

# MECAmaster

*EDMS # 2044353*

- I. Qu'est-ce que MECAmaster?
- II. Le processus de modélisation
- III. La garantie de la qualité géométrique de l'assemblage
- IV. Un exemple
- V. Projet CERN #1 : DCM Cryomodule
- VI. Projet CERN #2 : CEDAR
- VII. Conclusion

**MECAmaster** est un logiciel qui analyse les variations 3D dans un assemblage et identifie les causes.

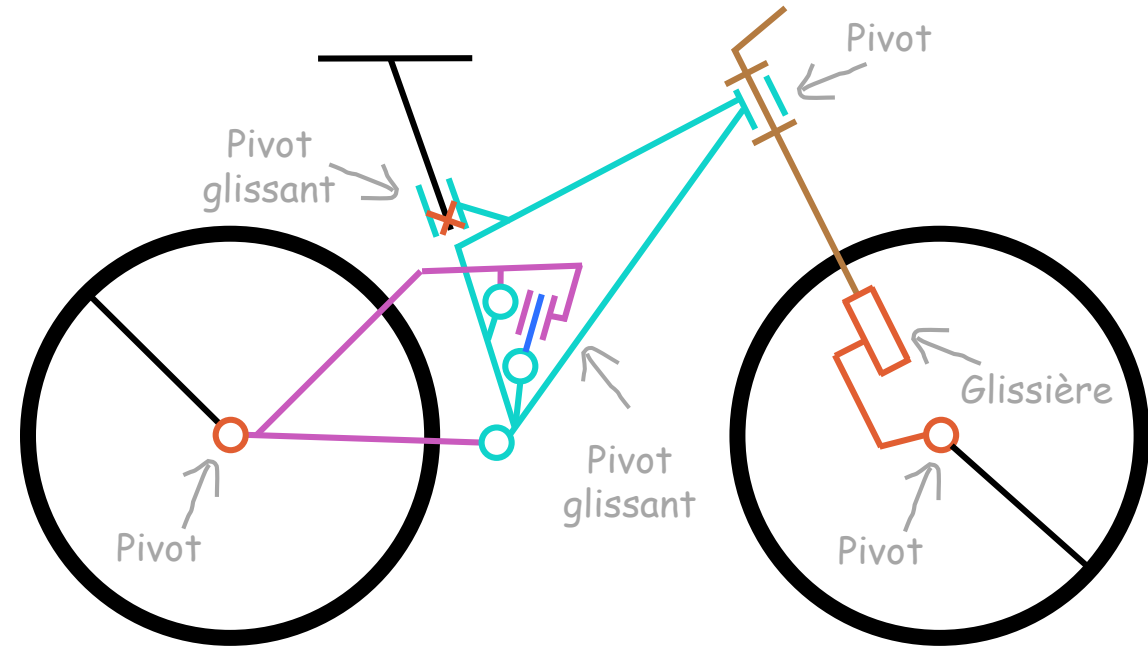
Comment?

- Il calcule l'influence de chaque contact sur chaque point de mesure que l'utilisateur choisira de placer
- Il prend en compte la tolérance définie par l'utilisateur sur chaque surface

Résultat :

Chaque valeur de tolérance est analysée et convertie en petits déplacements de la surface.

## schéma cinématique du VTT



 décrit les pièces

**MECAmaster** décrit ce qui existe entre les pièces : les contacts et les exigences géométriques

3 - Vérification de l'isostatisme

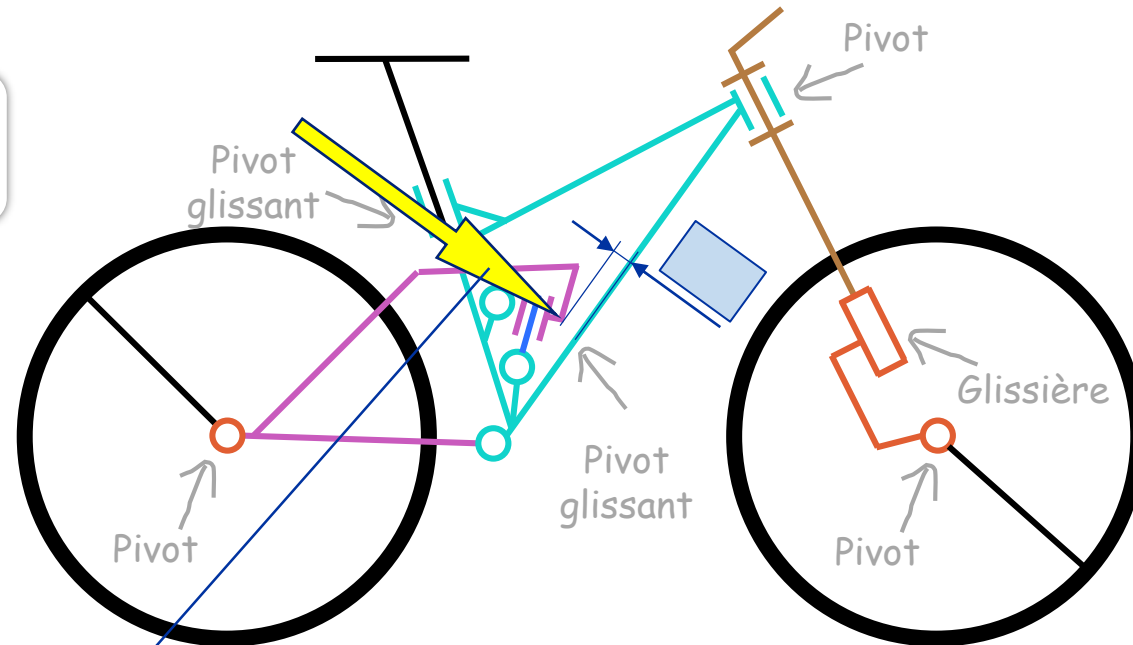
4 - Définition des exigences et construction des points de mesure

2 - MECAmaster : modèle des contacts

5 - Optimisation du modèle de contact

1 - CATIA V5 : Assemblage

6 - Définition des capacités sur chaque pièce

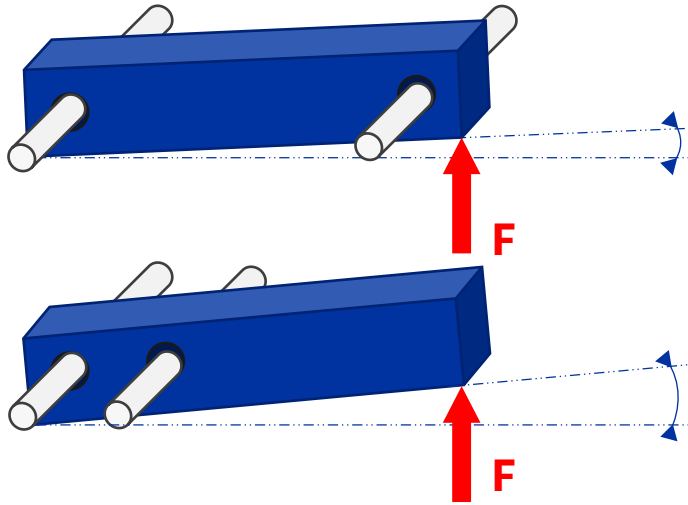


Point de mesure

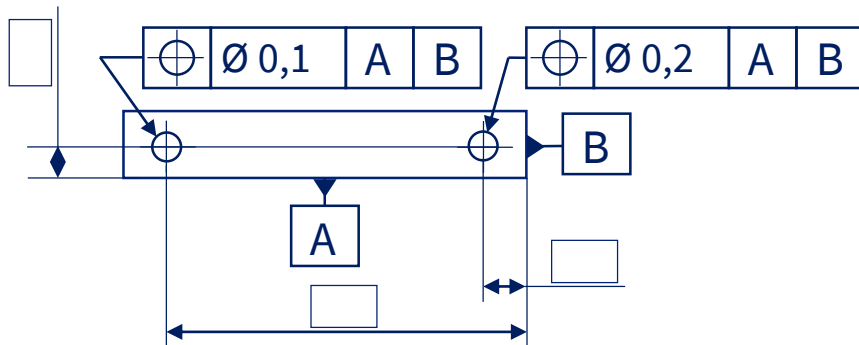
Exigence X mm

7 - Calcul, adaptation des capacités et/ou revenir à l'architecture

La qualité géométrique de l'assemblage est résultante :

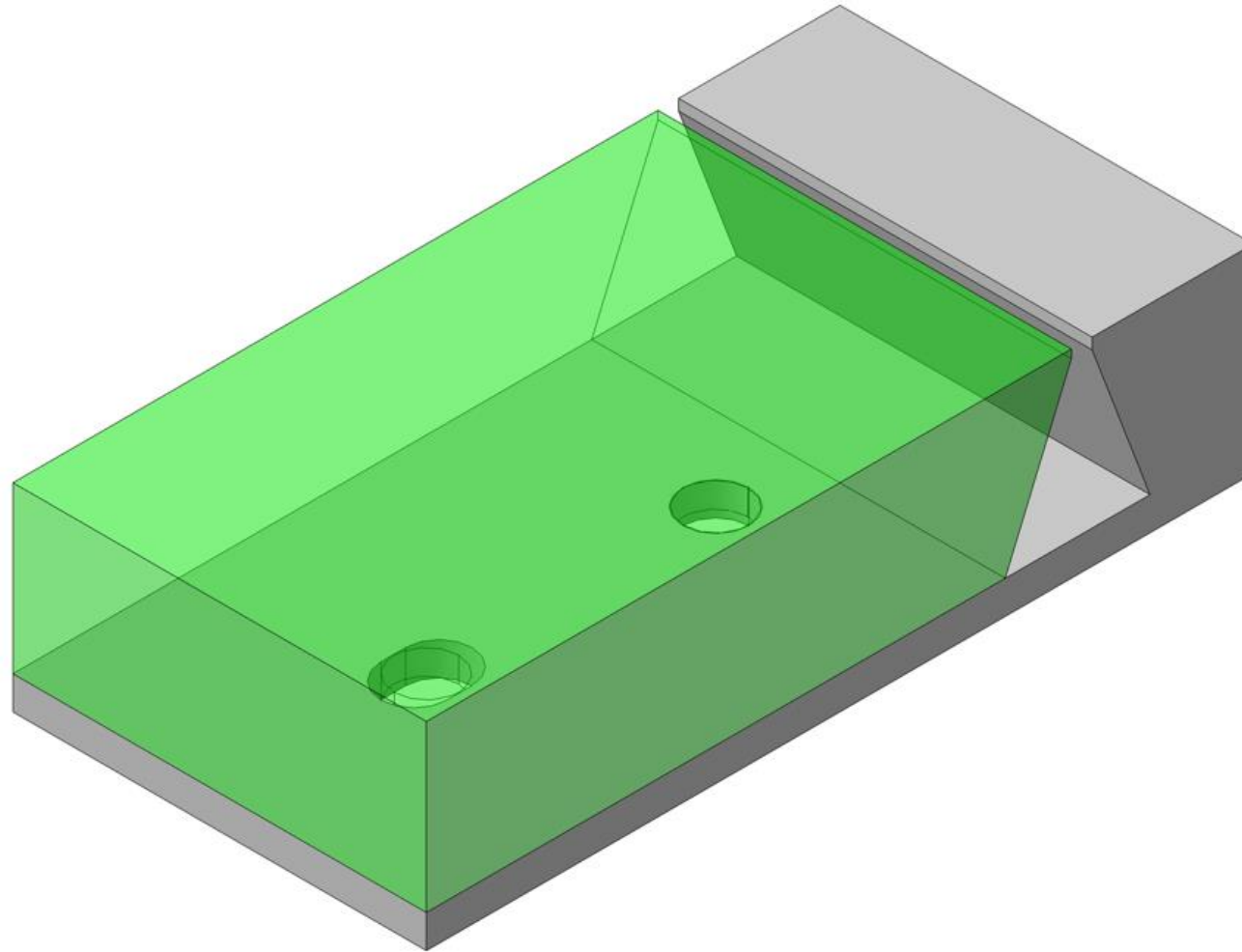


d'une architecture de l'assemblage géométriquement robuste, car il peut générer des déplacements 3D importants.

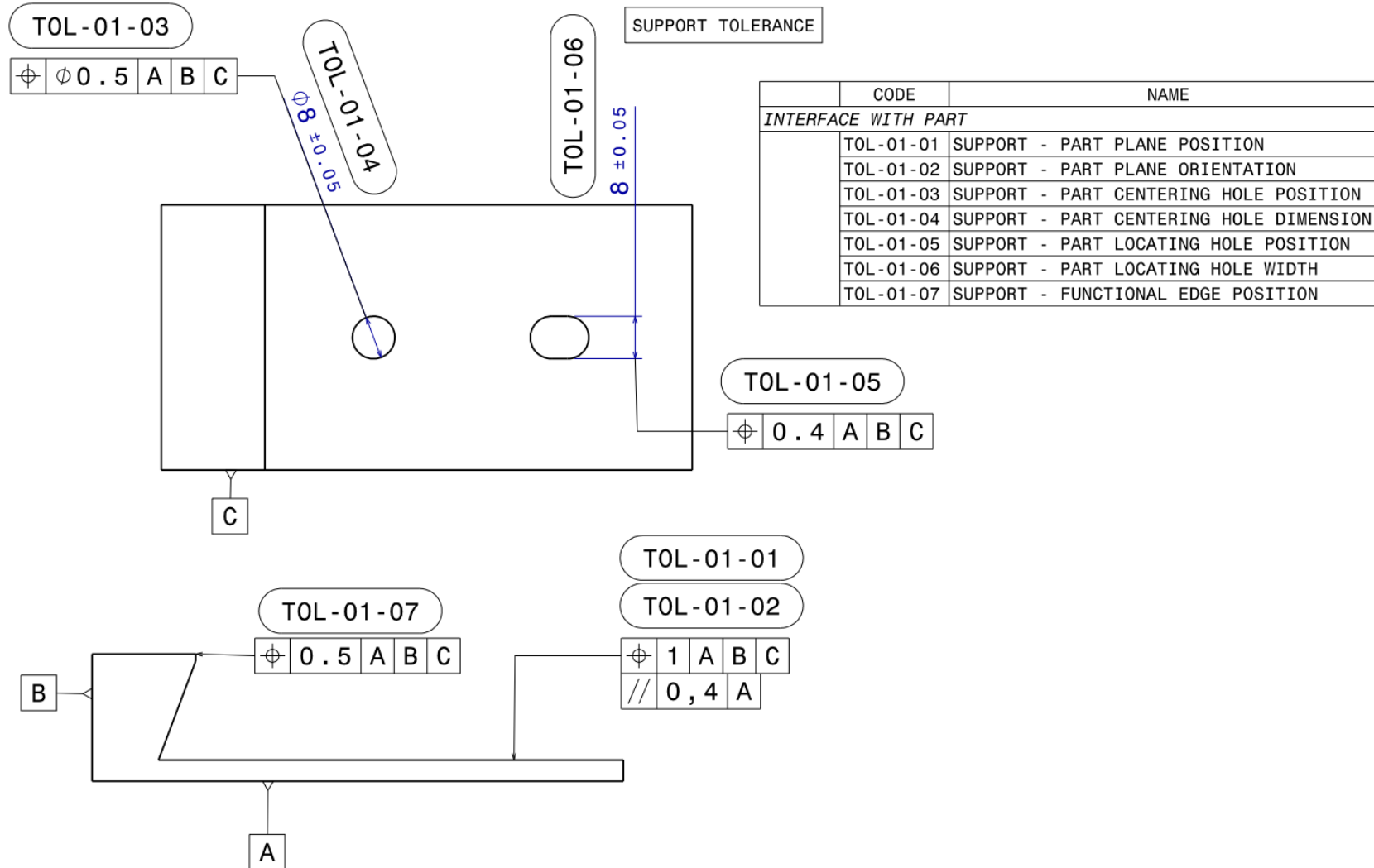


de la spécification géométrique des pièces indépendantes constitutives de l'assemblage.

## Assemblage à étudier

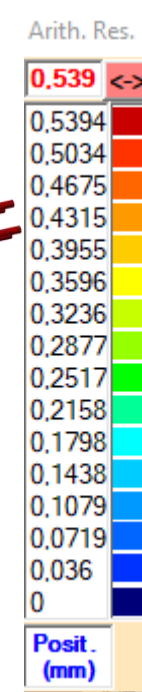
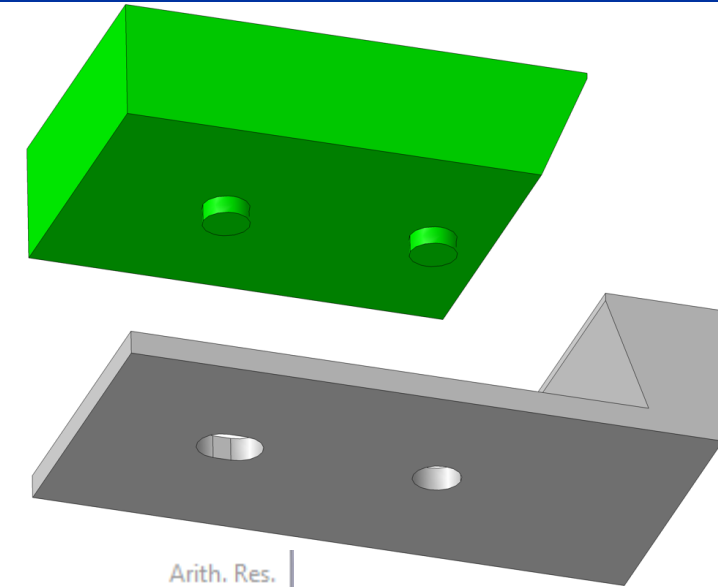
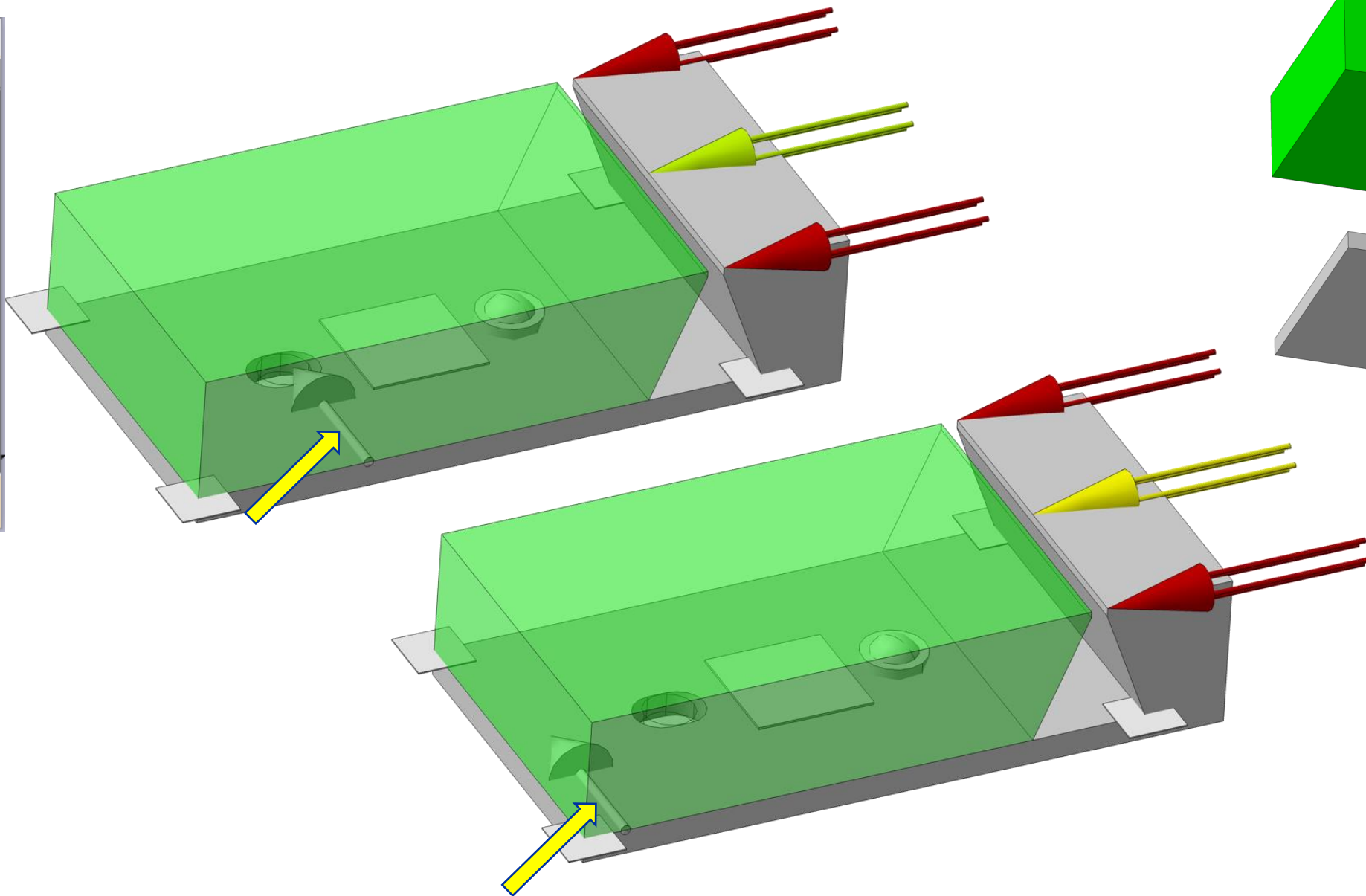
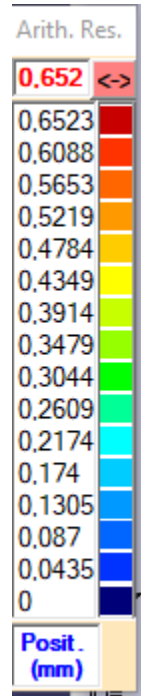


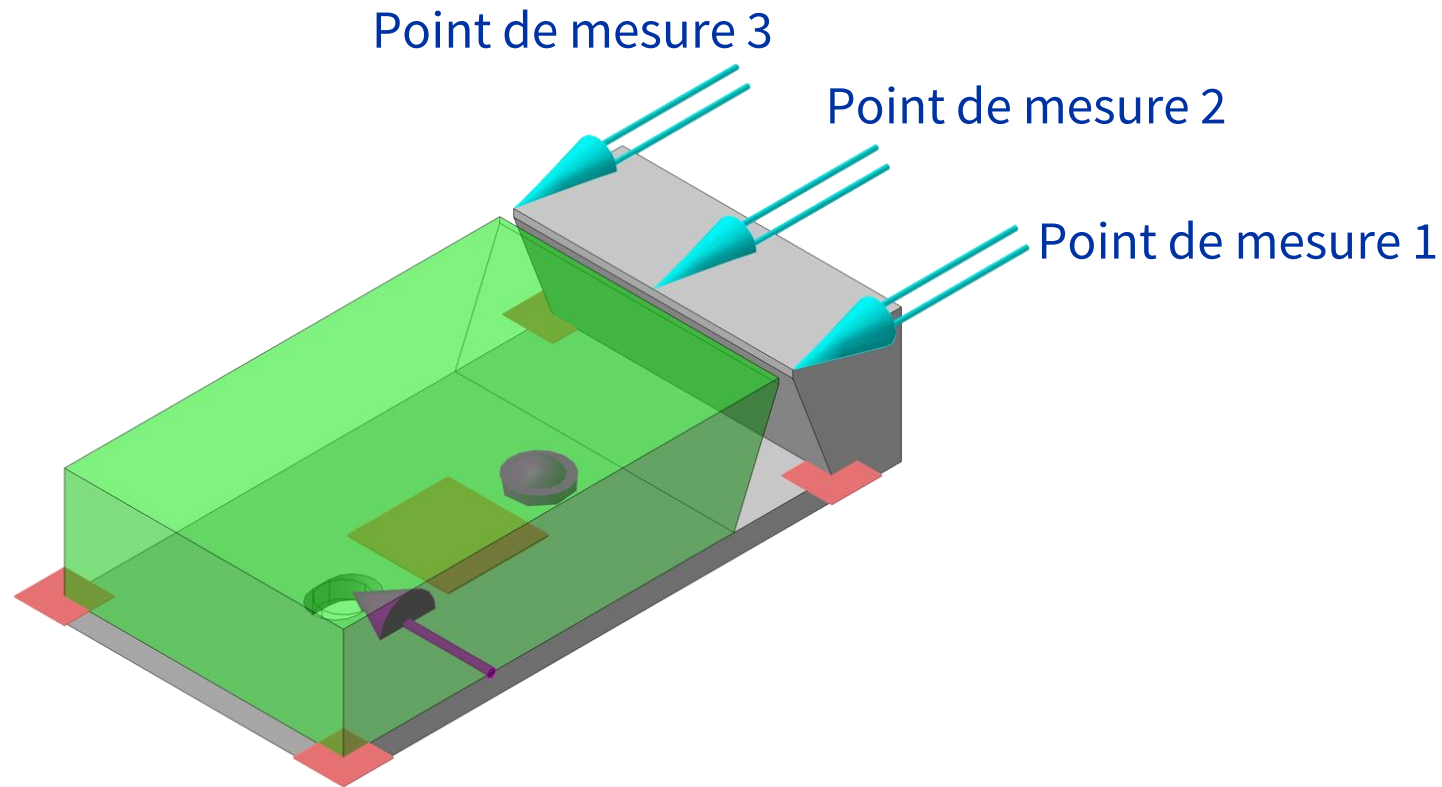
# Prise en compte des plans pièces dans l'étude





# Optimisation du modèle de contact





						Valeurs		
-	Name of the Tolerance	-	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
	point de mesure 2		5	ARITH_TOL	1,000	0,391	2,55	●
	point de mesure 1		4	ARITH_TOL	1,000	0,652	1,53	●
	point de mesure 3		6	ARITH_TOL	1,000	0,652	1,53	●

# Contribution

Contrib. Stat										Meas. Pt Name
Data Name	Data Nb	Data Type	Name of the Part	Tol Type	Tolerance Description	Tol Val.	BalOff Val.	Signed Off Val.		General Contrib %
rotation	2	SS XY	support	POS	localisation trou	0,25000000				78,56%
rotation	2	SS XY	int support / part 1	INT		0,05000000				3,14%
rotation	2	SS XY	int support / part 1	int EXCF			0,10000000			0,00%
rotation	2	SS XY	part 1	POS		0,0000				0,00%
Point de contact	3	PO Y	support	POS	Localisation oblong	0,20000000				13,61%
Point de contact	3	PO Y	int support / part 1	INT		0,05000000				0,85%
Point de contact	3	PO Y	int support / part 1	int EXCF			0,10000000			0,00%
Point de contact	3	PO Y	part 1	POS		0,0000				0,00%
Plan	1	PL Z	support	ORI		0,20000000				3,83%
Plan	1	PL Z	support	POS		0,50000000				0,00%
Plan	1	PL Z	part 1	POS		0,0000				0,00%
Plan	1	PL Z	part 1	ORI		no				0,00%
Plan	1	PL Z	int support / part 1	INT		0,0000				0,00%
point de mesure 2	5	PT X	part 1	POS		0,0000				0,00%
point de mesure 2	5	PT X	support	POS		0,0000				0,00%
point de mesure 3	6	PT X	part 1	POS		0,0000				0,00%
point de mesure 3	6	PT X	support	POS		0,0000				0,00%
point de mesure 1	4	PT X	part 1	POS		0,0000				0,00%
point de mesure 1	4	PT X	support	POS		0,0000				0,00%

**Tolerance Studied :**  **MECAN**

Target: +/-  mm

Resulting ARITH Tolerance Value: +/-  mm

Resulting QUAD Tolerance Value: +/-  mm

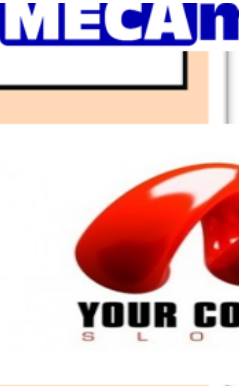
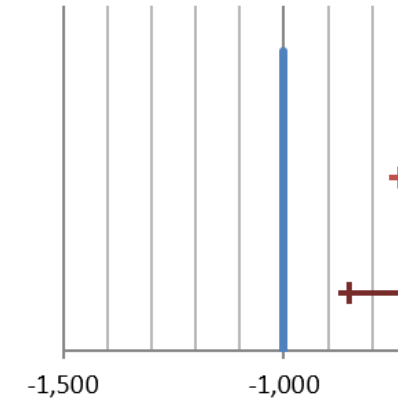
Resulting STAT Tolerance Value: +/-  mm

Resulting Offset:  mm

Resulting Balanced Offset (EXC+-): +/-  mm

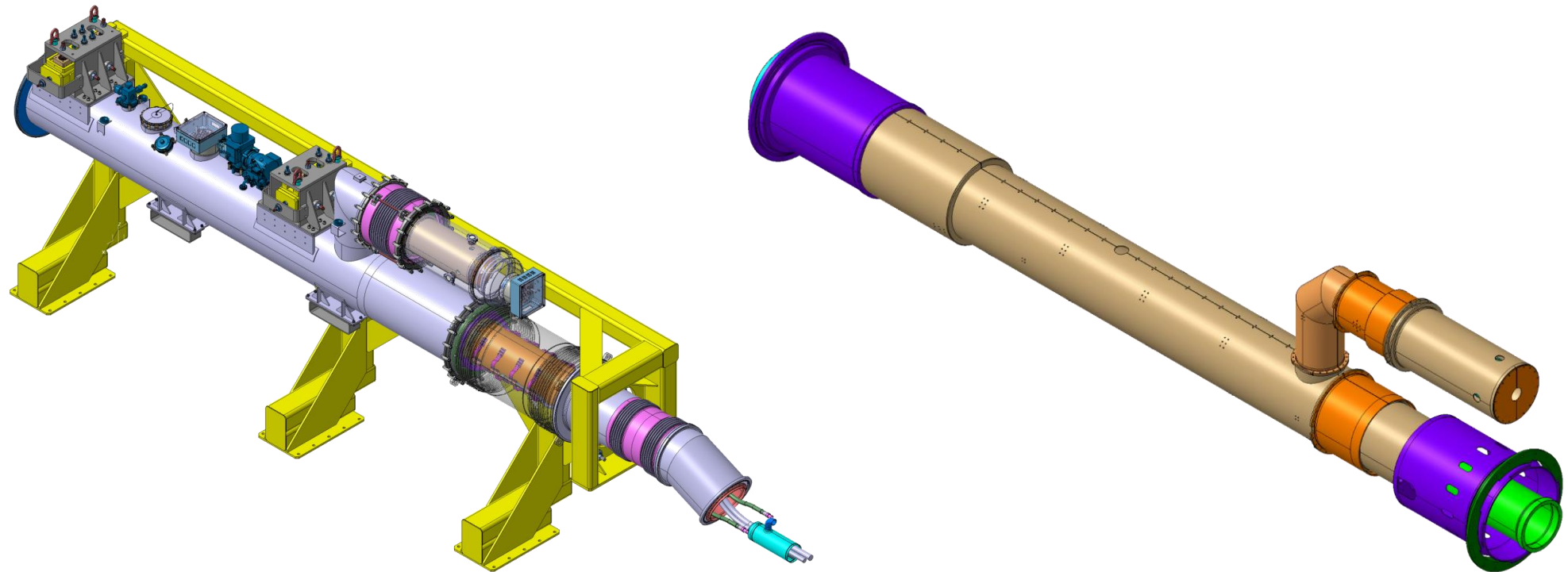
ARITH\_TOL +/-  mm

Feasibility Coeff:

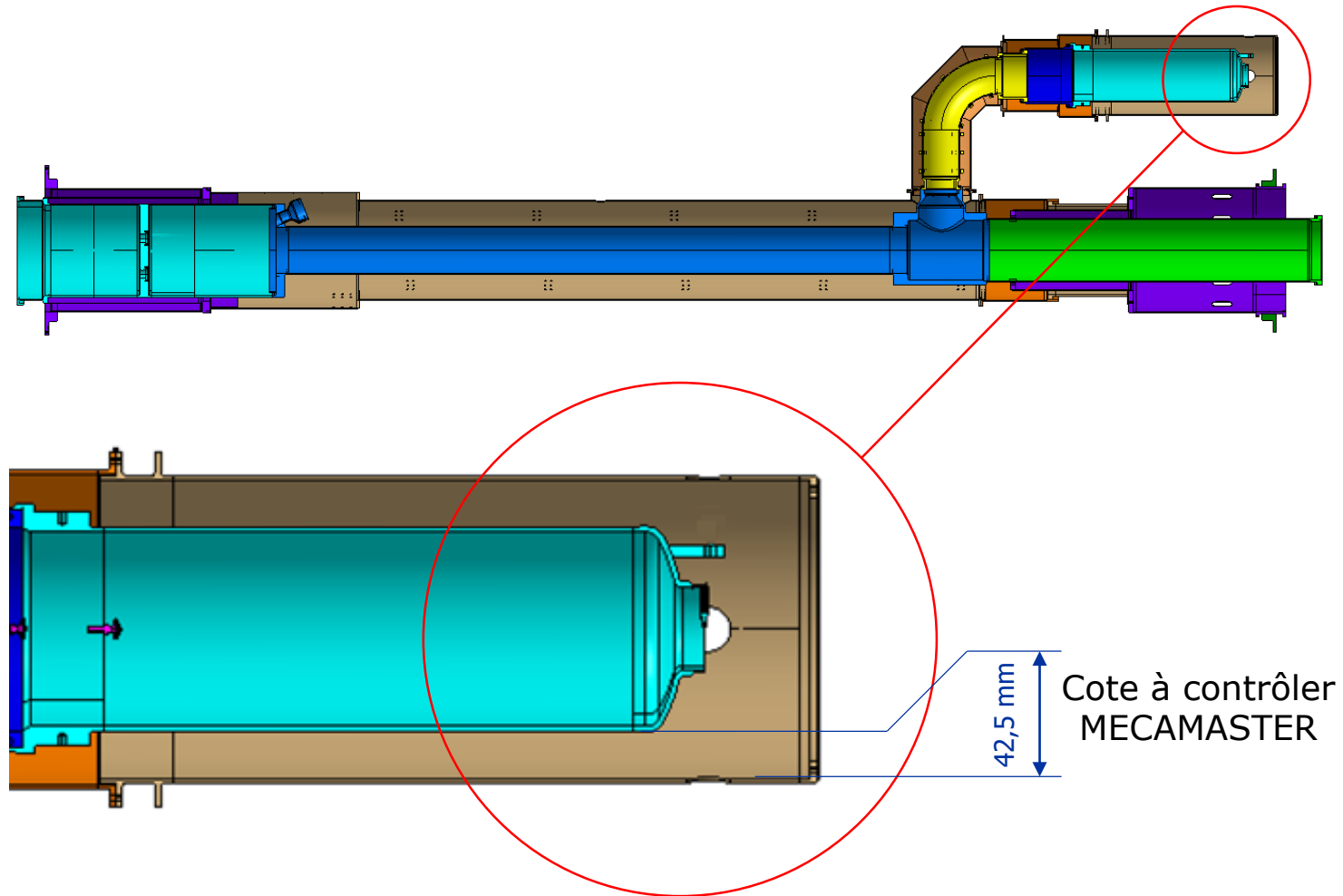



Valeurs													
Range	Data Name	Data	Data Type	Name of the Part	Tol Type	Tolerance Descrip	Tol Value	Bz	Si	Sens.	Contrib.	Cont. %	Cont. Histogram
34	Point de cor	3	PO Y	int support / part 1	INT		0,05000000			0,746269	0,03731343	5,72%	
24	rotation	2	SS XY	int support / part 1	INT		0,05000000			1,247765	0,06238824	9,56%	
12	Plan	1	PL Z	support	ORI		0,20000000			0,457097	0,09141944	14,01%	
31	Point de cor	3	PO Y	support	POS	Localisation oblong	0,20000000			0,746269	0,14925373	22,88%	
21	rotation	2	SS XY	support	POS	localisation trou	0,25000000			1,247765	0,31194121	47,82%	

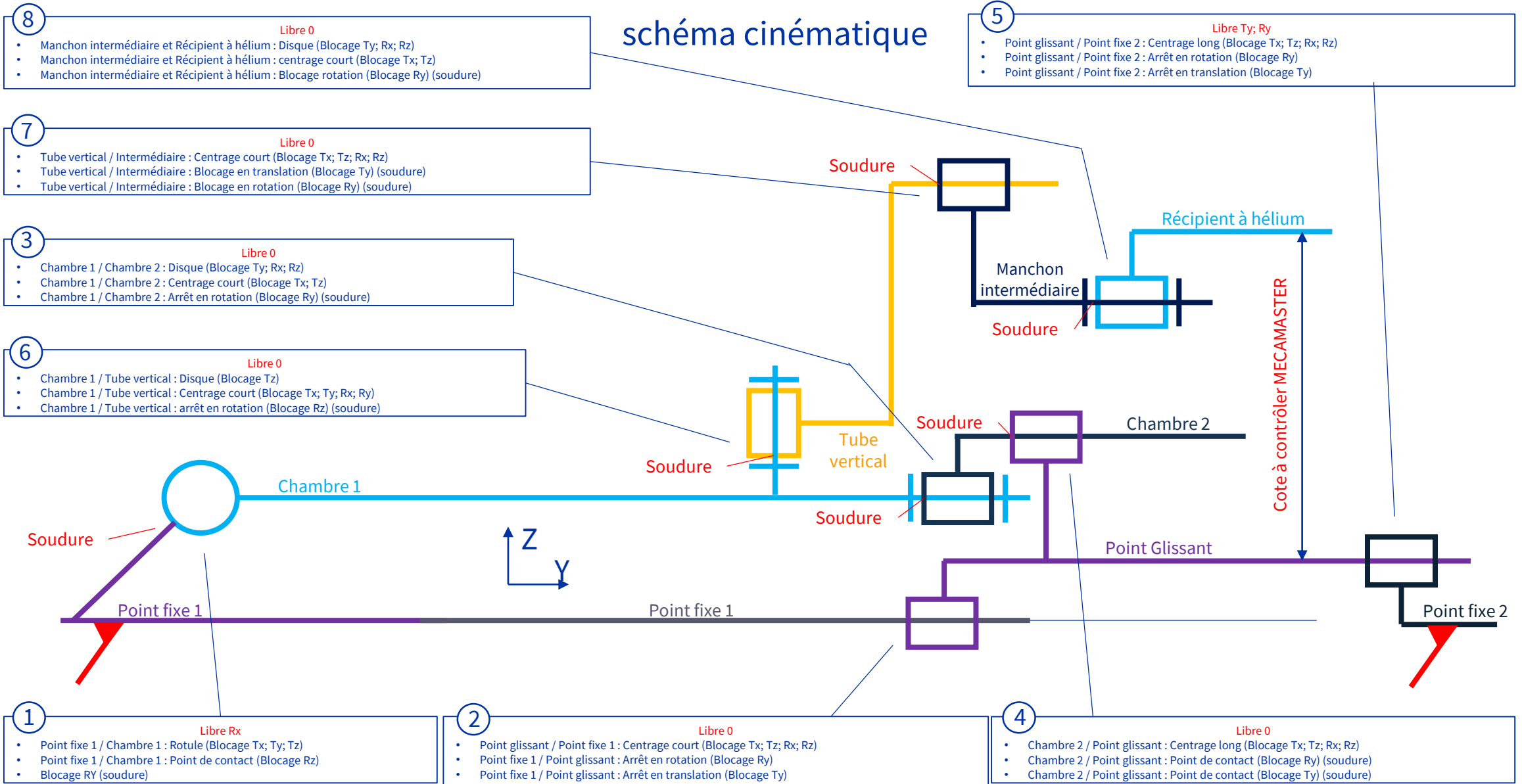
Modèle: ST1158927\_01



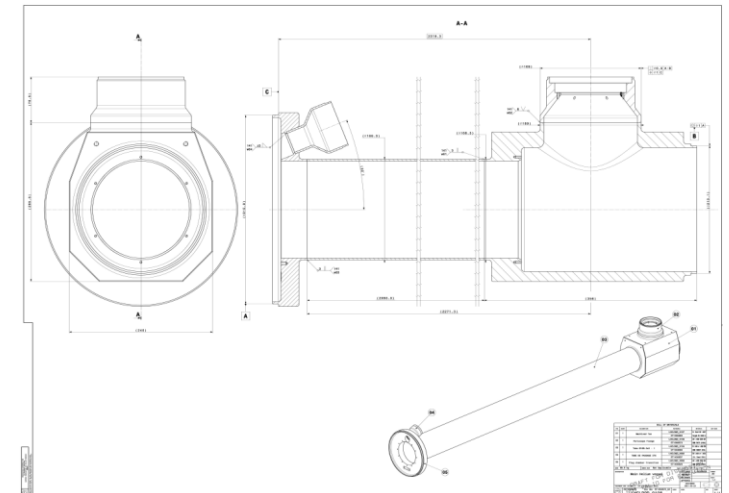
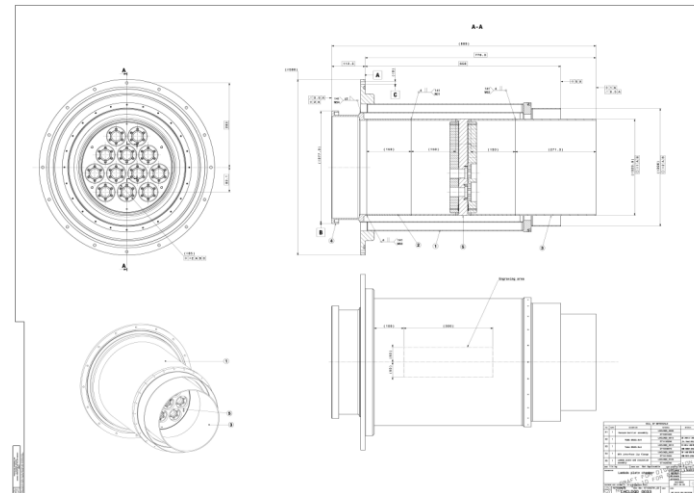
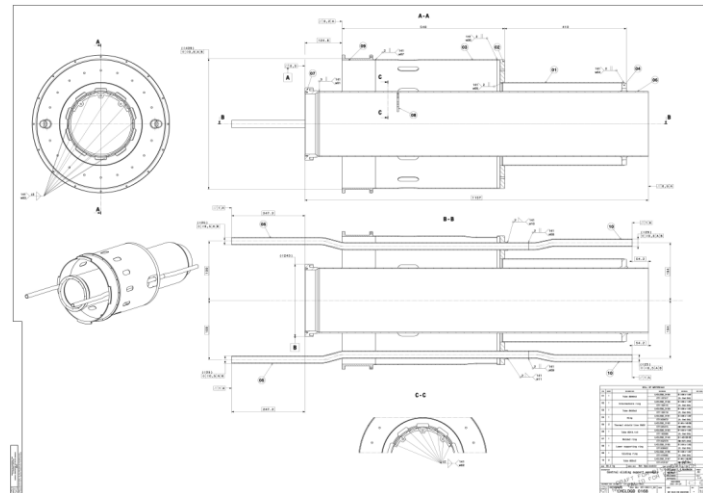
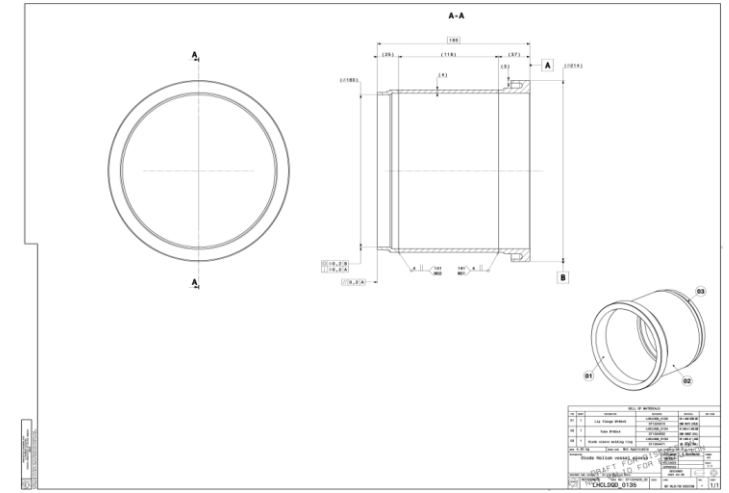
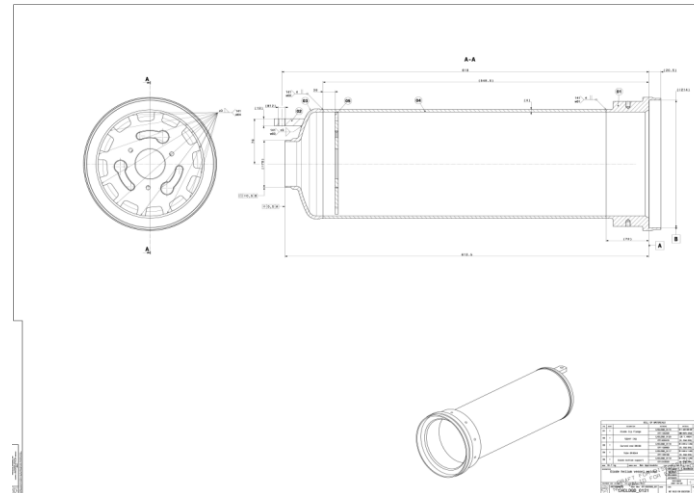
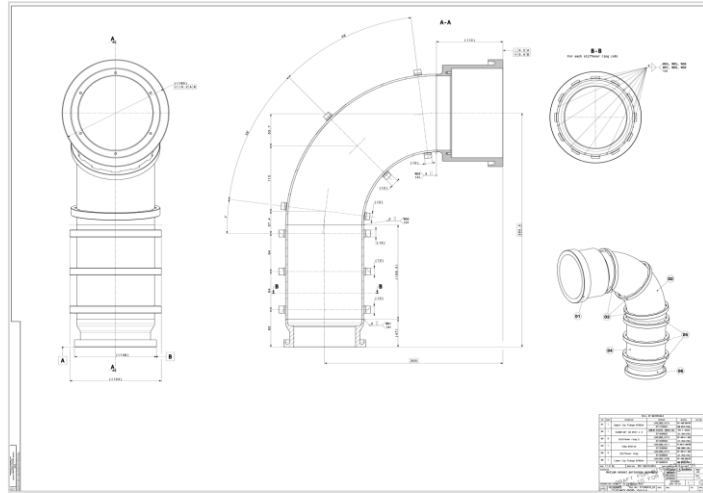
Calcul linéaire entre deux pièces : Jeu entre le Récipient à hélium et l'extrémité de l'écran thermique.



## schéma cinématique



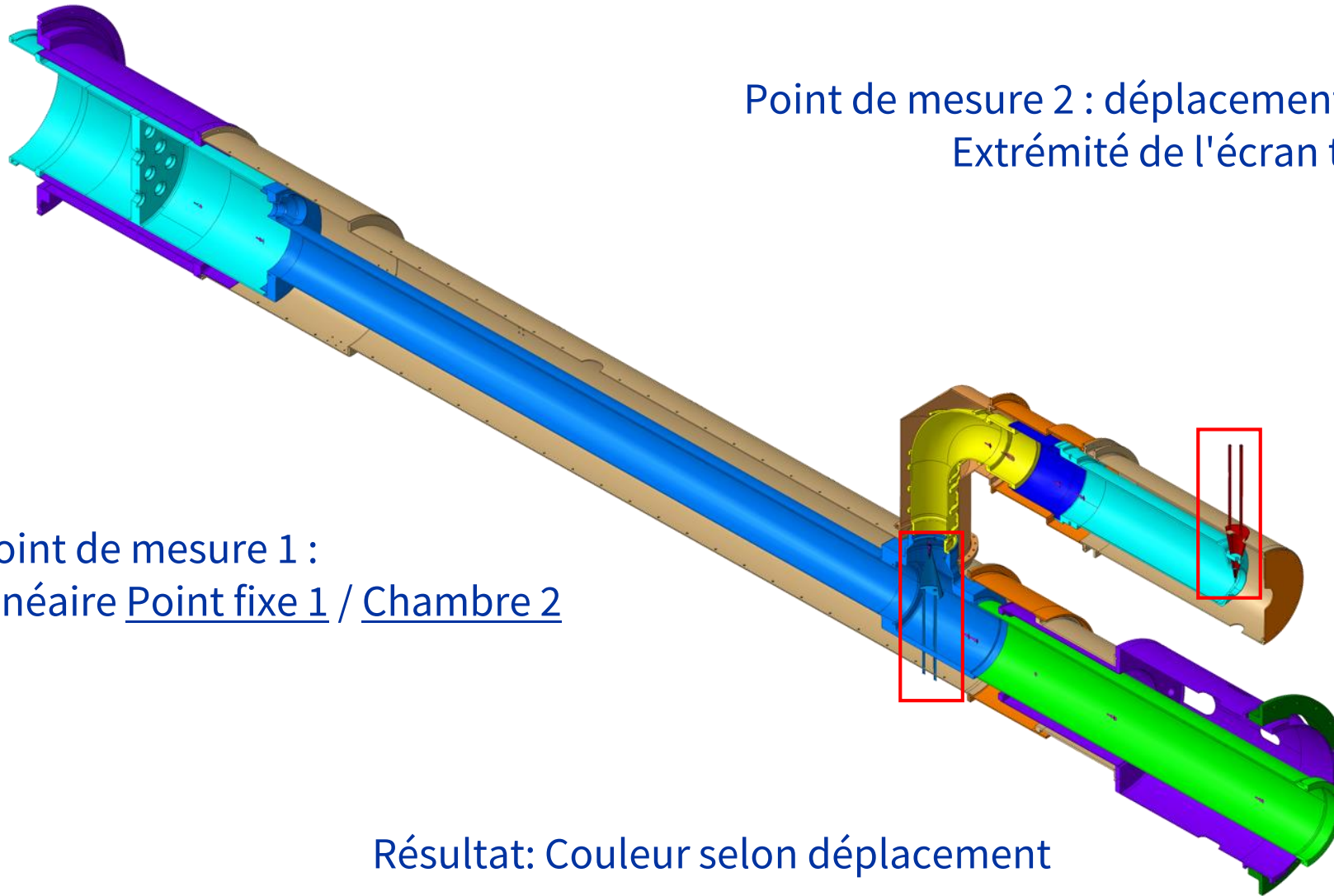
## Prise en compte des plans pièces dans l'étude



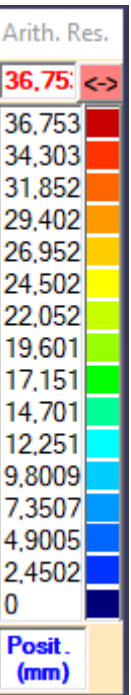


Point de mesure 2 : déplacement linéaire Point fixe 1 /  
Extrémité de l'écran thermique

Point de mesure 1 :  
Déplacement linéaire Point fixe 1 / Chambre 2



Résultat: Couleur selon déplacement



## Résultats et analyses

TITLE OF STUDY :

DESCRIPTION :

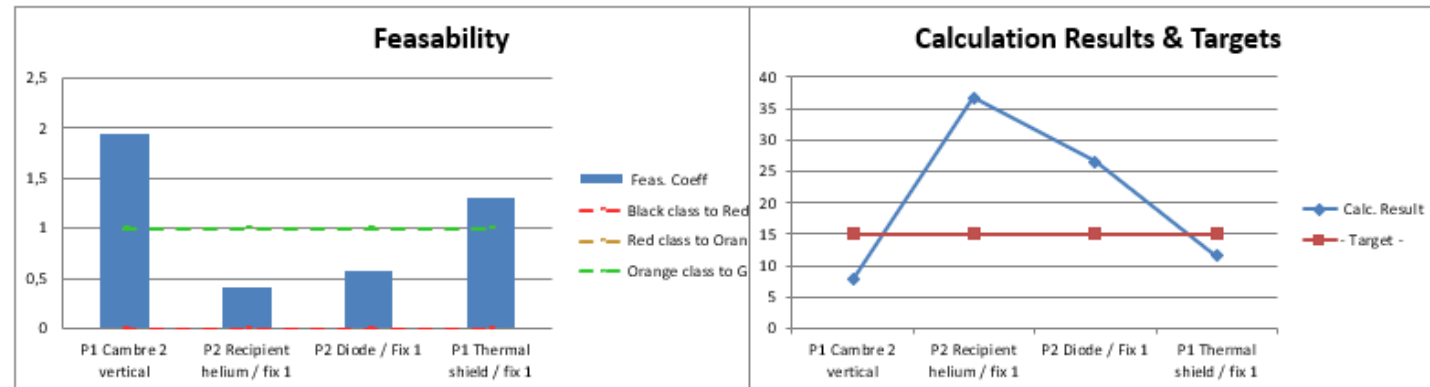
*Statistical Case : RSS with a coeff (1,5)*

### Measurement Points Feasibility Class Repartition

Name of ...	Data Nb	First Part	HCPP Class
P1 Cambre 2 vertical	37	point fixe 1	4
P1 Thermal shield / fix 1	38		
P2 Diode / Fix 1	39		
P2 Recipient helium / fix 1	40		

Criteria 1	Criteria 2	Criteria 3	Criteria 4	Criteria 5

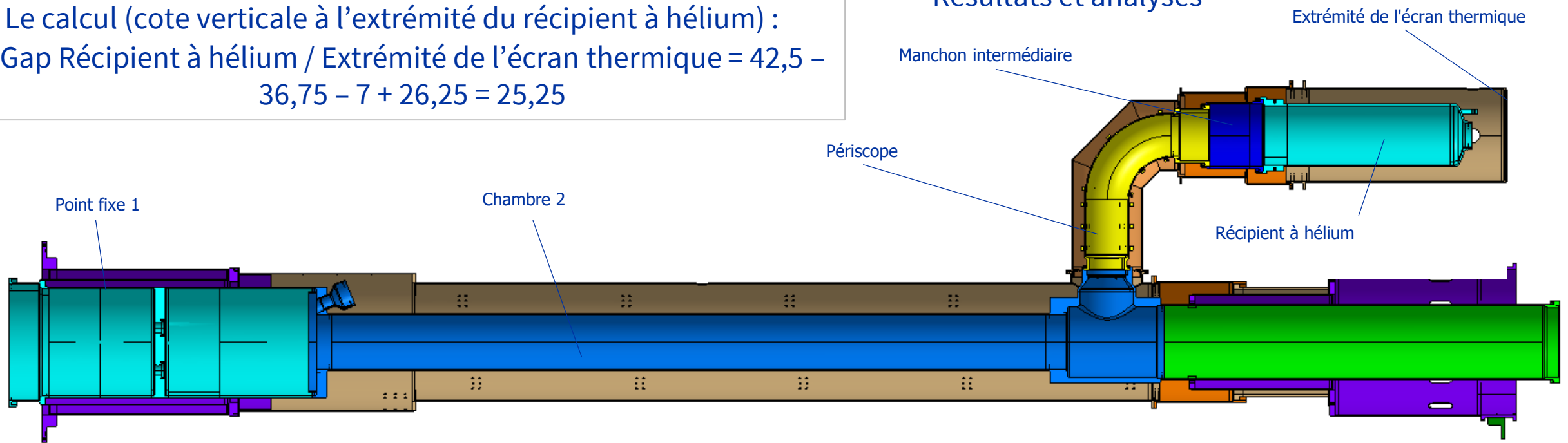


Valeurs						
Name of the Tolerance	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
P2 Recipient helium / fix 1	38	ARITH_TOL	15,000	36,753	0,41	●
P2 Diode / Fix 1	39	ARITH_TOL	15,000	26,501	0,57	●
P1 Cambre 2 vertical	37	ARITH_TOL	15,000	7,725	1,94	●
P1 Thermal shield / fix 1	40	ARITH_TOL	15,000	11,535	1,30	●

## Résultats et analyses

Le calcul (cote verticale à l'extrémité du récipient à hélium) :  

$$\text{Gap Récipient à hélium} / \text{Extrémité de l'écran thermique} = 42,5 - 36,75 - 7 + 26,25 = 25,25$$



						Valeurs		
-	Name of the Tolerance	-	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
	P2 Recipient helium / fix 1		38	ARITH_TOL	15,000	36,753	0,41	●
	P2 Diode / Fix 1		39	ARITH_TOL	15,000	26,501	0,57	●
	P1 Cambre 2 vertical / Point fixe 1		37	ARITH_TOL	15,000	7,725	1,94	●
	P1 Thermal shield / fix 1		40	ARITH_TOL	15,000	11,535	1,30	●

# Projet CERN #1 : DCM Cryomodule

**Tolerance Studied :** P2 Recipient helium / fix 1

Target : +/-  mm

Resulting ARITH Tolerance Value : +/-  mm

Resulting QUAD Tolerance Value : +/-  mm

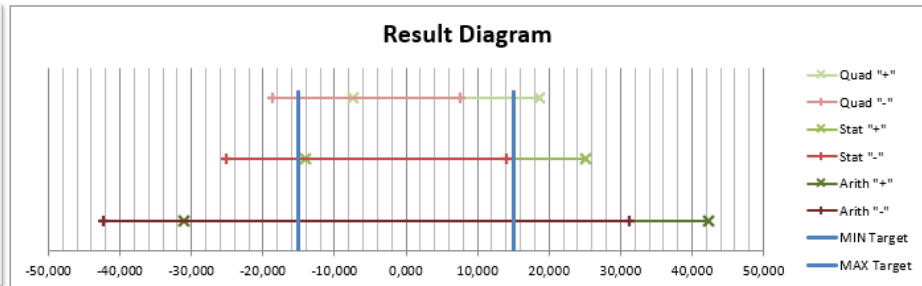
Resulting STAT Tolerance Value : +/-  mm

Resulting Offset :  mm

Resulting Balanced Offset (EXC+/-) : +/-  mm

**ARITH\_TOL**  ●

Feasibility Coeff :



Range	Data Name	Data Nb	Data Type	Name of the Part	Tol Type	Tolerance Description	Tol Value	Bal Off Val.	Signed Off Val.	Sens.	Contrib.	Cont. %	Cont. Histogram
381	P2 Recipient helium / fix 1	38	PT Z	point fixe 1	POS	Positionnement but de 0.5	0,25000000			1	0,25	0,68%	
11	SS Fix 1/chambre 2	1	SS XZ	point fixe 1	POS	Positionnement	0,50000000			1	0,5	1,36%	
97	disc Periscope/chambre 2	9	DI Z	chambre 2	POS	Planarité 0.2 (Ajouté)	0,10000000			15,60606	1,560606	4,25%	
144	Centrage long Periscope/manchon intermediaire	14	CY XZ	int periscope / manchon intermédiaire	INT		0,02850000			104,666962	2,983008	8,12%	
141	Centrage long Periscope/manchon intermediaire	14	CY XZ	periscope	POS	Positionnement de 0.2	0,10000000			104,666962	10,466697	28,48%	
147	Centrage long Periscope/manchon intermediaire	14	CY XZ	manchon intermédiaire	POS	Concentricité de 0.2	0,10000000			104,666962	10,466697	28,48%	
21	Disc Fix 1/chambre 2	2	DI Y	point fixe 1	POS	Positionnement 1	0,50000000			21,051498	10,525749	28,64%	

**Tolerance Studied :** P2 Diode / Fix 1

Target : +/-  mm

Resulting ARITH Tolerance Value : +/-  mm

Resulting QUAD Tolerance Value : +/-  mm

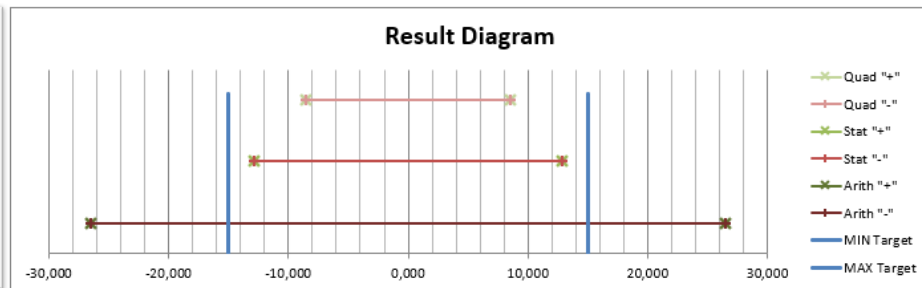
Resulting STAT Tolerance Value : +/-  mm

Resulting Offset :  mm

Resulting Balanced Offset (EXC+/-) : +/-  mm

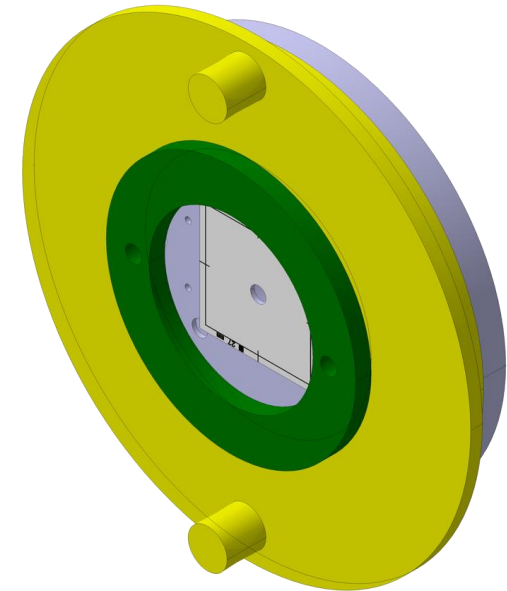
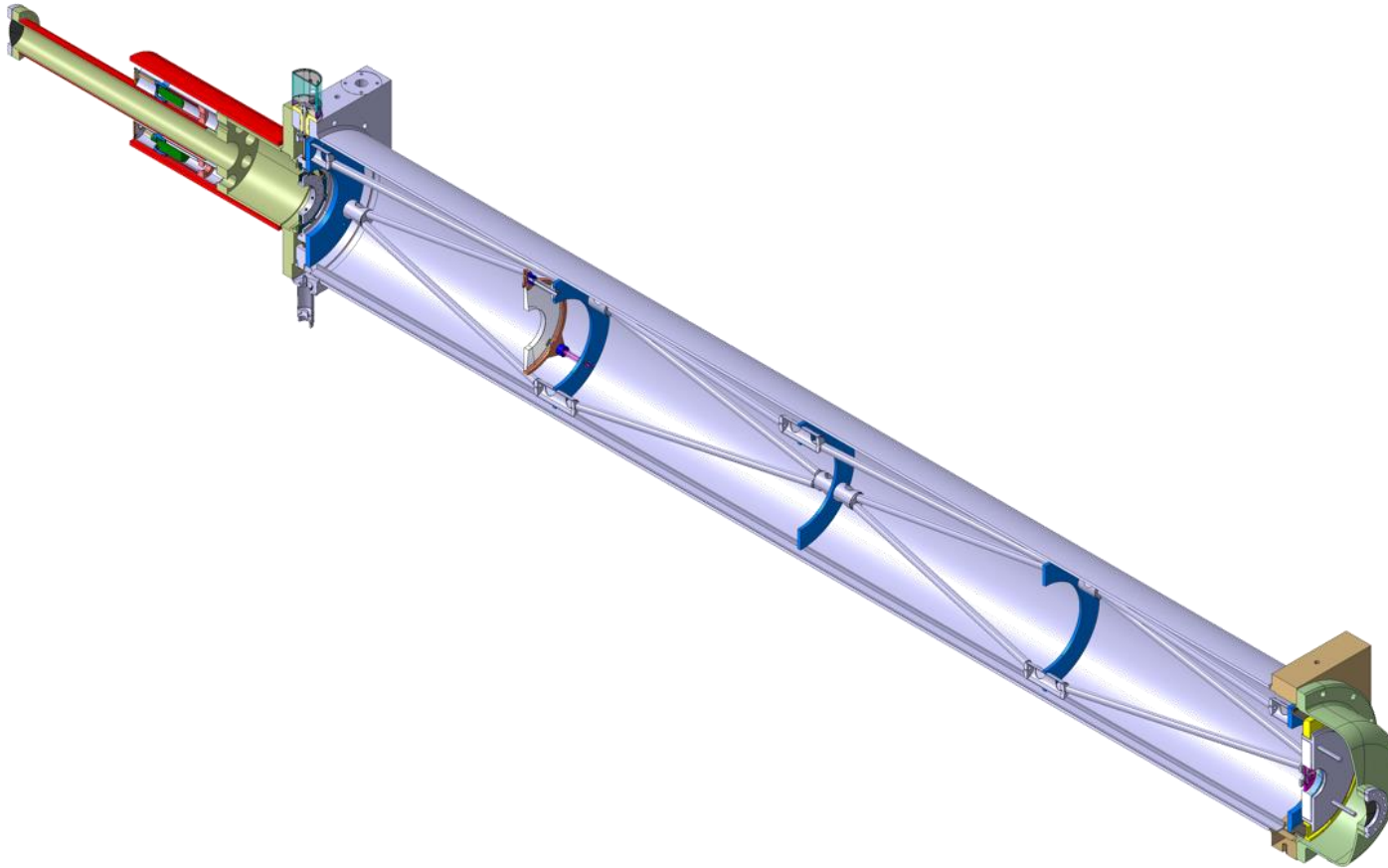
**ARITH\_TOL**  ●

Feasibility Coeff :

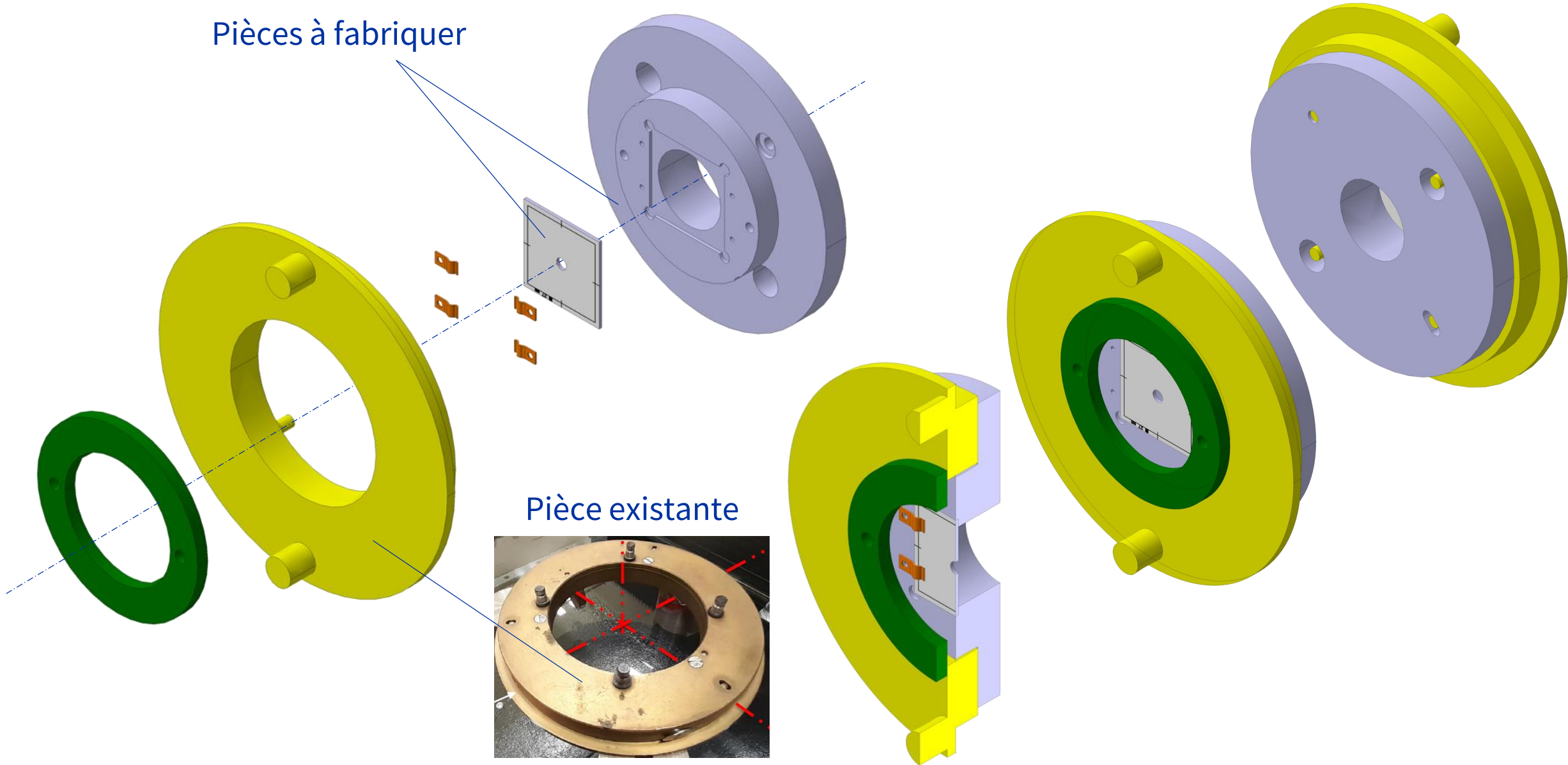


Range	Data Name	Data Nb	Data Type	Name of the Part	Tol Type	Tolerance Description	Tol Value	Bal Off Val.	Signed Off Val.	Sens.	Contrib.	Cont. %	Cont. Histogram
181	SS fix 1 / thermal shield	18	SS XZ	point fixe 1	POS	Positionnement trous	0,20000000			0,23823	0,04764605	0,18%	
241	SS point glissant/ecran thermique	24	SS XZ	point glissant	POS	Positionnement de s trous (sugeré)	0,20000000			1,23823	0,24764605	0,93%	
361	SS manchon 3/diode	36	SS XZ	manchon 3	POS	Positionnement trous (ajouté)	0,50000000			1	0,5	1,89%	
321	SS couvercle sup/manchon3	32	SS XZ	couvercle superieur	POS	Positionnement des trous	0,50000000			1	0,5	1,89%	
211	SS thermal shield/manchon 1	21	SS XZ	st1159190_01	POS	Positionnement des trous (ajouté)	0,50000000			1,23823	0,61911511	2,34%	
11	SS Fix 1/chambre 2	1	SS XZ	point fixe 1	POS	Positionnement	0,50000000			1,23823	0,61911511	2,34%	
67	SS chambre 2/point glissant	6	SS XZ	chambre 2	POS	Positionnement 1	0,50000000			1,23823	0,61911511	2,34%	
61	SS chambre 2/point glissant	6	SS XZ	point glissant	POS	Positionnement 1 (ajoutée)	0,50000000			1,23823	0,61911511	2,34%	
251	DISC point glissant/ecran thermique	25	DI Y	point glissant	POS	Surface (ajouté)	0,50000000			1,842487	0,92124331	3,48%	
77	Disc chambre 1/point glissant	7	DI Y	point glissant	POS	Parallelisme 1 (ajouté)	0,50000000			2,319201	1,159601	4,38%	
71	Disc chambre 1/point glissant	7	DI Y	chambre 2	POS	Parallelisme 1 (ajouté)	0,50000000			2,319201	1,159601	4,38%	
351	DISC manchon 3/diode	35	DI Y	manchon 3	POS	positionnement surface (ajouté)	0,50000000			3,327125	1,663563	6,28%	
331	DISC couvercle sup/manchon 3	33	DI Y	couvercle superieur	POS	positionnement surface (ajouté)	0,50000000			6,071105	3,035553	11,45%	
297	DISC couvercle sup/thermal shield	29	DI Z	st1159190_01	POS	positionnement bride (sugeré)	0,50000000			8,833375	4,416687	16,67%	
21	Disc Fix 1/chambre 2	2	DI Y	point fixe 1	POS	Positionnement 1	0,50000000			20,746487	10,373243	39,14%	

Modèle: ST1312101\_01



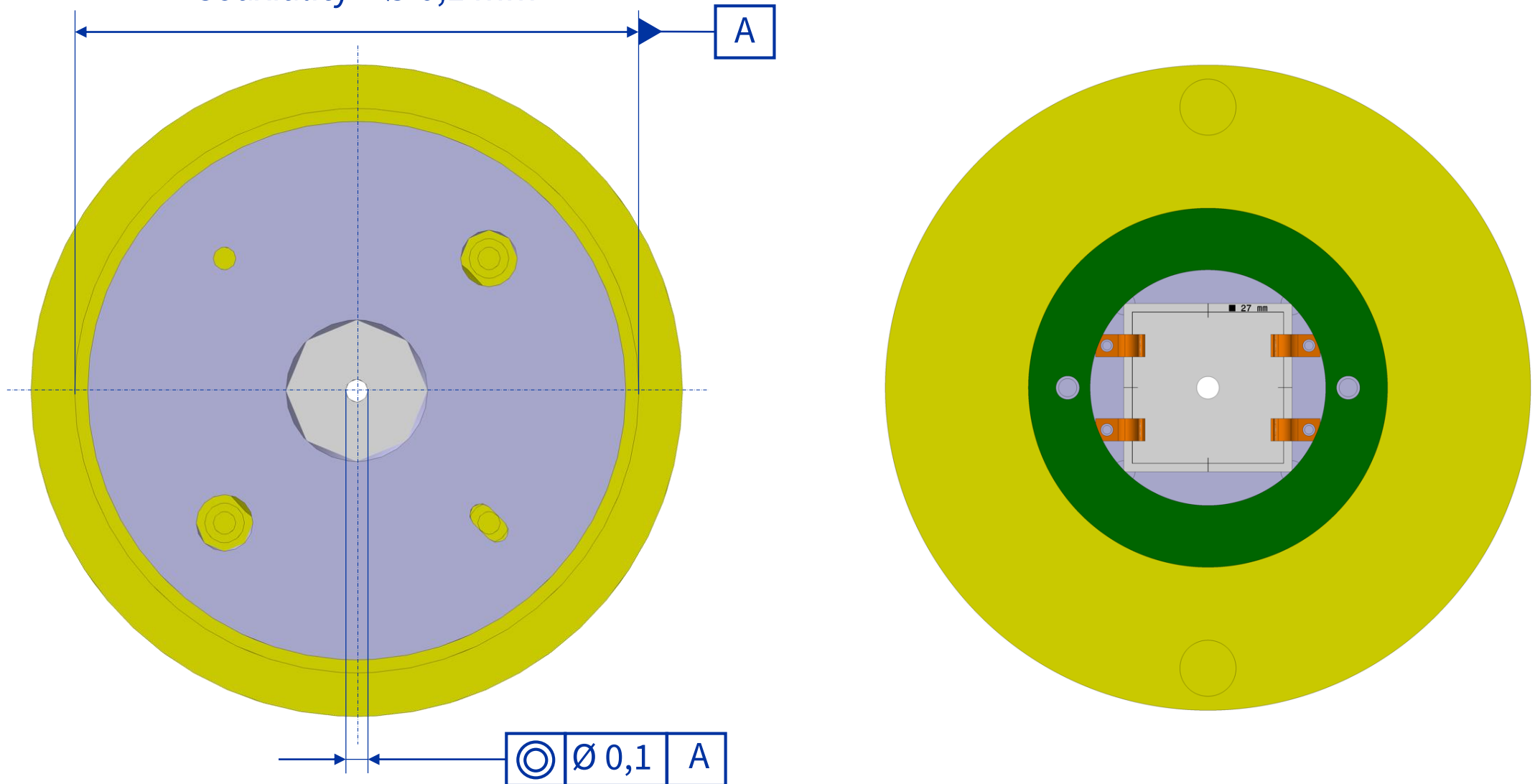
Pièces à fabriquer

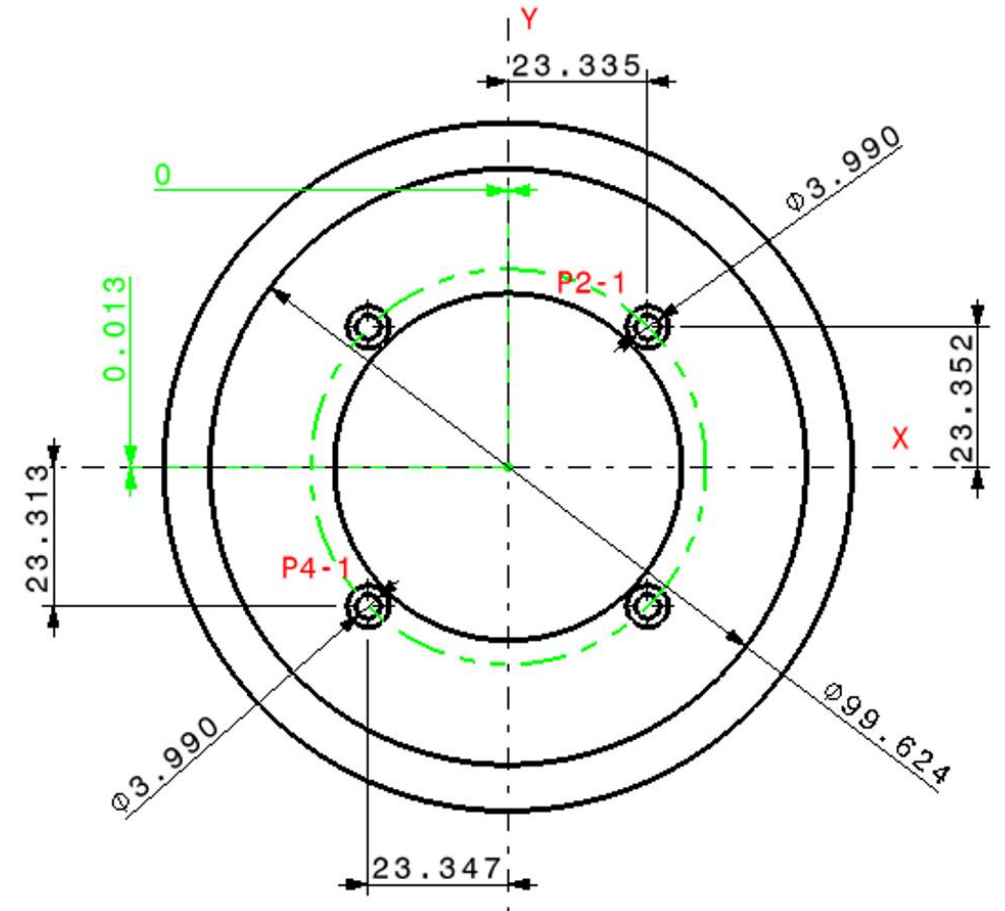
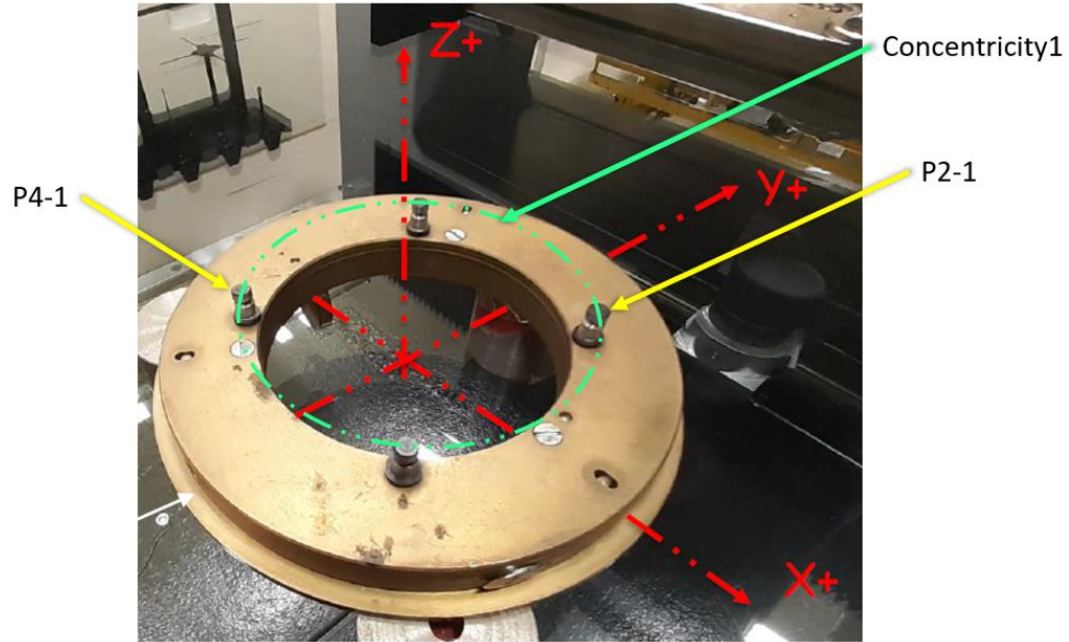


Pièce existante

Dimension to be checked MECAMASTER

Coaxiality <math>\lt; \varnothing 0,1 \text{ mm}</math>

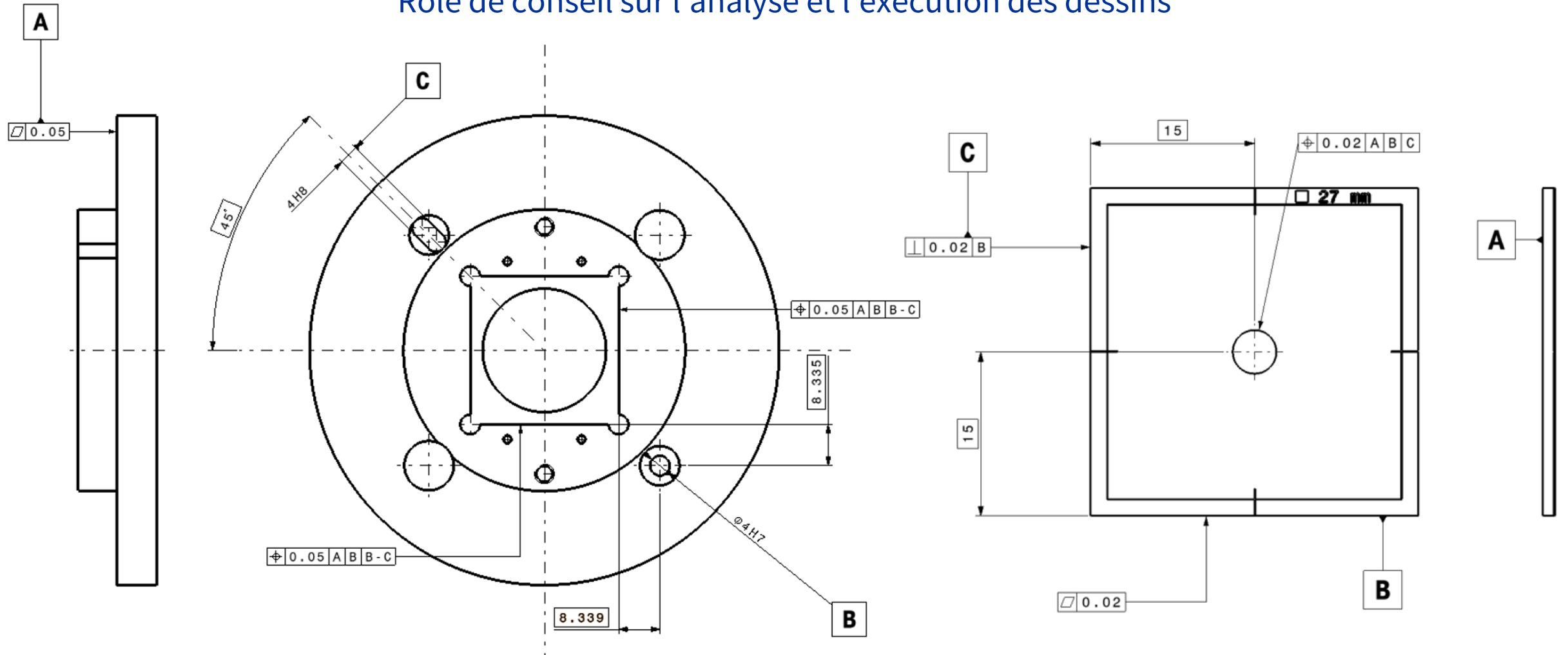


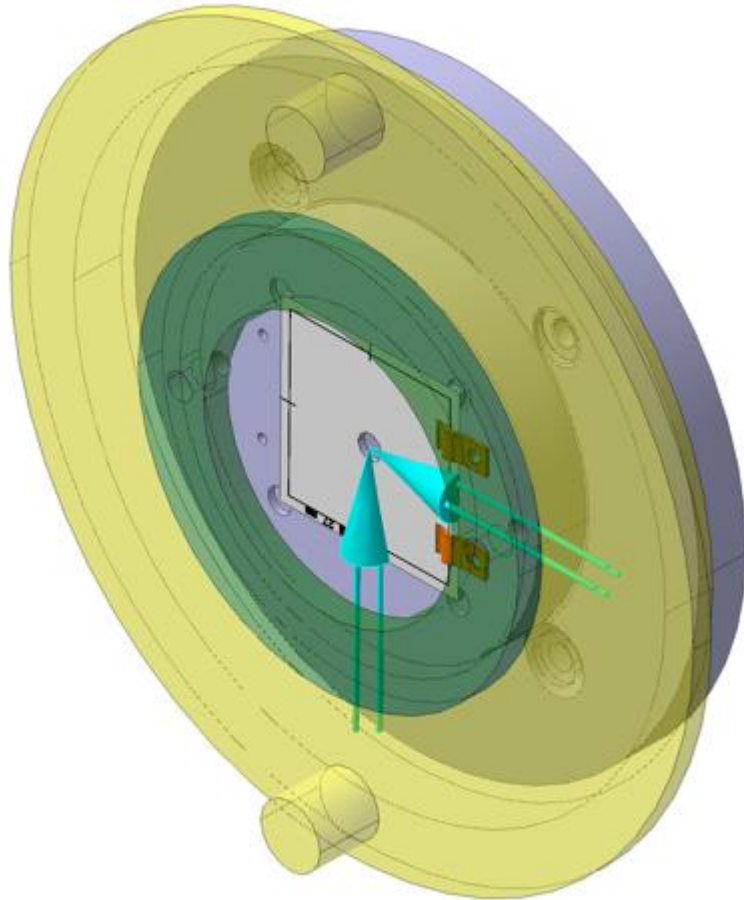


Characteristic	Actual	Nominal	Upper Tol	Lower Tol	Deviation
Valeur X_A-B-C	0.000	0.000			0.000
Valeur Y_A-B-C	0.000	0.000			0.000
Diamètre_A-B-C	99.624	99.600			0.024
Valeur X_P2-1	23.335	23.350			-0.015
Valeur Y_P2-1	23.352	23.350			0.002
Diamètre_P2-1	3.990	4.000			-0.010
Valeur X_P4-1	-23.347	-23.350			0.003
Valeur Y_P4-1	-23.313	-23.350			0.037
Diamètre_P4-1	3.990	4.000			-0.010
Concentricity1.X	0.000	0.000	0.015	-0.015	0.000
Concentricity1.Y	0.013	0.000	0.015	-0.015	0.013
Perpendicularity P2	0.005	0.000	0.030	0.000	0.005
Perpendicularity P4	0.006	0.000	0.030	0.000	0.006



## Rôle de conseil sur l'analyse et l'exécution des dessins





Les deux mesures ont un déplacement :

- Horizontal de 0,057 mm
- Vertical de 0,058 mm

Pour connaître le déplacement dans le plan, on fait le calcul :

$$\sqrt{(0,057^2 + 0,058^2)} = 0,081 \text{ mm}$$

Le résultat est satisfaisant, **<0,1 mm.**

-	Name of the Tolerance	-	Valeurs						
			Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I	
	point de mesure horizontal		11	ARITH_TOL	0,100	0,057	1,77	●	
	point de mesure vertical		12	ARITH_TOL	0,100	0,058	1,72	●	

## Tolerance Studied :

point de mesure horizontal

Target : +/- 0,100 mm

ARITH\_TOL +/- 0,057 mm

Resulting ARITH Tolerance Value : +/- 0,057 mm

Resulting QUAD Tolerance Value : +/- 0,033 mm

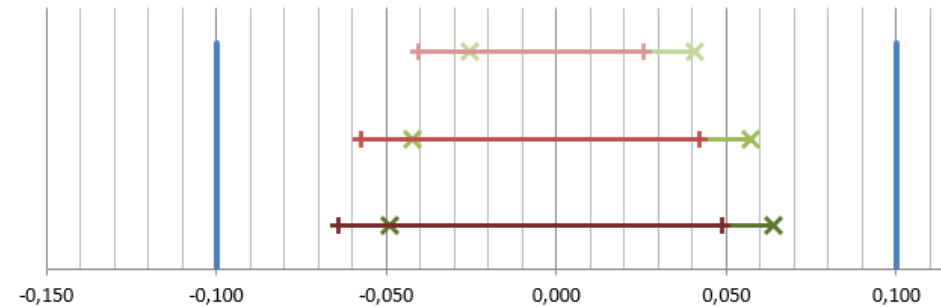
Resulting STAT Tolerance Value : +/- 0,050 mm

Feasibility Coeff : 1,770

Resulting Offset : 0,000 mm

Resulting Balanced Offset (EXC+-) : +/- 0,008 mm

## Result Diagram



Valeurs

Ra	Data Name	Data Type	Name of the Part	Tol	Tolerance Description	Tol Value	Exc	Sens.	Contrib.	Cont. %	Cont. Histogram
34	Point contact Small Mangin / Mirror target sup	3 PO Yz	int st1467478_01 / st1468157_01	INT		0,00950000		0,35355	0,0033588	5,94%	
24	Circulaire contact Small Mangin / Mirror target sup	2 SS YZ	int st1467478_01 / st1468157_01	INT		0,01030000		0,79057	0,0081429	14,41%	
61	centrage court Target / Cylindre	6 SS YZ	st1466511_01	POS	position trou dans Target	0,02000000		1	0,02	35,40%	
51		5 PO Y	st1468157_01	POS	localisation Mirror target support / Target	0,02500000		1	0,025	44,25%	

## Tolerance Studied :

point de mesure vertical

Target : +/- 0,100 mm

ARITH\_TOL +/- 0,058 mm

Resulting ARITH Tolerance Value : +/- 0,058 mm

Resulting QUAD Tolerance Value : +/- 0,033 mm

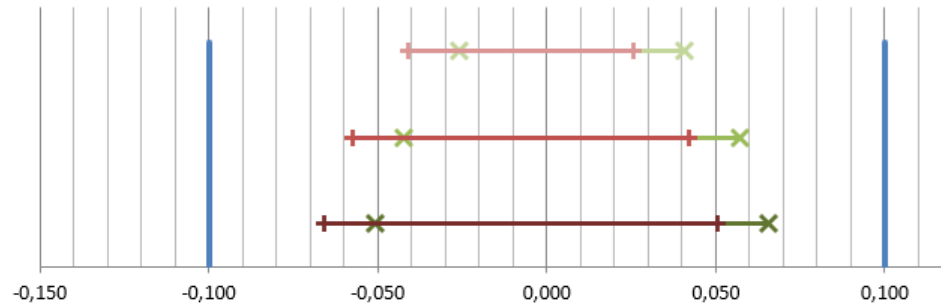
Resulting STAT Tolerance Value : +/- 0,050 mm

Feasibility Coeff : 1,716

Resulting Offset : 0,000 mm

Resulting Balanced Offset (EXC+-) : +/- 0,008 mm

## Result Diagram



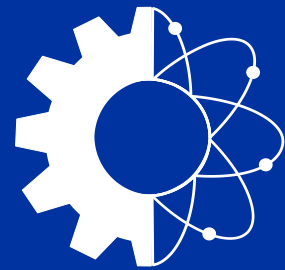
Valeurs

Ra	Data Name	Data Type	Name of the Part	Tol	Tolerance Description	Tol Value	Exc	Sens.	Contrib.	Cont. %	Cont. Histogram
41	Face Target / Mirror	4 PL X	st1468157_01	POS		0,05000000		0,035714	0,00178571	3,06%	
34	Point contact Small Mangin / Mirror target sup	3 PO Yz	int st1467478_01 / st1468157_01	INT		0,00950000		0,353553	0,00335876	5,76%	
24	Circulaire contact Small Mangin / Mirror target sup	2 SS YZ	int st1467478_01 / st1468157_01	INT		0,01030000		0,790569	0,00814287	13,97%	
61	centrage court Target / Cylindre	6 SS YZ	st1466511_01	POS	position trou dans Target	0,02000000		1	0,02	34,31%	
131	Linear contact Target / Mirror 2	13 LC --		Comp	localisation Mirror target support / Target	0,02500000		1	0,025	42,89%	

Le logiciel MECAmaster apporte une vraie plus-value au CERN :

- Expérimenter l'architecture d'assemblage en phase préliminaire
- Optimisation des tolérances
- Diminution des coûts
- Tend vers l'excellence

Vous avez besoin de faire une étude MECAmaster : [gracq.support@cern.ch](mailto:gracq.support@cern.ch)



**ENGINEERING  
DEPARTMENT**