

Bureau d'Études
@LAL

Mécanique, Intégration, Alignement



*Programme Investissements d'avenir de l'Etat ANR-10-EQPX-51. Financé également par la Région Ile-de-France. Program « Investing in the future » ANR-10-EQOX-51. Work also supported by grants from Région Ile-de-France.



Mécanique, Bureau d'Études du LAL

□ Anneau :

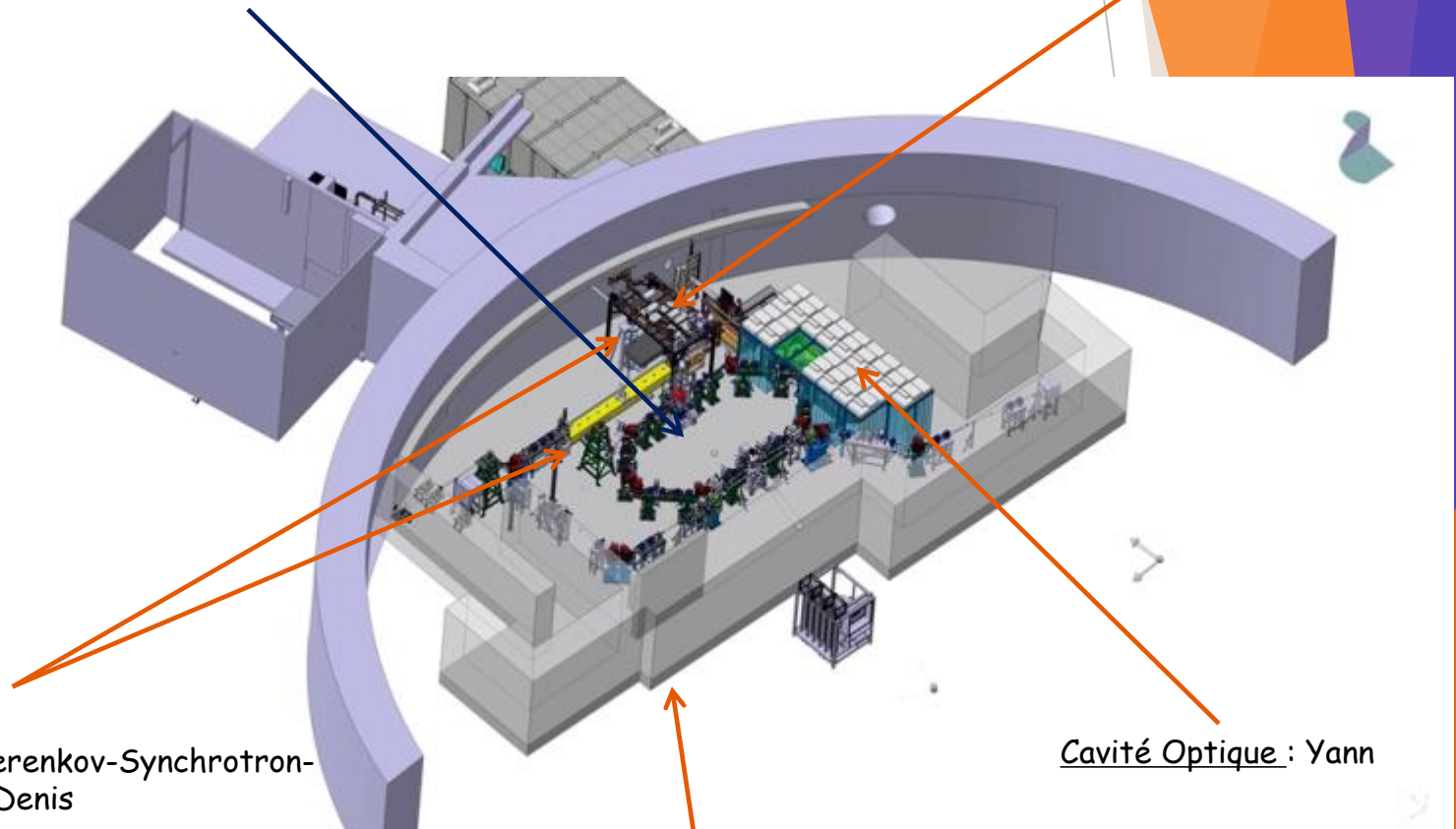
Éléments magnétiques, Vide, Assemblage Anneau Rodolphe

Chambres et Support dipôles Alexandre Blin (NOEMI 1/4/2016) + Rodolphe

Poutres : Saïd (-> CDD IRFU 1/12/2016) + Gregory (Recrutement 1/10/2016)

Soufflets RF +FBT : Damien

Linac (Canon,LIL, Réseau RF)
& LT & LE : Alexandre & Didier



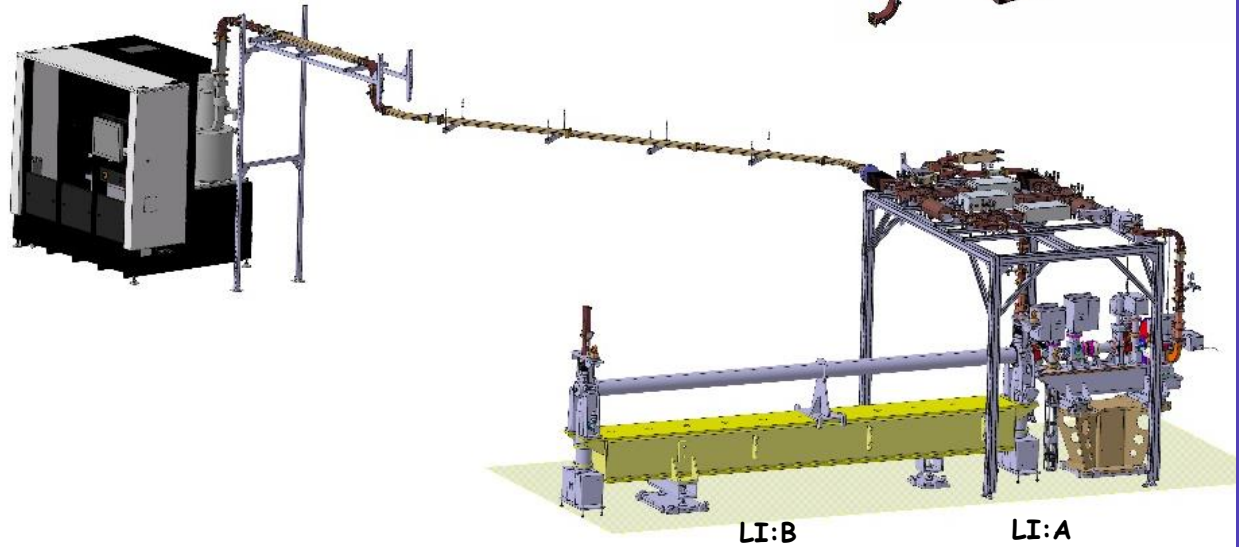
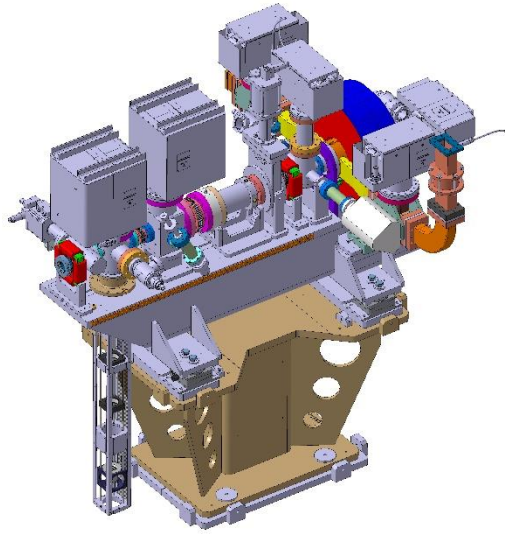
Lignes de Transport : Cerenkov-Synchrotron-
Laser : Saïd & Didier & Denis
+ Gregory

Cavité Optique : Yann

Intégration Machine : Denis
+ Ligne X (SERAS, Néel)

• Michel, Jean, Rémy, Jean-Philippe, Frederick, Patrick, Emmanuel, Olivier, Guillaume, Bruno et Eric

Linac



~ en cours d'achèvement

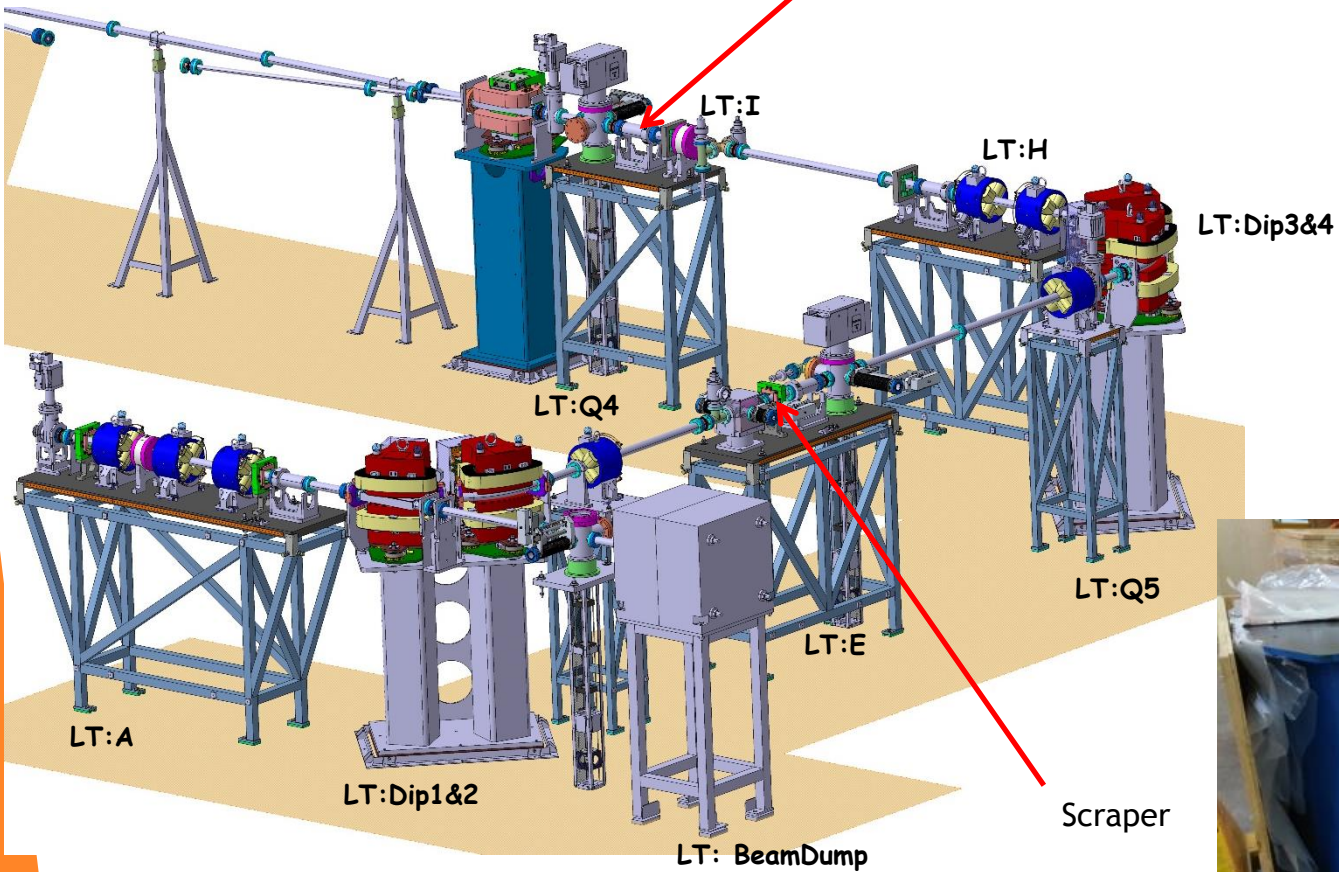
- ▶ Canon Fabrication n° 3 et 4
- ▶ Poutre assemblée début 2017
- ▶ Réseau HF (~Atténuateurs & Déphaseurs)

- Section LIL (10/01/2017@LAL)
- Conditionnement vide



Ligne de Transfert

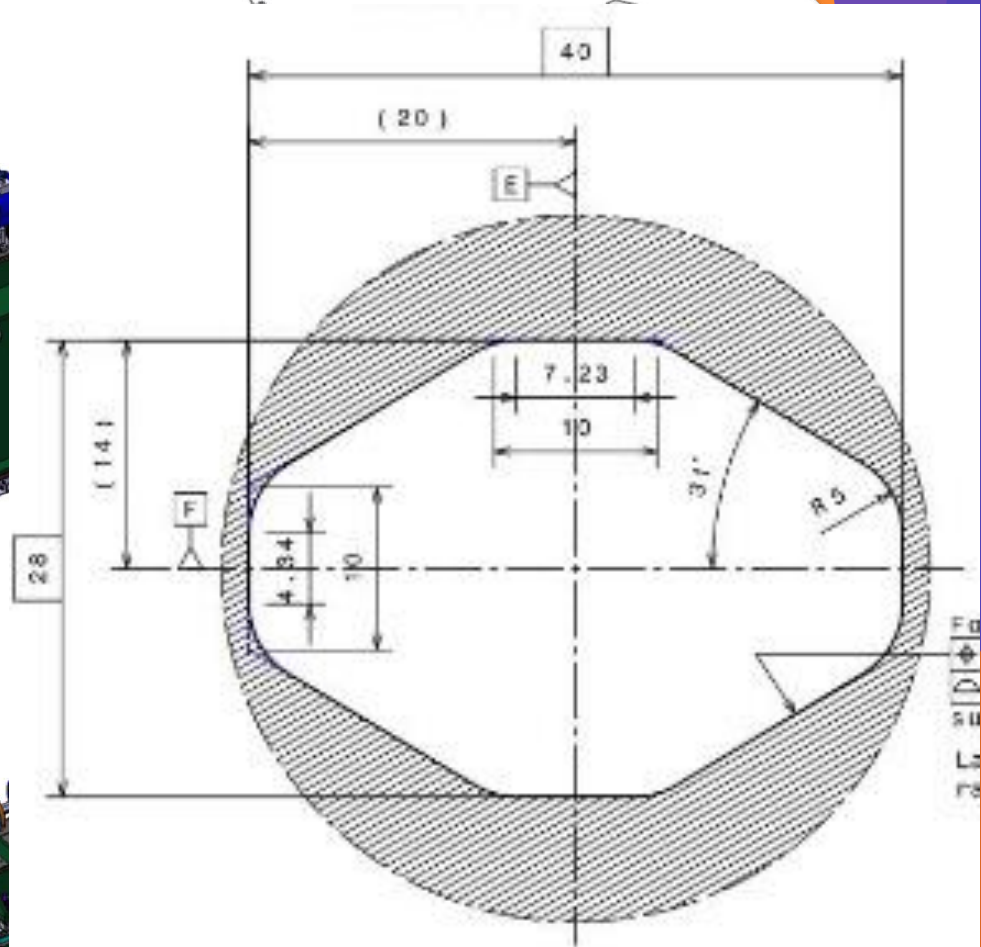
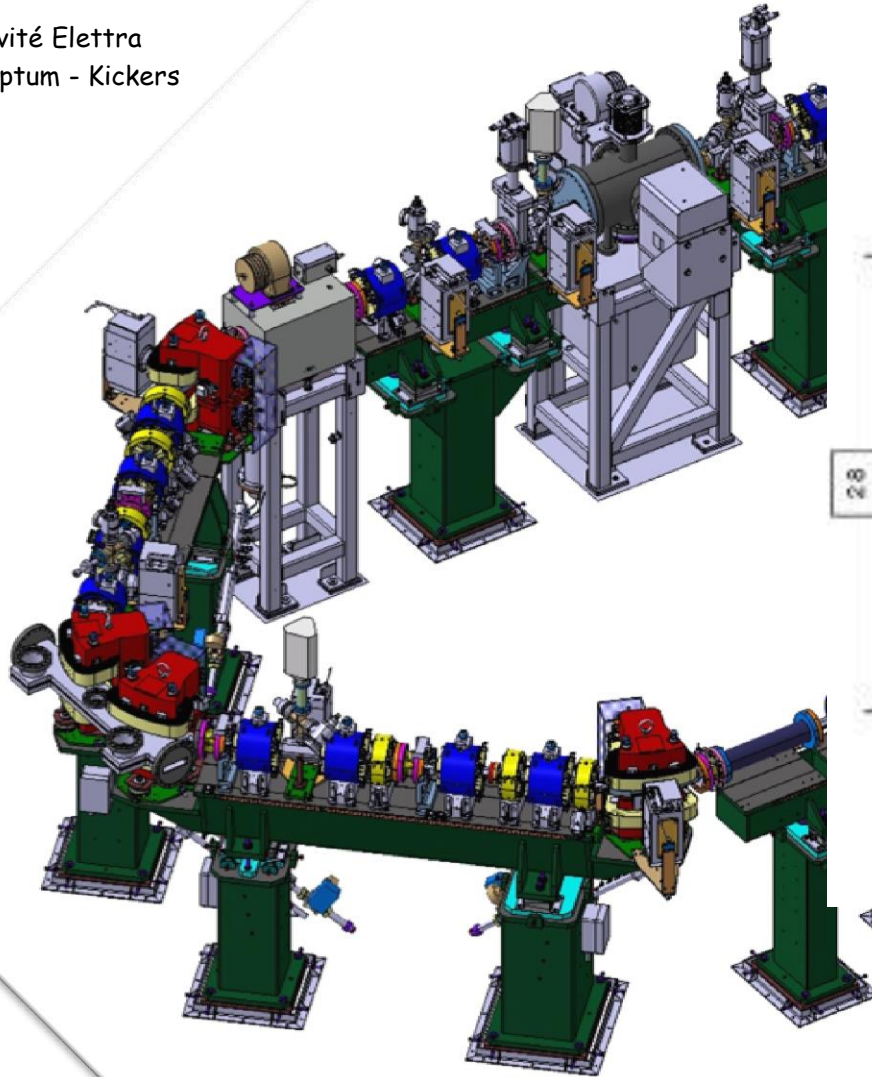
✓ BPM Stripline (6 en Fab Atelier LAL)



Anneau de stockage

- Chambres droites ou coudées formant un anneau de ~18m sous un vide de 10^{-10} mbar étuvées et reliées entre elles par un ensemble de soufflet RF et incluant les BPM, Étanchéité assurée par Joint RF
- Ensemble de Quadrupôles, Sextupôles, Dipôles

- Cavité Elettra
- Septum - Kickers

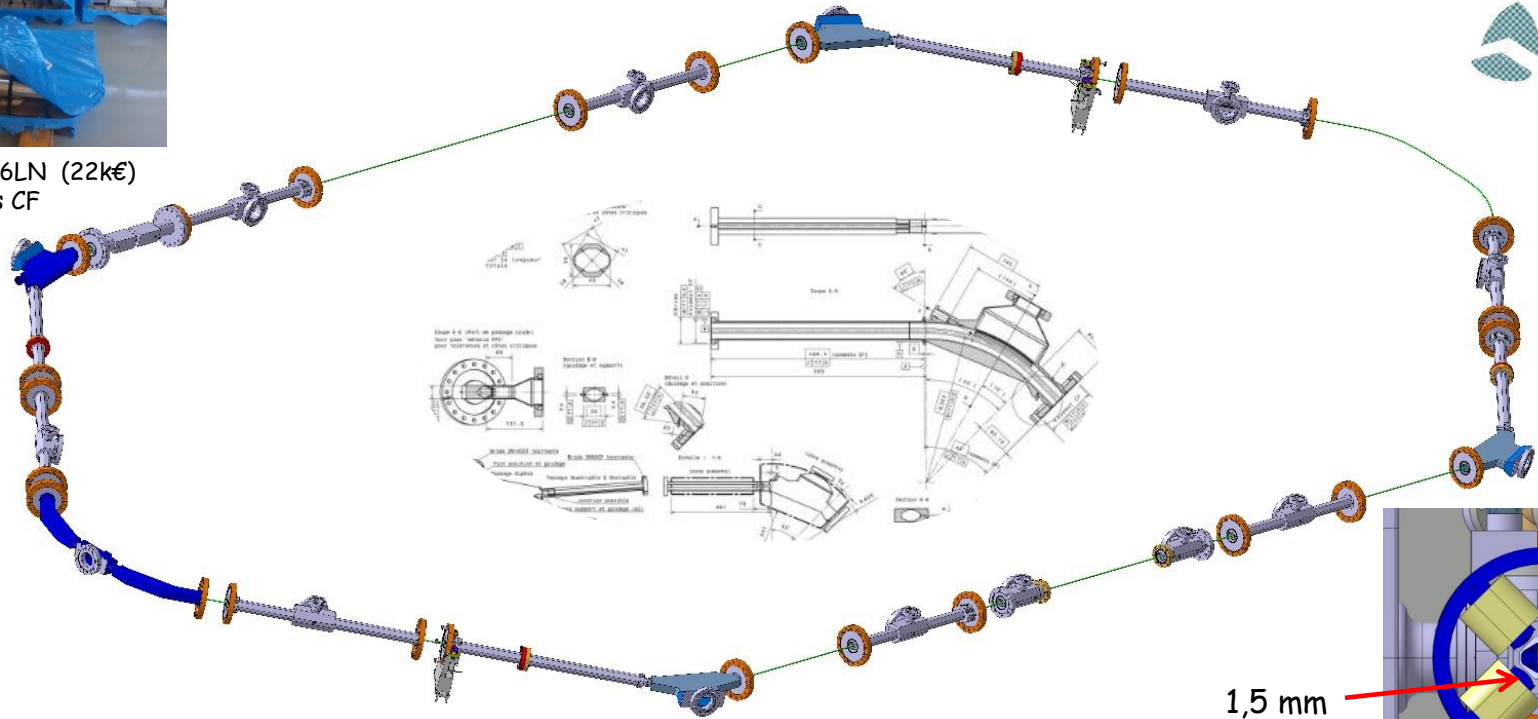


Anneau : les chambres

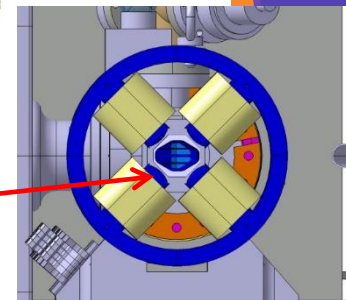
21 Chambres sous vide selon 14 références



•1,2t d'Inox 316LN (22k€)
+ 500kg Brides CF



1,5 mm



Chambres traversant des aimants : perméabilité magnétique $< 1,010$ => choix matériaux et qualif soudures

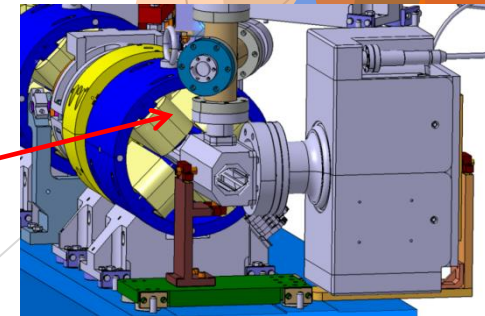
Chambres très proches des aimants $\sim 1\text{mm}$, sans contact, positionnement précis => usinage MeK de précision

UHV, T de pompage, BPM

Déformation thermique (200° , vide) => guidage selon direction de déplacement des chambres ($\sim 3\text{mm}$)

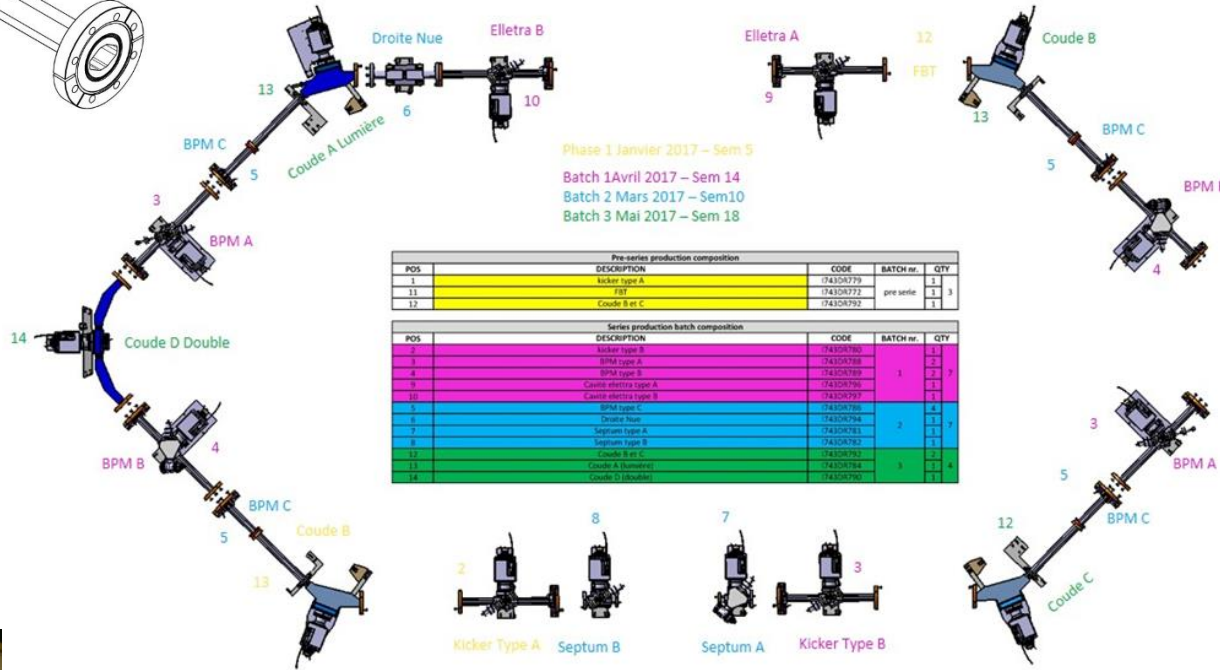
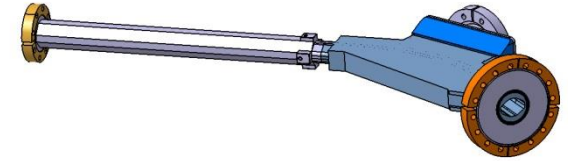
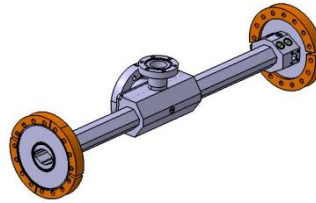
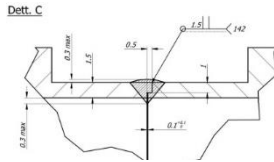
Découpage de la forme interne : par procédé électro érosion

Soudure : TIG, FE



Anneau : les chambres

21 Chambres sous vide selon 14 références

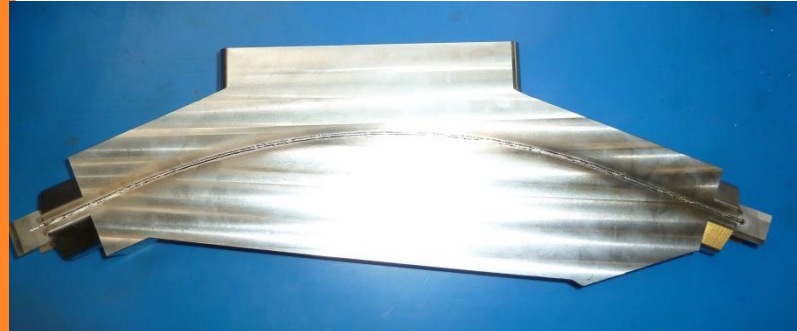
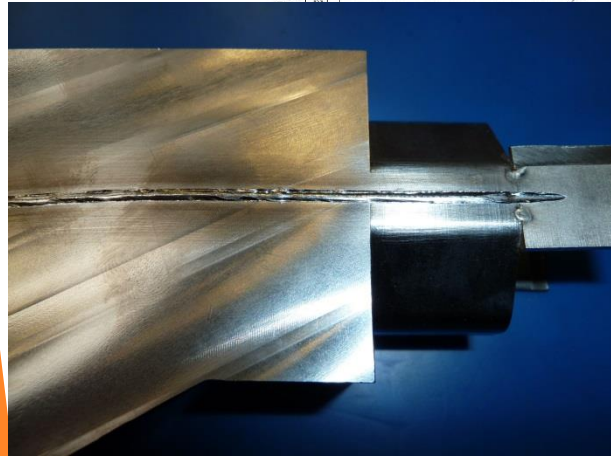
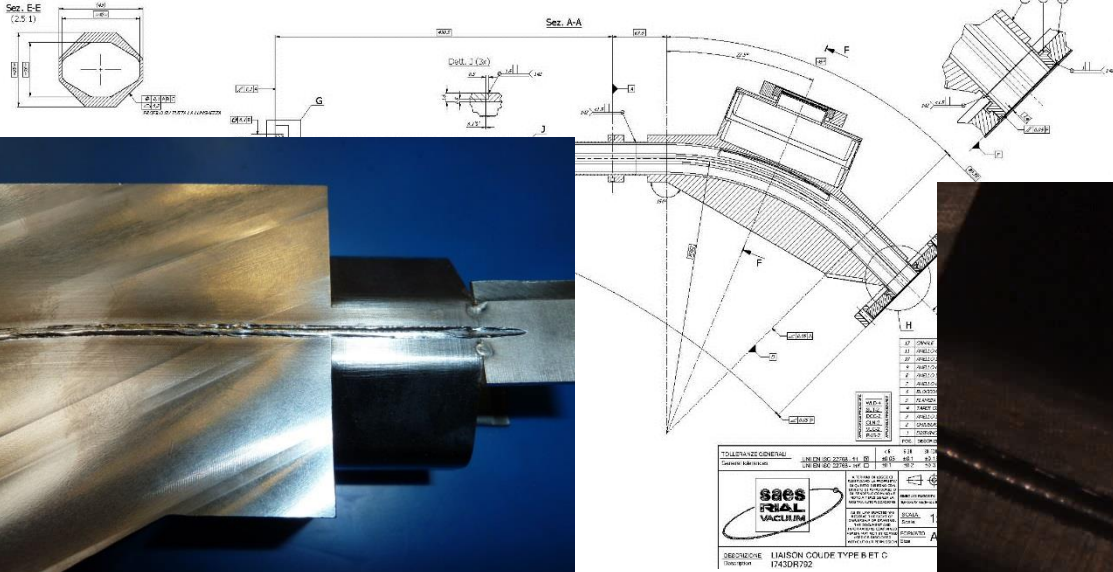
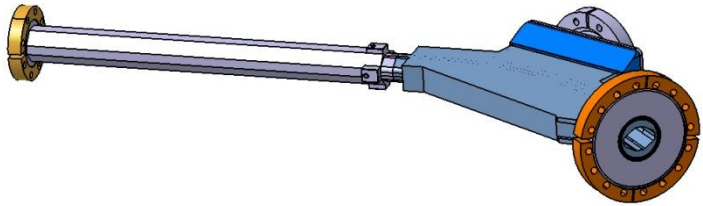


PUMA publiée le 27/11/2015 -> 25/01/2016 Infructueuse
 Appel d'offre publié le 3/3/2016 Dead Line au 18/4/2016,
 notifié le 31/5/2016 à la Société Rial Vacuum à Parme (Italie)
 198 628€HT

Phase 1 : 3 chambres Tests Liaison Kicker Type A,
 Coude Type B & C, Liaison FBT



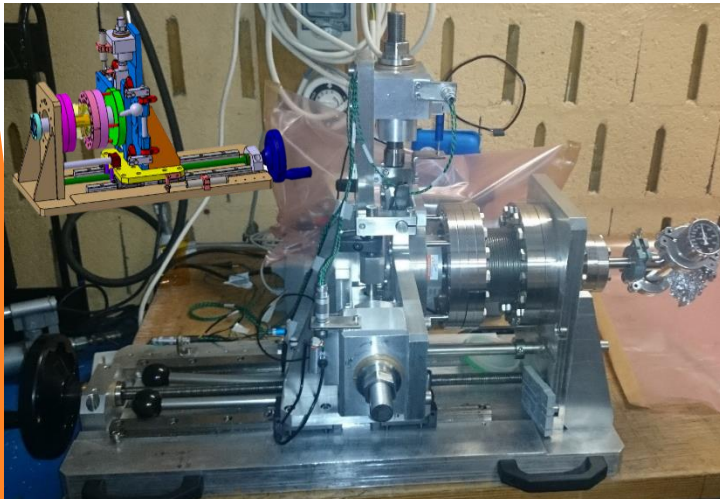
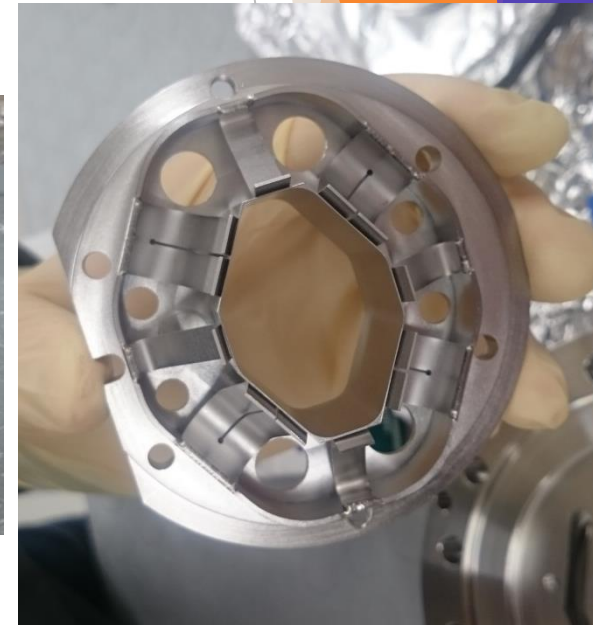
Anneau : les chambres coudées



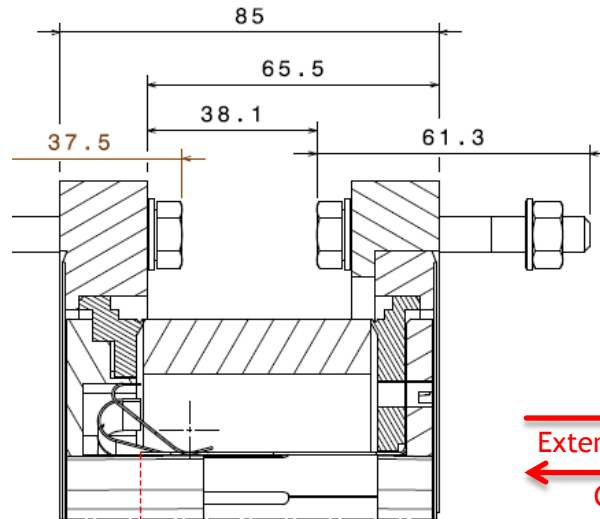
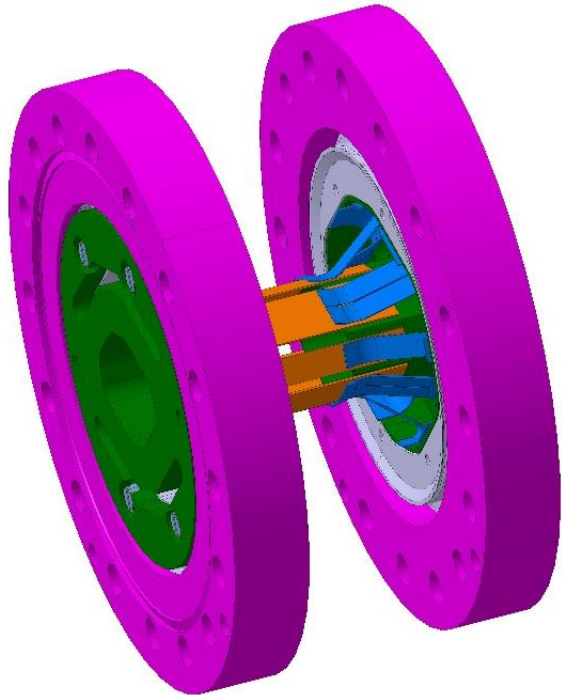
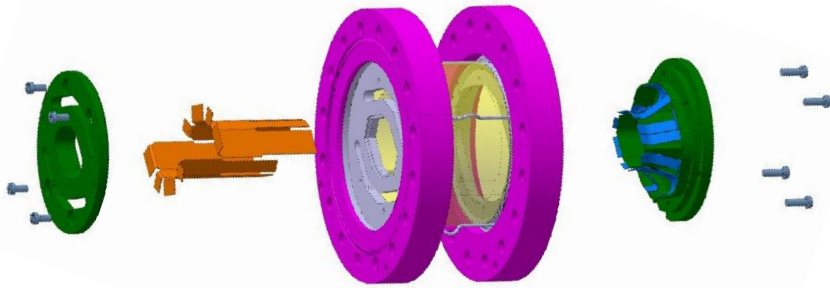
Anneau : Les Soufflets RF

- ✓ Finalisation Prototype
 - ✓ Mise en service du banc de test
 - ✓ Qualification du soufflet et du lot RF (géométrie lame ressort OK)
- PUMA 4/4/2016 Dead Line au 2/5/2016, début de marché le 15/6/2016 pour 73 720 €HT à la société Rial Vacuum (Parme, Italie)
- 2 Phases : Objectif Réalisation de 18 Soufflets + 2 spares
- Phase 1 : réalisation d'un premier soufflet à brides CF100 fixes (Qualif vide + tests courses -> En cours)
- Phase 2 : réalisation d'un lot de 7 Soufflet à Brides CF100 Tournante et fixe + 13 Soufflets à Brides CF100 fixes

• Mesure de pression des lames ressort : trouver la géométrie pour pression de 150 à 180g et un déplacement de 5mm



Anneau : Les Soufflets RF



Extension
Compression



$r = -1,3$ ↔ Alignement grossier = 1,3

fin = -0,5 ↔ Alignement fin = 0,5

Course ELETTRA = -1

Course max. = -11,5

Jeu mécanique interne = -0,2

Sécurité

Course ELETTRA = 4

Course max. = 4,5

Jeu mécanique interne = 2

Sécurité

Course totale possible

Chronologie



Anneau : Poutres

Courses des réglages:

Déplacements:

X= $\pm 20\text{mm}$

Y= $\pm 20\text{mm}$

Z= $\pm 20\text{mm}$

Rotations:

X= $\pm 3^\circ$

Y= $\pm 0,38^\circ$

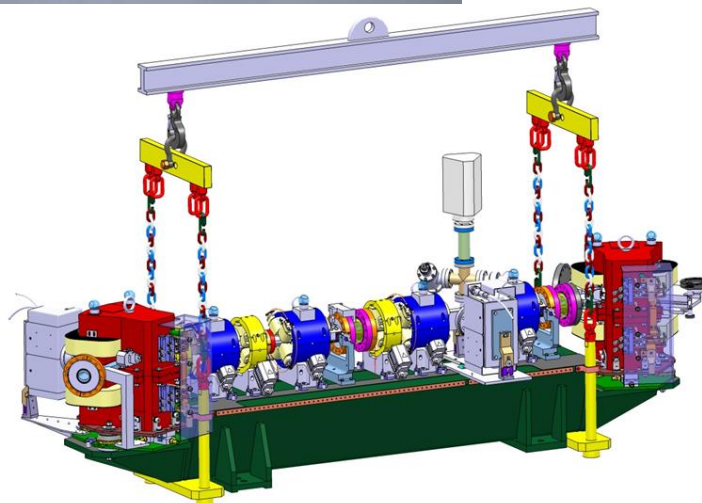
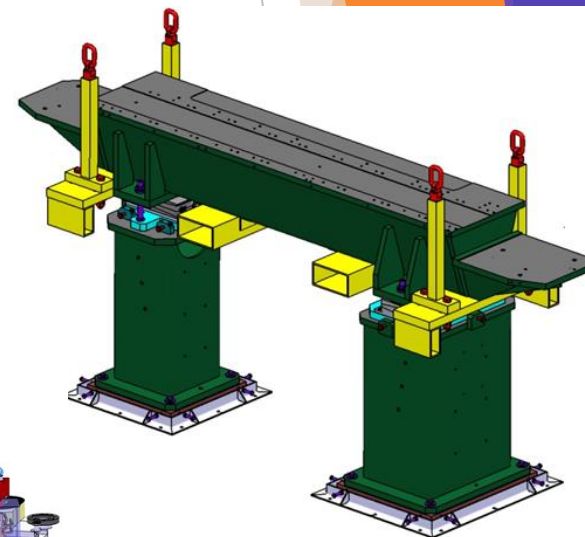
Z= $\pm 1,9^\circ$

L'ensemble est soumis:

Un poids d'environ 1,5 tonne

Une fréquence de résonance
>40HZ

- ✓ Planéité 0,03mm sur 1,6m pour alignement mécanique à $50\mu\text{m}$ des chambres et $100\mu\text{m}$ entre poutres
- ✓ Précision des usinages, localisation des trous $\text{Ø}8\text{H}7\ 40\mu\text{m}$



Anneau : les éléments magnétiques

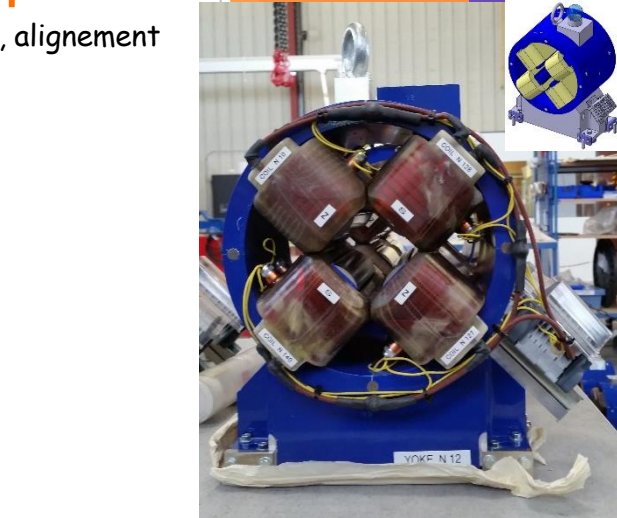
Conception totale de la mécanique : pôles, bobinages, interface poutres, alignement



15 Dipôles



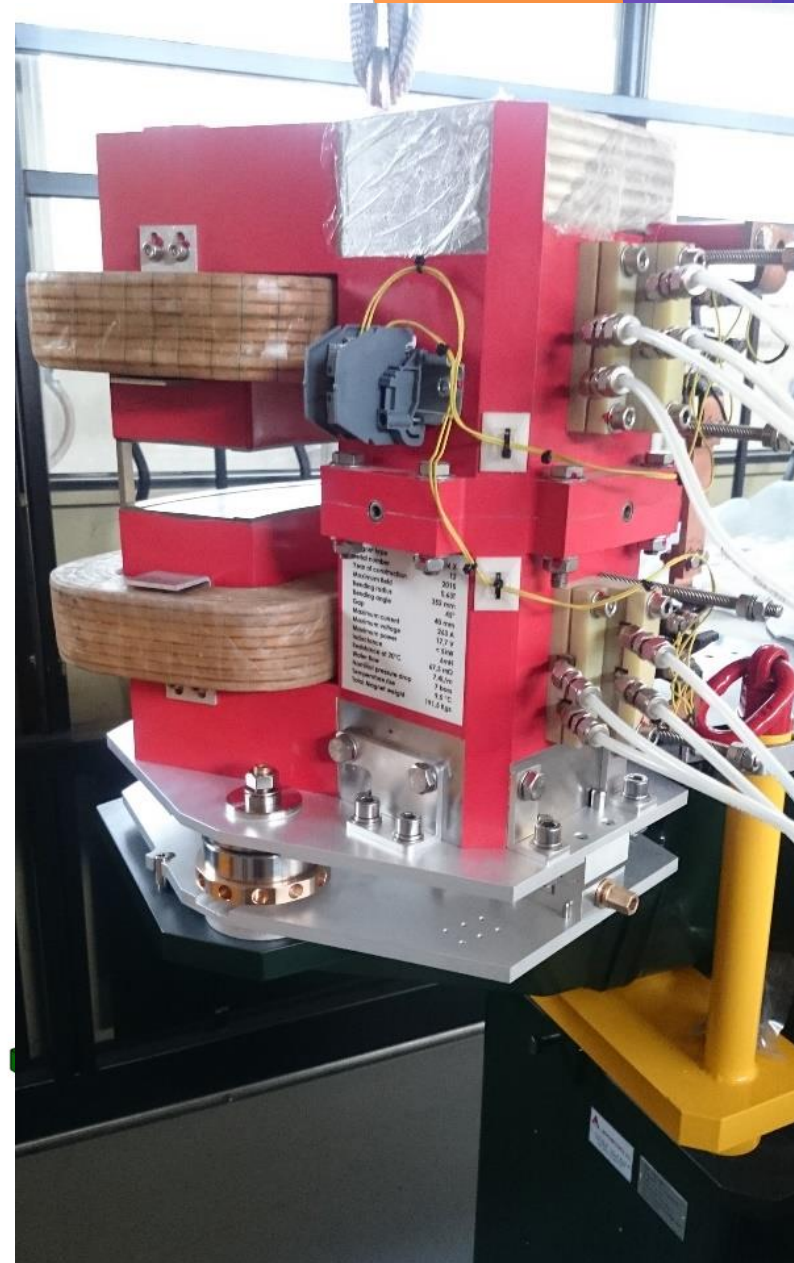
13 Sextupôles



34 Quadrupôles



Anneau : supports de dipôles



- Réception prototype le 2/12/2016, tests en charges
- PUMA pour 18 support de dipôles à publier tres rapidement pour utilisation début février des premiers supports.

Anneau : FBT Stripline

• Traversée Électrique Étanche (x8)

Bride DN100CF fixe (x2)

Clinquant Cuivre (x8)

Electrode fine nervurée (x4)

• Bouchon d'extrémité (x2)

Corps de Chambre

Colonne Céramique (x8)

Longueur « Bride à Bride » = 444,4 mm
Matière : AISI 316 LN (d=7,9)
Masse : 20,8 kg (hors support)
Surface UHV : 2900,6 cm²



Anneau : Cavité RF, Septum, Kickers

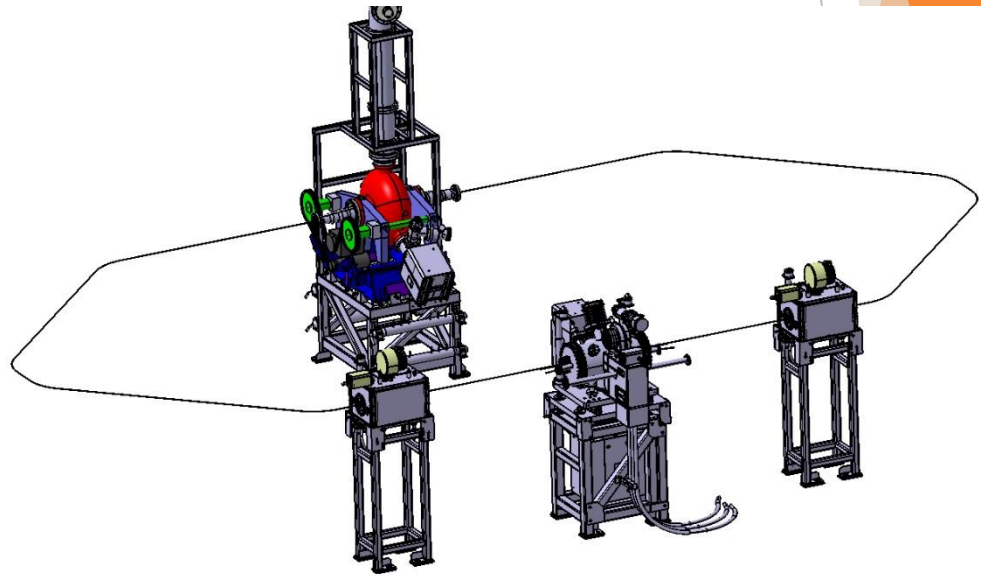
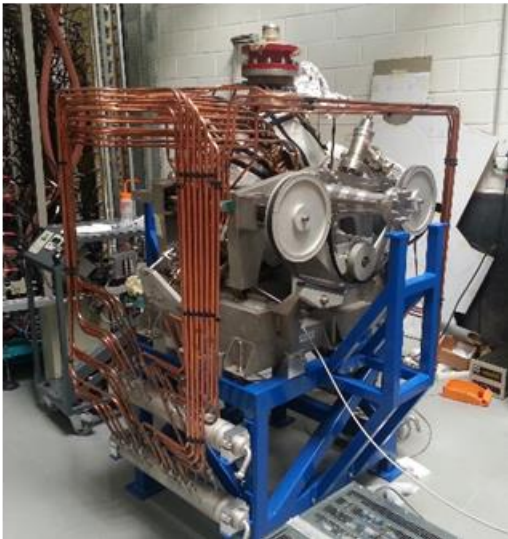
✓ Etude, Fabrication électro - érosion à fil Cu, nettoyage élimination Zinc résiduel et Installation sur la cavité des nouveaux tapers à forme évolutive

✓ Mise en place du circuit RF (Soleil)

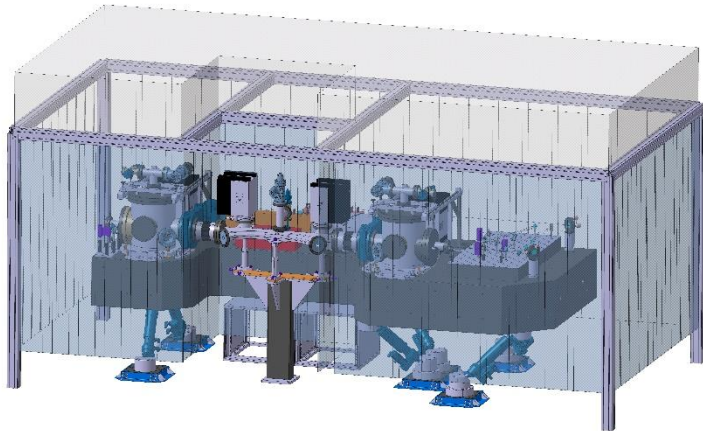
✓ Déplacement de la vanne pour masse entraînée par le moteur du tuner

➤ Définition d'un nouveau châssis et le supportage du câble RF

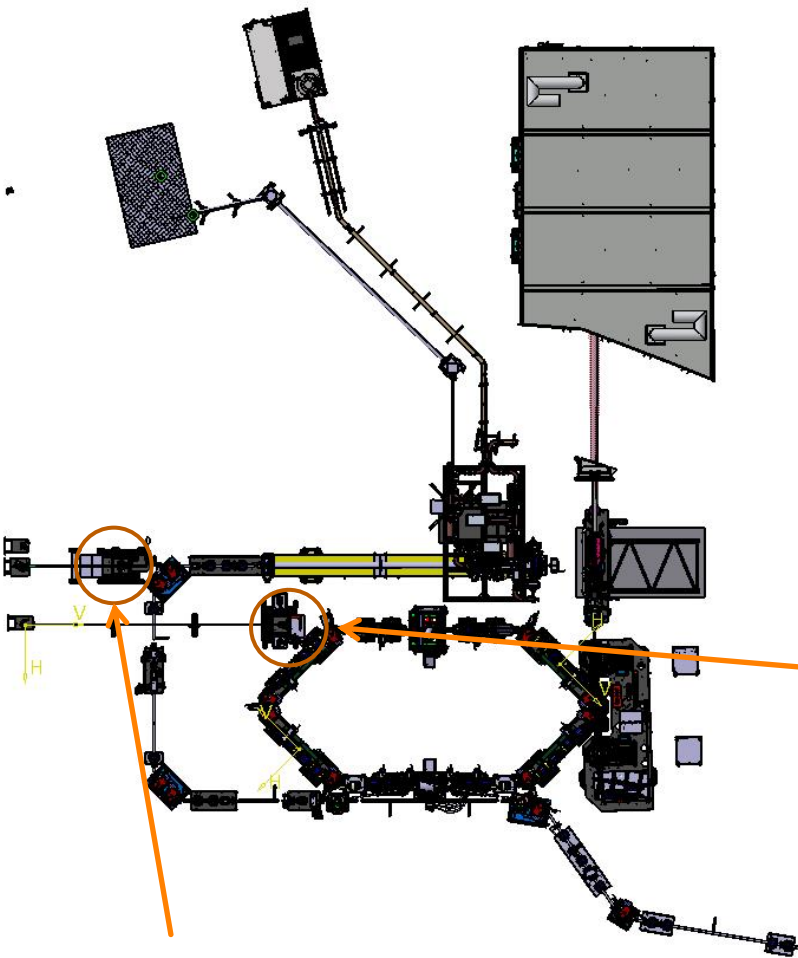
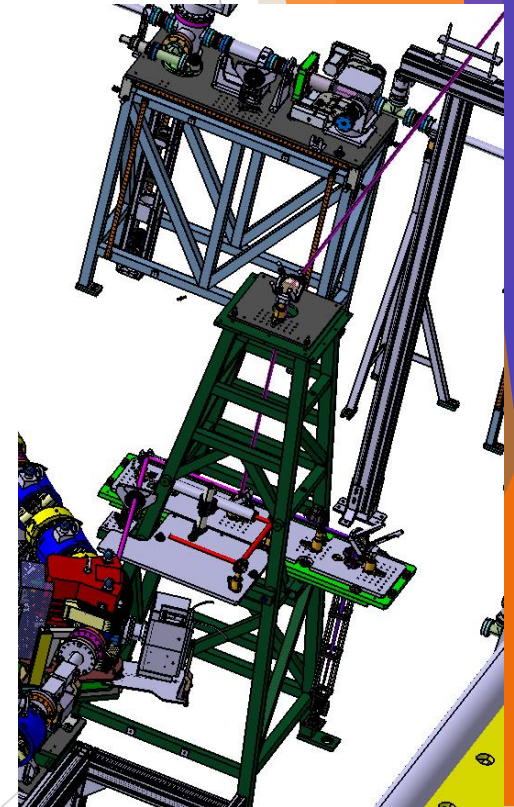
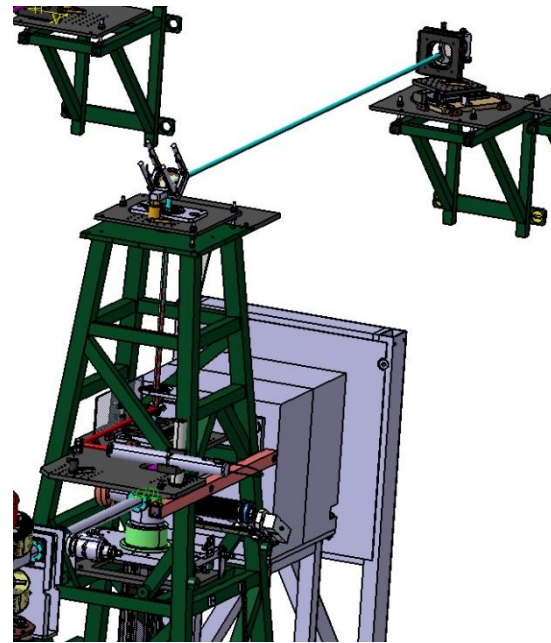
➤ Suivi des dossiers Septum & Kickers



Cavité Optique : IP

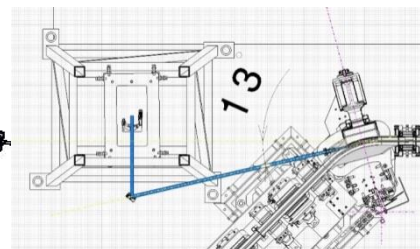


Lignes de Transport : Rayonnement Synchrotron, Cerenkov

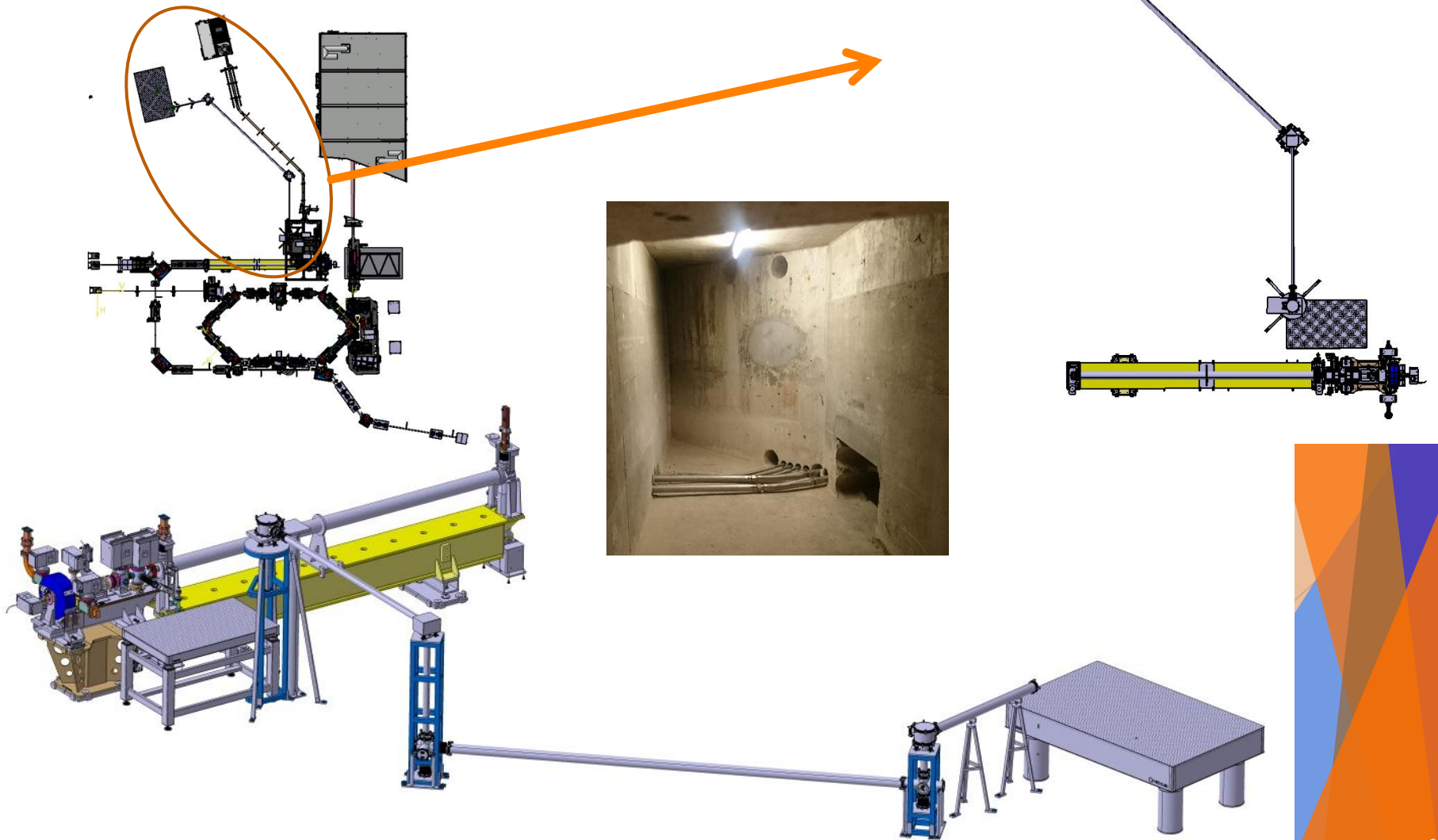


•Extraction SR

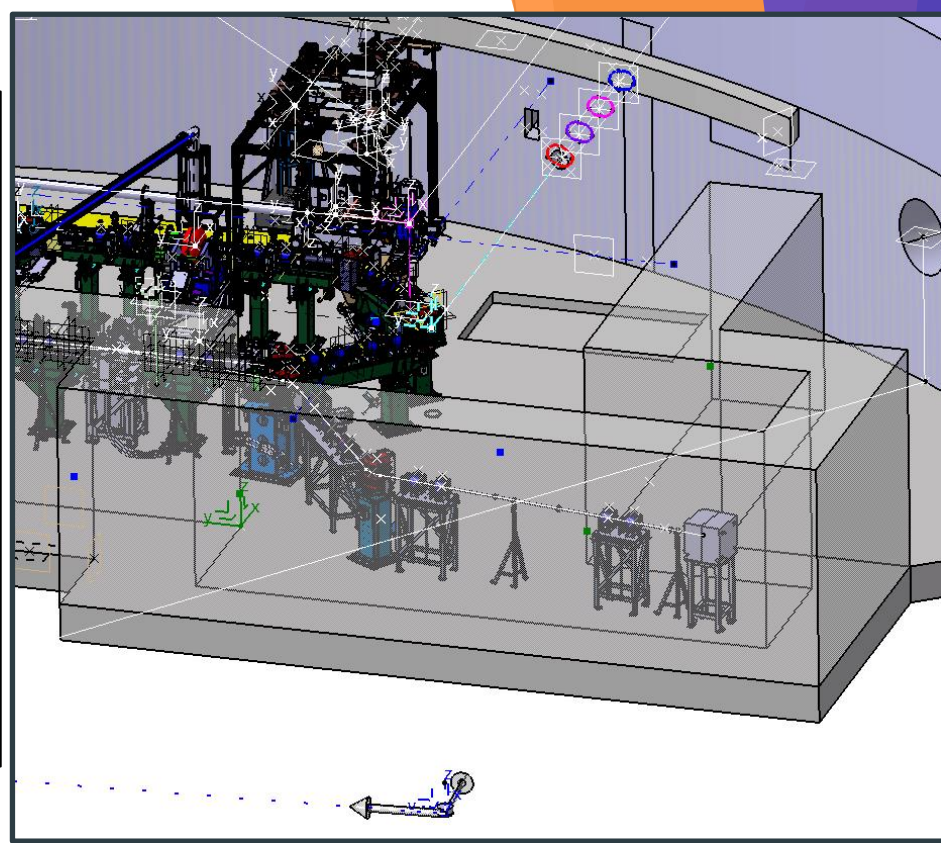
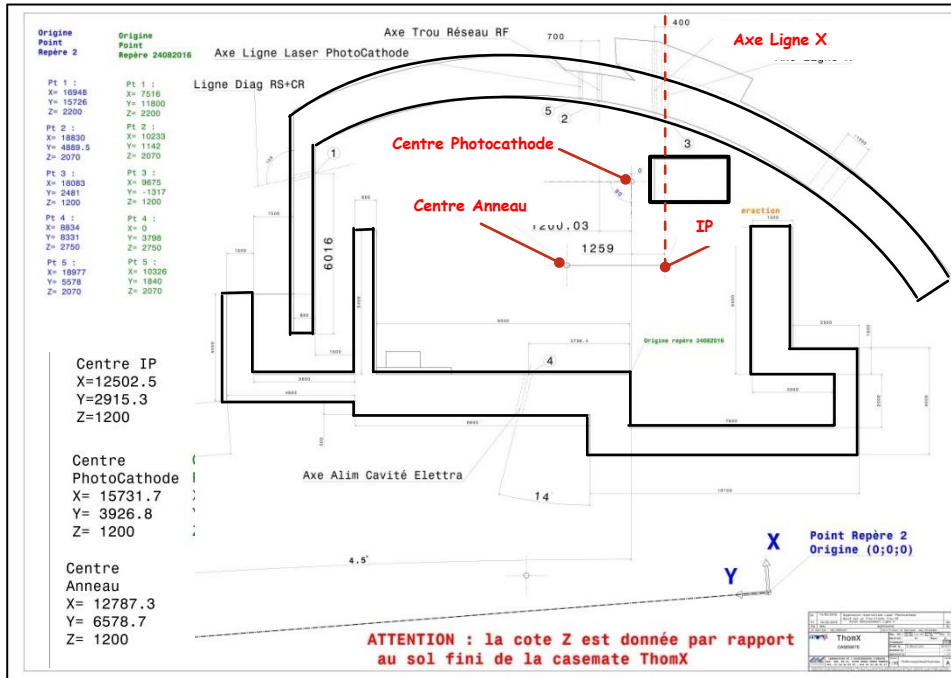
•Extraction CR



Lignes de Transport : Laser PhotoCathode



Implantation Maquette 3D vs Réalité



- ✓ Maquette 3D CATIA (BE + Plan PGX)
- ✓ Plans Casemate (Axes, VIP)
- ✓ Relevés Chantier par géomètres
- ✓ Vérification Maquette 3D CATIA
- ✓ Vérification Ultime Tube Ligne X



Intégration / Planning

		1->4		5->8		9->12		13->16		17->20		21->24										
LUN	2			30	Alignement Casemate EQ align			27	LIN: B LIL Réseau HF Casemate EQ2			27	LT: E 208:S05 Casemate	Quad Q4 Laser PhotoCathode salle laser	&C2	24	Diags SR & CR Casemate	&C2	22	&C2	LE:A Casemate	
MAR	3			31	REV 1			28	208:HL EQ1 EQV			28	EQ1 Trans									
MER	4			1				1				29										
JEU	5			2				2				30										
VEN	6			3				3				31										
SAM	7			4				4				1	AVR									
DIM	8			5				5				2										
LUN	9		Fin Rognage	6	LIN: A 209 EQ1	Réseau HF Casemate EQ2	Klystron D1 EQ4		LIN: B LIL Réseau HF 208:HL EQ1 EQV	Casemate EQ2		6										
MAR	10		Section LIL Bat 208 Test Vide	7								7										
MER	11			8					Transfert Casemate			8										
JEU	12			9								9										
VEN	13			10								10										
SAM	14			11								11										
DIM	15			12								12										
LUN	16			13	LIN: A 209 EQ1	Réseau HF Casemate EQ2	Klystron D1 EQ4					13										
MAR	17			14	Transfert Casemate Install Casemate							14										
MER	18			15								15										
JEU	19			16								16										
VEN	20			17								17										
SAM	21			18								18										
DIM	22			19								19										
LUN	23		Alignement Casemate EQ align	20	LIN: B LIL 208:HL EQ1 EQV	Réseau HF Casemate EQ2	Klystron D1 EQ4					20										
MAR	24			21								21										
MER	25			22								22										
JEU	26			23								23										
VEN	27			24								24										
SAM	28			25								25										
DIM	29			26								26										



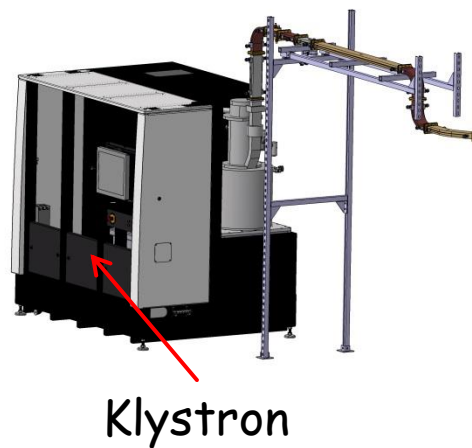
Pièce plus tracé	→ 18 jan	LAL
Appro pastilles	→ 18 jan	LAL
runner plan	→ 18 jan	LAL/SOLEIL
Appro burinage	→ 27 jan	LAL
Extension équerres	20 dec	SOLEIL
tracé montage collage pastilles (Bat 19 Tracker)	19-27 jan	SOLEIL/LAL
tracé plaques burinage	30-31 jan	LAL
Roglage plaques (Tracker)		SOLEIL/LAL
tracé + scell. chevilles	? fin	LAL
Montage aimants/poutres C1 (208)		LAL
mesures Tracker C1 (208)	Mar, Sam, Avr	SOLEIL/LAL
montage aimants/poutres C2 (208)		
mesures Tracker C2 (208)		
test chambres C1 & C2	juin	
montage chambres (208)	juillet	
Installation Anneaux	AOÛT	

Fin Reception Chambres

Tests Vide Chambre +
Traitement Thermique +
Syst étuvage

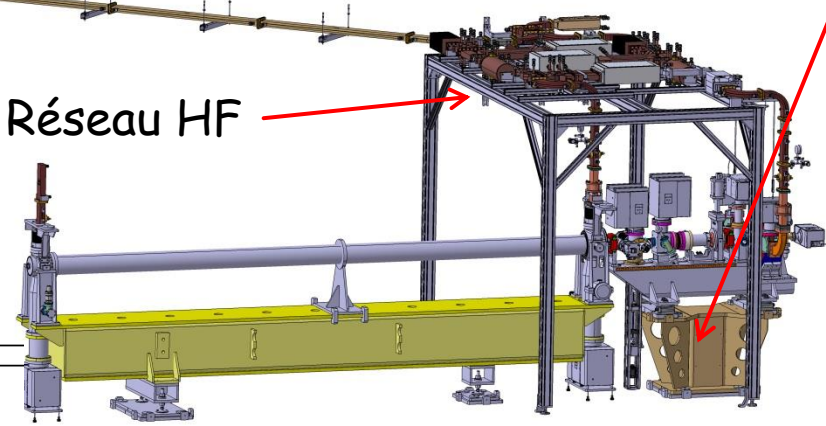
Tests Vide Chambre +
Traitement Thermique +
Syst étuvage



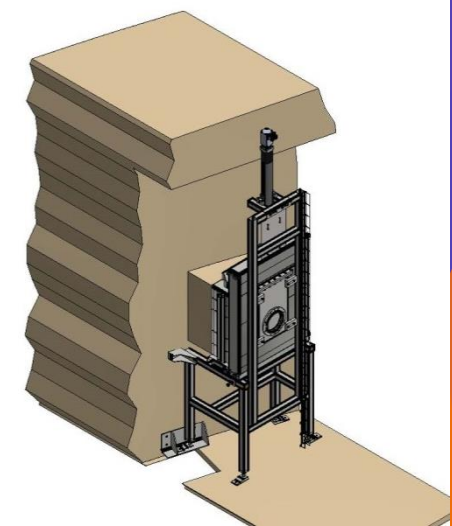
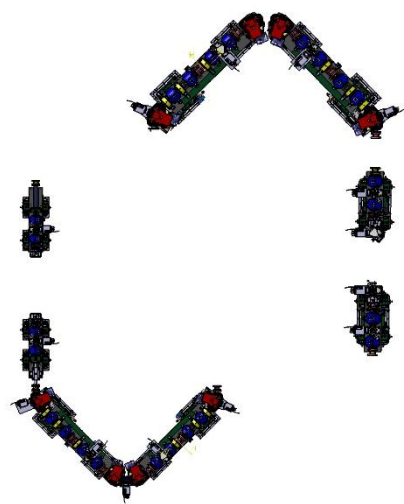


Klystron

Réseau HF



	1-4	5-8	9-12
LIN 2		90 Aligement	27 LIN: B LIL Réseau HF
MAR 3		31 Casemate EQ-align	28 208-HL Casemate EQ1 EQ2
MER 4	1		29 208-HL Casemate EQ1 EQ2
JEU 5			30 Préparation Poutres C1 & C2 Bat 208
VEN 6			
SAP 7			
MAR 8			
LIN 9	2	6 LIN: A Réseau HF Klystron	6 LIN: B LIL Réseau HF
MAR 10	3	209 Casemate EQ1 EQ2	7 208-HL Casemate EQ1 EQ2
MER 11	4	210 Casemate EQ1 EQ2	8 208-HL Casemate EQ1 EQ2
JEU 12			9 208-HL Casemate EQ1 EQ2
VEN 13			10 208-HL Casemate EQ1 EQ2
SAP 14			11 208-HL Casemate EQ1 EQ2
MAR 15			12 208-HL Casemate EQ1 EQ2
MAR 16			13 LT: A 3°Q Dip D1&D2
MER 17			14 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
JEU 18			15 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
VEN 19			16 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
SAP 20			17 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
MAR 21			18 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
MAR 22			19 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
LIN 23	3	90 Aligement	20 LT: A 3°Q Beam Dump
MAR 24	4	31 Casemate EQ-align	21 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
MER 25	1		22 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
JEU 26			23 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
VEN 27			24 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
SAP 28			25 208-S05 Casemate EQ1 EQ2
MAR 29			26 208-S05 Casemate EQ1 EQ2



• Assemblage poutres Anneau C1 & C2 @Bat208

Installation Beam Shutter @Casemate



AVRIL

Dipôles 1&2

Quad Q5

LT:H

Dipôles 1&2

Quad Q4

LT:E

LT:A

LT:I

9->12				13->16			
27	LT: B LIL Réseau HF	Casemate	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	27	LT: E Quad Q4	Laser PhotoCathode	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208
28	208-505 EG1	EG2		28	208-505 EG1	casemate	
29	EGV			29	Transfert Casemate	EG laser	
30				30			
31				31			
32				32			
33				33			
34				34			
35				35			
36				36			
6	LT: B LIL Réseau HF	Casemate	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	3	LT: H 2*Q Quad Q5	Laser PhotoCathode	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208
7	208-505 EG1	EG2		3	208-505 EG1	casemate	
8	Transfert Casemate			4	EGV	EG laser	
9				5			
10				6			
11				7			
12				8			
13				9			
14				10			
15				11			
16				12			
17				13			
18				14			
19				15			
20				16			
21	LT: A 3*Q Dip D1&D2	Casemate	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	10	LT: H 2*Q Dip D3&D4	Laser PhotoCathode	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208
22	208-505 EG1	EG2		10	208-505 EG1	casemate	
23	Transfert Casemate			11	EGV	transport laser	
24				12	Transfert Casemate	EG laser	
25				13			
26				14			
27				15			
28				16			
29				17			
30				18			
31				19			
32				20			
33				21			
34				22			
35				23			
36				24			
37				25			
38				26			
39				27			
40				28			
41				29			
42				30			
43				31			
44				32			
45				33			
46				34			
47				35			
48				36			
49				37			
50				38			
51				39			
52				40			
53				41			
54				42			
55				43			
56				44			
57				45			
58				46			
59				47			
60				48			
61				49			
62				50			
63				51			
64				52			
65				53			
66				54			
67				55			
68				56			
69				57			
70				58			
71				59			
72				60			
73				61			
74				62			
75				63			
76				64			
77				65			
78				66			
79				67			
80				68			
81				69			
82				70			
83				71			
84				72			
85				73			
86				74			
87				75			
88				76			
89				77			
90				78			
91				79			
92				80			
93				81			
94				82			
95				83			
96				84			
97				85			
98				86			
99				87			
100				88			
101				89			
102				90			
103				91			
104				92			
105				93			
106				94			
107				95			
108				96			
109				97			
110				98			
111				99			
112				100			

• Assemblage poutres Anneau C2 @Bat208

• Mécanique, Intégration, Alignement

• Denis Douillet (LAL) - Orsay, 1:

• 22

MARS

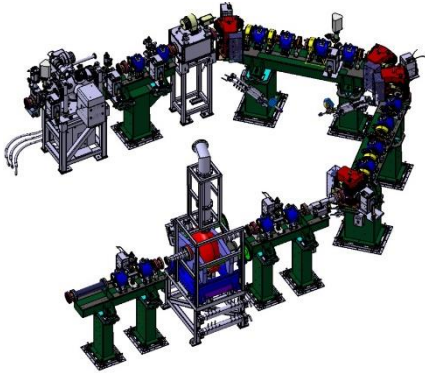
• Assemblage poutres Anneau C1 @Bat208



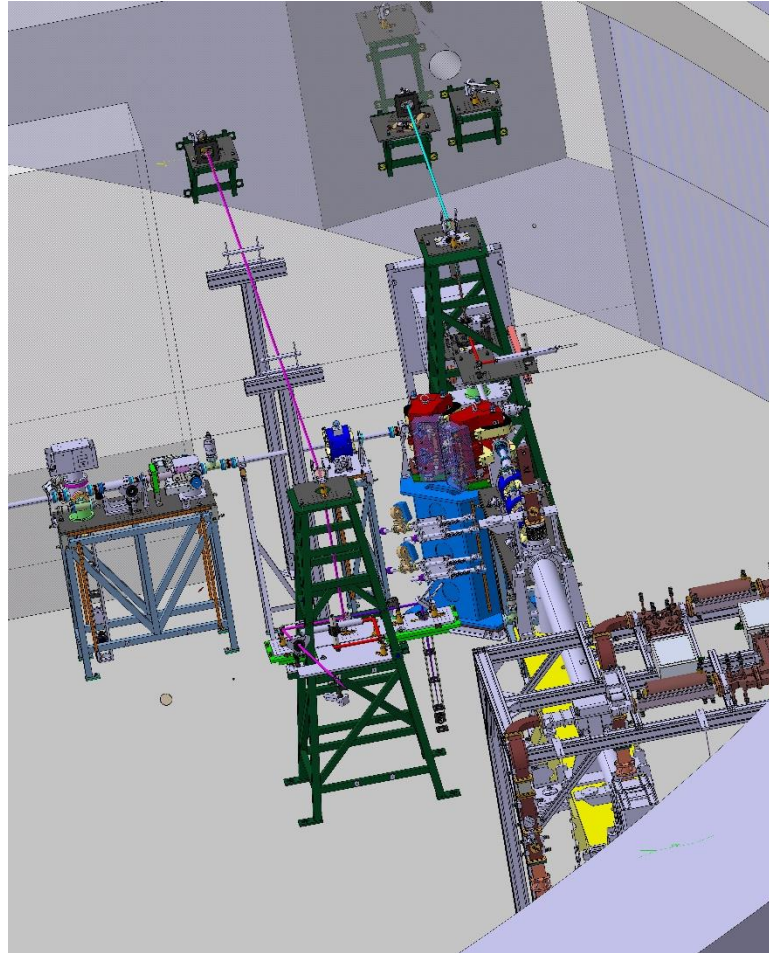


JUIN

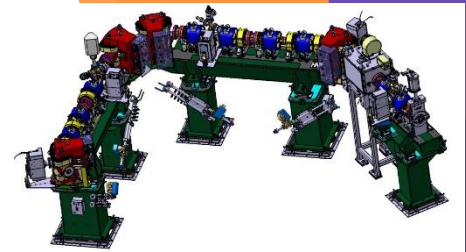
• Assemblage poutres Anneau C1 & C2 @Bat 208



17->20			21->24		
24	Diags SR & CR Casematé Eq Diags	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	22	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	LE:A Casematé EQ2
25			23		
26			24		
27			25		
28			26		
29		27			
30		28			
1	Diags SR & CR Casematé Eq Diags	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	29	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	LE:B Casematé EQ2
2			30		Fin Réception Chambres
3	SEILLAC		31		
4			1		
5			2		
6		3			
7		4			
8	Diags SR & CR Casematé Eq Diags	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	5	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	LE:C Casematé EQ2
9			6		Test Vide Chambre + Préparation étuvage
10			7		
11			8		
12			9		
13		10			
14		11			
15	Diags SR & CR Casematé Eq Diags	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	12	Préparation Poutres C1 &C2 Bat 208	
16			13		Test Vide Chambre + Préparation étuvage
17			14		
18			15		
19			16		
20		17			
21		18			

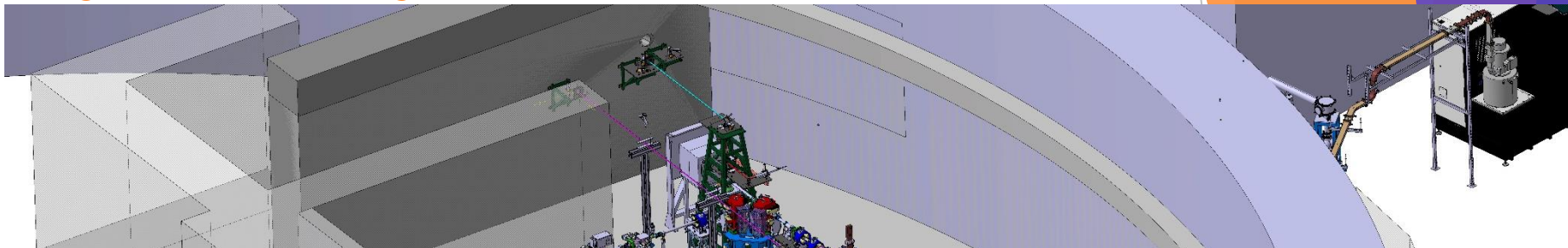


• Mise en place et réglage Diag SR & CR

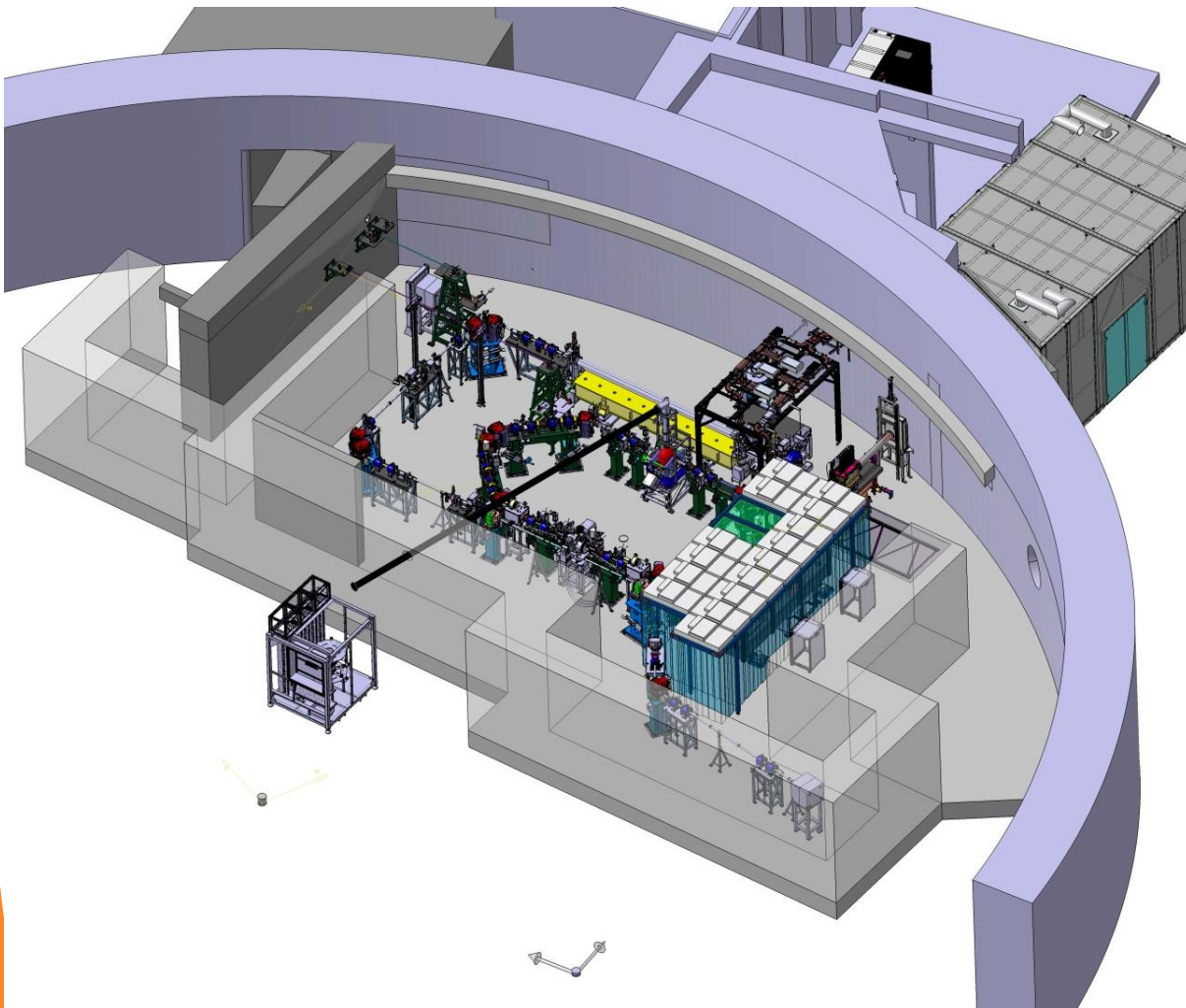


MAI

Intégration / Planning



25->28		29->32		33->36		37->40		41->44		45->48		49->52			
19	Cavité RF Casemate EQ2	17		14		11	C1:A (Septum-) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:A Casemate EqT+EqA2 + EQV	9	C1:D (IP-) Av Cav FP Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:D Casemate EqT+EqA2 + EQV	6		4	
20	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	18	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	15	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	12	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	Montage MeK Chambresur Poutres	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	10	Mise sous vide Anneau	7	Mise sous vide Anneau	5	Mise sous vide Anneau
21		19		16		13			11			8		6	
22		20		17		14			12			9		7	
23		21		18		15			13			10		8	
24		22		19		16			14			11		9	
25		23		20		17			15			12		10	
26	Septum Casemate EQ2	24	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	21	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	18	C1:C (Septum+) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:C Casemate EqT+EqA2 + EQV	16	C1:E (Ip+) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:E Casemate EqT+EqA2 + EQV	13	Mise sous vide Anneau	11	Mise sous vide Anneau
27	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	25	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	22	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	19	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	Montage MeK Chambresur Poutres	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	17	Mise sous vide Anneau	14	Mise sous vide Anneau	12	Mise sous vide Anneau
28		26		23		20			18			15		13	
29		27		24		21			19			16		14	
30		28		25		22			20			17		15	
31		29		26		23			21			18		16	
32		30		27		24			22			19		17	
33		31		28		25			23			20		18	
34		32		29		26			24			21		19	
35	Kickers Casemate EQ2	1	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	30	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	27	C1:C (Septum+) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:C Casemate EqT+EqA2 + EQV	25	C1:E (IP+) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:E Casemate EqT+EqA2 + EQV	22	Mise sous vide Anneau	20	Mise sous vide Anneau
36	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	2	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	31	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	28	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	Montage MeK Chambresur Poutres	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	26	Mise sous vide Anneau	23	Mise sous vide Anneau	21	Mise sous vide Anneau
37		3		32		29			27			24		22	
38		4		33		30			28			25		23	
39		5		34		31			29			26		24	
40		6		35		32			30			27		25	
41		7		36		33			31			28		26	
42		8		37		34			32			29		27	
43		9		38		35			33			30		28	
44		10		39		36			34			31		29	
45	Kickers Casemate EQ2	11	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	4	C1:A (Septum-) Casemate EqT+EqA1 + EQV	1	C1:D (IP-) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:D Casemate EqT+EqA2 + EQV	30	C1:E (IP+) Casemate EqT+EqA1 + EQV	C2:E Casemate EqT+EqA2 + EQV	27	Mise sous vide Anneau	25	Mise sous vide Anneau
46	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	12	Tests Vide Chambre + Traitement Thermique + Syst étuvage	5	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	2	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	Montage MeK Chambresur Poutres	MeK/Align + Det Fuites/Vide Limite/RGA	31	Mise sous vide Anneau	28	Mise sous vide Anneau	26	Mise sous vide Anneau
47		13		6		3			32			29		27	
48		14		7		4			33			30		28	
49		15		8		5			34			31		29	
50		16		9		6			35			32		30	
51		17		10		7			36			33		31	
52		18		11		8			37			34		32	



BE : Rodolphe, Yann,
Alexandre x2,
Damien, Saïd, Didier, Grégory

Aligneurs : Manu, Alain & Co +
Alice, Alex

Atelier : Michel, Rémy, Jean-
Philippe, Frederick, Patrick,
Emmanuel, Olivier, Guillaume,
Bruno et Éric

Groupe Technologie du Vide :
Manu, Denis, Frédéric, Éric,
Bruno et Christophe

Admin : Dominique, Anngaëlle,
Sylvie, Mathilde, Brigitte, Dejan,
...etc.

MERCI pour votre attention