	Bad	Good	Good	Good	Good	Good
6D	Cheap	Good	Easy	Good	Borofloat	CFC	Easy	Easy	Bad	Bad	Mean	Mean	Good	Bad	Bad	Bad
	Cheap	Good	Easy	Good	Borofloat	Borofloat	Easy	Easy	Bad	Bad	Mean	Mean	Good	Good	Good	Bad
D	Cheap	Good	Easy	Good	Borofloat	CFC	Easy	Easy	Bad	Bad	Mean	Mean	Good	Bad	Bad	Bad
SL	Mean	Good	Difficult	Good	Borofloat	CFC	Difficult	Easy	Bad	Bad	Mean	Mean	Good	Bad	Bad	Bad
DH	Mean	Good	Difficult	Good	Borofloat	CFC	Difficult	Easy	Bad	Bad	Mean	Mean	Good	Bad	Bad/Mean	Bad/Mean
DHT	Cheap	Good	Easy	Good	Borofloat	CFC	Easy	Easy	Mean	Mean	Mean	Mean	Good	Bad	Bad/Mean	Bad/Mean
DAT	Cheap	Good	Easy	Good	Borofloat	CFC	Easy	Easy	Mean	Mean	Mean	Mean	Good	Bad	Bad	Bad
	Cheap	Good	Easy	Good	Borofloat	Borofloat	Easy	Easy	Mean	Mean	Mean	Mean	Good	Good	Good	Bad

Thermal Conductivity and other Properties

One of the most important features of ALUNIT™ is its high thermal conductivity. The graph and table below compare AlN with other materials:



Property	Unit	AlN	Al ₂ O ₃	BeO
Thermal Conductivity	W/mK	180	20	250
Coefficient of Expansion	10 ⁻⁶ /K	3.8	6.7	5.9
Electrical Strength	kV/mm	20	10	10
Dielectric Constant	at 1MHz	9.0	8.5	8.5
Dielectric Loss	at 1 MHz	0.001	0.01	0.001
Density	g/cm ³	3.3	3.75	2.9
Flexural Strength	MPa	360	350	250

The dust generated when manufacturing with AlN and Al₂O₃ is non-toxic.

Additional Properties of ALUNIT™		
Measured at 20°C	Unit	Value
Vickers Hardness	HV 10	1 100
E-Modul	GPa	320
Electrical Resistance	Ωcm	> 10 ¹⁴
Thermal Shock Resistance	Patent DE4139166	pass

Substrates and Dry-pressed Parts
Substrates

Dimensions:
Lasered: max. 4.5" x 4.5"
Stamped: max. 5" x 5"

Standard Laser Tolerances in mm¹⁾

Thickness*	0.25–0.63	1.2mm
Outside Dimensions	+0.20	+0.35
Length-Width	-0.05	-0.10
from Edge to Scribe Line	+0.15	+0.30
to Scribe Line	-0.05	-0.10
from Scribe Line to Scribe Line	±0.05	±0.05
Hole Ø:	0.25–3mm	±0.05 ±0.10
>3mm	±0.075	±0.12
from Hole Center to Hole Center	±0.05	±0.05
from Edge to Hole Center	+0.15	+0.30
to Hole Center	-0.05	-0.10

*Special Thicknesses on Request

Standard Stamped Tolerances¹⁾

Thickness*	0.25–0.63	1.2mm
Length-Width	±1 %	
from Breaking Edge to Breaking Edge	±1 %	
Additional Tolerances per Breaking Edge	+0.1 mm	+0.15 mm
Hole Ø	<2mm	± 0.05mm
	2–10mm	± 0.10mm
	>10mm	±1 %
from Hole Center to Hole Center	±1 %	
Radius + Corners	0.2mm	

*Special Thicknesses on Request

Thickness Tolerances¹⁾

Thickness mm	as fired	ground	polished
0.25 - 0.5	—	0.05mm	0.02mm
0.5 - 0.8	±10%	0.05mm	0.05mm
0.8 - 1.2	±10%	—	—

Dry-pressed Parts

Dimensions*:

Discs	Ø	10mm - 130mm
Plates	Area	1cm ² - 130cm ²
Thickness		1mm - 30mm

*Special Dimensions are available

Standard Tolerances¹⁾:

Corresponding to:
Stamped Tolerances of Substrates

Thickness Tolerances

as fired	ground	polished
±10 %	± 2 %	±1 %