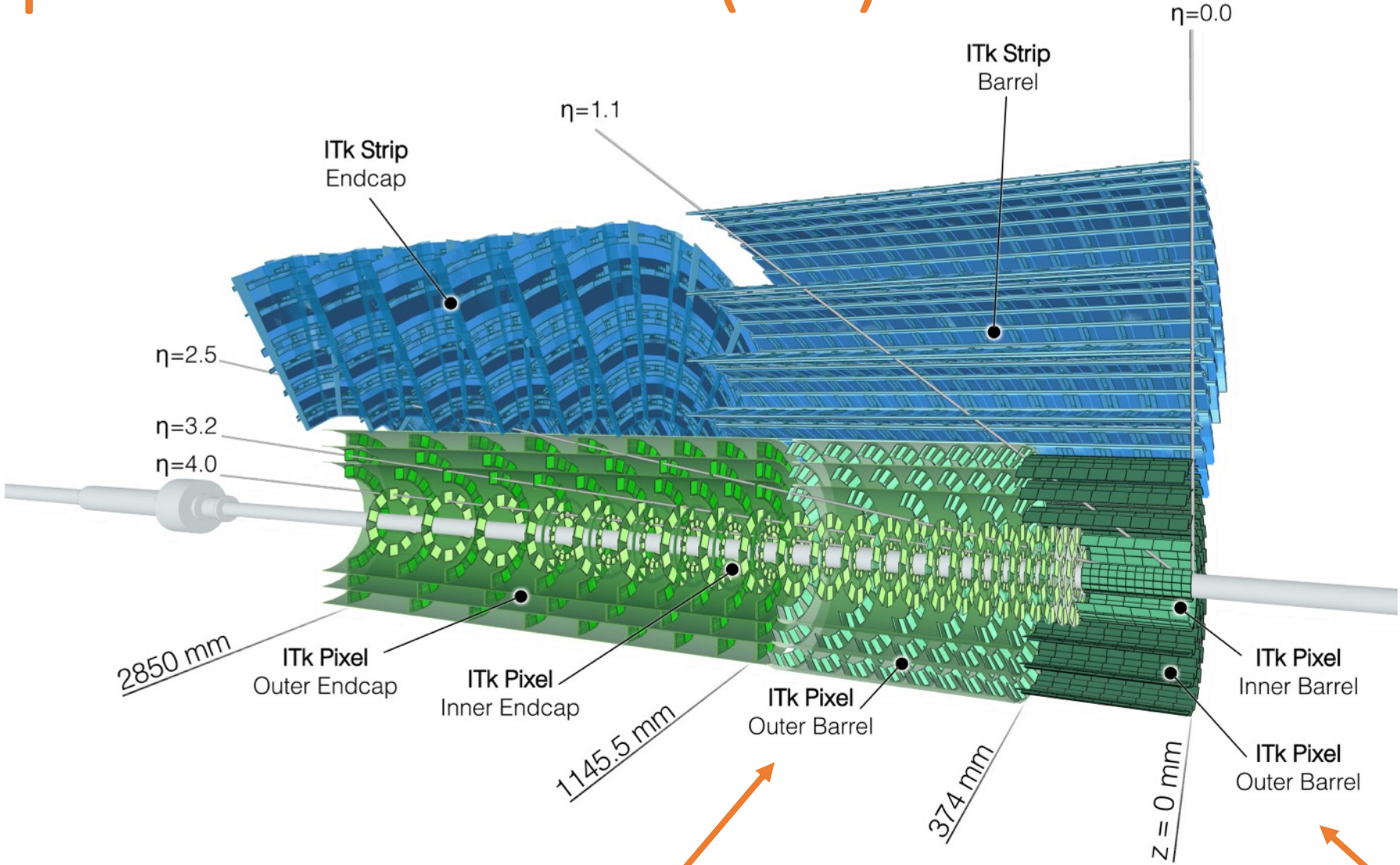


Projet ATLAS ITk au LPSC

F. Ledroit pour toute l'équipe

ITk pixel Outer Barrel (OB)



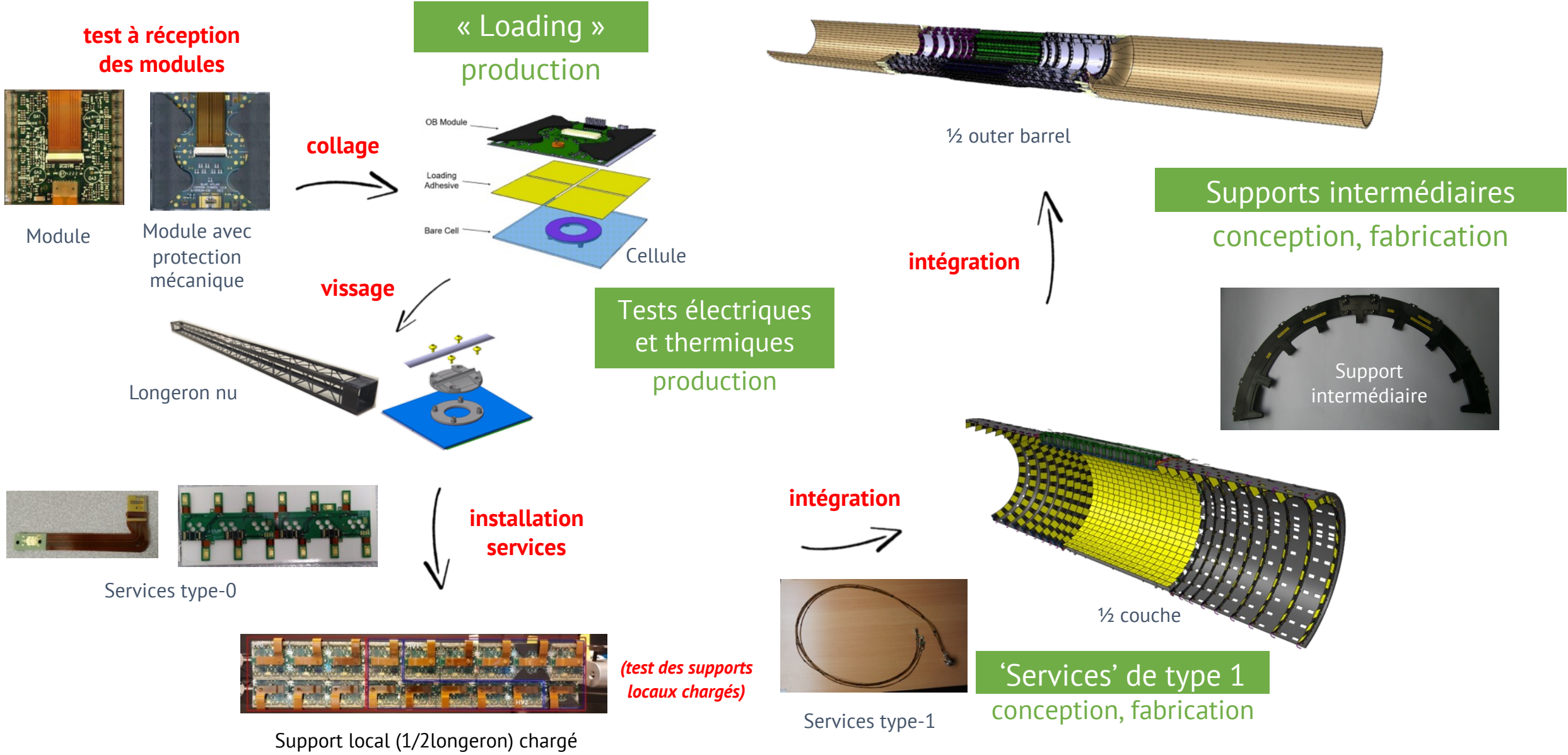
OB: 4472 modules
(50% du détecteur à pixels)

section inclinée

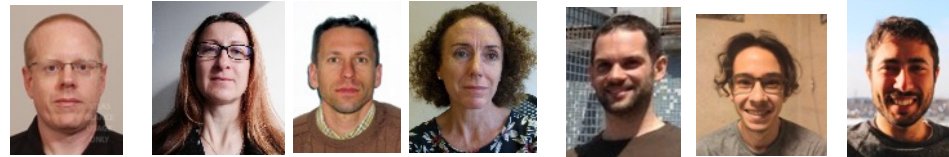
section plate



Implication du LPSC



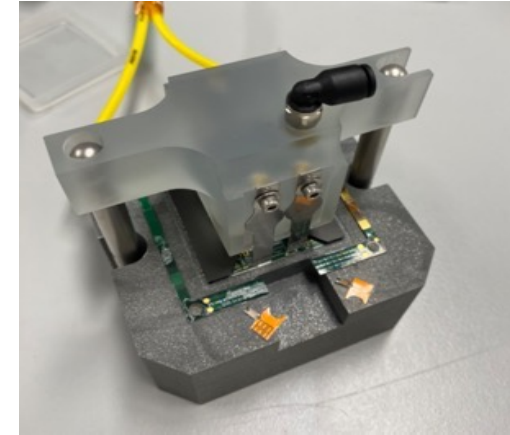
“Loading” et tests électriques et thermiques des modules



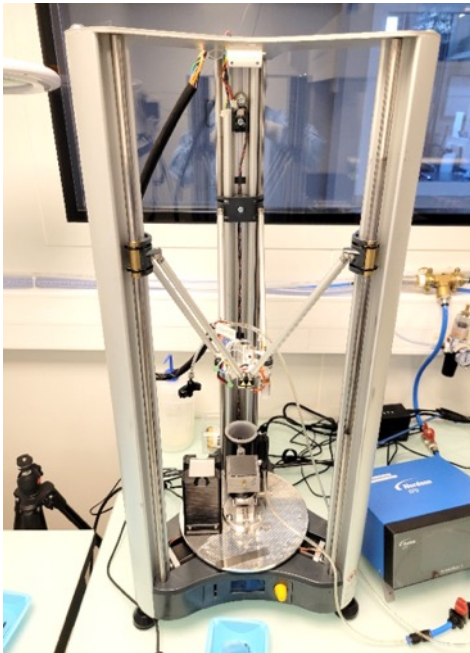
Cell loading

Outils ~déjà disponibles en 2021

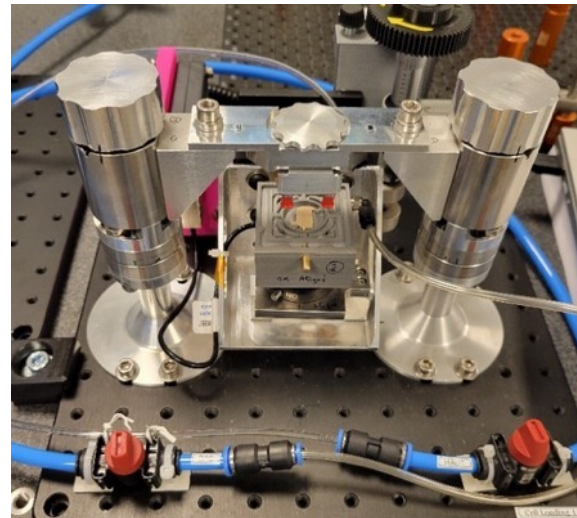
- perfectionnement dans les détails
- duplications
- installation en salle blanche en 2024



*Outil de découpe du flex
(exemplaire de Marseille)*



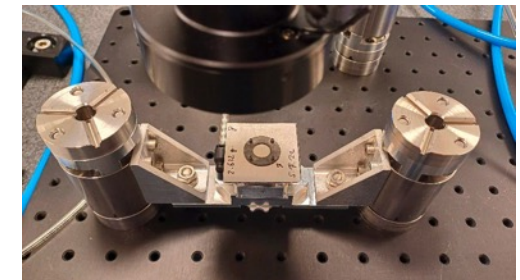
Outil de dépôt



Outil de pressage



Test de dépôt



Métrie

Tests électriques et thermiques des modules

Alimentation des FE chips	1x alim. 4 voies → 3V 5,88A
Polarisation des modules	1x alim. 4 voies → 200V 100μA
Refroidissements de modules	4x 2 peltiers en série
	4x alim. 2 voies → 25V 12A
	Chiller 4kw + 4 électrovannes assécheur d'air comprimé
Interlock	micro contrôleur Teensy
	2x carte de lecture de NTC 2 voies
	8x carte de lecture de PT100 1 voie
	2x capteur de lumière
	4x capteur d'humidité + température
	5x contacteur de capot
	4x relai statique
PC de pilotage	carte 16 relai électro-mécaniques
	1x (ou plus) carte YARR (FPGA) 4 voies
	LocalDB
	Logiciel de Slow control
	Contrôle de l'interlock
	Base de donnée influxdb
	Afficheur de monitoring Grafana
Logiciel d'automatisation des tests	

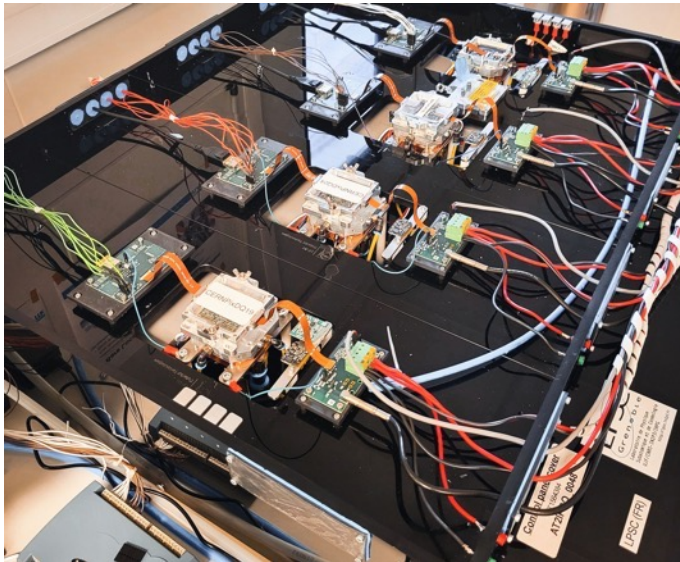
Conception



Conception



Conception



Qualification comme site de loading

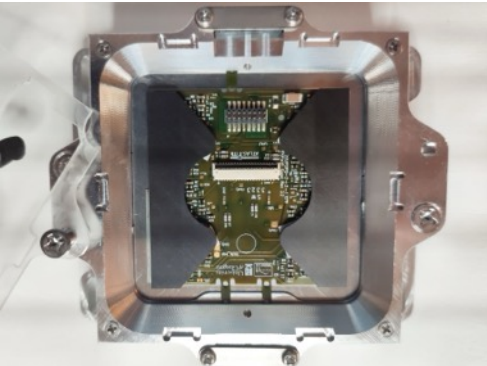
		CPPM	LPSC	
Cured Glue Pattern	Readiness Cell Loading Tooling	Completed	Completed	} Partiellement validé mais des optimisations sont en cours
	Readiness off glue mixing/deposition equipment	Completed	Completed	
	Loading of 5x Conformal glass tiles with final glue pattern	Completed	Completed	
Loading Accuracy	Readiness metrology equipment	Completed	Ongoing	
	Availability of Si Tiles	Completed	Completed	
	Loading of 5x Conformal silicon tiles with final glue pattern	Pending	Pending	
	Metrology control of 5x Conformal silicon tiles	Pending	Pending	
	Metrology of reference samples	Pending	Pending	
Loading of 1st Pre-production Modules	Availability of tooling to manipulate modules	Ongoing	Ongoing	
	Availability of flex cutting tool	Pending	Pending	
	Loading of 5x Pre-production modules	Pending	Pending	
	Metrology control of 5x Pre-production modules	Pending	Pending	
QC Testing: Commissioning of Test Infrastructure	Assembly of QC Test Box for Loaded Module Cells	Completed	Completed	} Validé
	Assembly of QC interlock	Completed	Completed	
	Commissioning QC Tests setup and Interlock	Completed	Completed	
	QC Tests of digital quad module	Completed	Completed	
	Setup of PDB and localDB Infrastructure	Completed	Completed	
QC Testing: Test of Pre-production Module Cells	Reception tests of 5x Pre-production modules	Pending	Pending	} Attente de modules
	QC Tests of 5x Pre-production Module Cells	Pending	Pending	
	Upload of results to ITk PDB	Pending	Pending	
Shipment	Availability of packing equipment (sealing for ESD bags)	Pending	Completed	} En cours
	Shipment of Dummy Module Cells	Pending	Pending	
	Shipment of Travelling Module Cell	Pending	Pending	
	Re-test Travelling Module Cell	Pending	Pending	

Modules disponibles

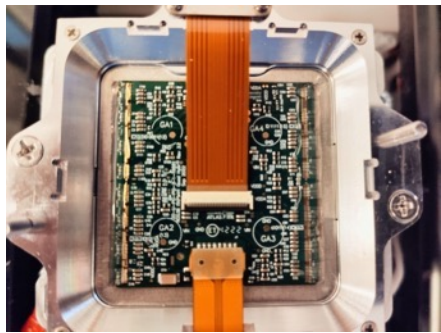
- Modules digitaux ('Digital Quad' DQ) → test du setup de test
- Modules de préproduction étiquetés 'mauvais' → exercice de la chaine complète (?)



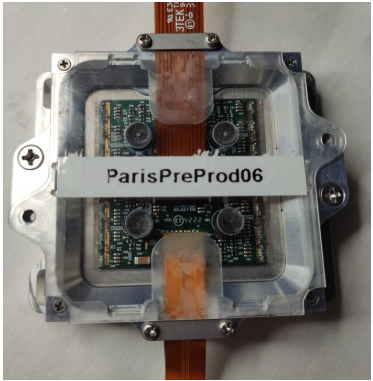
CERNPixDQ19



ParisPreProd-56



CERNPixDQ24

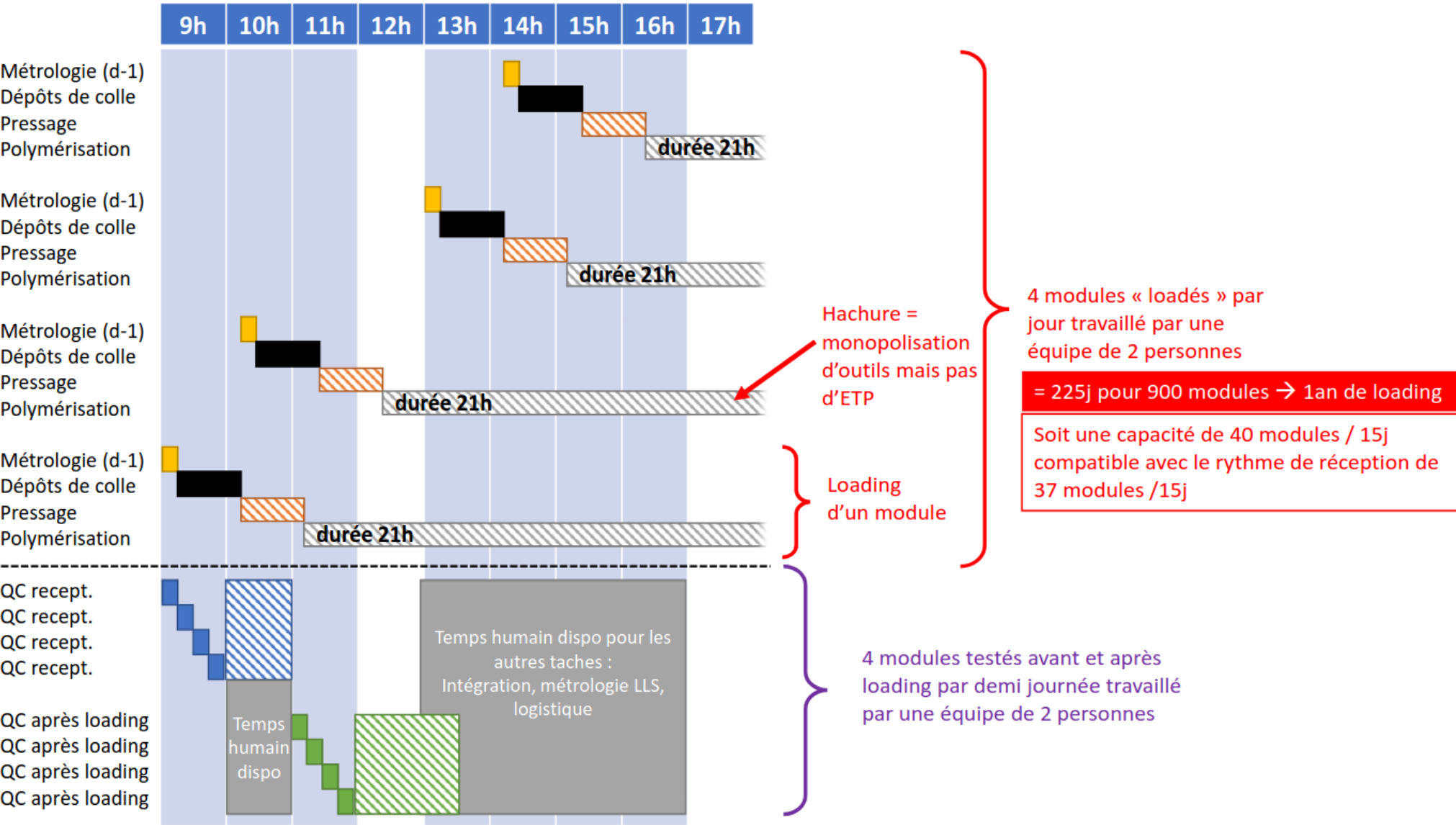


ParisPreProd-06

(20UPGM22110016)

- Damaged during coating**
15/07/2024 11:04 Anna Raquel Petri
- Damaged during testing**
15/07/2024 11:04 Anna Raquel Petri
- Core Column issue**
15/07/2024 11:04 Anna Raquel Petri
- At least one of the PCB tabs is broken**
15/07/2024 11:04 Anna Raquel Petri

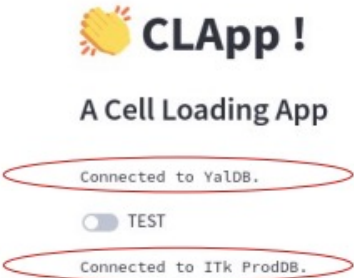
Séquence des opérations



CLApp : Cell Loading App

Une application (basée sur le module Streamlit de Python) pour le suivi de production:

- checklist à travers les nombreuses étapes
- calcul à la volée de quantités utiles à l'opérateur
- garder une trace complète du processus dans une base de donnée locale
- verser dans la database de production ITk (ProdDB) les informations requises



On what component are we working?

- Module to be glued on a cell...
- Carrier with a module to be glued...
- Cell to be loaded with a module...

Modulable: sur quel composant travaille-t-on ?



Checklist avec toutes les sous-étapes illustrées

SECTION 6: GLUE DEPOSIT

Cell Reference: 20UPBCELLTEST
Module Reference: 20UPBMODULETEST

Fill this page to go to the next step.

Before any operation, check that the dispenser pressure is at 1.1 bar.

Preparation of the glue mix (Stycast+Catalyst)

Ref. Stycast	Batch_Num:0223065113__Pot_Num:1__Cartridge_Num:1
Ref. Catalyst	Batch_Num:0222655060__Flacon_Num:1
Mass of the Stycast component [g]	15.16
Theoretical mass of catalyst to be added	0.53 g
Theoretical mass of the mix Stycast+Catalyst	15.69 g
Measured mass of the mix Stycast+Catalyst [g]	14.00
Relative error on glue mix mass	-10.8%

Calcul l'erreur de mélange
→ Rouge si hors spécifications

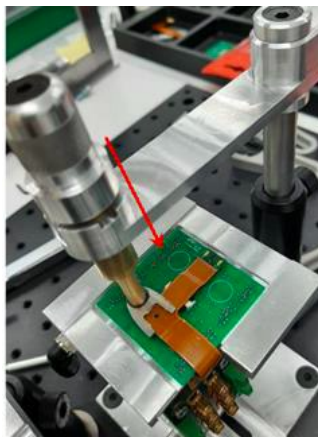
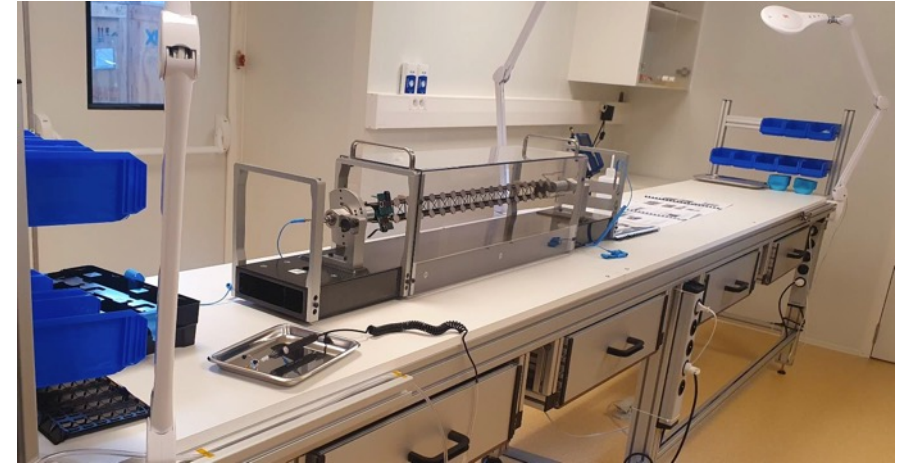
Cell integration

Un 'longeron voyageur' passé par le LPSC en 2024

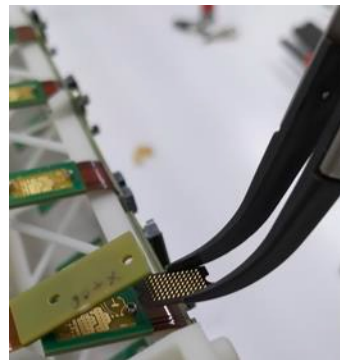
- après entraînement de 2 opérateurs au CERN
 - transmission gestes à toute l'équipe
- mais encore difficile d'anticiper la durée des opérations
(retour d'expérience à venir du CERN et de Bonn)

Préproduction : au moins 1 support local par site, idéalement 2 (un longeron, 1 demi-anneau)

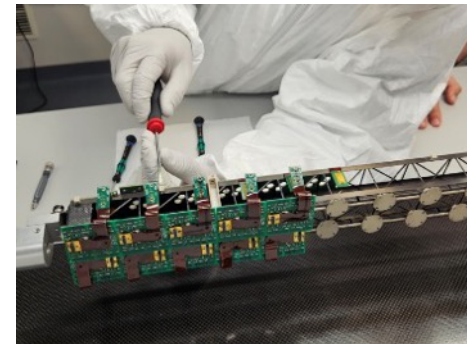
Pas commencé : métrologie des support locaux (vérification de l'enveloppe)



Outil de connexion du pigtail



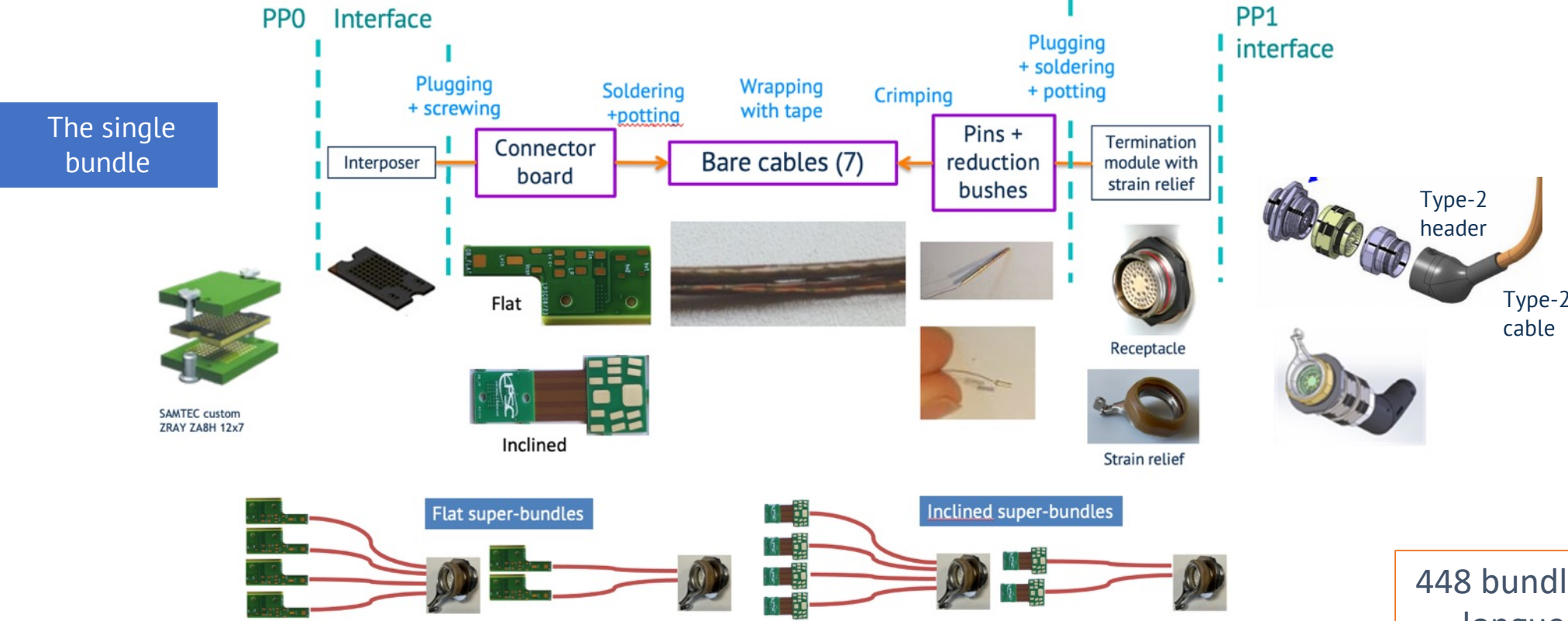
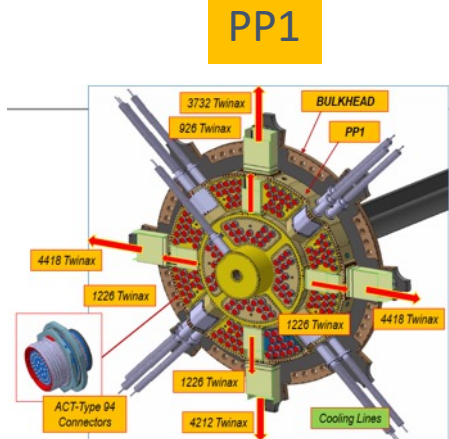
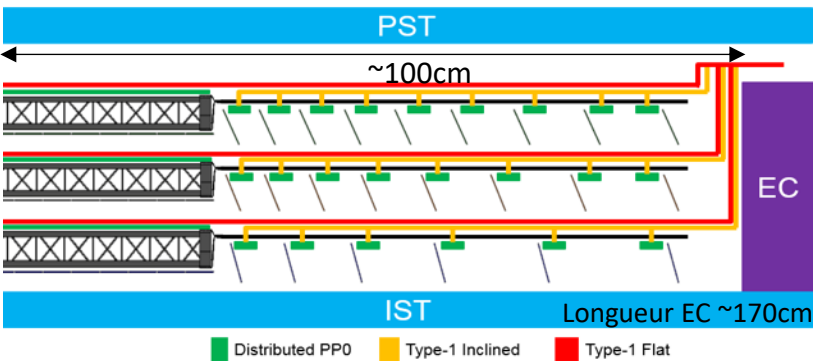
Connexion du ZRay



Services de type-1



Services de type-1 : rappels



448 bundles (installé),
longueur ~3.5m

Services de type 1 : état

Design complet validé le 18 novembre 2024 (FDR follow-up)

→ feu vert préproduction

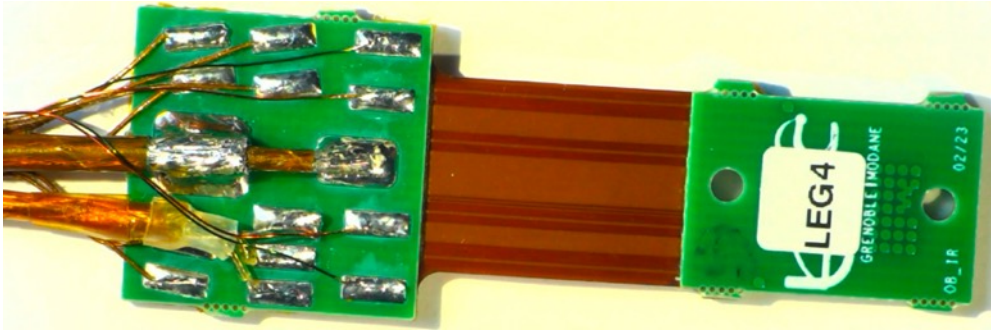
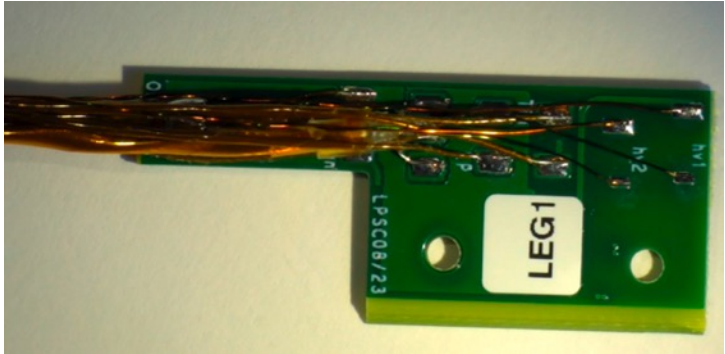
3 actions+5 recommandations
dans le rapport reçu cette nuit

- nouvelles terminaisons côté PP0
- développement de la terminaison au PP1
- développement des dispositifs de soulagement des tensions (potting)
- vérification de l'enveloppe à l'aide d'une maquette (CERN)
- 3 prototypes complets, dont un complètement final (LPSC)
- changement de prestataire pour la connectivisation
 - maintenant via CERN BE Cabling Team
- finalisation des procédures de Contrôle Qualité
 - uniformisation avec les autres sous-systèmes (IS et EC)
 - nouvelle carte de test custom
- implémentation des composants dans la base de données de production (ProdDB)
- développement d'une appli ~similaire à celle conçue pour le loading (CLApp)

En parallèle : design du câble de type 1 de transmission des données pour l'OB terminé

Services de type 1 : photos

- nouvelles terminaisons côté PP0



- développement de la terminaison au PP1



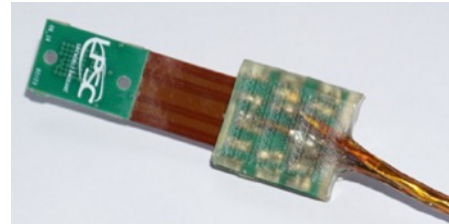
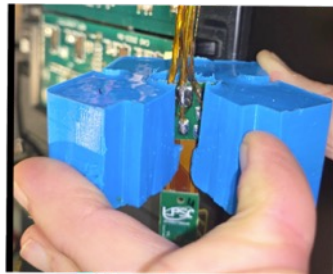
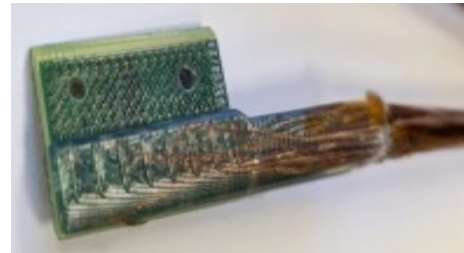
Prototype #2 before potting



Prototype #3 before potting
(temporary tie strap)

Services de type 1 : photos

- développement des dispositifs de soulagement des tension (potting)



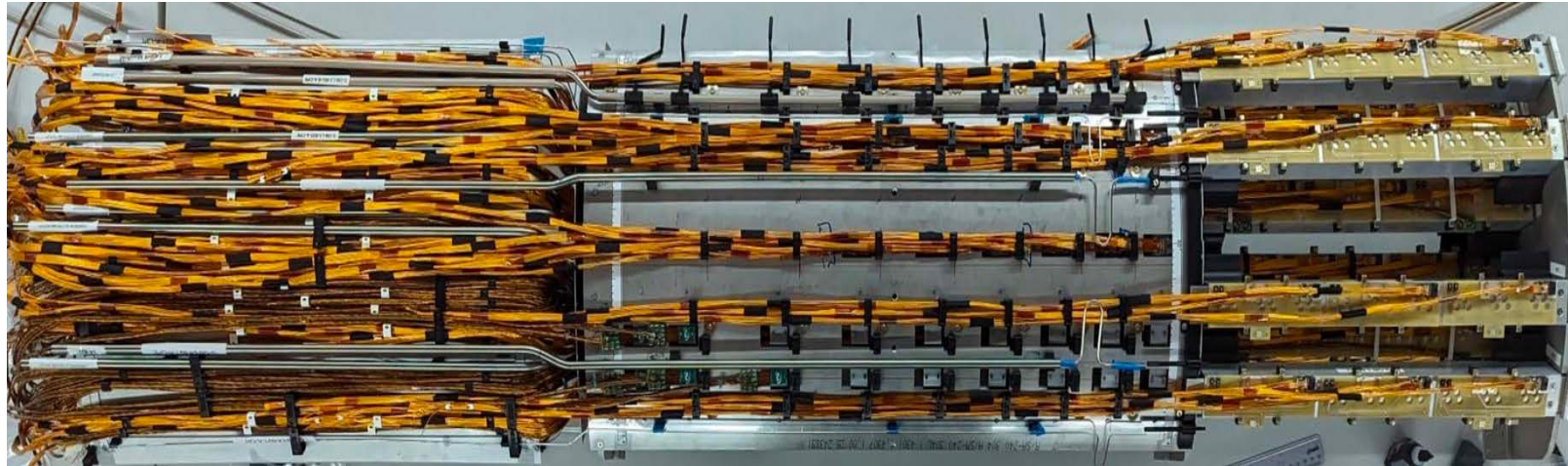
- 3 prototypes complets, dont un complètement final
- changement de prestataire pour la connectivisation
 - maintenant via CERN BE Cabling Team



Services de type 1 : photos

- vérification de l'enveloppe à l'aide d'une maquette (CERN)

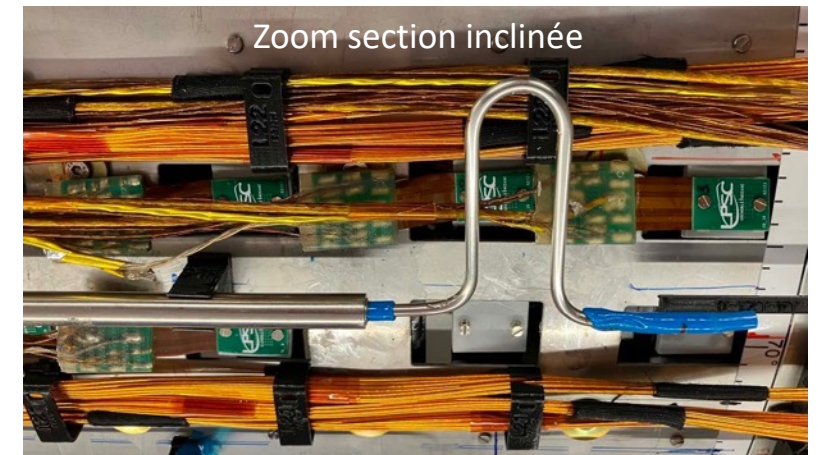
PP1



End-Cap

Section inclinée

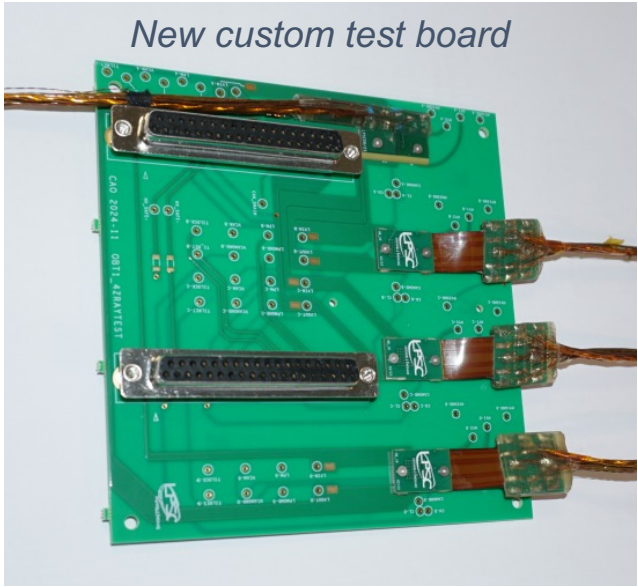
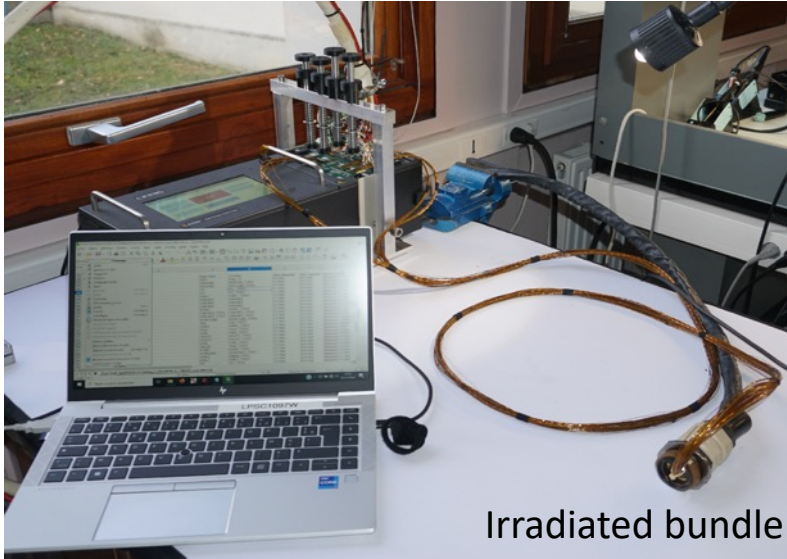
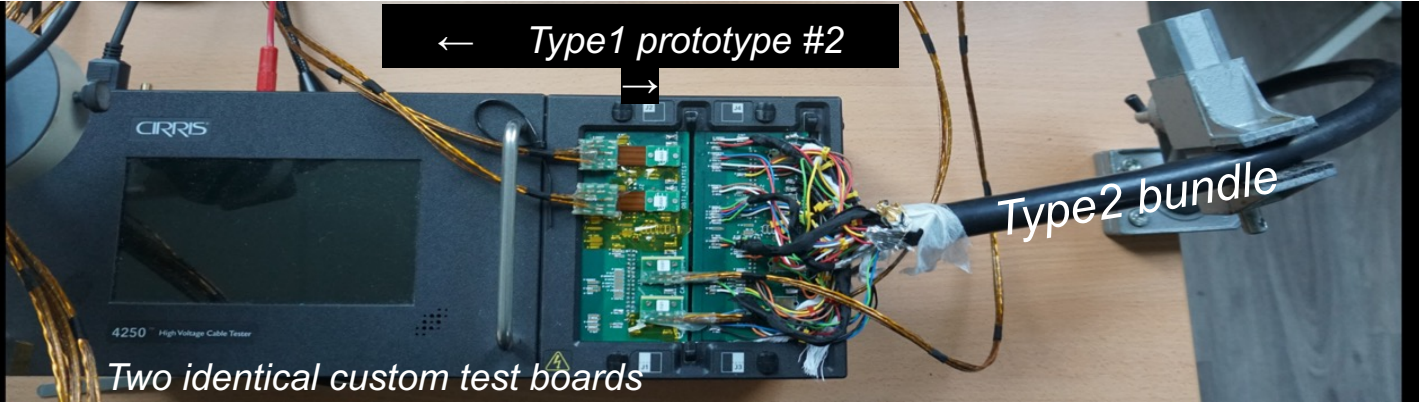
Section plate



Zoom section inclinée

Services de type 1 : photos

- finalisation des procédures de contrôle Qualité
 - uniformisation avec les autres sous-systèmes (IS et EC)
 - nouvelle carte de test custom



Services de type 1 : database

- implémentation des composants dans la base de données de production (ProdDB)
- développement d'une appli ~similaire à CLApp

Basic Info ?

Name	OB Type-1 Power Superbundle
Code	OB_TYPE1_POWER_SUPERBUNDLE
Description	Design overview : https://edms.cern.ch/document/2799400/0.9 QA/QC : https://edms.cern.ch/document/2799402/0.9
Id	65b1361f6a99a10042e7efb6
Category	Assembly
Project	Pixels
Subproject	OUTER PIXEL BARREL
State	ACTIVE
ATLAS Serial Number	Automatic
SN Assigned Later	No
SN Component Identifier	P1

Définition super bundles dans ProdDB

Tailored Streamlit App
Powered by itkdb

Select app by theme:
 QCApp
 RegisterApp

Select page:
 Authenticate
 Register Type-1
 Register PP1
 Assemble PP1
 Broom Cupboard

Institution: LPSC
Project: P

```
"subproject": "PB"  
"institution": "LPSC"  
"componentType": "OB_TYPE1_POWER_SUPERBUNDLE"  
"type": "DUMMY"  
"properties": {  
  "FLAVOUR": "G"  
  "PROD": "G"  
  "NB_LEGS": 2  
  "LENGTH_BUNDLE1": 3000  
  "LENGTH_BUNDLE2": 3000  
}
```

Upload Component

****Successful registerComponent**:**
20UPBQR0200001

Last successful upload: 672b9e53c4b000dc4cbedcfff

Add comment?

Delete

Registered new Type-1 power component with SN 20UPBQR0200001

New registration

Enregistrement 1 super bundle via l'application

Front view of PP1 connector

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG
Browse files

PP1_Front.jpg 1.0MB

Details: " " Uploaded file(file_id="89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe", name="PP1_Front.jpg", type="image/jpeg", size=961626, _file_urls_file_id: "89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe" upload_url: "/_stcore/upload_file/8a42b97f-a213-4bf7-8856-265b69c002cc/89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe" delete_url: "/_stcore/upload_file/8a42b97f-a213-4bf7-8856-265b69c002cc/89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe")

Compression complete. Final size: 883.66 KB with quality 80.

See image?

Front view of PP1 connector with angle

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG
Browse files

Back view of PP1 connector

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG
Browse files

Side view of PP1 connector

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG
Browse files

Missing following photos: Q1_PP0_POTTED, Q2_PP0_POTTED, Q3_PP0_POTTED, Q4_PP0_POTTED, PP1_ANGLE, PP1_BACK, PP1_SIDE.

Téléversement inspection visuelle extrémité PP1 via l'application

Supports mécaniques intermédiaires

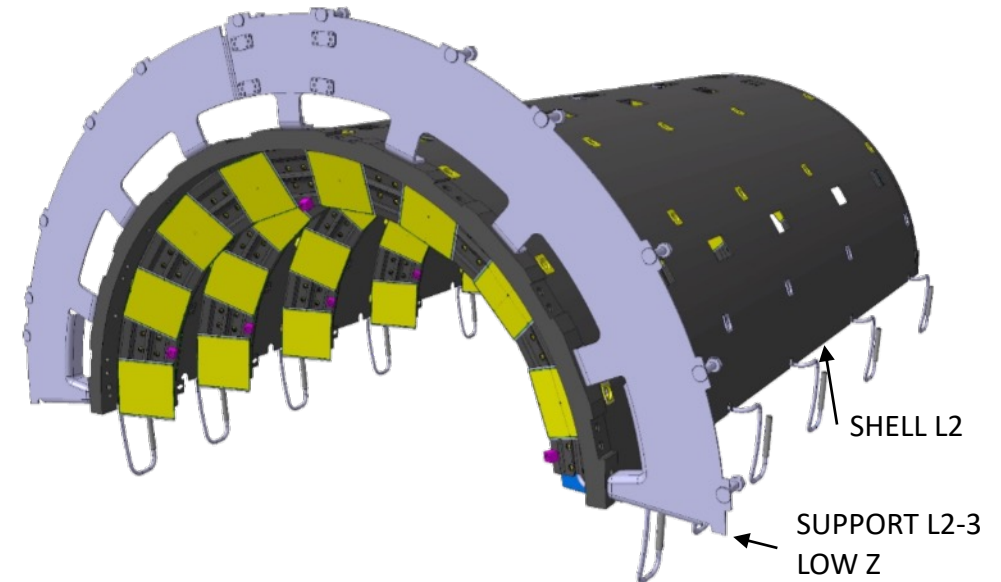
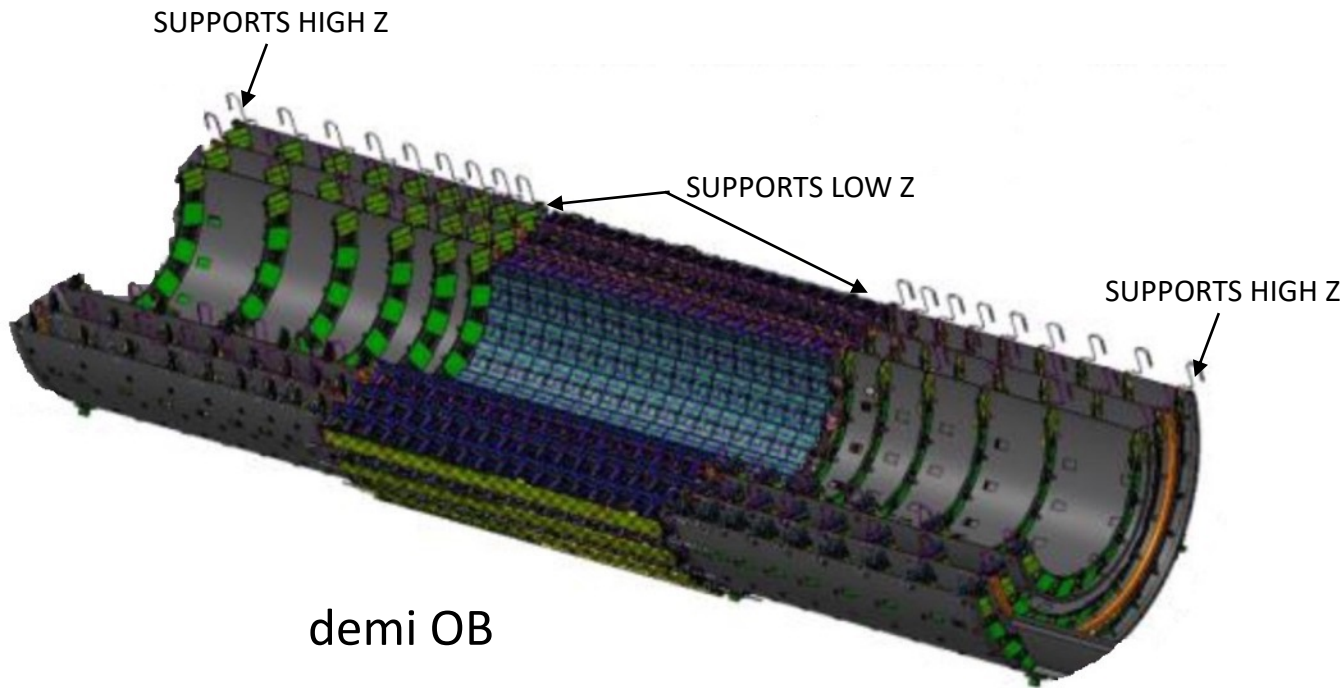


Supports mécaniques intermédiaires

8 supports low z, 8 supports high z par inter-couche

32 pièces avec des tolérances très précises

Matière utilisée : composite fibres carbone HR M55J UD + résine cyanate-ester EX1515



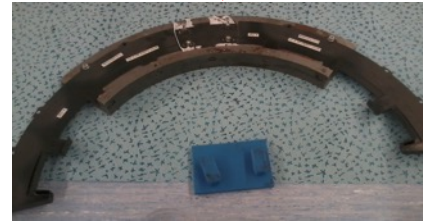
OB : diamètre 685mm, longueur 2.2m de long, masse 120kg

Supports intermédiaires (suite)

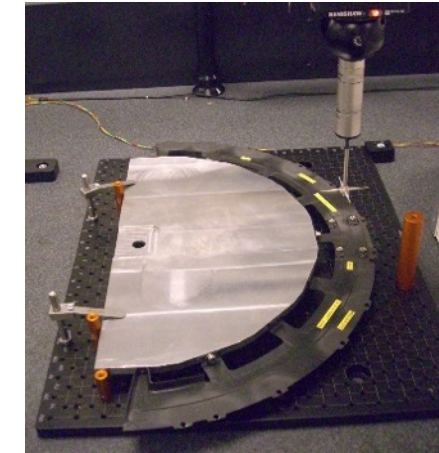
- Une dizaine de prototypes réalisés en 5 ans



Moules et contre-moules L2-3 & L3-4



Collage en gabarit de positionnement



Contrôle dimensionnel
d'un support complet
(simulation d'intégration)

- Final design review (FDR) passée en mai 2024 – pas de production readiness review (PRR)
 - dessin quasi final et fabrication en sous-traitance **validés**
- Design final : en attente du modèle final de l'OB (manque routage au PP1)
- **Accord** de la délégation régionale pour une procédure de gré à gré avec ce sous-traitant (Workshape)
 - règlement de consultation et cahier des clauses techniques quasiment prêts
 - la matière sera achetée à part, dans une commande groupée avec le CERN
 - le collage des inserts sera fait au LPSC

Supports intermédiaires : fabrication maison

En parallèle : développement d'une 'fabrication maison':

- **développer le savoir-faire de la fabrication** → anticiper une éventuelle défaillance du sous-traitant (un seul valable identifié)
- **améliorer le process** par usinage direct des pièces sans les démouler

→ moules non métalliques avec planches polyuréthane "LAB"

- usinage facile, matière homogène
- bonne tenue à la pression et à la chaleur pendant cycle autoclave
- importance du démoulant pour l'état de surface



Contrôle géométrie
matrice d'un moule



LAB 973 : pièce directement usinée
avec le moule



Planning

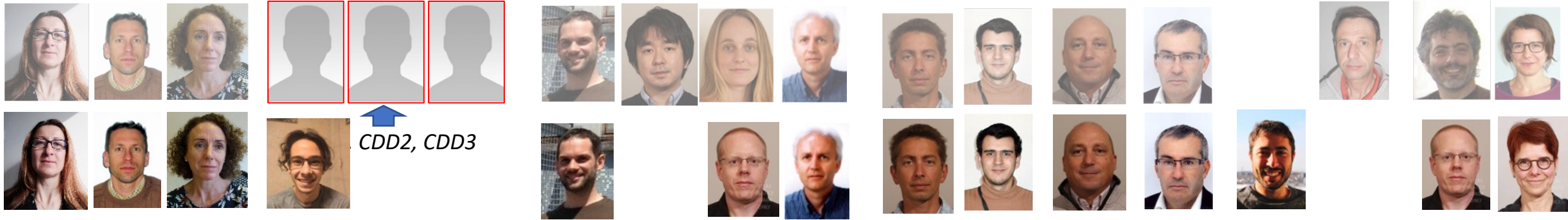
Type	Name	Schedule Dates		Actual Dates		Duration	Slack		#Pre	#Suc	Done
		Start ↕	Finish ↕	Start ↕	Finish ↕		Free	Total ↕			
Milestone	Low z end flanges x2	2025-02-07	2025-02-07	-	-	0	0	164	1	2	0%
Milestone	High z end flanges L2 (x2x2)	2025-02-07	2025-02-07	-	-	0	0	164	1	2	0%
Milestone	High z end flanges L3 (x2x2)	2025-03-07	2025-03-07	-	-	0	0	311	1	2	0%
Milestone	High z end flanges L4 (x2x2)	2025-04-04	2025-04-04	-	-	0	0	433	1	2	0%

9-12 mois nécessaires après obtention du modèle OB (finalisation design, appel d'offre, sous-traitance, collage inserts, contrôle dimensionnel, test électrique)

	2022	2023			2024				2025				2026		2027		
ITK activities @LPSC	Q4	Q1	Q2,Q3,Q4		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1,Q2,Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Mechanical Structure (Flanges) 2.1.6.3						FDR							production (suivi + production partielle au LPSC)				
Type 1 Services for OB 2.1.4.3	FDR							FDR-FU	préprod	PRR			production				
Loaded Local Supports 2.1.5.4			FRR						préproduction		PRR	production					

Basé sur le planning ITk-pixels version Q4 2024

Ressources humaines 2021 → 2024



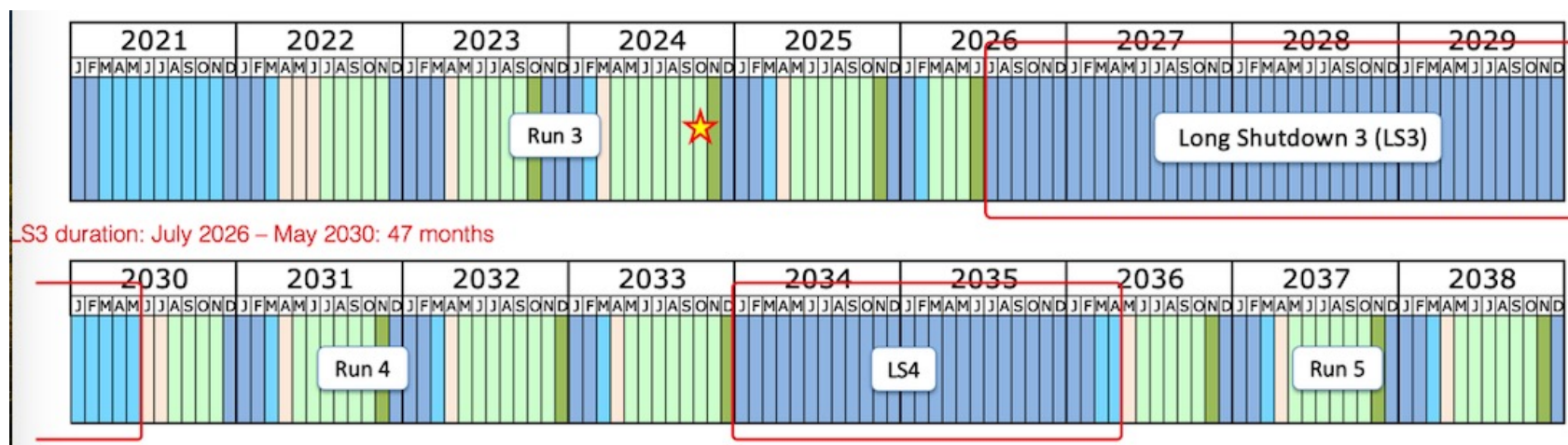
- Suffisantes pour la R&D → début 2025
- Suffisantes pour la production → mi 2027
 - Avec les 2 CDD TGIR à embaucher en 2025
 - Planning serré → question d'ATLAS/ITk pour augmenter les cadences (mais acquis que LPSC ≠ site d'intégration complet)

Résumé

Nous sommes aussi prêts que possible
pour démarrer la (pré)production

Perspectives à plus long terme

- Infrastructure (salle blanche, MMT) libre mi 2027

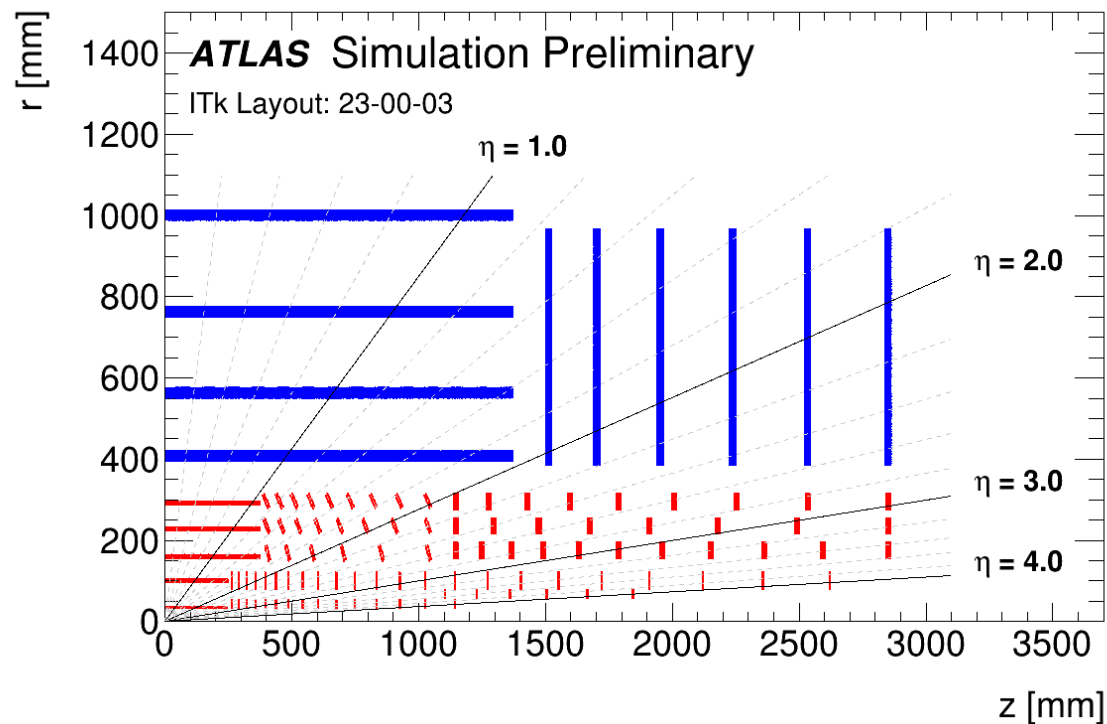


Planning LHC

- Calendrier ITk en 2029 :
 - juillet : prêt
 - août : insertion
 - septembre-octobre : connexion
 - novembre-décembre : mise en service
- Plus de physicien·ne impliqué·e sur ITk au démarrage du HL-LHC

BONUS

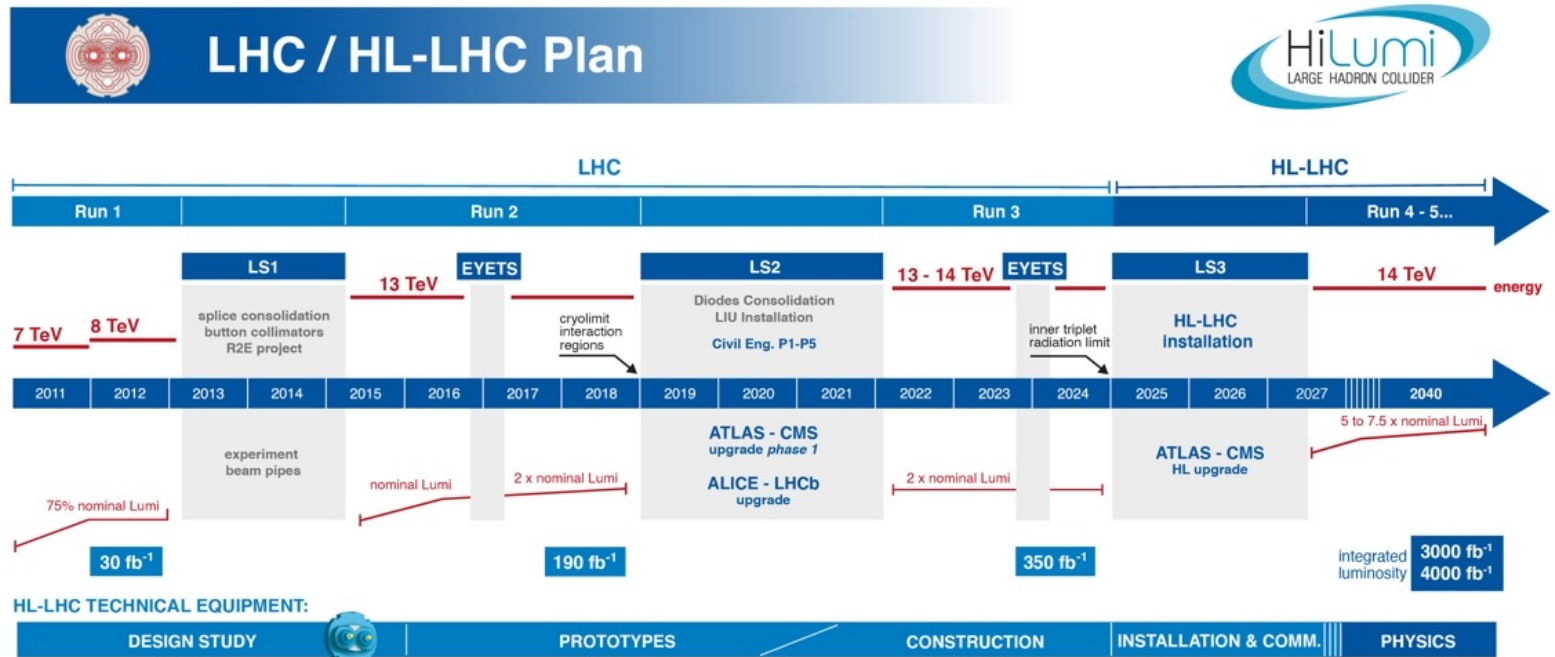
ITk layout



Pixel LS

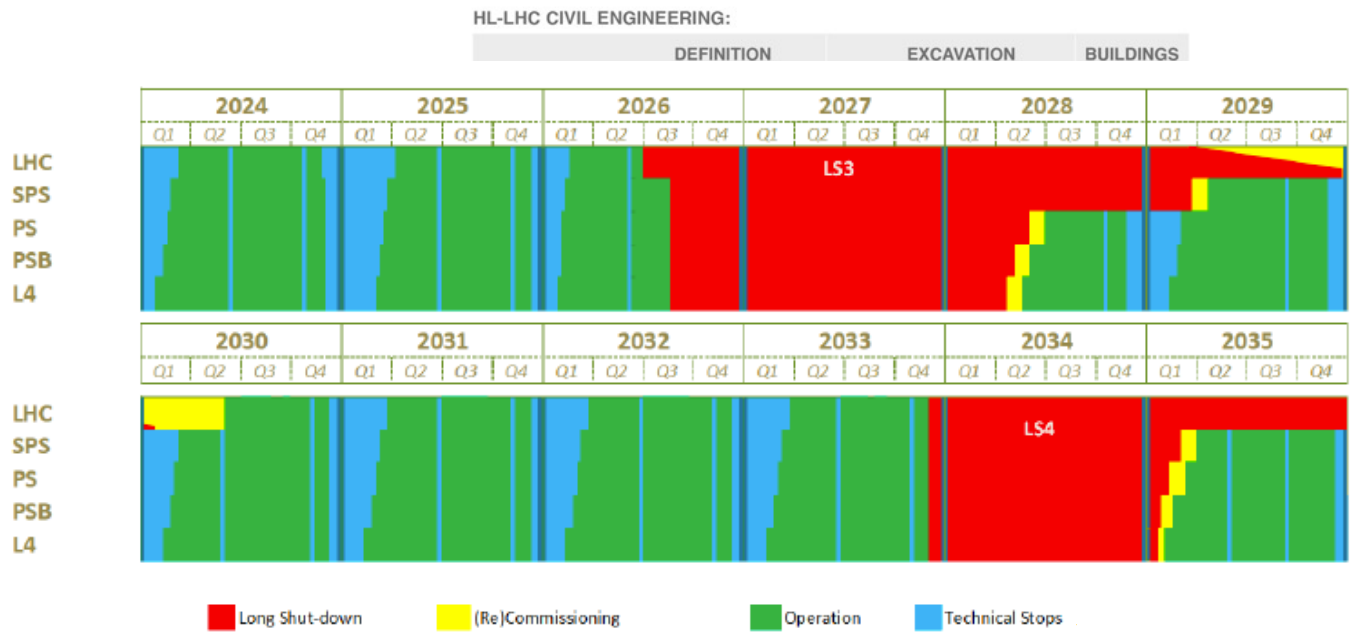
Layer	OB Local Supports in the Detector				
	# Longerons	# Inclined IHRs	# Cells in Longeron	# Cells in IHR	# Loaded Cells
2	16	24	36	16	960
3	22	32	36	22	1496
4	28	36	36	28	2016
Total	66	92			4472

Planning du LHC



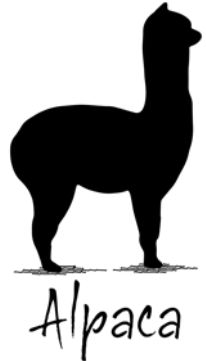
Au dernier CS

Aujourd'hui

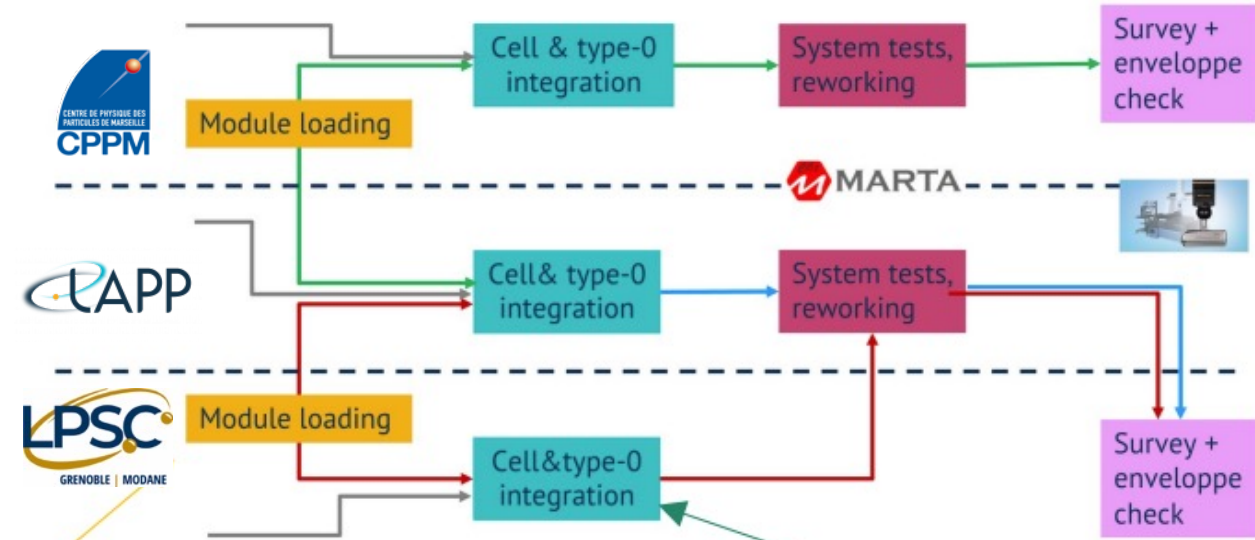
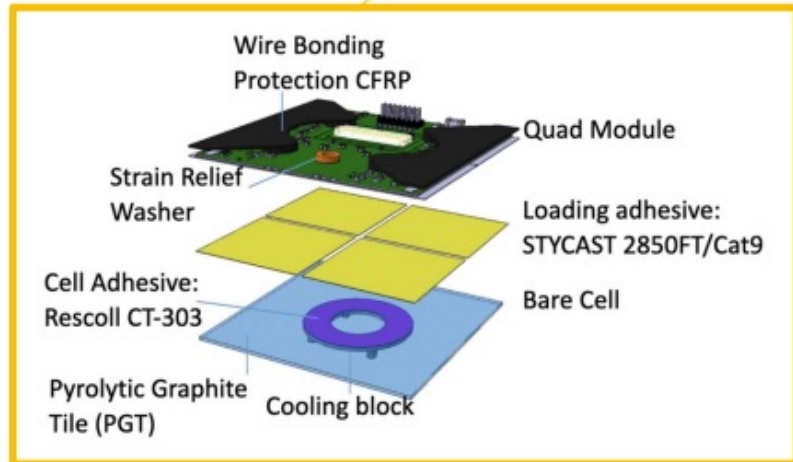


■ Long Shut-down
 ■ (Re)Commissioning
 ■ Operation
 ■ Technical Stops

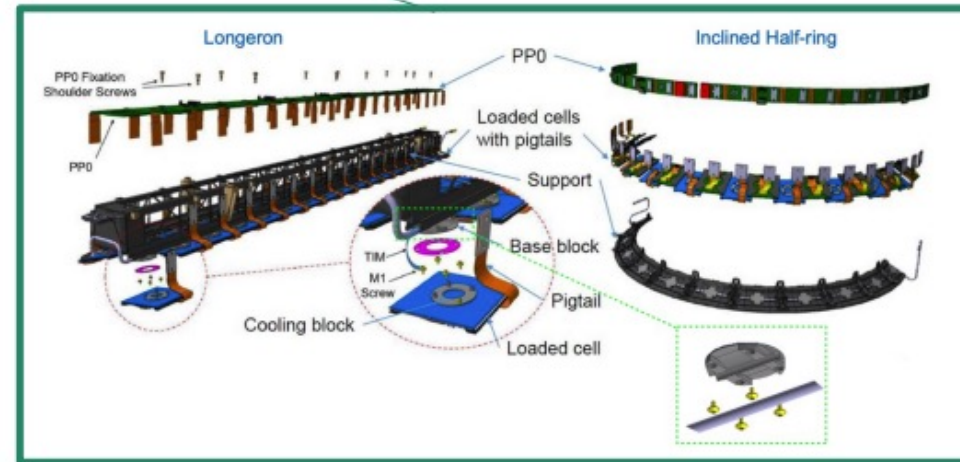
Le Cell loading



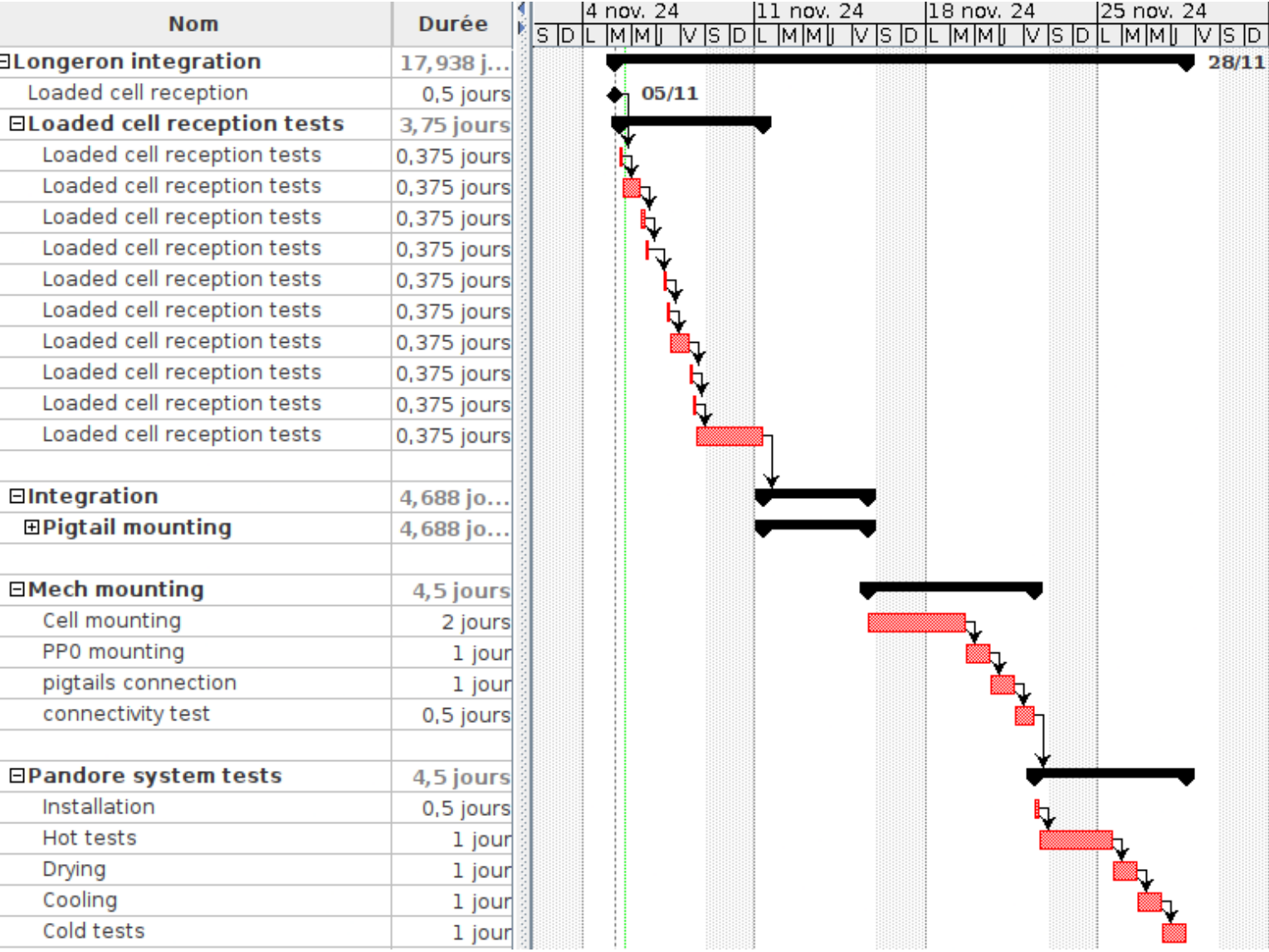
Coller le module sur une cellule



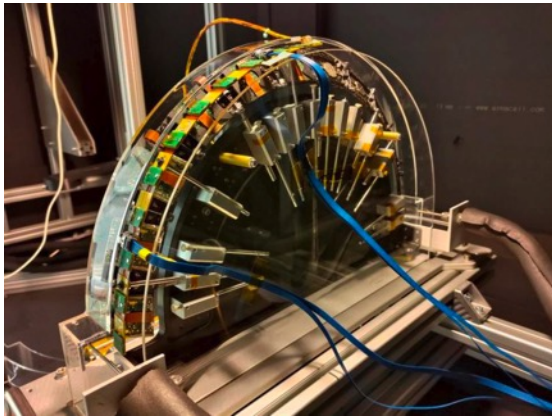
Intégrer la cellule collée sur son support intermédiaire



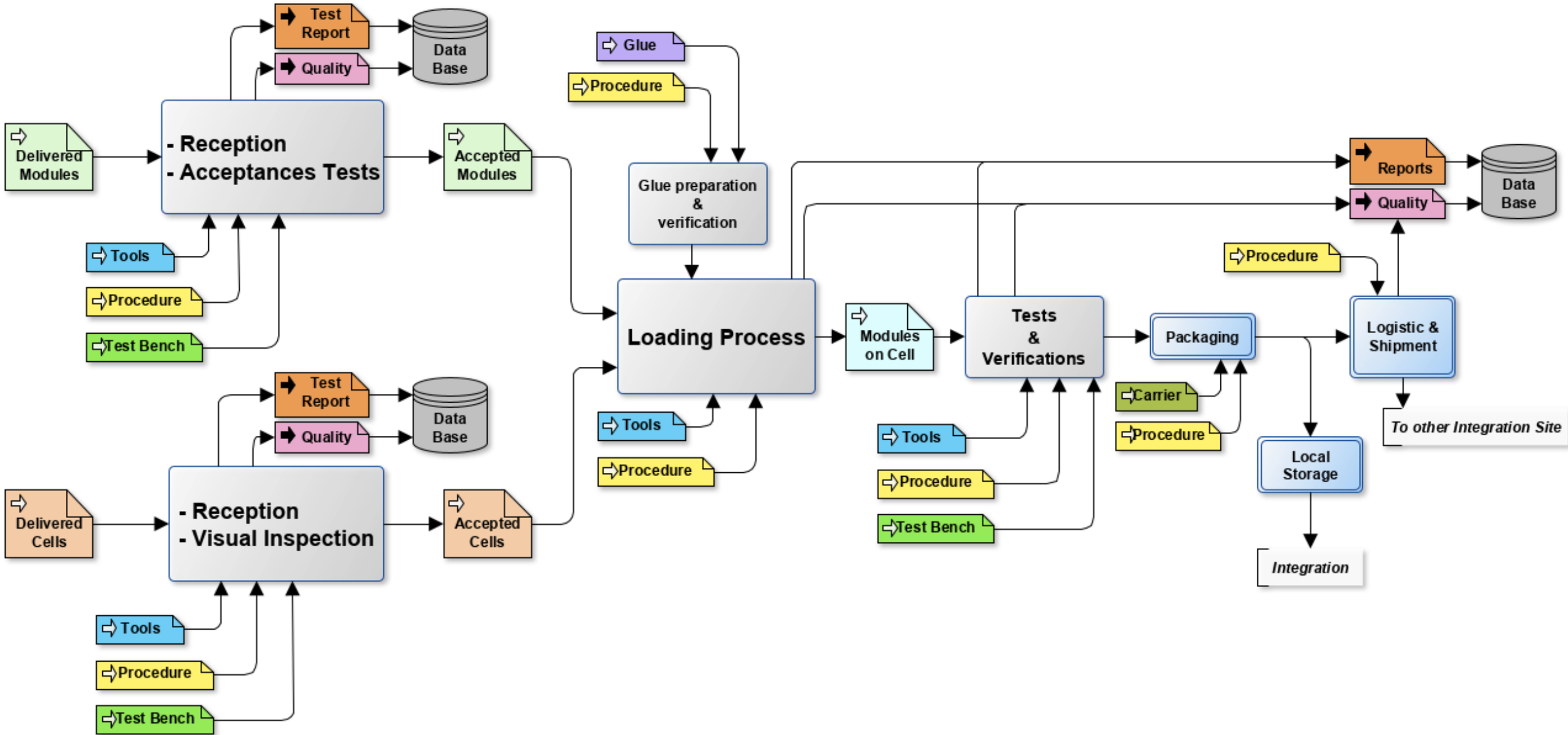
Sequence des opérations d'intégration



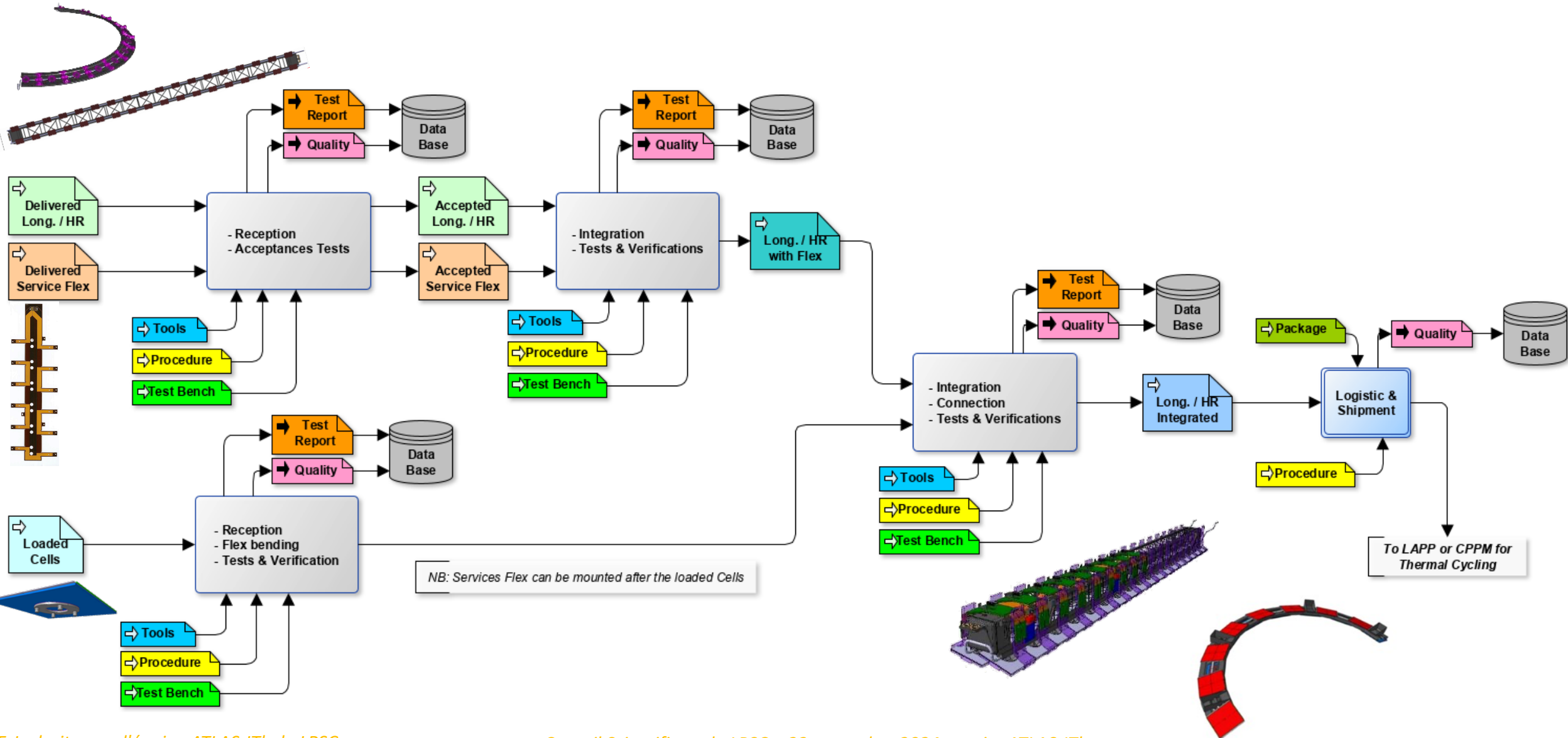
1 LLS par mois environ



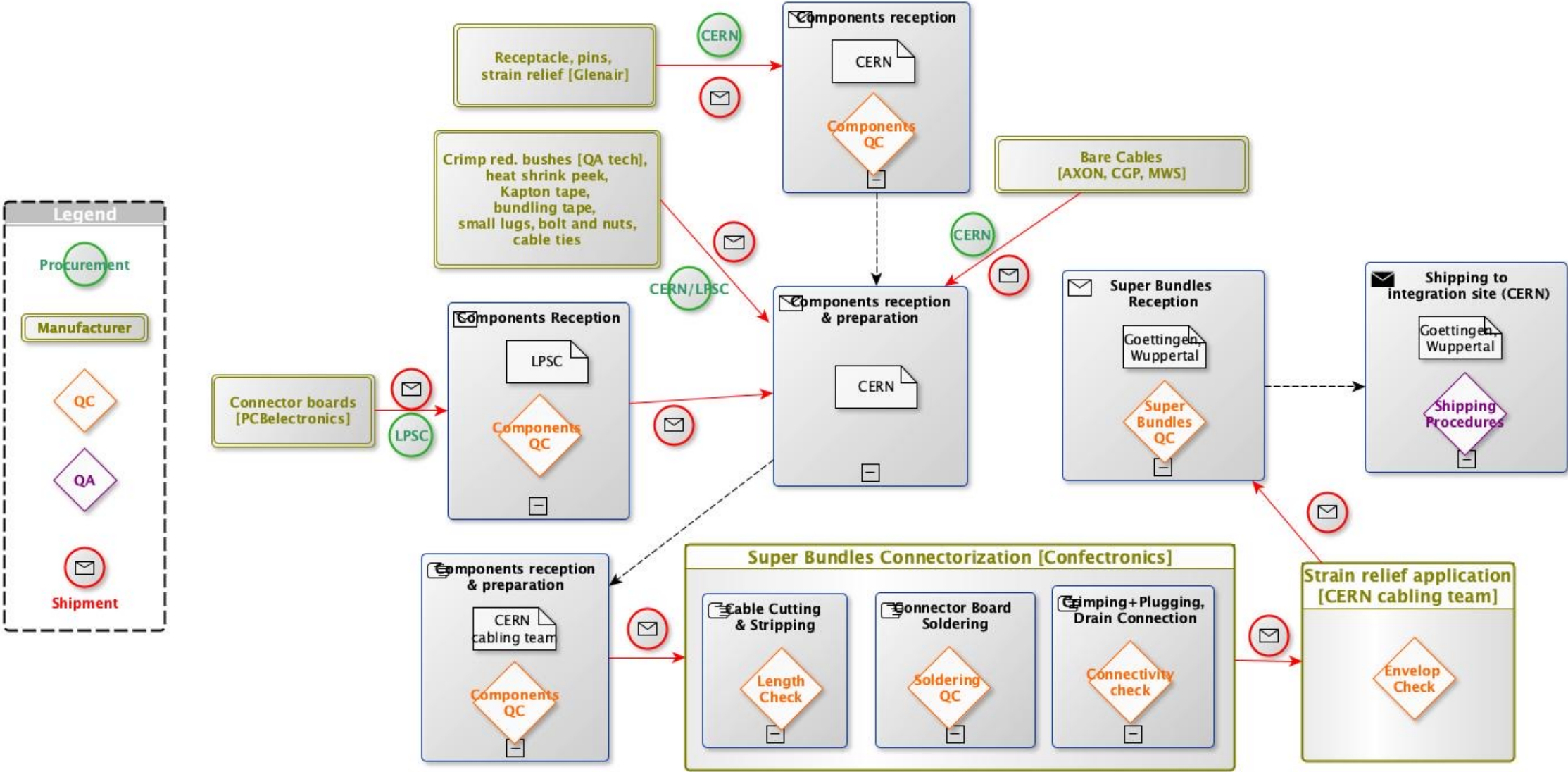
Cell loading workflow



Cell integration workflow

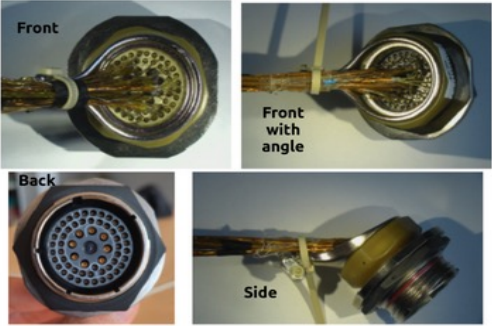


Organisation de la production



Prod DB upload application

Luka SELEM



Front view of PP1 connector

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

PP1_Front.jpg 1.0MB

Details: " " UploadedFile(file_id="89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe", name="PP1_Front.jpg", type="image/jpeg", size=961626, file_urls=file_id:"89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe" upload_url:"_l_stcore/upload_file/8a42b97f-a213-4bf7-8856-265b69c002cc/89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe" delete_url:"_l_stcore/upload_file/8a42b97f-a213-4bf7-8856-265b69c002cc/89f388e5-3ec7-4f69-b099-1e69b38ddfe")

Compression complete. Final size: 883.66 KB with quality 80.

See image?

Front view of PP1 connector with angle

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

Back view of PP1 connector

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

Side view of PP1 connector

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

Missing following photos: Q1_PP0_POTTED, Q2_PP0_POTTED, Q3_PP0_POTTED, Q4_PP0_POTTED, PP1_ANGLE, PP1_BACK, PP1_SIDE,

A tailored streamlit app is developed to ensure:

- Uploaded **data integrity** : should be mistake proof
- **Ease the upload** for users : documentation, coded shortcuts, automatic Cirris output treatment
- **Image treatment**: upload to EOS, reduced to 1 MB. bundled in a tarball to save inode use in ProdDB

Tailored Streamlit App
Powered by itkdb

Select app by theme:
 QCApp
 RegisterApp

Select page:
 Authenticate
 Register Type-1
 Register PP1
 Assemble PP1
 Broom Cupboard

Institution:
Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie Grenoble

Project:
P

TEST MODE - Interaction only with Dummy subTypes

Select Institution
Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie Grenoble

Select Subproject
Outer pixel barrel

Component Properties
Manufacturer Product Number
Choose an option

Show page history

Tailored Streamlit App
Powered by itkdb

Select app by theme:
 QCApp
 RegisterApp

Select page:
 Authenticate
 Register Type-1
 Register PP1
 Assemble PP1
 Broom Cupboard

Institution:
LPSC

Project:
P

```
"subproject" : "PB"  
"institution" : "LPSC"  
"componentType" : "DB_TYPE1_POWER_SUPERBUNDLE"  
"type" : "DUMMY"  
"properties" : {  
  "FLAVOUR" : "0"  
  "PROD" : "0"  
  "NB_LEGS" : 2  
  "LENGTH_BUNDLE1" : 3000  
  "LENGTH_BUNDLE2" : 3000  
}
```

Upload Component

****Successful registerComponent**:**
20UPBQR0200001

Last successful upload: 672b9e53c4b000d4c4bedc6f

Add comment?

Delete

Registered new Type-1 power component with SN 20UPBQR0200001

New registration

Register PP1 connector and reception test output (visual inspection photos)

A Type-1 component registered

<https://type1-power-tailored-streamlit.app.cern.ch/>

Upload QC results: visual inspection of completed PP1-end

Services type-1

- 1 bundle per Serial Power (SP) chain, which contains:

for standard operation:

- LV module power – <50V, typically ~6A, max. 8.0A
- HV sensor bias – up to 750V at max. irradiation, <50mA
- LV MOPS power – typ. 2.0V, <20V, <100mA
- MOPS (i.e. DCS) communication – CANbus: 1.2V, 125kb/s, 100Ω impedance, max. att.: 6dB
- Temperature interlock – reading out 1 NTC sensor of 1 module: <3.3V, <200μA

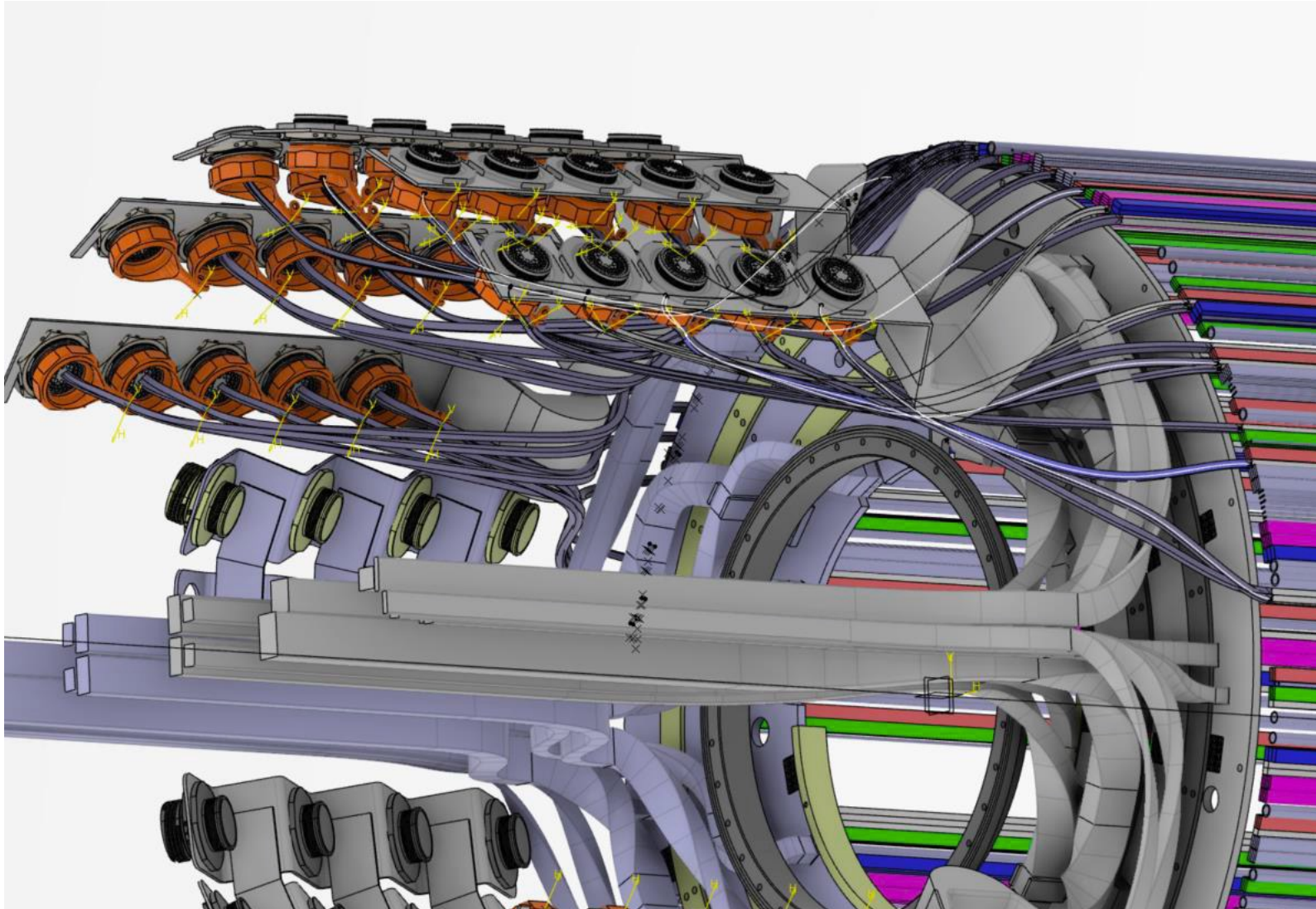
plus, for testing during assembly and integration only – discontinued at PP1:

- Low-power enable – 10kHz AC signal to ITkPixVx FE-chip (disabled after ITk integration)

- Driving requirements:

- radiation hardness Type-I max TID (incl. 1.5 SF) – IS: <460 Mrad, OB/OE: <310 Mrad
- lowest possible mass

Chariot d'intégration

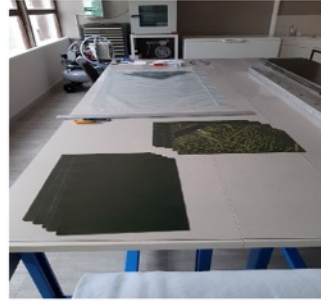


3. PROCESS DE FABRICATION DES PROTOTYPES réalisés au LPSC (D. Grondin): suite

3.3-Détail du process (fibres T300 puis M55J):



1. Calepinage / Lavup



2. Préparation: 24 couches prepreg d'ep. 0,11 mm opération longue et délicate



Pièces structurales

- > Prepreg Carbone Haute Résistance
 - > Process standard / moulage sac à vide - autoclave
 - > Moules aluminium + post traitement
- ...coûteux en temps**

0. Déstockage matière / chambre froide (à -18°C) défini par les simulations $[(45^\circ/90^\circ/-45^\circ/-45^\circ/0/45^\circ)_s] \times 2$



3. Nettoyage, Bouche pore, Démoulant



4. Découpe matière



5. Maintien en position du sandwich multicouches



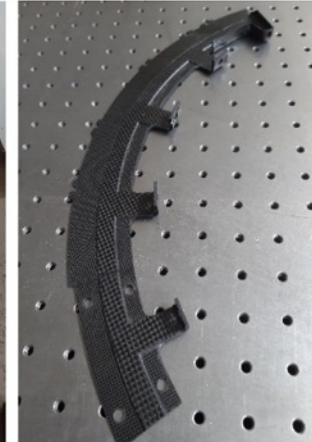
6. Mise en sac sous vide puis cuisson autoclave



7. Démoulage pièce brute



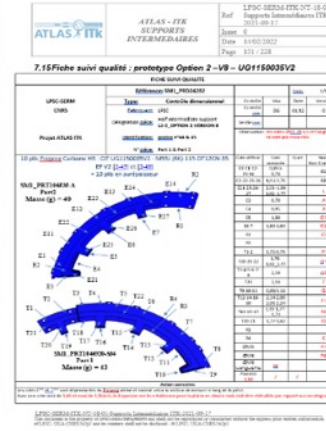
8. Détourage + Perçage (outils revêtus)



9. Pièce Finale

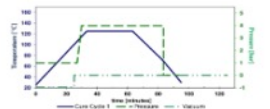


10. Contrôle



11-Shop Traveller/QA

**Développement de la « fast fabrication »
Moules non métalliques et post-traitement direct**



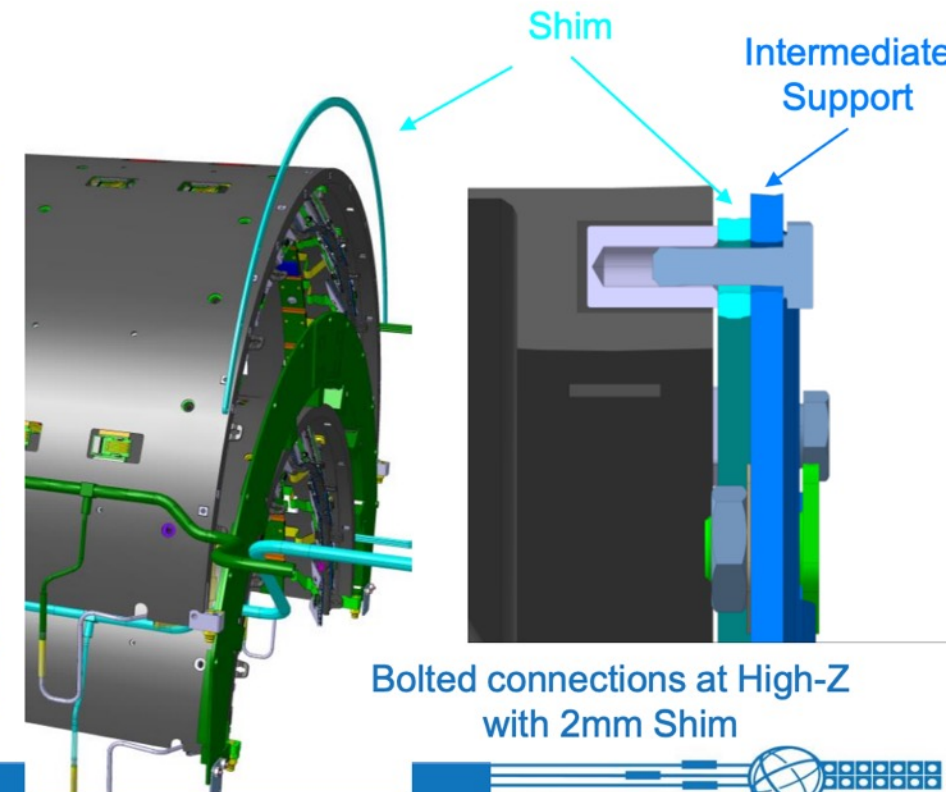
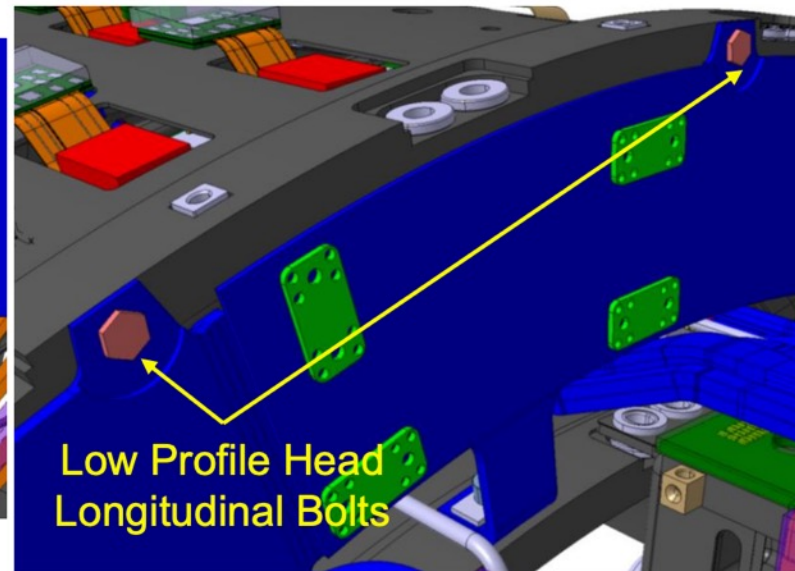
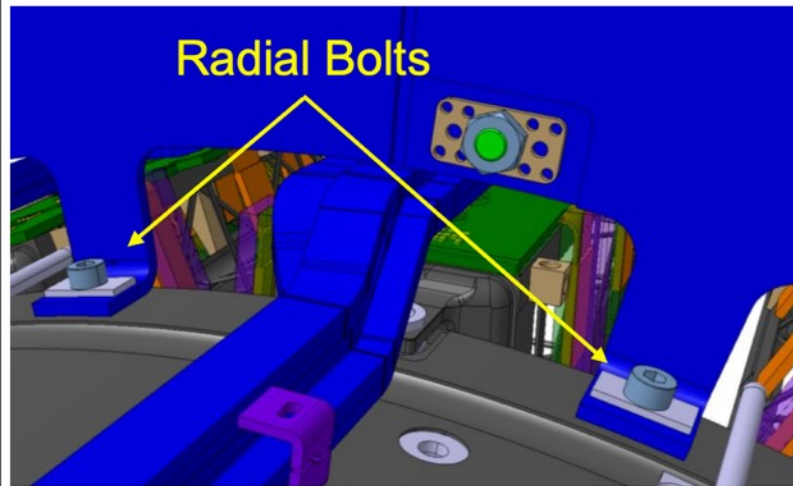
Ressources humaines – fiche projet

Profil poste et fonction dans le projet	FTE/an	Durée	Actuellement en poste
R&D, Préparation (loading + intégration cellules)			
Physicienne : coordination du projet	60%	2021-2024	Fabienne Ledroit
IR instrumentation : coordination technique du projet	50%	2021-Q2 2024	Patrick Stassi
IR instrumentation : coordination technique du projet	50%	2024	Yoann Sallaz-Damaz
IE instrumentation : R&D « loading »	80%	2021-2024	Adeline Richard
Procédures collage, développement outillage, préparation du site,...	40%	2021-2024	Marc Marton
	40%	2021-2024	Murielle Heusch
Physicien·ne : tests électriques et thermiques	20%	2021-2023	M-H Genest (+J Collot)
	100%	2022	Shohei Shirabe
Physicien (post-doc) : ProdDB	50%	2023-2024	Luka Selem
IE électronique : tests électriques, tests thermiques	50%	2021-2024	Olivier Zimmermann
IE qualité : qualité et assurance produit	40%	2021-Q4 2022	Pierre de Lamberterie
Loading + Intégration cellules : (pré-)production			
Physicienne : coordination + « loading »	50%	Q4 2024-Q1 2027	Fabienne Ledroit
IR instrumentation : coordination technique du projet	50%	Q4 2024-Q1 2027	Yoann Sallaz-Damaz
IE instrumentation « loading »	30%	Q4 2024-Q1 2027	Adeline Richard
Qualification du site, métrologie, formation des CDDs, supervision de la production, logistique,...	30%	Q4 2024-Q1 2027	Marc Marton
	30%	Q4 2024-Q1 2027	Murielle Heusch
	30%	Q4 2024-Q1 2027	Olivier Zimmermann
Physicien·ne·s : shifts	10%/pers	Q3 2025-Q1 2027	groupe ATLAS complet
IR électronique	25%	Q3 2025-Q1 2027	Ludovic Eraud
IE qualité : qualité et assurance produit	20%	Q3 2025-Q4 2026	??
AI : « loading », tests électriques et thermiques	100%	Q1 2024-Q4 2026	Abdelkader Mohamed-Matallah (CDD1)
AI : « loading », tests électriques et thermiques	100%	Q2 2025-Q4 2026	CDD2
AI : "loading", tests électriques et thermiques	100%	Q3 2025-Q4 2026	CDD3
R&D et production des supports intermédiaires			
IR : mécanique	15%	2021-2025	Denis Grondin
IE : mécanique	90%	2021-2025	Nicolas Emeriaud
T : atelier	15%	2021-2024	
Intégration au détecteur final au CERN			
IE : mécanique	5%	2025-2026	Nicolas Emeriaud
R&D et production des câbles type 1			
IE : électronique R&D	80%	2021-2024	Ludovic Eraud
IR: électronique production	25%	2025-2026	Ludovic Eraud
AI : électronique	10-20%	2021-2025	Nicolas Ponchant

Planches ITk Pixel Global Mechanics and Integration FDR

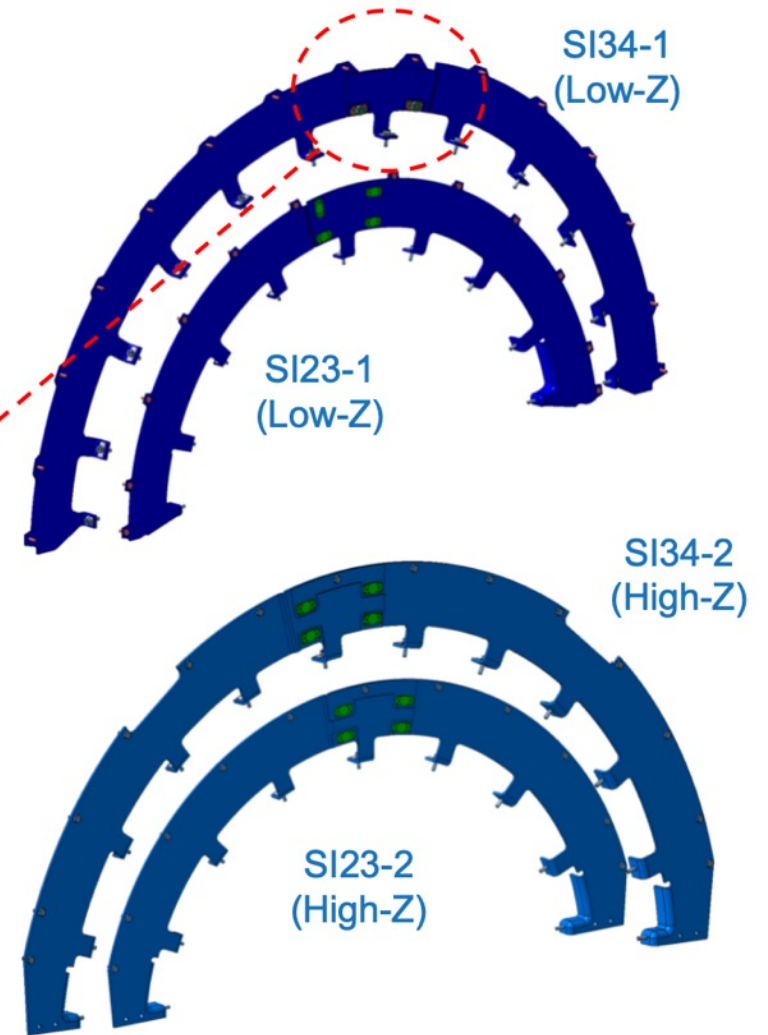
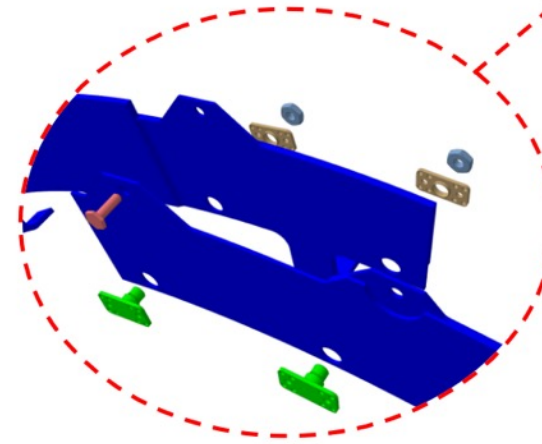
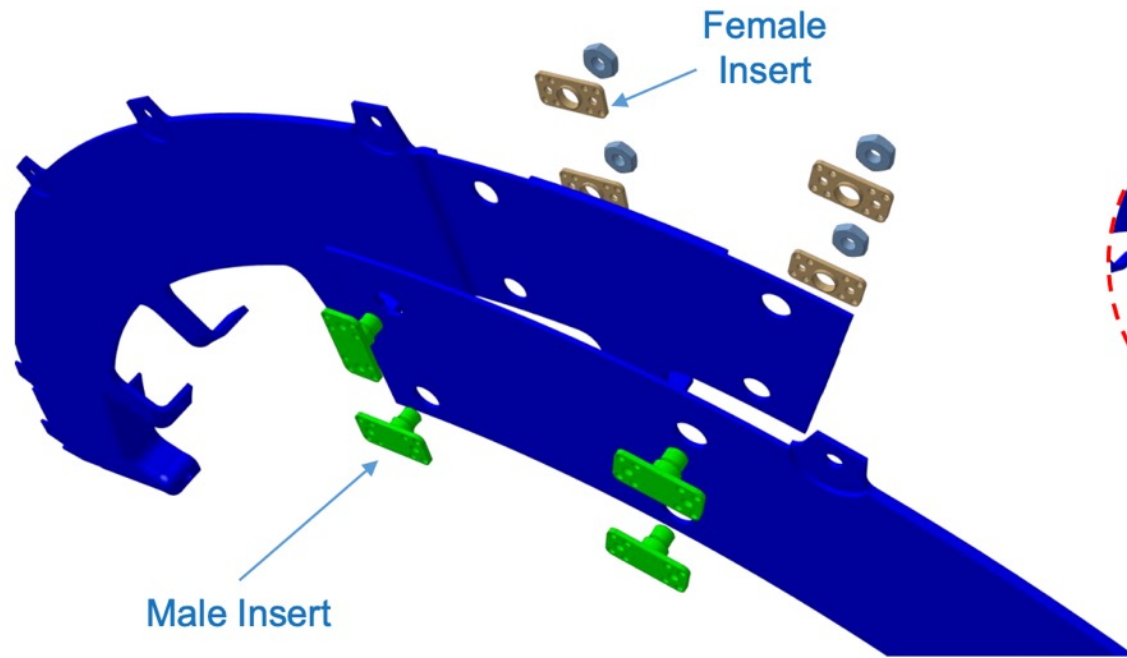
Connections to the Half Layer Shells

- Radial & Longitudinal bolted connections to crown inserts of the HLS
- M3 Titanium bolts (Cu-coated PEEK/CF30 consider as alternative for radial connections)
- External jig to position Intermediate Supports in nominal position before tightening radial bolts
 - Calibrated shims (2mm thick) at high-Z (insertion of top shell)
 - Shims between the crown and the feet if necessary



Intermediate Supports Fastening System

- Bolted connection between two Intermediate Support sectors
- Low-profile, Titanium inserts pre-glued to the CFRP
 - Anodising (inserts) + Wet grit-blasting (CFRP) + Rescoll CT-303
 - Matching Male insert and female insert + nut (2.2N·m)
- The number of fasteners varies with the layer & region
(driven by space constraints, proximity to IHRs and insertion of Longerons)

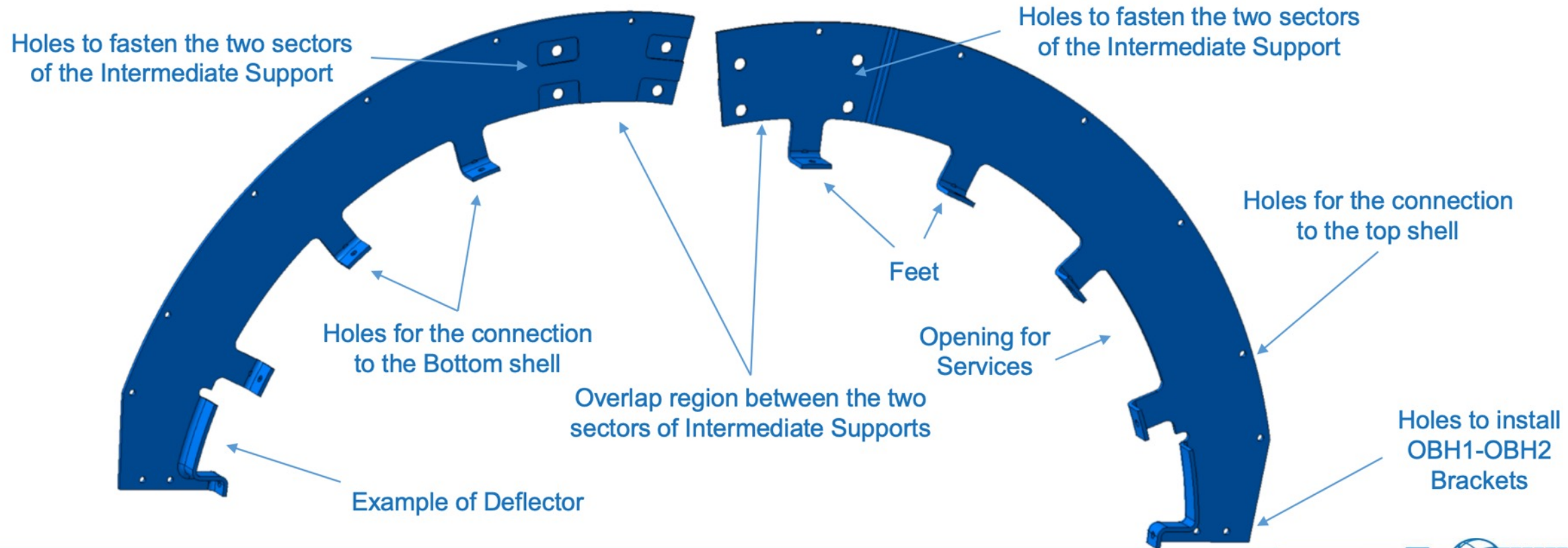


Exploded CAD View of the connection between sectors of the Intermediate Supports

Intermediate Supports CFRP Structure

- CFRP structure (UD M55J/EX-1515)
 - Flange region: $[90,45,-45,0,0,-45,45,90]$ (Cured Ply Thickness, CPT~150 μm)
 - Reinforced L-shape feet: $[90,45,-45,0,0,-45,45,90]_s$
- Overlap between 90° sectors
- Machined clearance holes for all connections

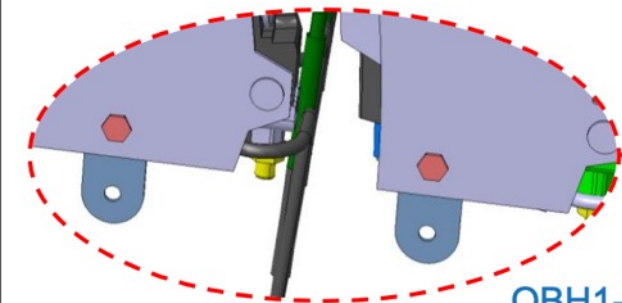
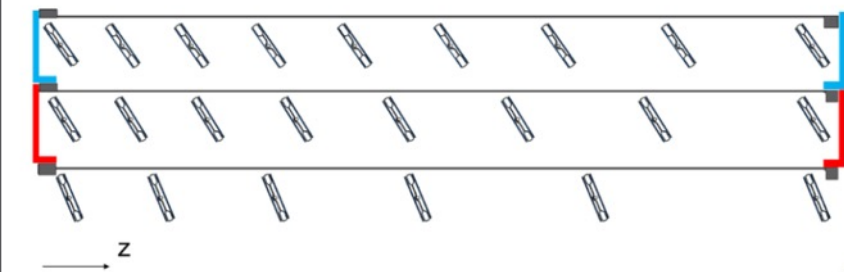
For procurement reasons, we may use the same prepreg than the HLS (i.e. CPT~100 μm). In that case, the stack-up will be adjusted to get the same thickness and remain QISO



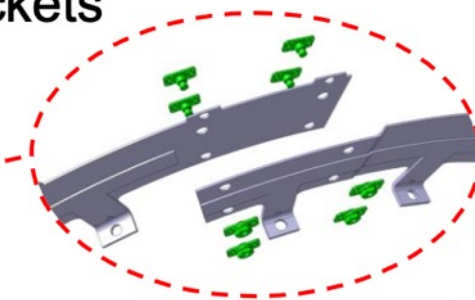
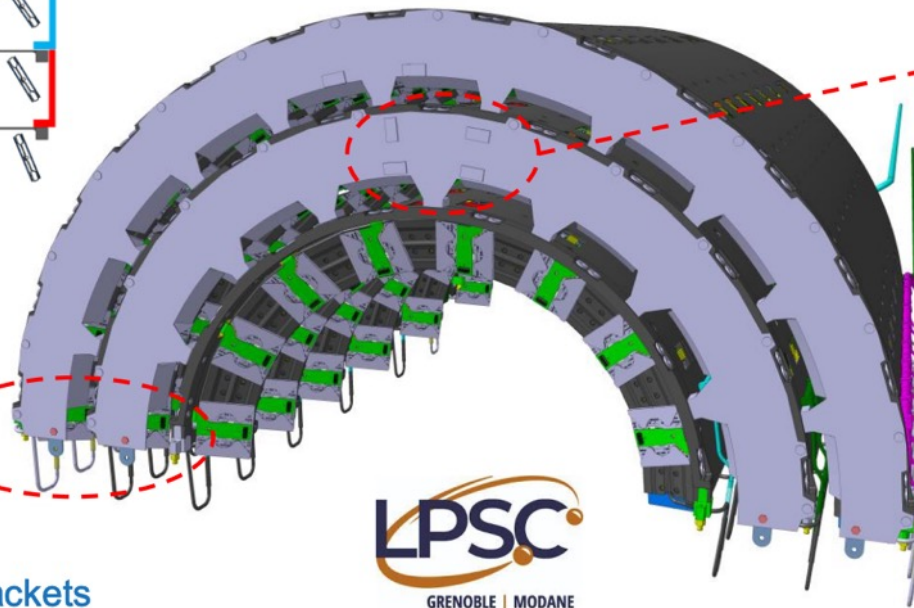
Design of Intermediate Supports

- Mechanical (& grounding) connections between Inclined Units at low-z and high-Z
- L-shape profile → Bolted Radial connections (bottom shell) + Bolted Longitudinal connections (top shell)
- Openings for services & pipes
 - “Deflectors” add protection for IHR modules
- Each Intermediate Support made in two $\sim 90^\circ$ sectors joined together
 - Installation (at $\Phi \sim 45^\circ$ and $\Phi \sim 135^\circ$) to prevent clashes
- Holes at extremities to fasten OBH1 & OBH2 using additional CFRP brackets

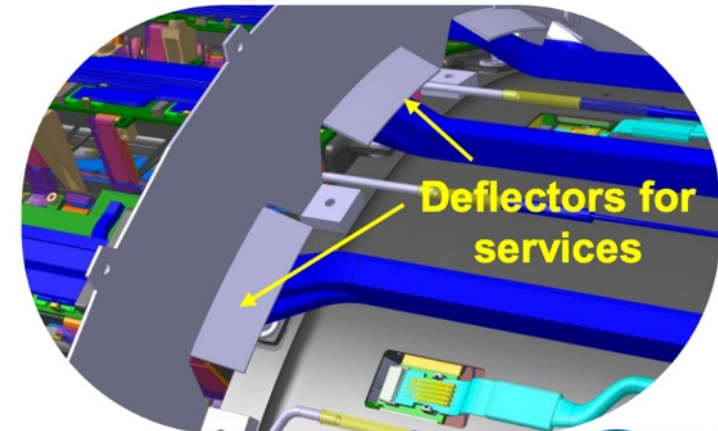
The Intermediate Supports do NOT play any role in the alignment of the Outer Barrel Half Layers



OBH1-OBH2 Brackets



Fastening between Intermediate Support Sectors



Deflectors for services