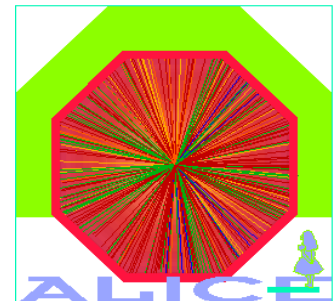
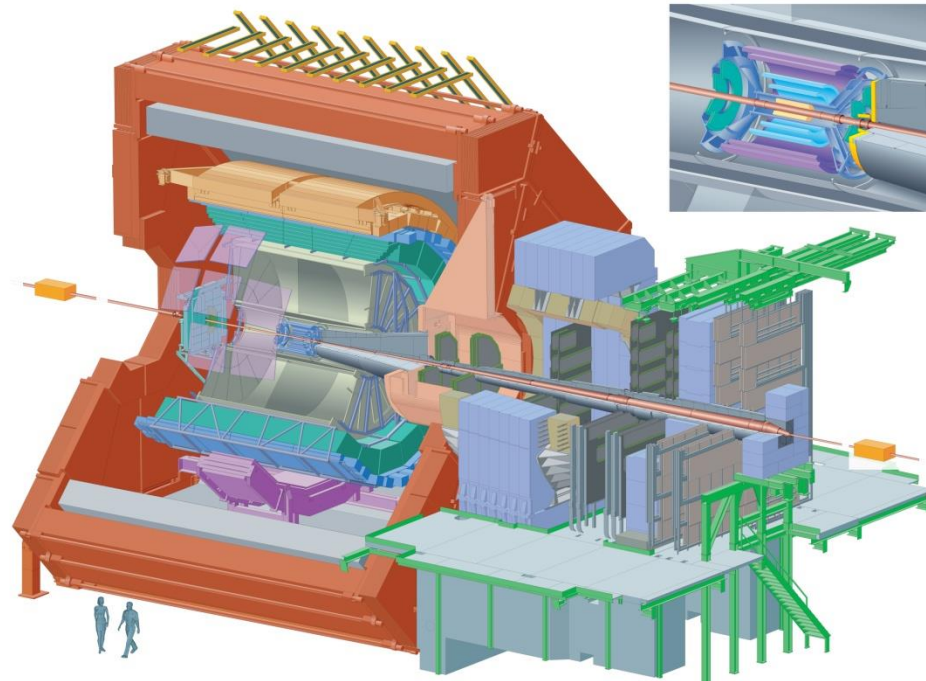


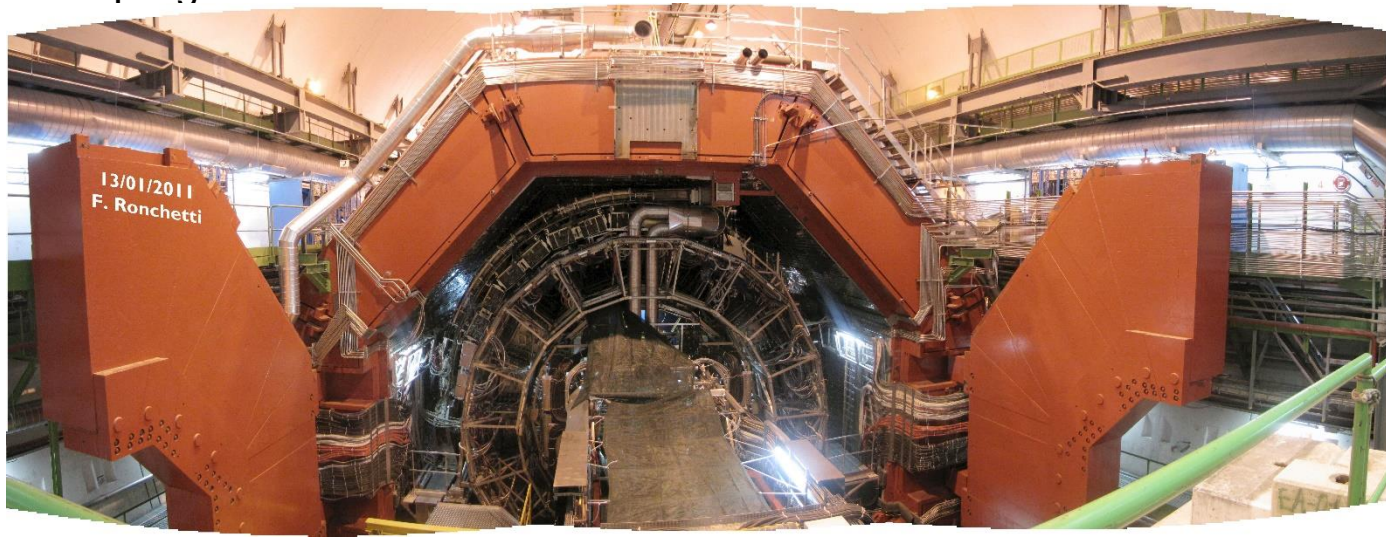


ALICE et le calorimètre Plomb / scintillateurs

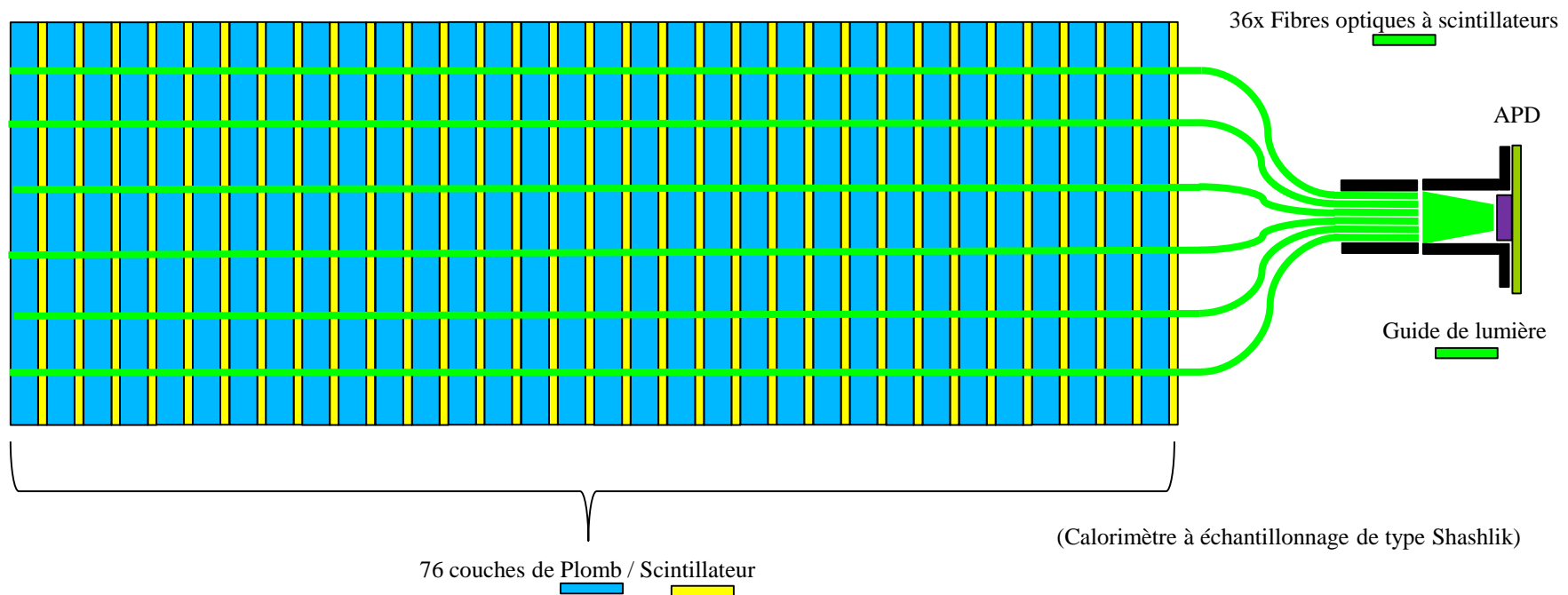


Sommaire

- Principe de fonctionnement du détecteur élémentaire
- Assemblage des modules
- Assemblage des Stripmodules
- Réalisation des Strongback
- Assemblage des Supermodules
- Le casse tête et aberrations de la logistique
- L'intégration des détecteurs dans Alice
- La structure porteuse (Calframe) des détecteurs EMCal
- L'outillage de mise en place des détecteurs EMCal
- La structure porteuse des détecteurs DCal & PHOS
- Les outillages de mise en place des détecteurs DCal & PHOS
- Les procédures de mise en place des détecteurs DCal & PHOS & CPV
- Les différentes équipes au cours du temps
- Les mésaventures des expériences EMCal & DCal
- Le pragmatisme du CERN

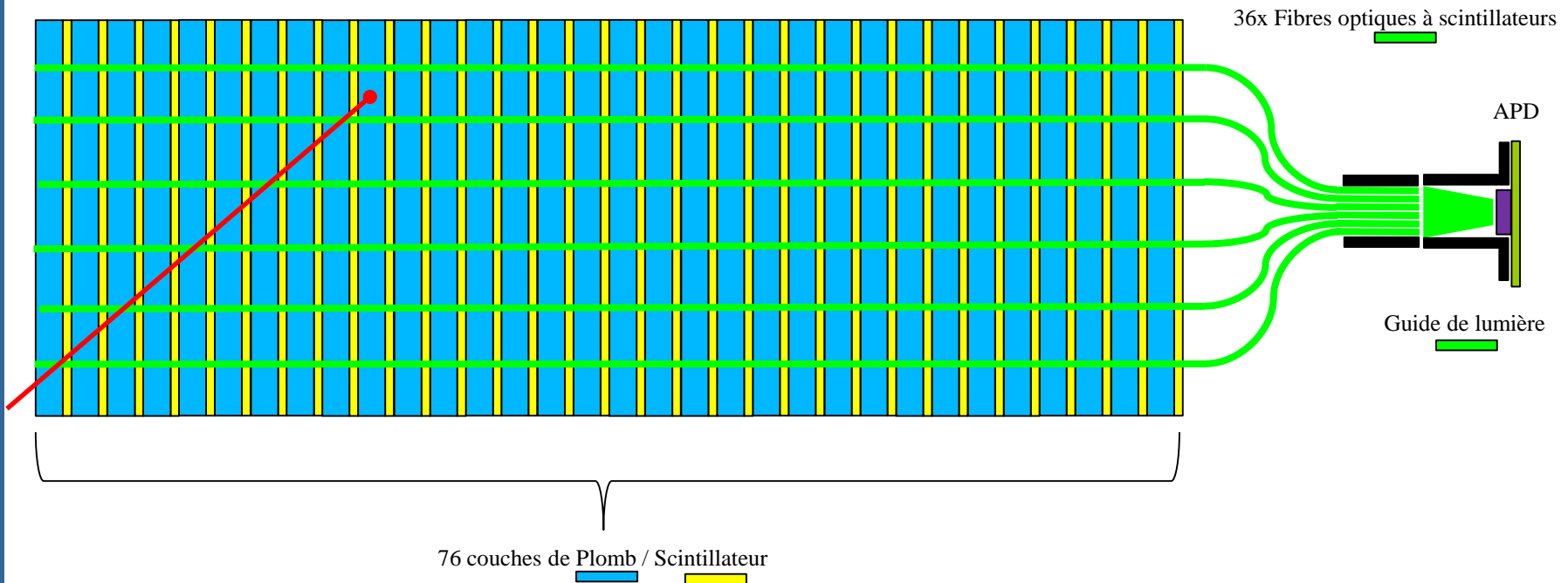


Principe de fonctionnement des détecteurs EMCal & DCal



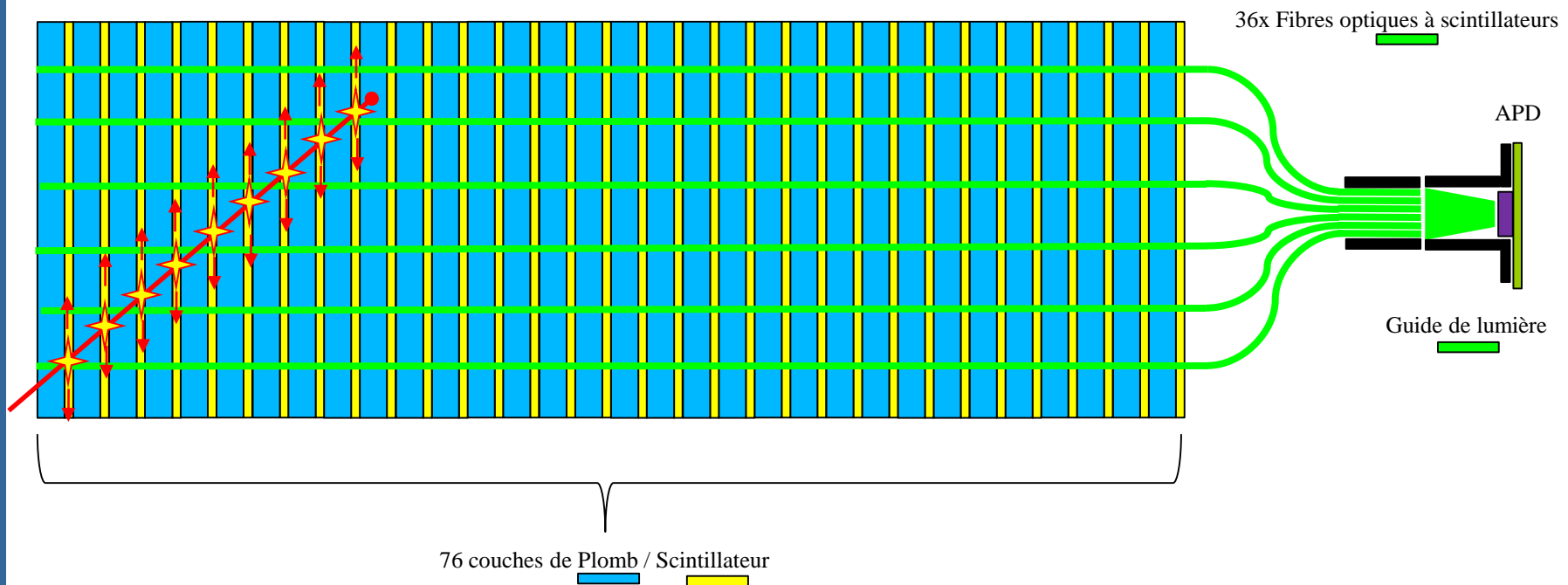
La fonction du calorimètre est de localiser et de déterminer l'énergie des particules, tout en identifiant les électrons/photons, en complément des autres détecteurs placés avant.

Principe de fonctionnement des détecteurs EMCal & DCal



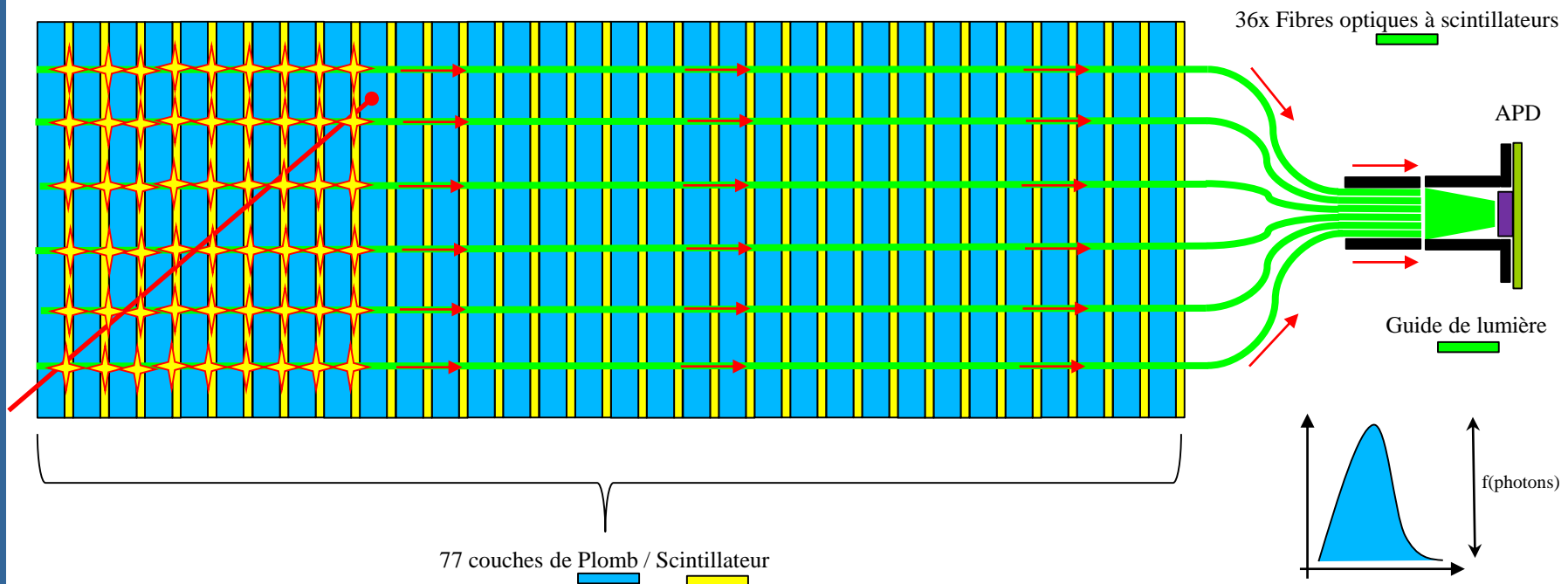
Le nombre de couche de plomb/scintillateurs traversée est dépendant de l'épaisseur de chaque couche de plomb ainsi que de l'énergie de la particules.

Principe de fonctionnement des détecteurs EMCal & DCal



Chaque scintillateur traversé va émettre des photons dans toutes les directions. Là où les particules vont s'arrêter, elles vont déposer toute leur énergie. Ces derniers scintillateurs produiront plus de lumière.

Principe de fonctionnement des détecteurs EMCal & DCal



Les photons vont être collectés dans les fibres optiques et remontés jusqu'à l'APD (innovation EMCal en remplacement des PM classiques), qui transforme le signal optique en signal électronique. L'intensité du signal sera dépendant du nombre de photons, et donc du nombre de couches de plomb traversées.

D'où l'importance de la calibration.

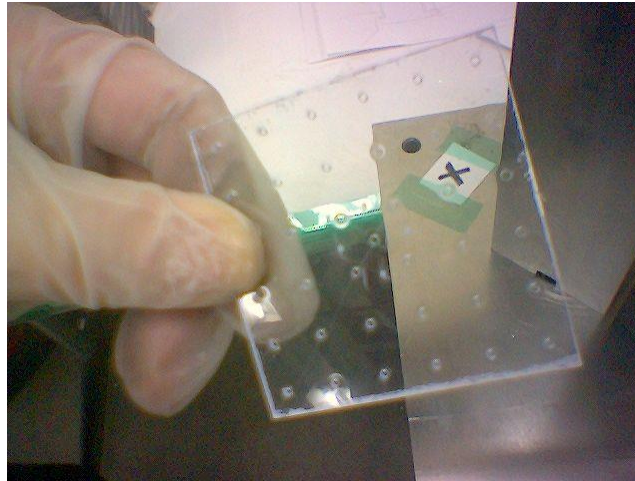
Assemblage des modules EMCal & DCal

4 500 modules



1 390 000 scintillateurs

(4 x 347 000)

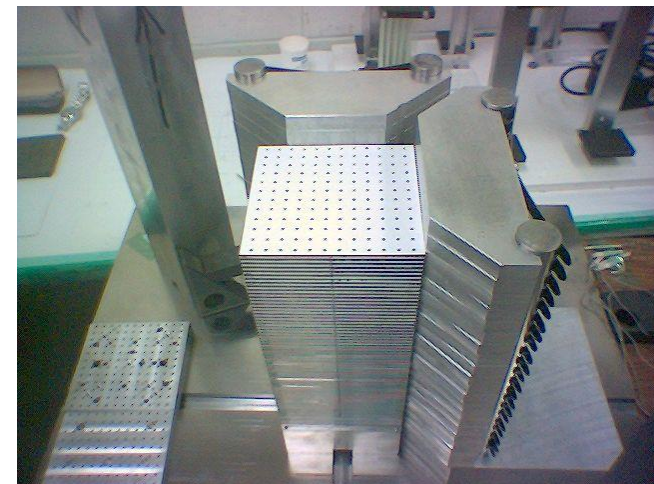
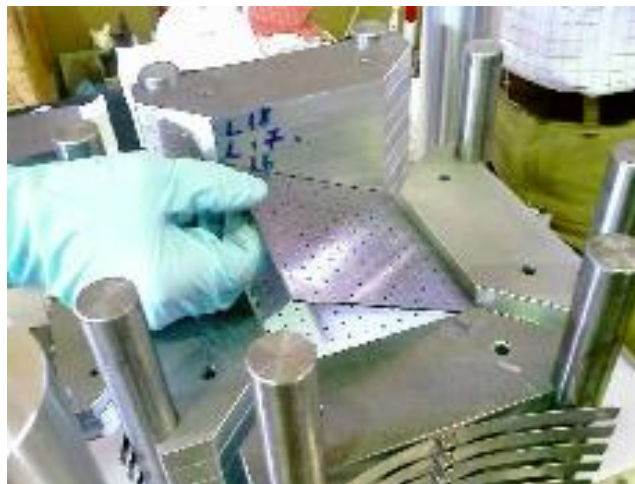
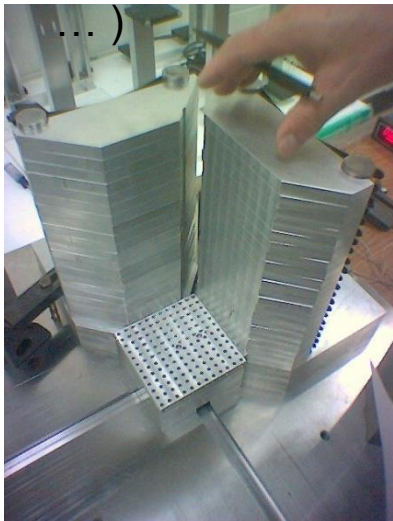


347 000 plaques mince de plomb

(77 x 4 500)



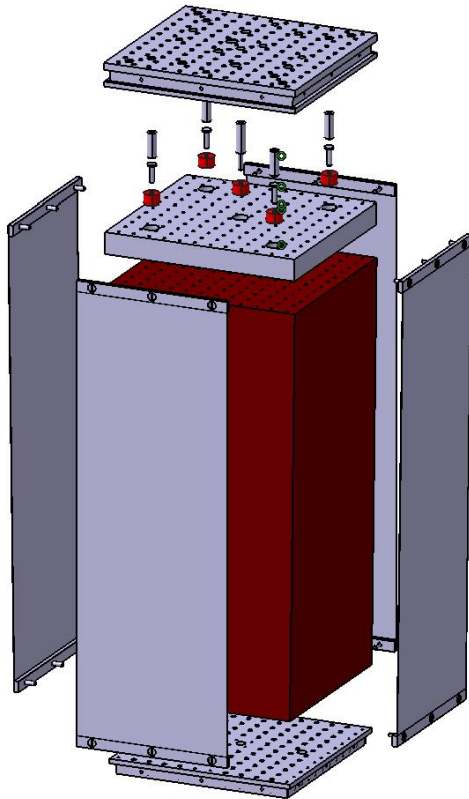
Assemblage manuel des modules (Plomb / Papier ? / Scintillateurs / Papier ? / Plomb /



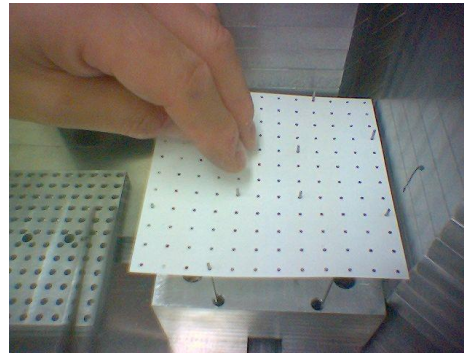
Validation d'un module EMCal & DCal

Problème du glissement possible entre le plomb et le scintillateur résolu par l'insertion d'une feuille de papier (faisant aussi office de miroir au même titre que les tranches des scintillateurs peintes en blanc), et mise en compression par rondelle Belleville.

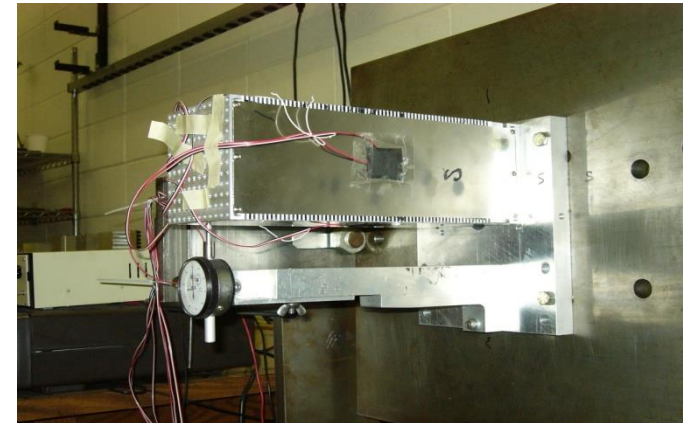
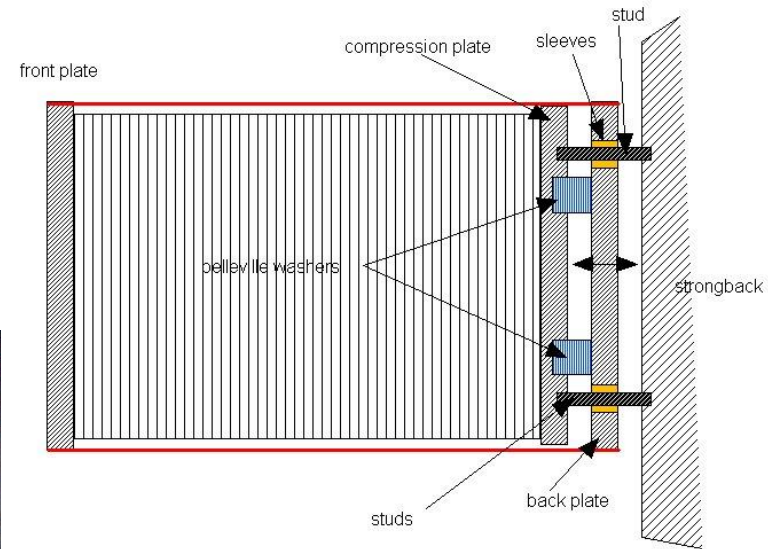
Test de mise en position horizontale d'un module, vérification du maintien de celui-ci.



Vue éclatée d'un module



Feuille de papier

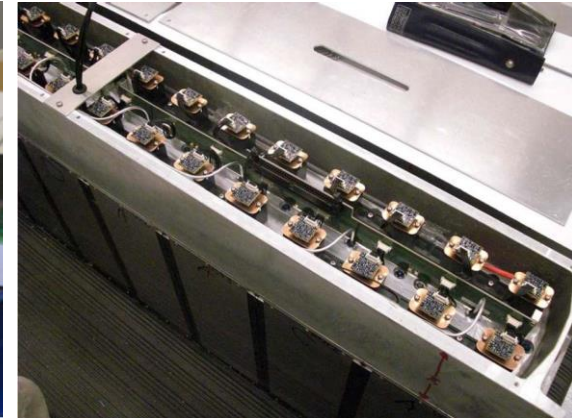
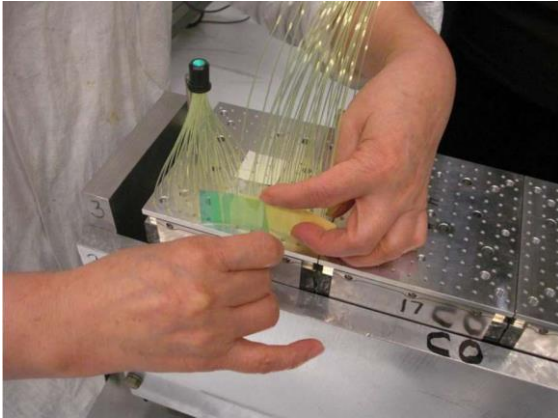


Déflexion ~1 mm au bout de plusieurs semaines

Assemblage des Stripmodules EMCal & DCal

18 000 faisceaux de fibres optiques

18 000 Photodiodes (APD)

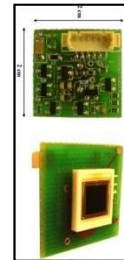


EMCal :

- Assemblage de 240 Stripmodules en 12 Supermodules standards
- Assemblage de 48 Stripmodules en 4 Supermodules spéciaux

Dcal :

- Assemblage de 96 Stripmodules en 12 Supermodules standards
- Assemblage de 32 Stripmodules en 4 Supermodules spéciaux



APD



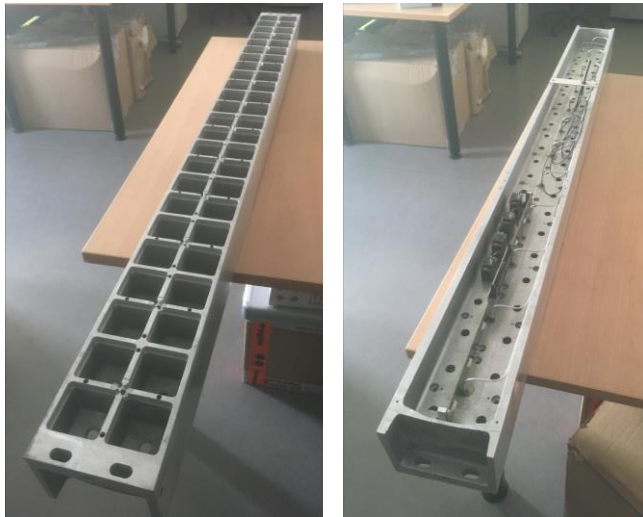
Stripmodule de 12 modules

Réalisation des Strongback détecteurs EMCal & DCal

Fourniture de 340 Strongback & 80 Mini-Strongback (Alu):

- Fonderie (Treillières)
- Usinage (Riaillé)
- Dimensions d'un Strongback 1494 x 130 x 102 mm
- Masse d'un Strongback 16 kg
- Dimensions d'un Strongback 512 x 130 x 102 mm
- Masse d'un mini Strongback 5 kg

Vérification de la fonderie



Vues après usinage



Stripmodule de 12 modules

Assemblage des Supermodules EMCal & DCal au LPSC (Grenoble)

Réception des Stripmodules

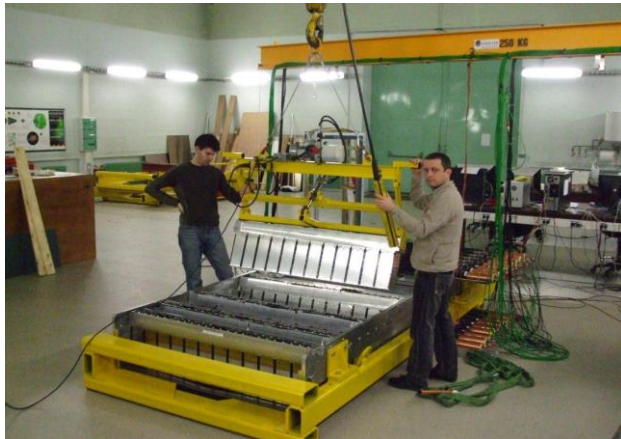


Intervention souvent nécessaires !

- Test de chaque APD.
- Relevé du n° de chaque APD
- Enregistrement dans la DataBase
16 000 APD au total !



Assemblage des Supermodules



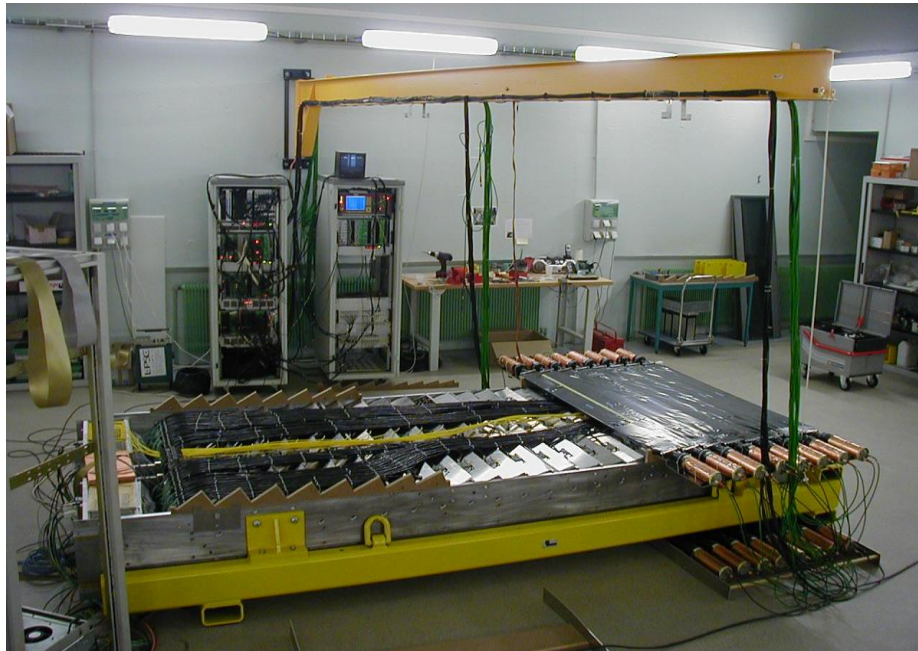
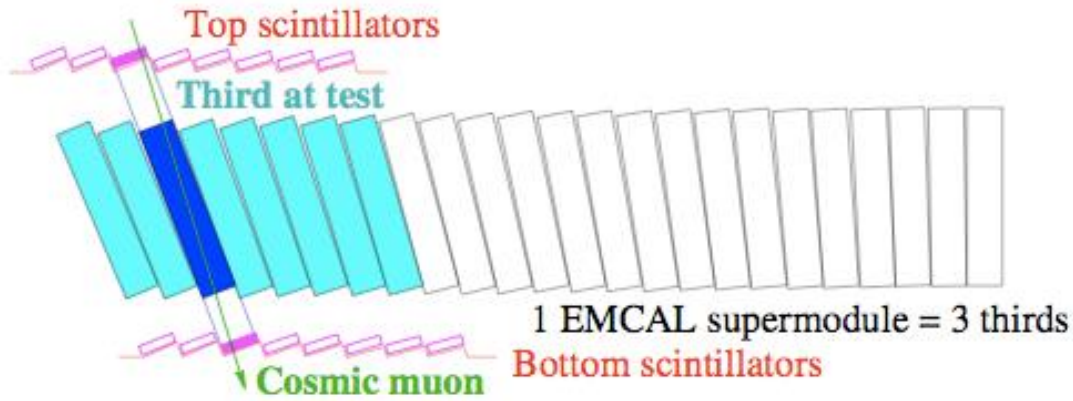
Câblage des Supermodules



Supermodules ~7,5 Tonnes

Tests de 15/18 Supermodules EMCal & DCal au LPSC (Grenoble)

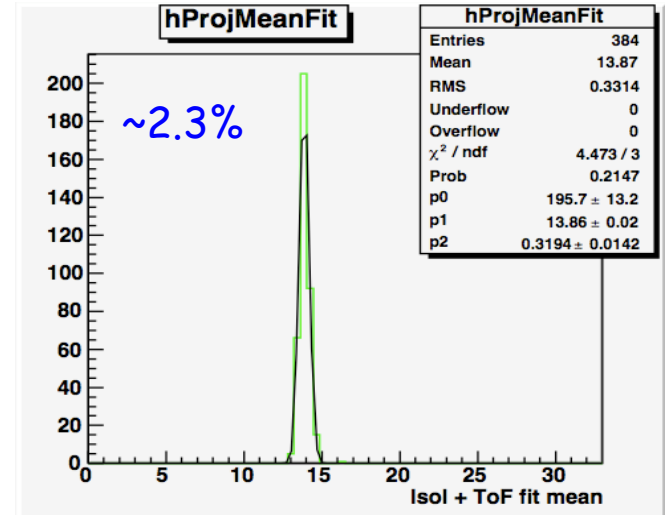
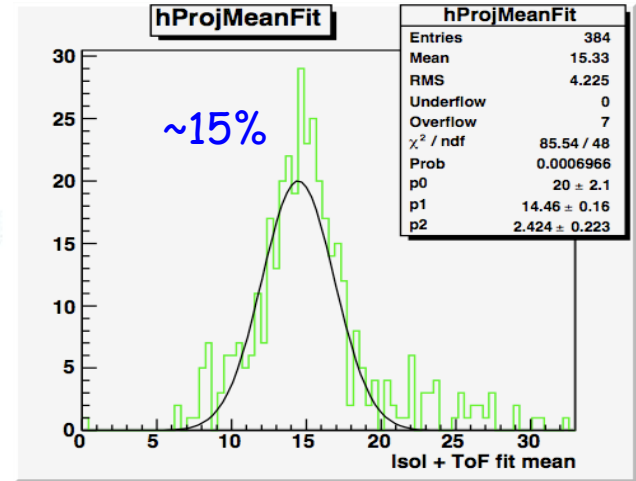
Calibration en cosmique de Supermodules



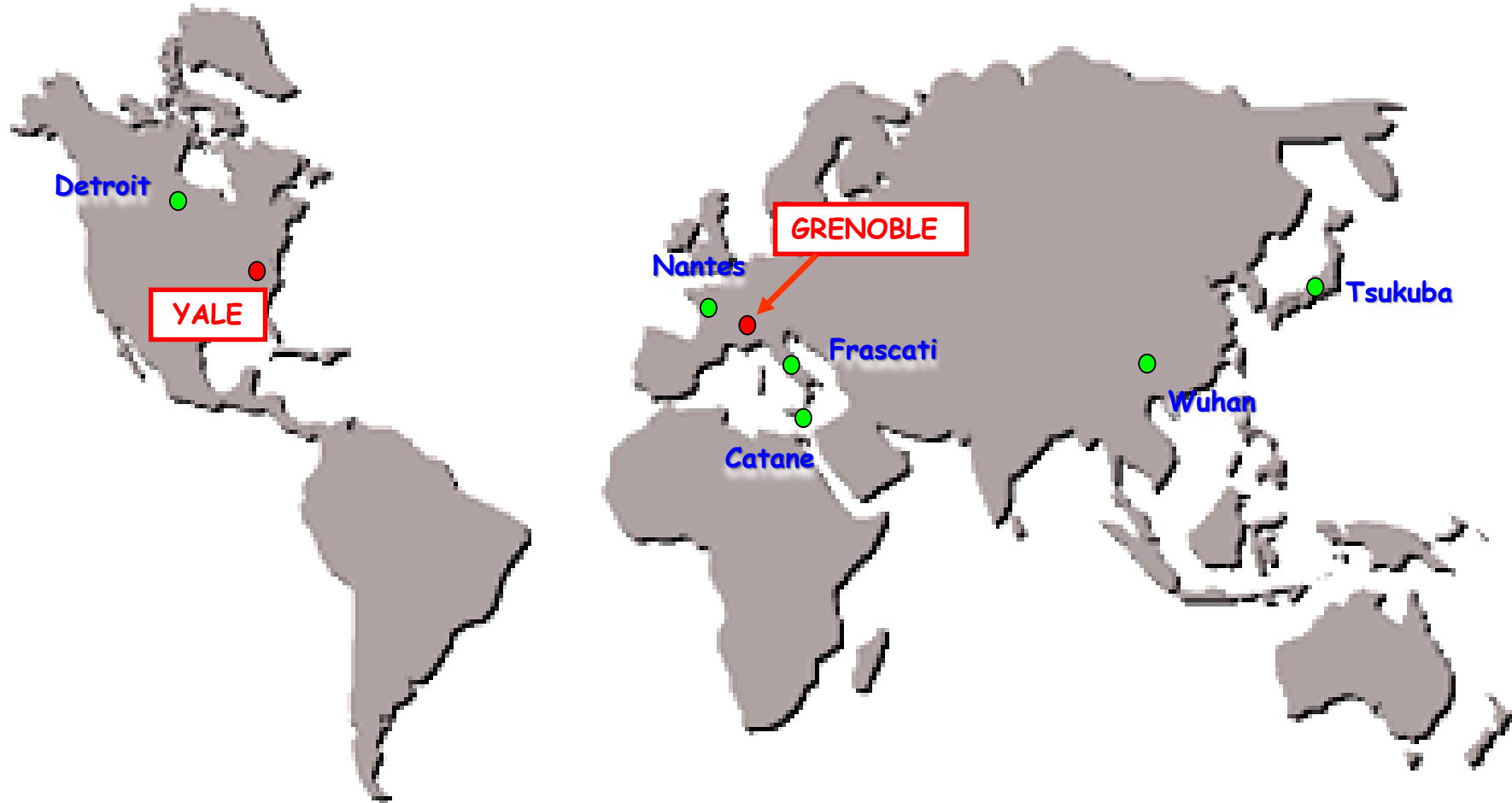
Ajustement des HT de 16 000 APD

- par tiers de SM

- en 3 itérations par tiers



Le casse tête de la logistique

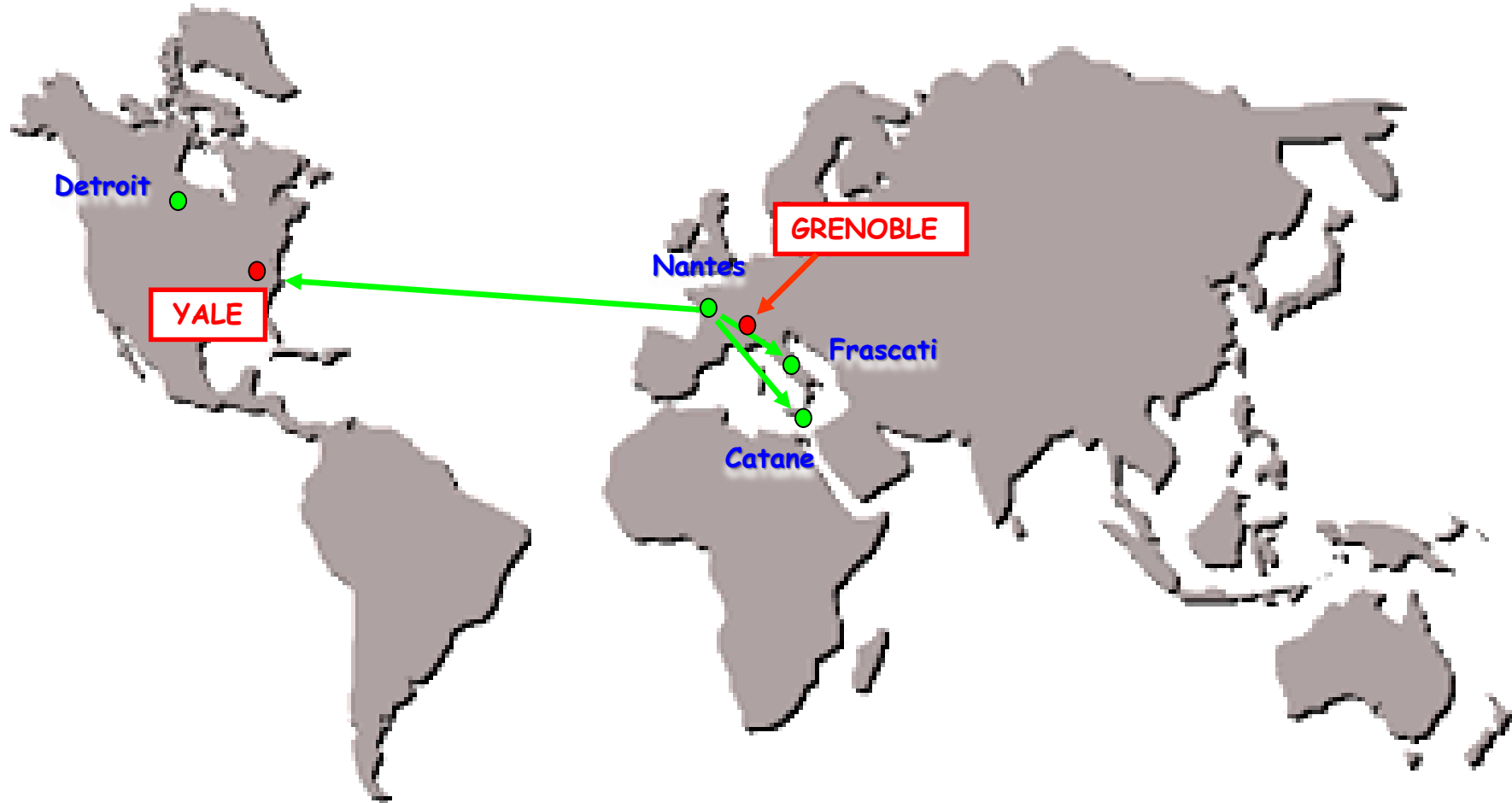


Sites de production des modules et Stripmodules →

Sites d'assemblage - câblage - calibration de Supermodules →

CERN : Fourniture de l'électronique

Logistique autour des Strongback de EMCal

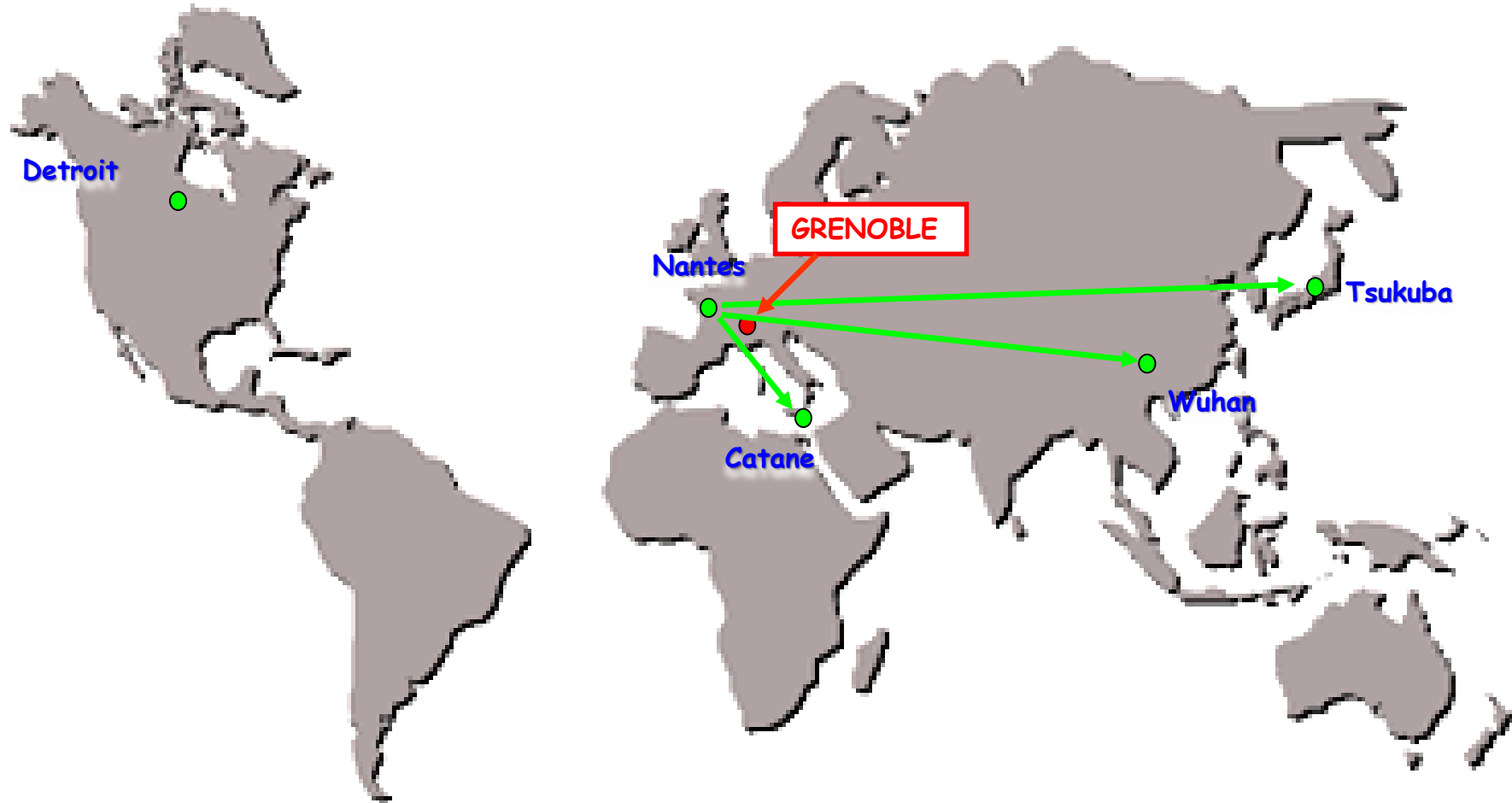


Sites de production des modules et Stripmodules →

Sites d'assemblage - câblage - calibration de Supermodules →

CERN : Fourniture de l'électronique

Logistique autour des Strongback de DCal

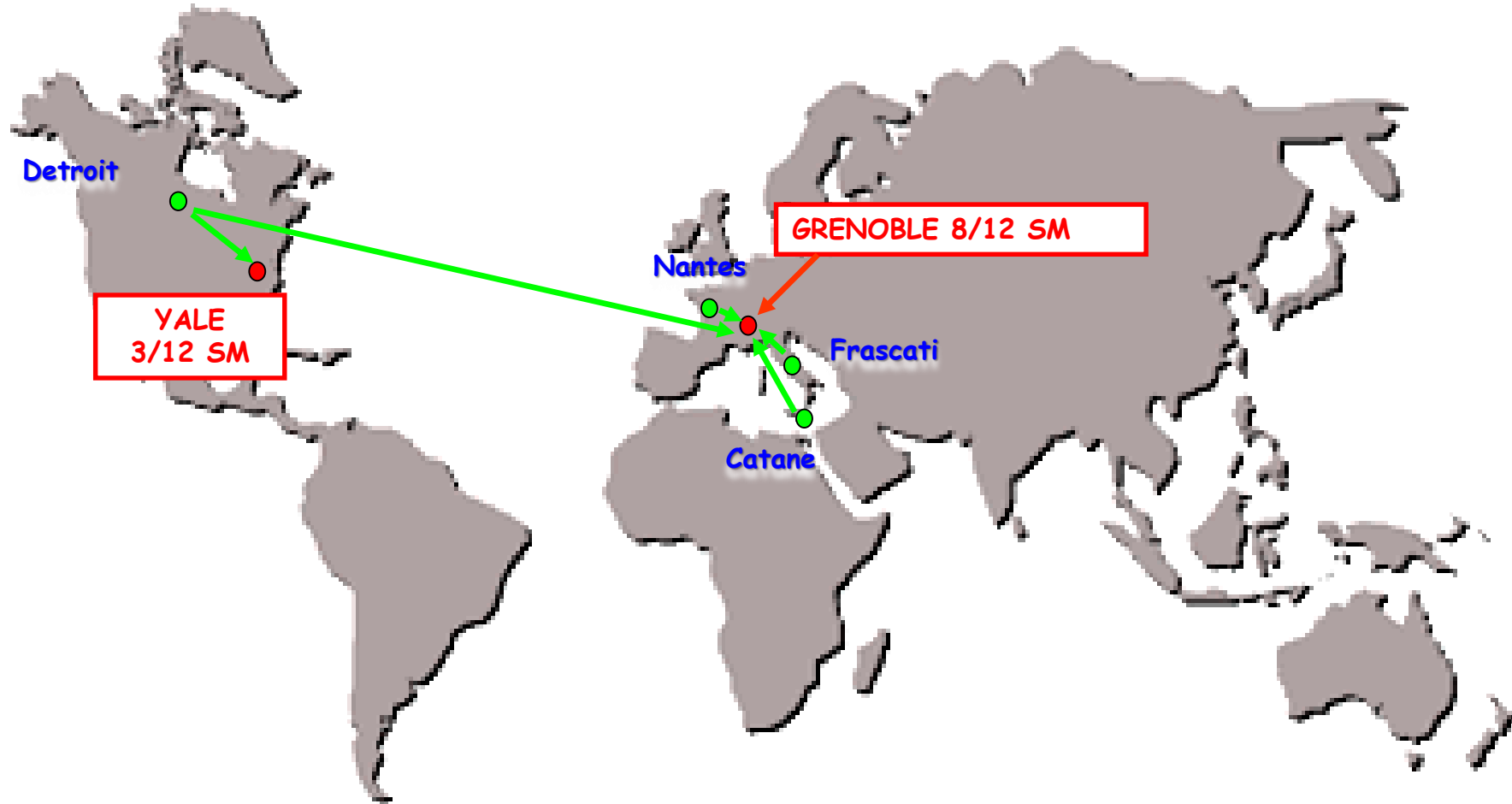


Sites de production des modules et Stripmodules →

Sites d'assemblage - câblage - calibration de Supermodules →

CERN : Fourniture de l'électronique

Logistique autour des Supermodules de EMCal



Sites de production des modules et Stripmodules

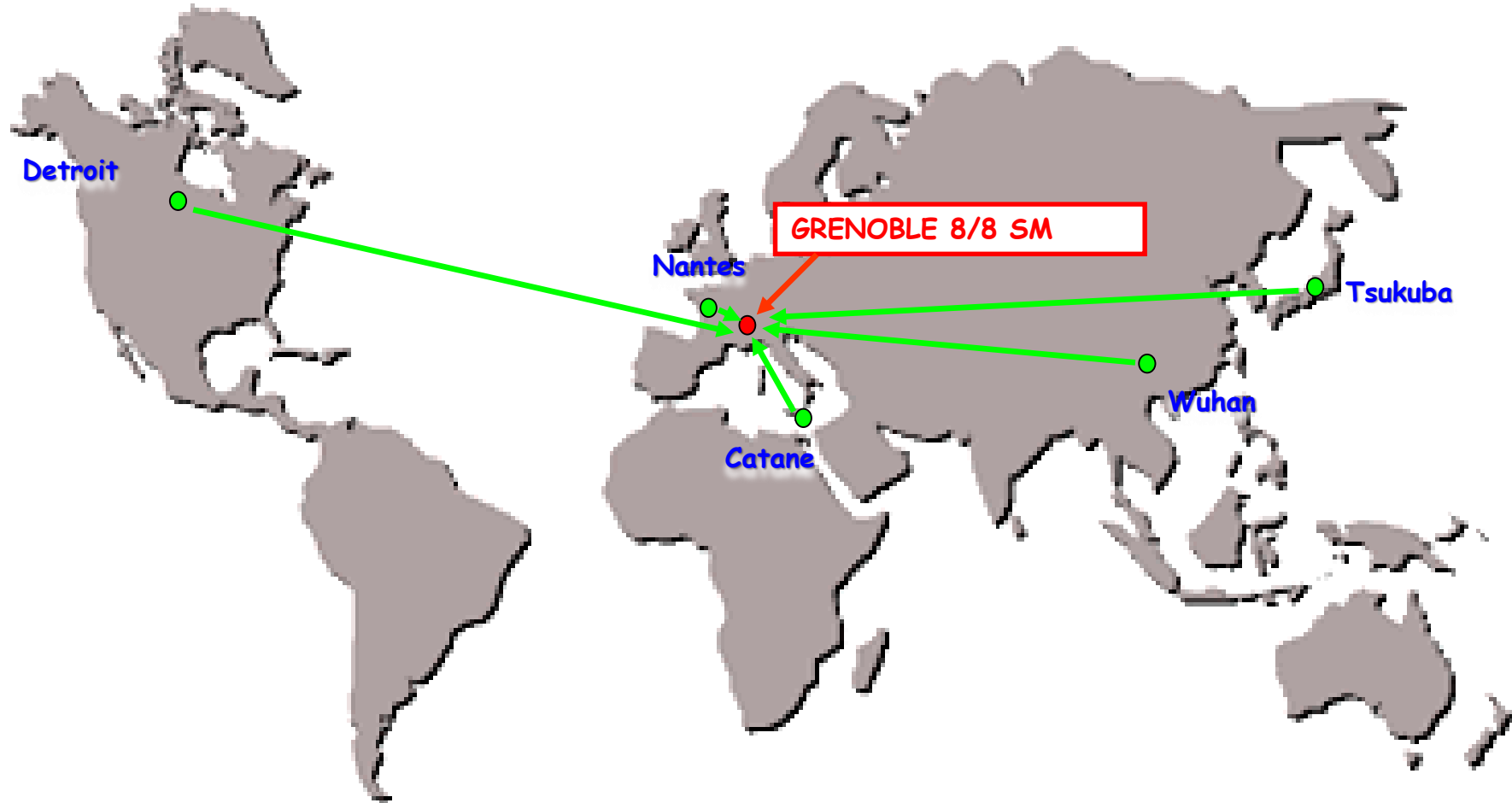


Sites d'assemblage - câblage - calibration de Supermodules



CERN : Fourniture de l'électronique

Logistique autour des Supermodules de DCal



Sites de production des modules et Stripmodules

Sites d'assemblage - câblage - calibration de Supermodules

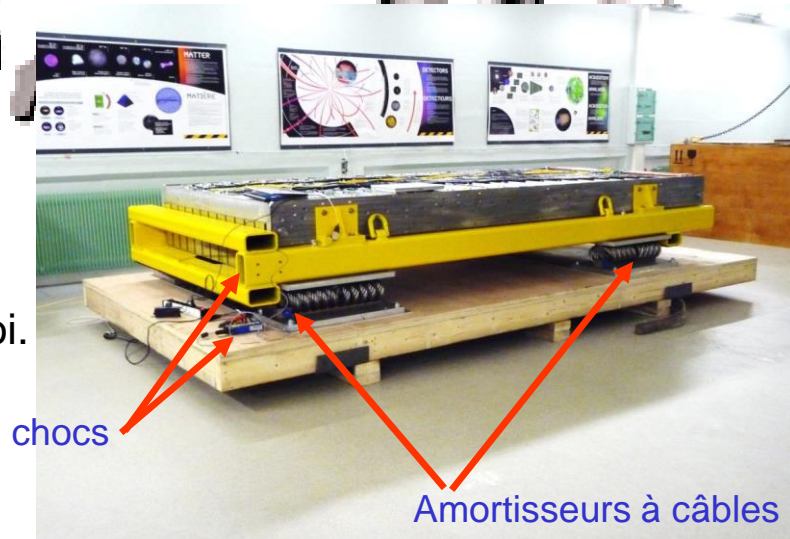
CERN : Fourniture de l'électronique

Les aberrations de la logistique avec EMCal



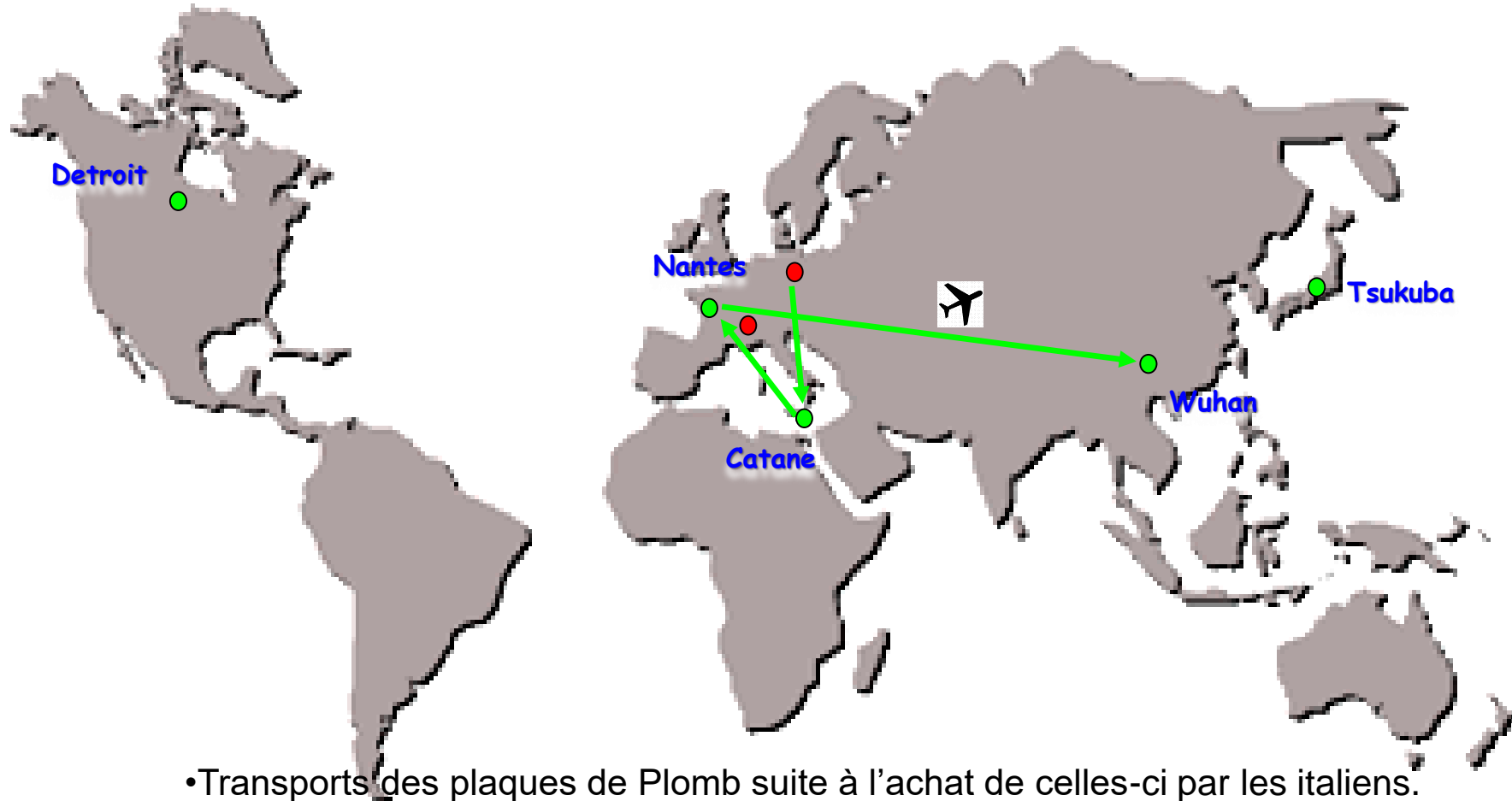
- Transports par avion des 3 Supermodules US complet (et pas par bateau), coût \$25 000 / envoi.
- Un Supermodule ~ 7,5 Tonnes

Enregistreurs de chocs



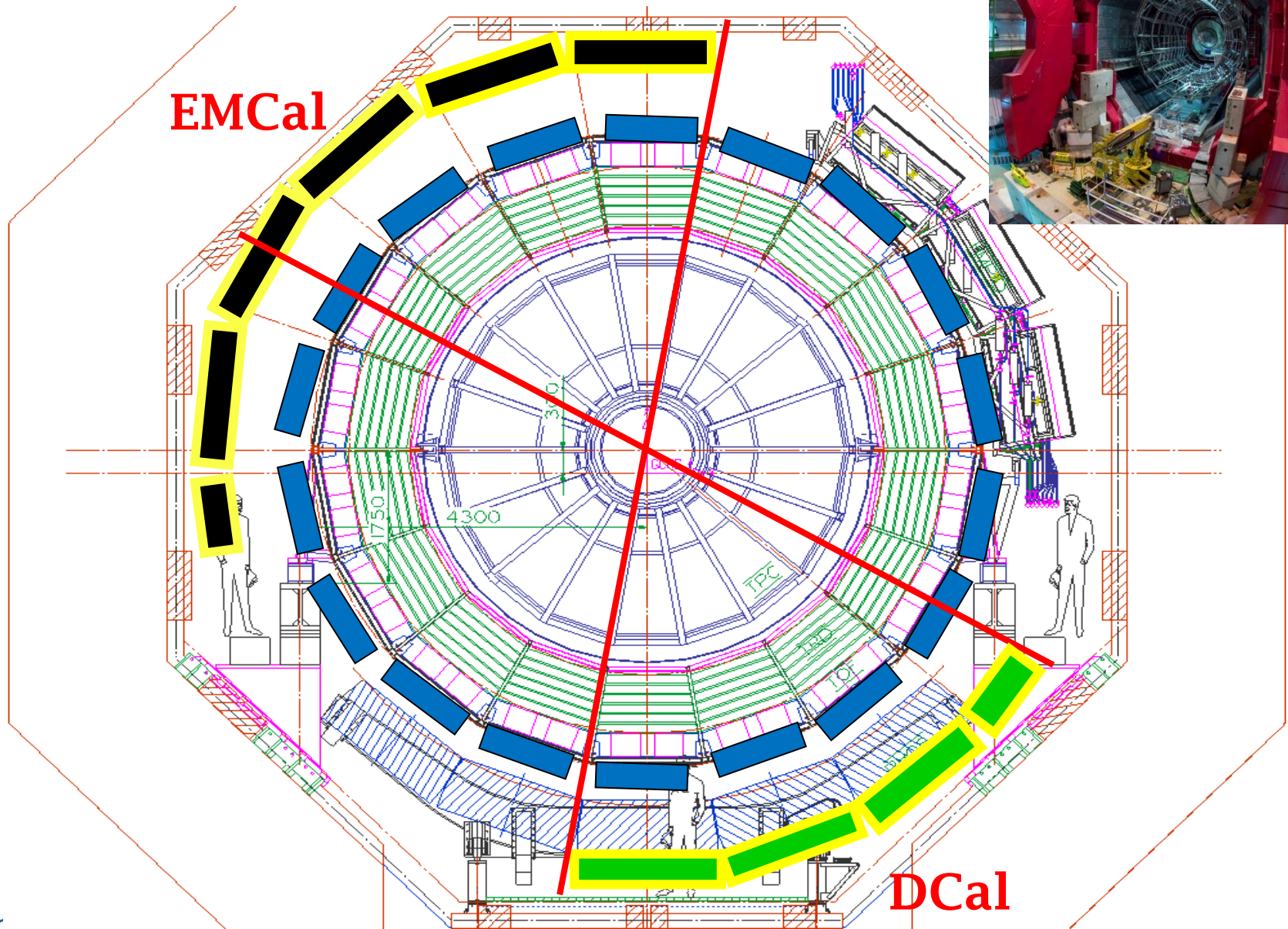
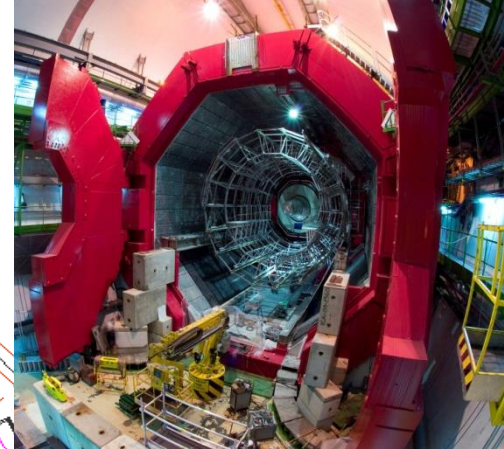
Amortisseurs à câbles

Les aberrations de la logistique avec DCal

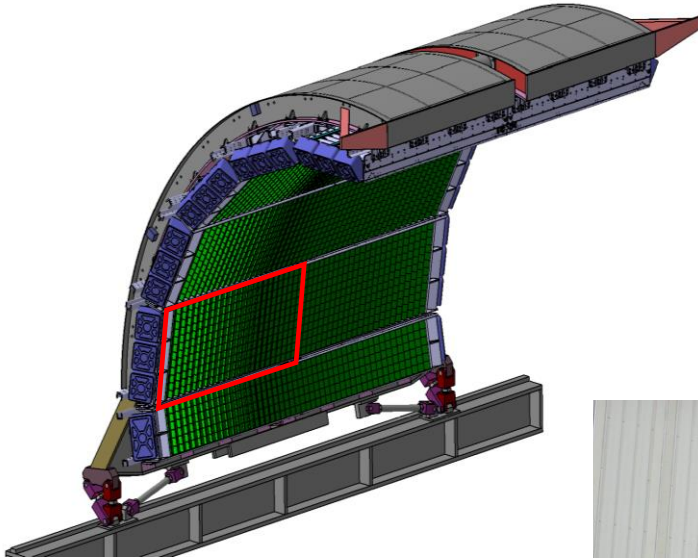


- Transports des plaques de Plomb suite à l'achat de celles-ci par les italiens.
 - Commandé par Frascati à une société allemande (fonderie+usinages)
 - Livraison à Catane
 - Envoi à Nantes, sans rien toucher
 - Envoi à Wuhan, sans rien toucher
- Transports par avion des fournitures à Wuhan, car le tarif du trajet Nantes/Cherbourg par camion >> Nantes/Wuhan par avion.

Intégration des détecteurs EMCal & DCal



La structure porteuse (Calframe) des détecteurs EMCal



Structure mécano-soudées (Calframe) supportant :

- 10 x Supermodules (10 x 7,5 tonnes)
- 2 x 1/3 Supermodules (2 x 2,8 tonnes)

- Charge utile totale ~81 tonnes
- Poids de la structure ~29 tonnes

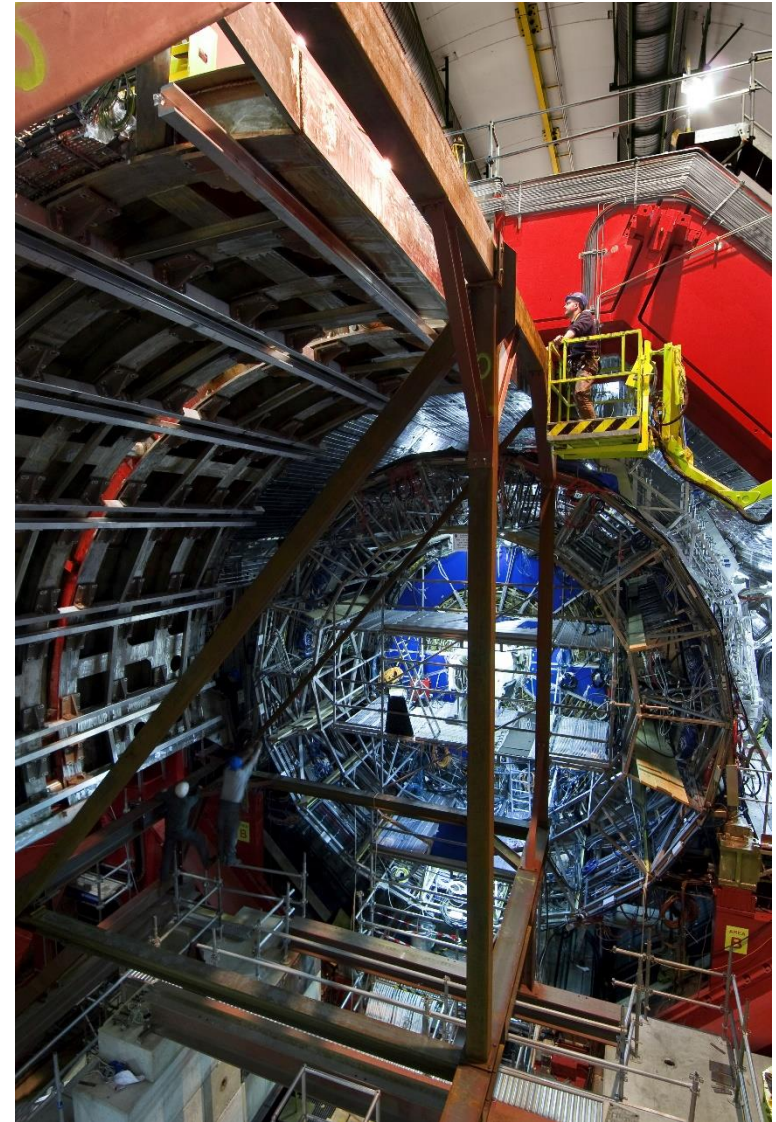
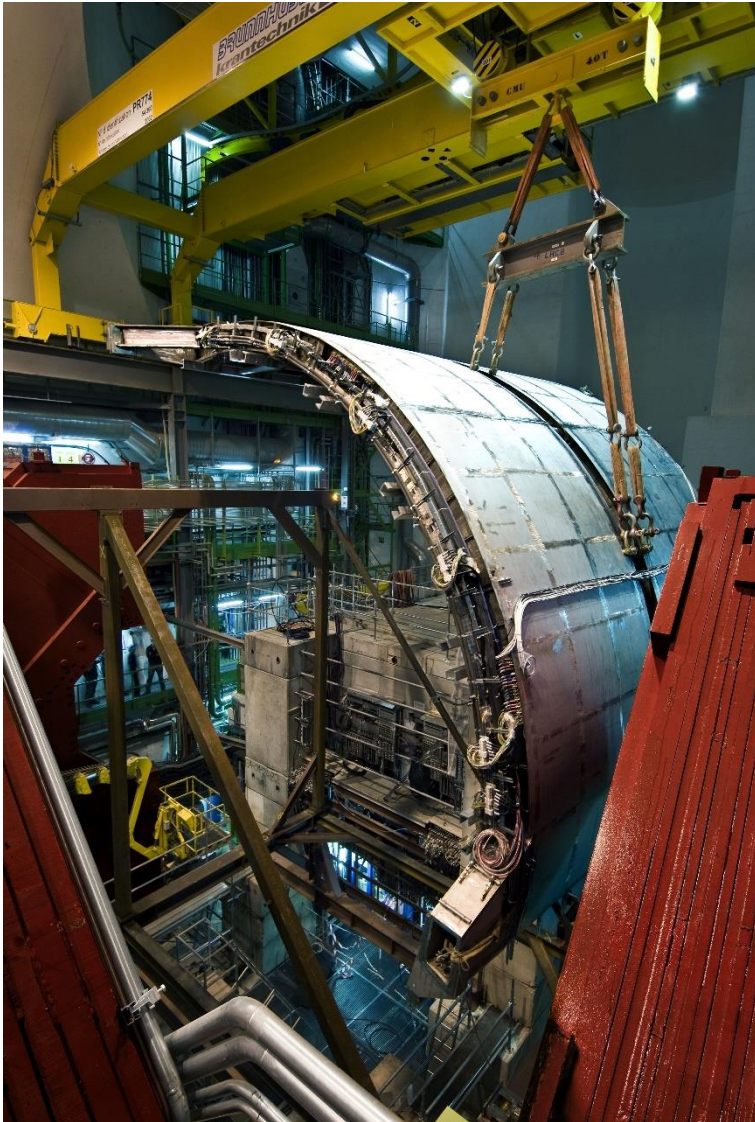
Dimensions du Calframe :

- Rayon interne 5 mètres
- Longueur utile 6,3 mètres
- Longueur totale 8 mètres
- Couvrant ~110 degré



Mise en place de la structure porteuse des détecteurs EMCal

Descente de la low bêta devant l'aimant d'Alice



Insertion dans l'aimant d'Alice

Réalisation de l'outillage de mise en place des détecteurs EMCaI

L'outillage complet est un ensemble de structures mécano-soudées composé :

- Un châssis de manutention des Supermodules (Brest)
 - Un châssis inférieur (Redon)
 - Un rotateur (Brest/Redon/Subatech)
 - Un pousseur de Supermodule (Brest)
 - Un nez pour les Supermodules (Brest)
 - Un nez pour les 1/3 de Supermodules (Brest)
-
- Dimensions totales 10,7 x 3 x 2,2 m
 - Masse total 7,8 tonnes

Châssis inférieur



Pousseur



Rotateur + Nez pour les Supermodules

Châssis de manutention



Nez pour les 1/3 Supermodules



Outillage de mise en place des détecteurs EMCal

Insertion d'un Supermodule dans l'outillage d'insertion



Accouplement avec le Calframe et sécurisation avec la Yellow Platform



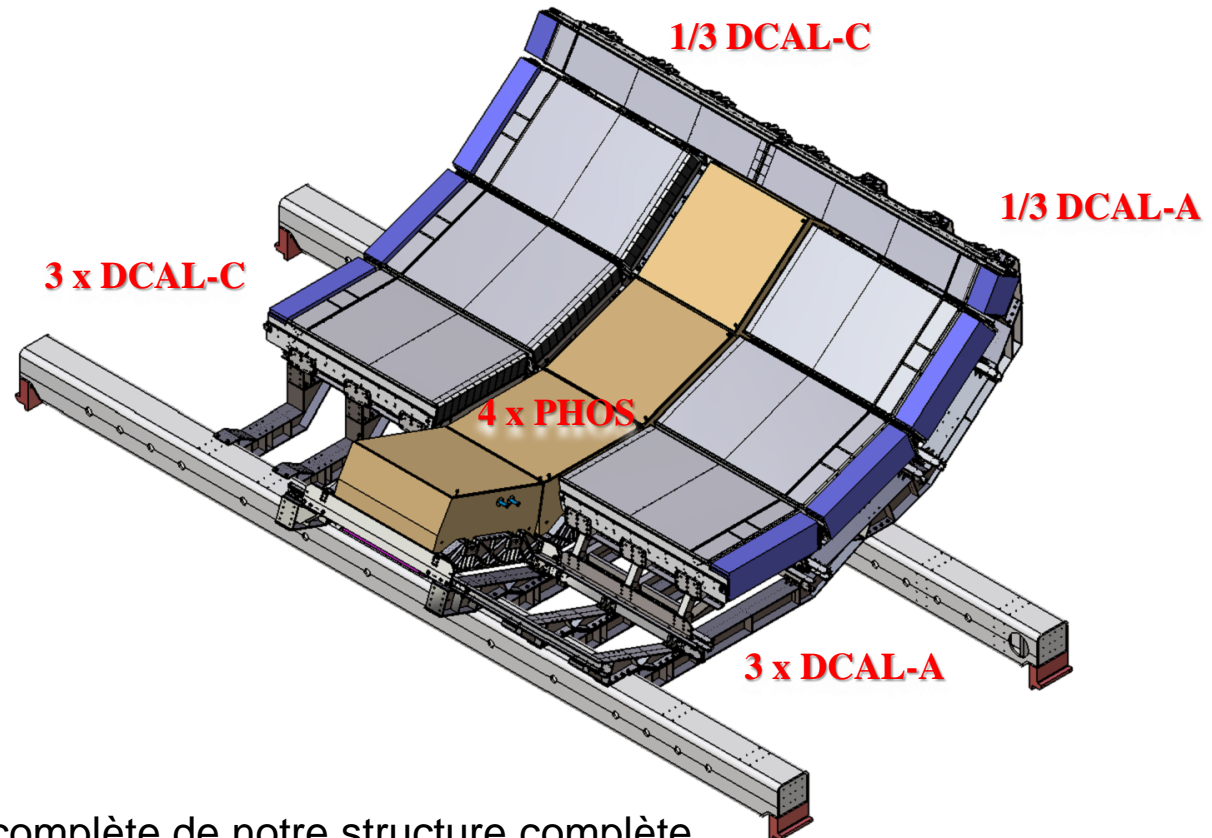
Insertion d'un Supermodule tous les 2 jours



Vue d'ensemble des détecteurs DCal & PHOS

DCal (Di-jet Calorimeter) & PHOS (PHOton Spectrometer) :

- Obligation de prise en charge des détecteurs PHOS :
 - Structure support, faisant office d'outillage d'installation, mal adapté
 - Impossibilité d'effectuer une maintenance complète



Conséquences :

- Re-conception complète de notre structure complète
- Structure sur deux niveaux pour garantir l'accès aux services de PHOS
- Structure complètement ouverte sous PHOS pour la maintenance de celui-ci

Réalisation des rails principaux de détecteurs DCAL & PHOS

Réalisation des deux rails principaux en Inox (Finlande)

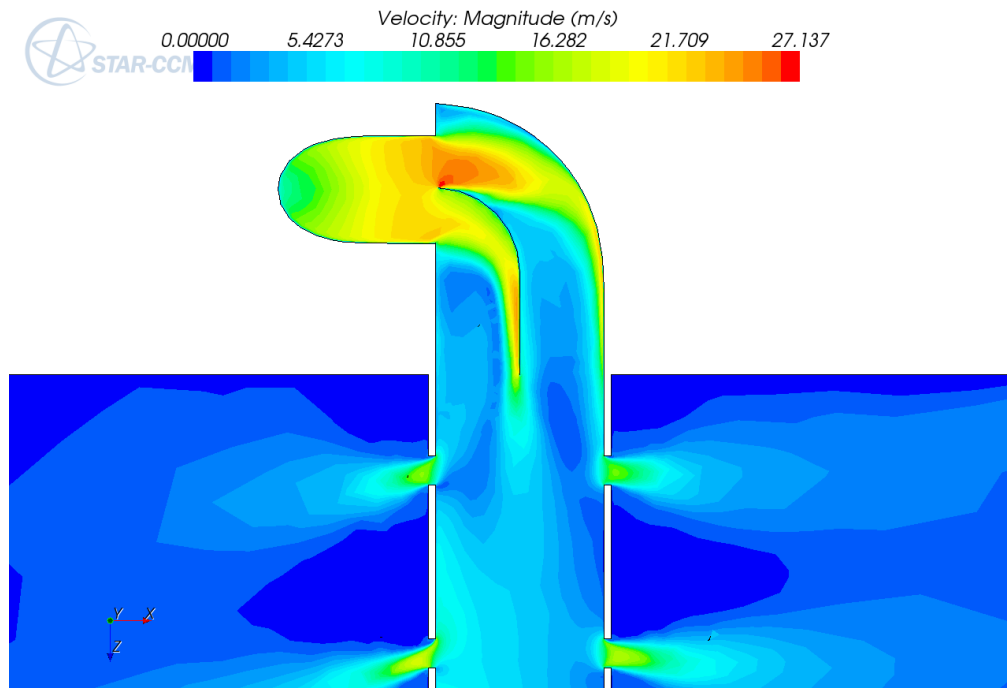
- Longueur des rails entre supports 12,2 mètres
- Section des poutres 500 x 585 x 25 (aux extrémités)
- Section des poutres 500 x 445 x 25 (nominale)
- Masse d'une rails 5,2 tonnes



Ventilation par les rails principaux de détecteurs DCAL (& PHOS)

Réalisation de trous dans les deux rails principaux afin de ventiler l'aimant

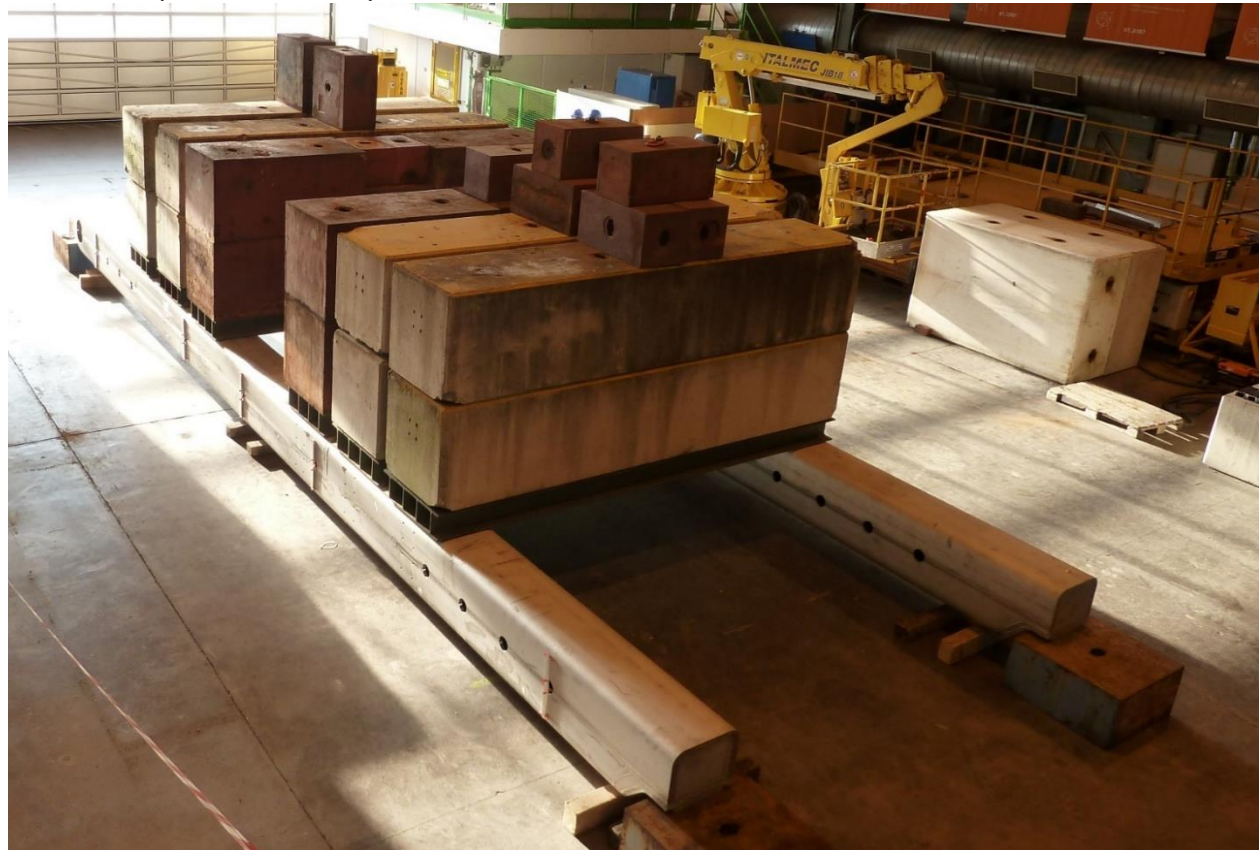
- 14 trous Ø100 sur les parois de l'aimant
- 11 trous Ø100 sur le centre de l'aimant
- Rajout d'un déflecteur à l'intérieur des rails
- Débit de 5 000 m³/h d'air



Test de charge des rails principaux de détecteurs DCAL & PHOS

Vérification des 2 rails principaux :

- Appui uniquement aux extrémités
 - Longueur entre supports 12 mètres
 - Section des poutres 500 x 585 x 25 (aux extrémités)
 - Section des poutres 500 x 445 x 25 (nominale)
 - Masse d'une rails 5,2 tonnes
-
- Charge de test 136 tonnes
 - Déformation verticale 46 mm (au centre)



Réalisation de la structure porteuse (Calframe) des détecteurs DCAL & PHOS

Structure principale en Inox mécano-soudée (Cherbourg)

- Réalisation de 3 longerons identiques pour DCal coté A
- Réalisation de 2 longerons identiques pour DCAL coté C
- Réalisation d'un longeron spécifique pour DCal coté C pouvant accueillir PHOS à 0° & 20°
- Réalisation de 2 extensions pour PHOS à -20°



Extension de la structure principale en Alu mécano-soudée (Brest)

- Réalisation de 3 extensions identiques pour 1/3 DCal à 60° coté C
- Réalisation de 3 extensions identiques pour 1/3 DCal à 60° coté A
- Réalisation de 2 extensions pour l'installation de PHOS à -20°



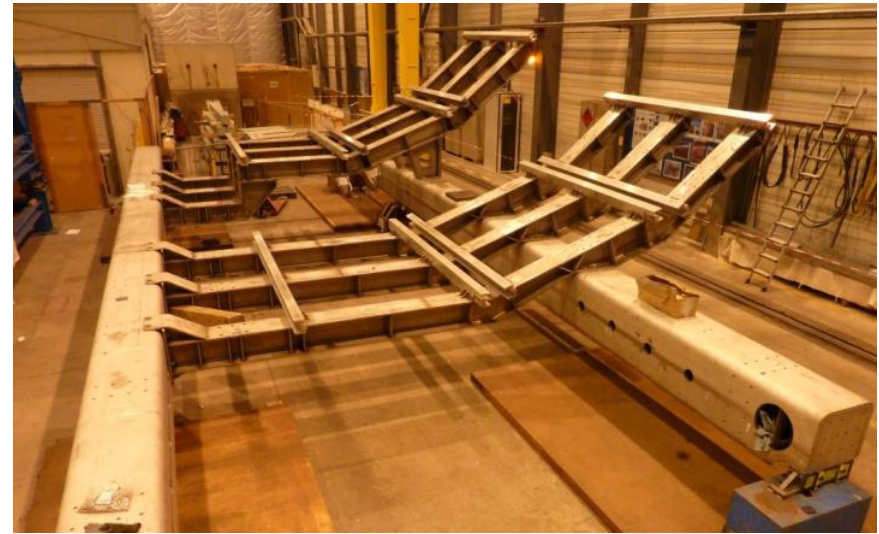
Réalisation de tous les rails en profilé spécifique Alu (Chartres) avec reprise d'usinage (Riaillé)

- Masse du calframe coté A ~3,2 tonnes
- Masse du calframe coté C ~3,7 tonnes

Test de charge de la structure porteuse (Calframe) des détecteurs DCAL & PHOS

Vérification de la structure complète :

- Appui uniquement aux extrémités
- Longueur entre supports 12 mètres
- Masse du calframe tonnes
- Charge de test 85 tonnes
- Déformation verticale 73,5 mm



Installation de la structure porteuse (Calframe) dans l'aimant

Démontage du site du test de charge



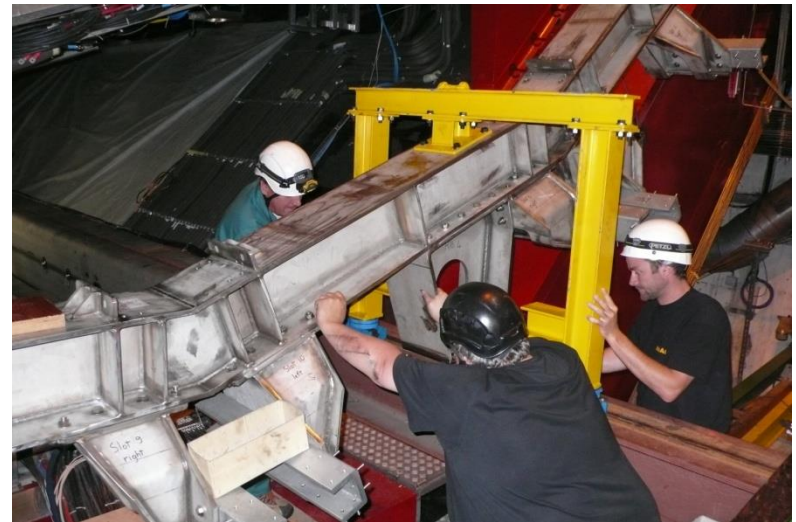
Descente dans le puits



Démontage des accessoires de manutention



Mise en place à la « main »



Réalisation de l'outillage de mise en place des détecteurs DCal & PHOS

L'outillage complet est un ensemble de structures mécano-soudées composé :

- Un châssis inférieur (Châteaubriant)
 - Un châssis rotateur supérieur et de manutention des Supermodules (Châteaubriant)
 - Un châssis rotateur inférieur (Châteaubriant)
-
- Dimensions totales 4 x 3,1 x 2,9 m
 - Masse total 2,8 tonnes

Ensemble lors du test de charge (APAVE)



Châssis inférieur

Châssis assemblés



Réalisation des navettes des détecteurs DCal

2 Navettes standards en Alu mécano-soudée pour DCal à 0° & 20° (Brest)

- Masse du châssis 330 kg
- Masse du détecteur 5 tonnes



1 Navette spécifique en Alu mécano-soudée pour DCal à 40° (Brest)

- Masse du châssis 325 kg
- Masse du détecteur 5 tonnes



Réalisation des navettes des détecteurs PHOS

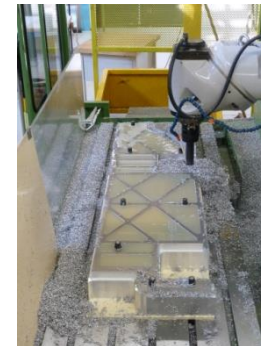
3 Navettes standards (PHOS à -20° , 0° & 20°)

- Réalisation de 6 poutres supports PHOS par fonderie et reprise d'usinage (Nantes)
- Assemblage de 3 navettes standards

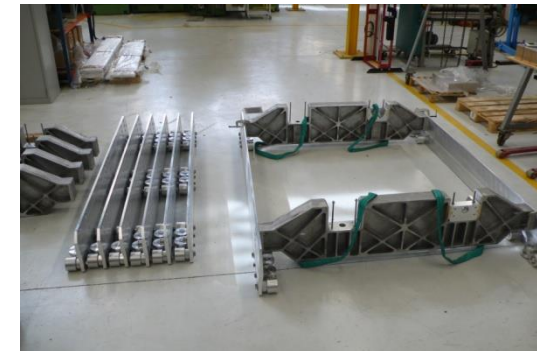


1 Navette spécifique (PHOS à 40°)

- Réalisation de 2 poutres supports PHOS spécifiques par usinage (SUBATECH)
- Assemblage de 1 navette spécifique (PHOS à 40°)

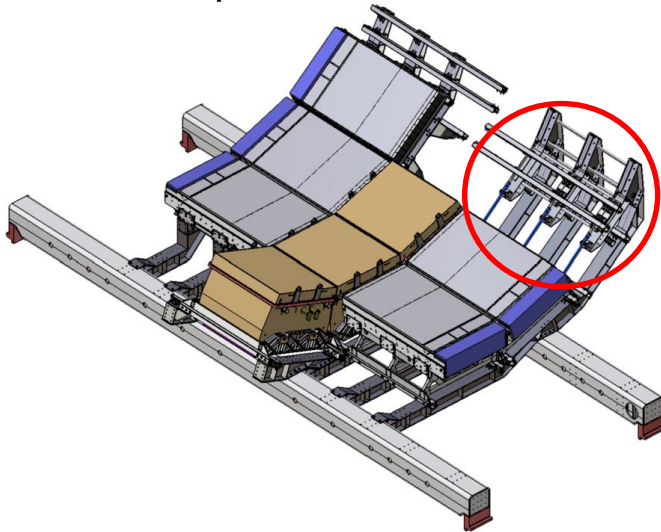


- Masse du détecteur PHOS 5,3 tonnes
- Masse de la navette standard 250 kg
- Masse de la navette spécifiques 220 kg

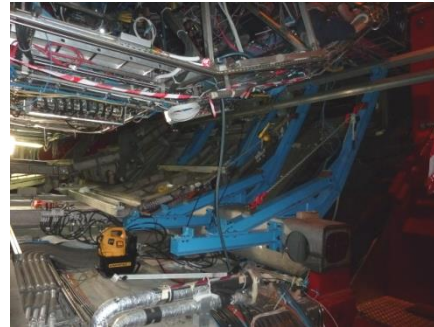
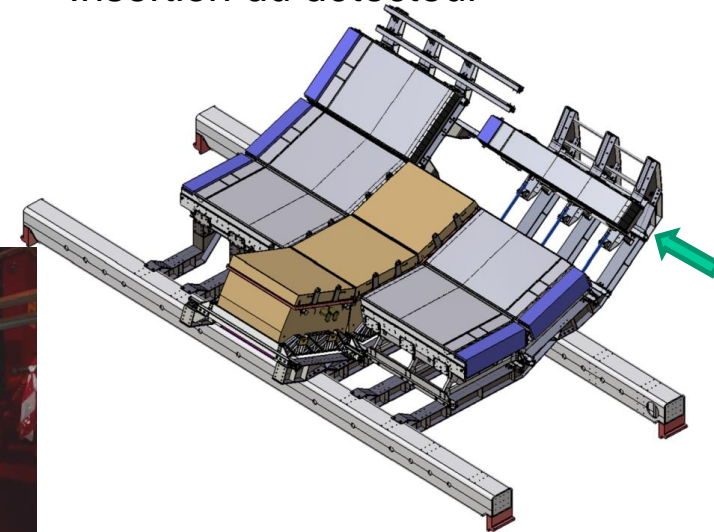


Procédure de mise en place des détecteurs 1/3 DCal coté C+A

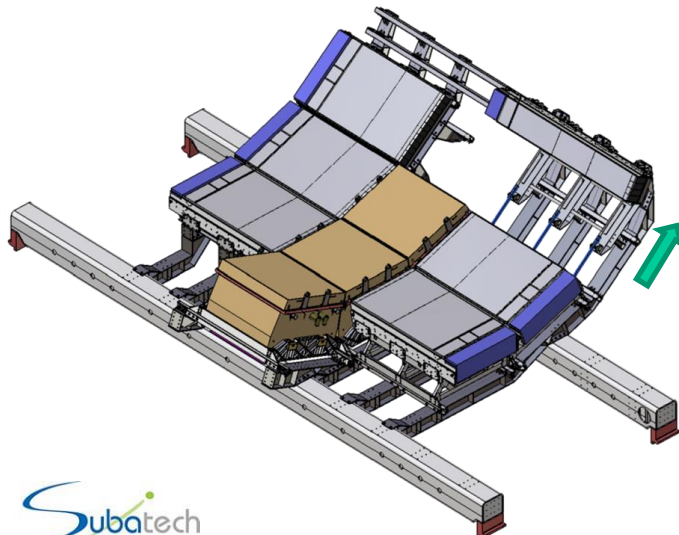
Mise en place du traineau



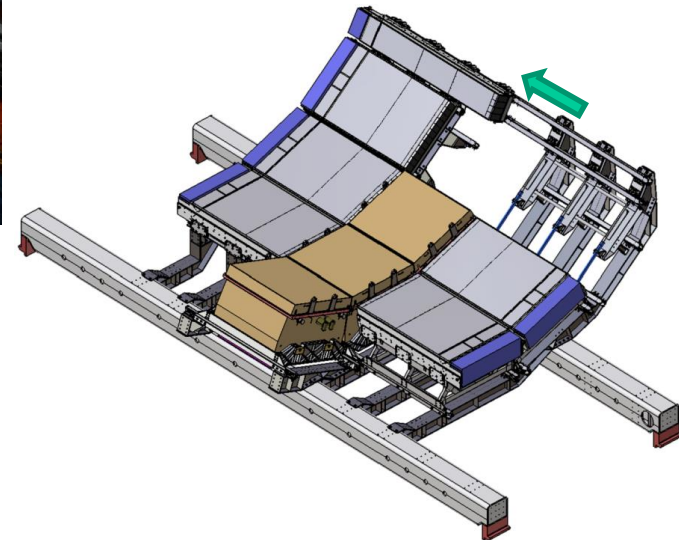
Insertion du détecteur



Translation latérale du détecteur

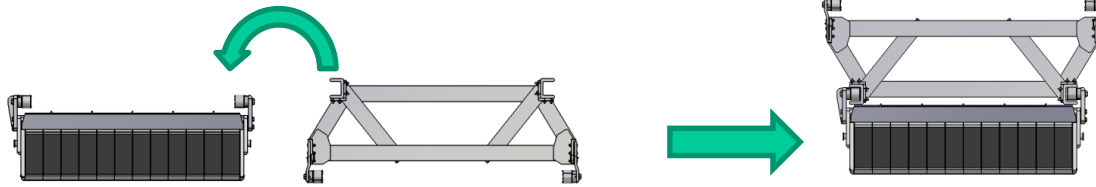


Mise en place final du détecteur

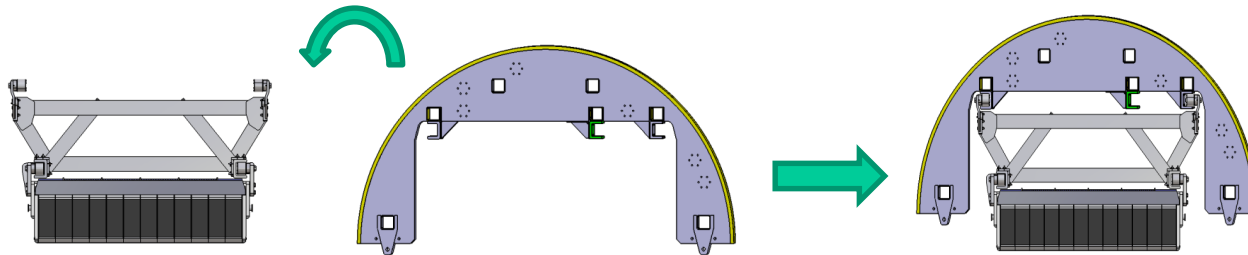


Procédure de mise en place des détecteurs DCal coté C

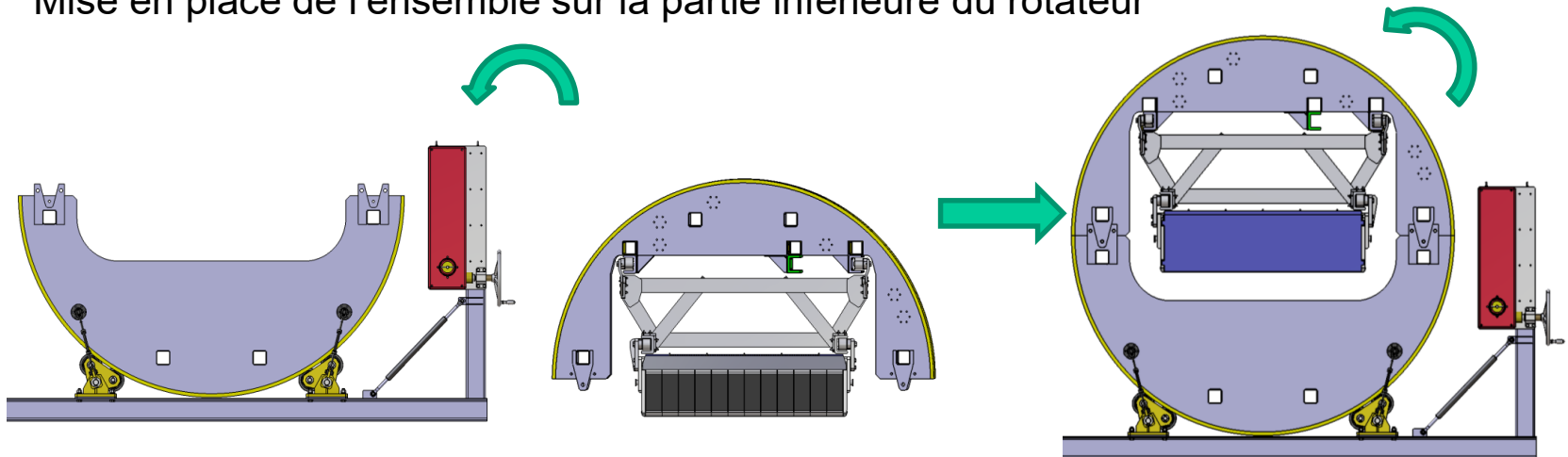
Mise en place de la navette sur un Supermodule



Mise en place de la partie supérieure du rotateur sur l'ensemble Supermodule/Navette

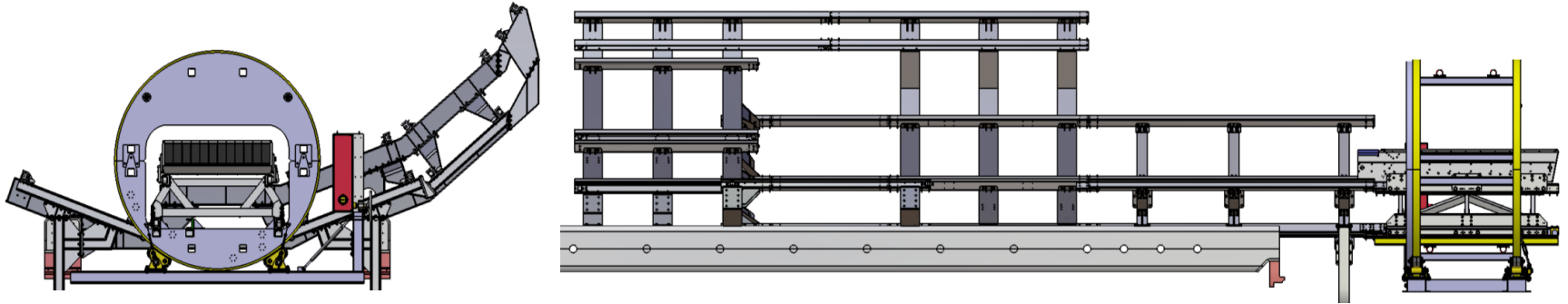


Mise en place de l'ensemble sur la partie inférieure du rotateur

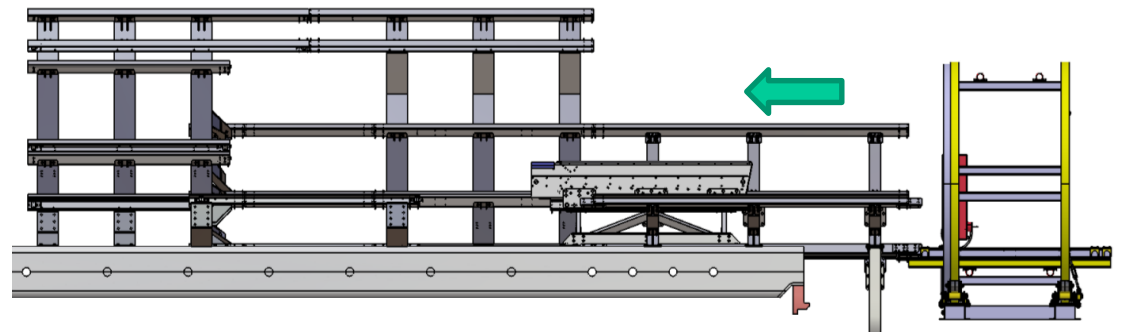
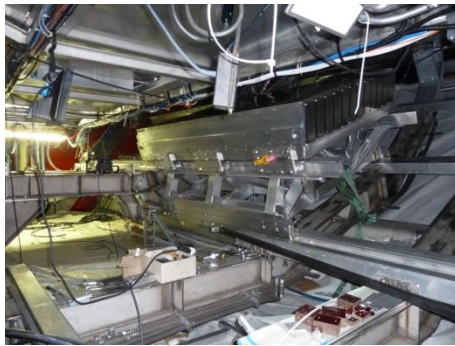


Procédure de mise en place des détecteurs DCal coté C

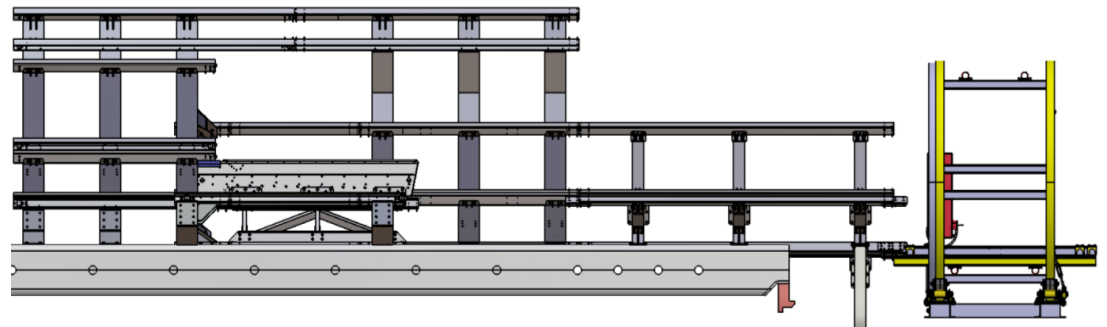
Accouplement du rotateur avec la structure porteuse



Insertion du détecteur avec sa navette jusqu'aux rails coté C

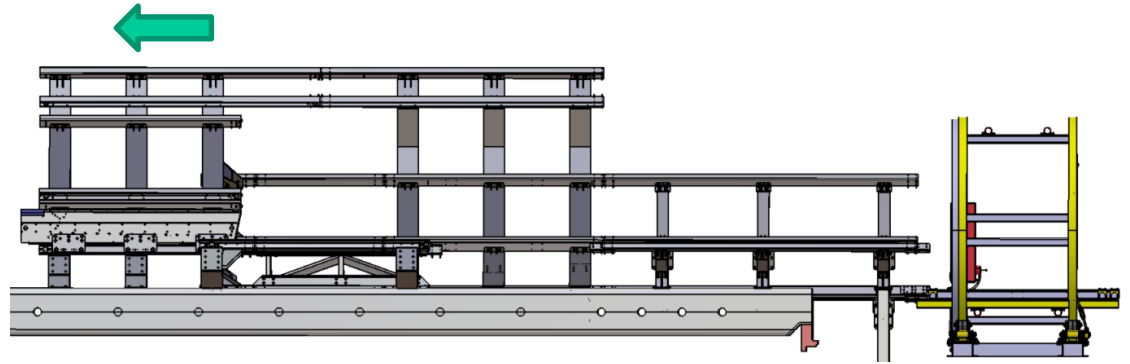
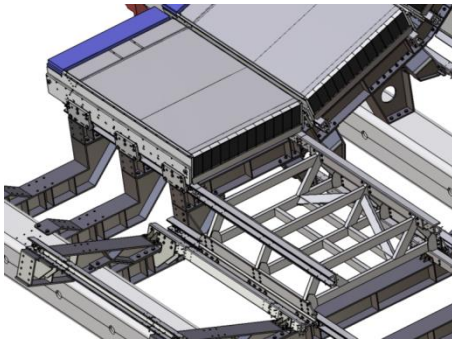


Accouplement de la navette avec les rails coté C

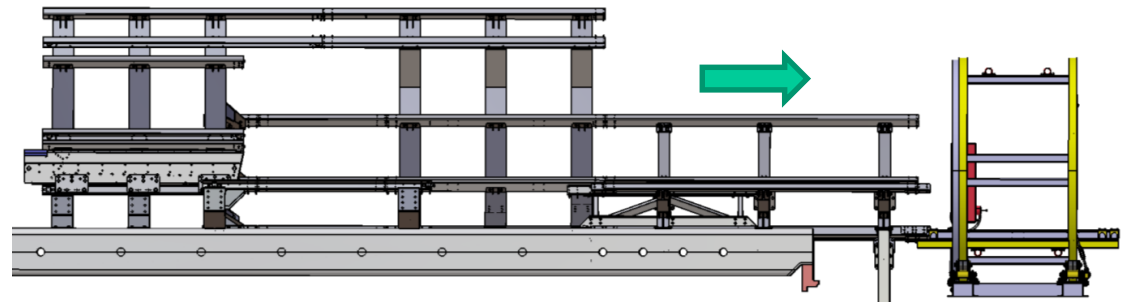


Procédure de mise en place des détecteurs DCal coté C

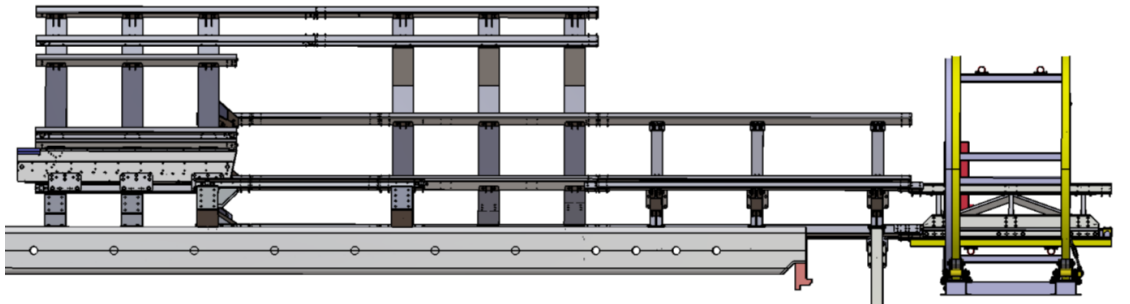
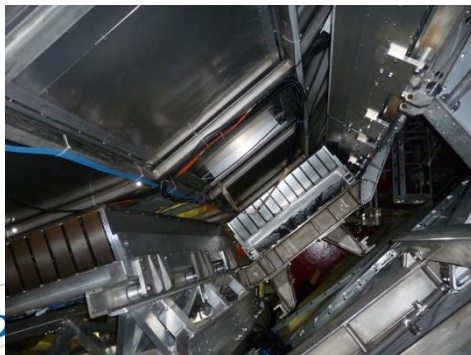
Transfert du détecteur sur la structure coté C et verrouillage de celui-ci



Evacuation de la navette



Retour de la navette dans le rotateur



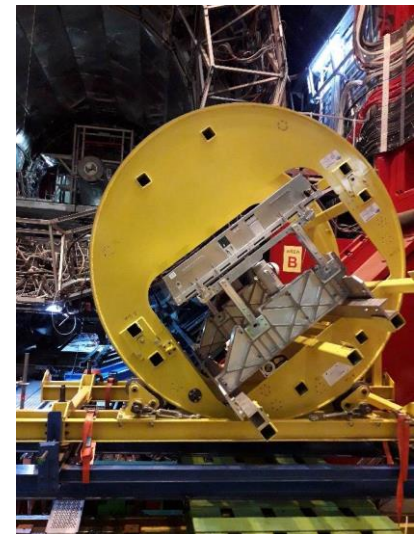
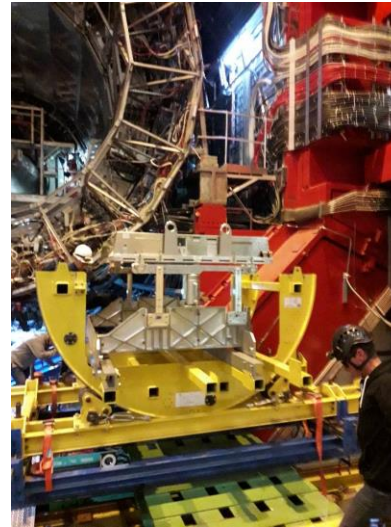
Installation du détecteur CPV au dessus de PHOS

Surprise ! le CERN nous a demandé de rajouter un nouveau détecteur CPV.

Descente dans le puits



CPV dans le rotateur



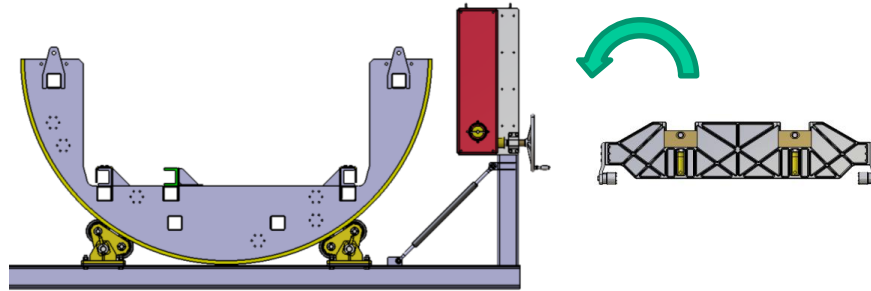
Accrochage de CPV au « plafond »
avant dépose sur la navette de PHOS

Insertion de CPV

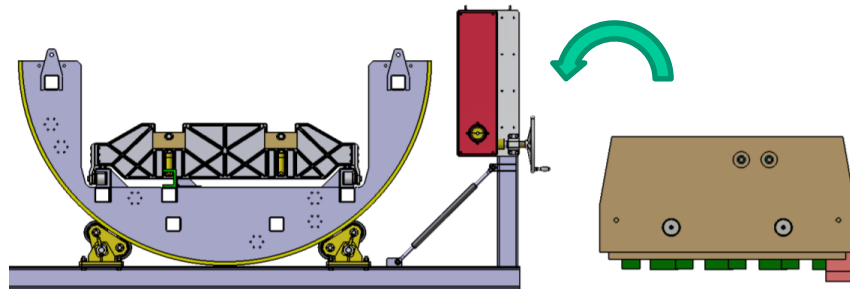


Procédure de mise en place des détecteurs PHOS

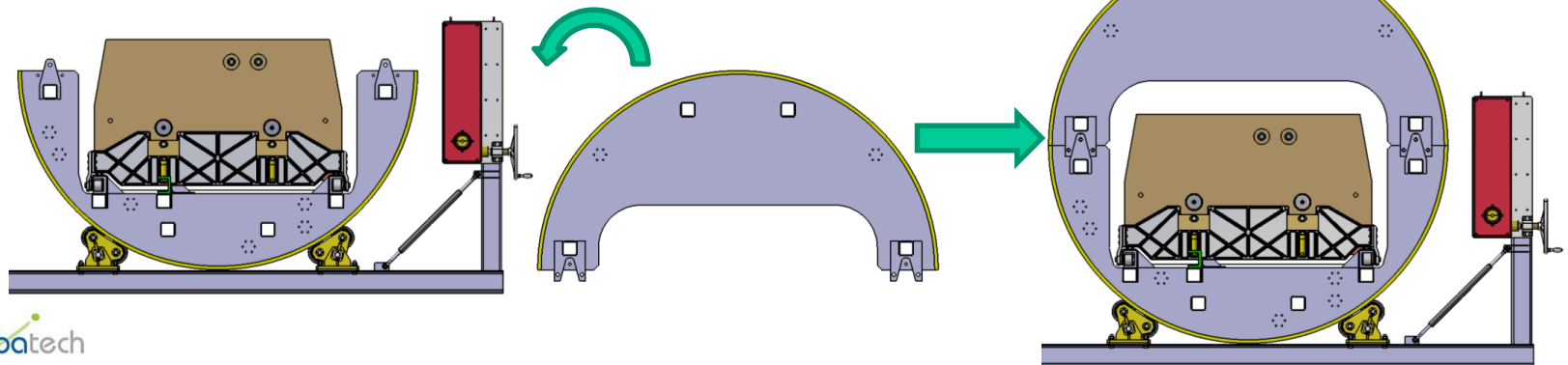
Mise en place de la navette PHOS dans la partie inférieure du rotateur



Mise en place du détecteur PHOS dans sa navette

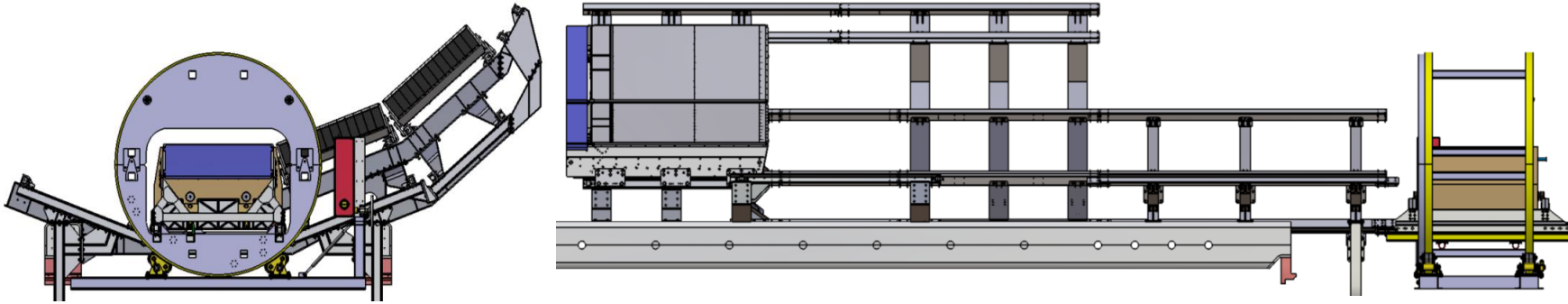


Mise en place de la partie supérieure du rotateur

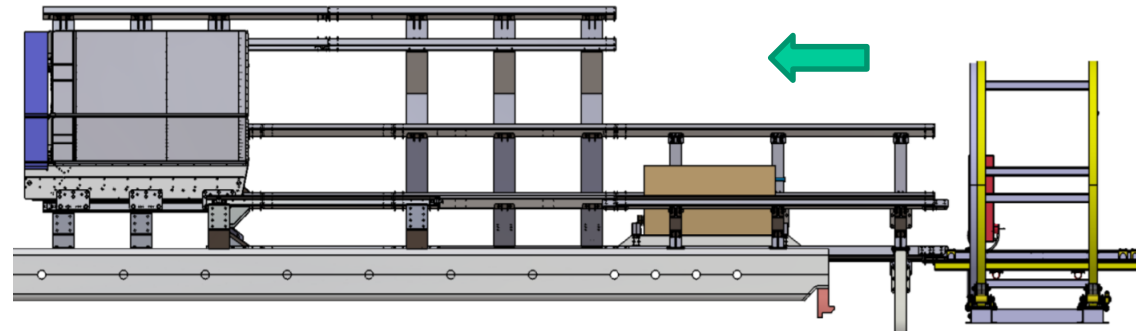


Outillage de mise en place des détecteurs DCal & PHOS

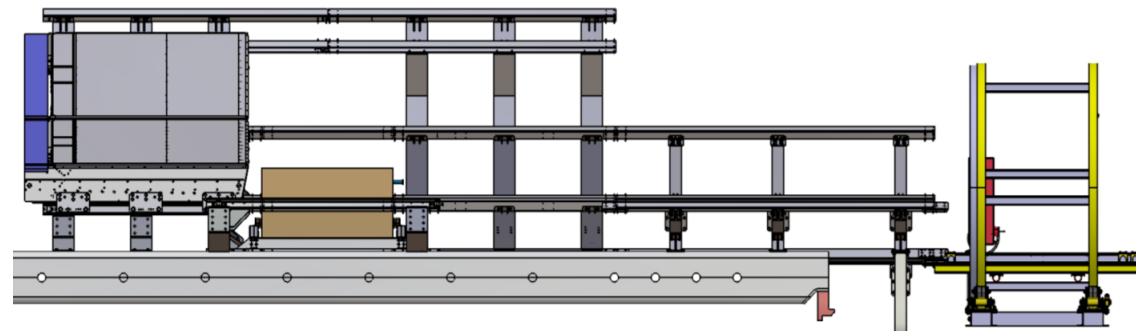
Accouplement du rotateur avec la structure porteuse



Insertion du détecteur avec sa navette jusqu'à sa position final

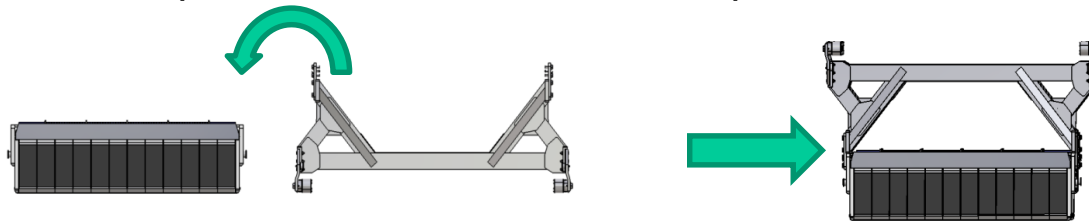


Verrouillage du détecteur à sa position

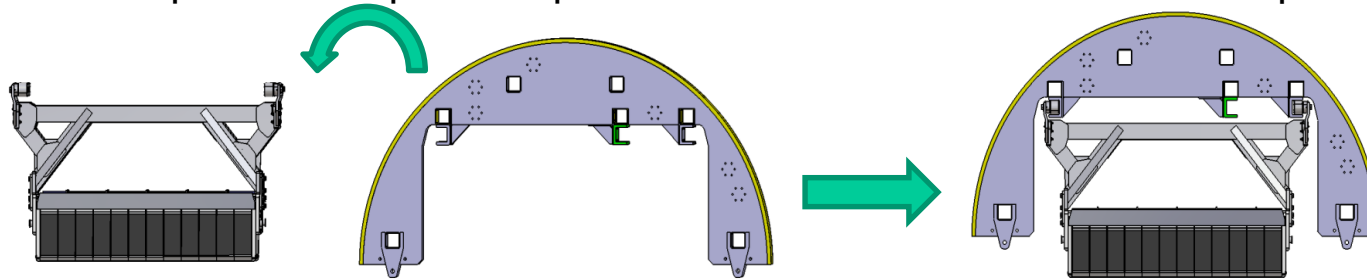


Procédure de mise en place des détecteurs DCal coté A

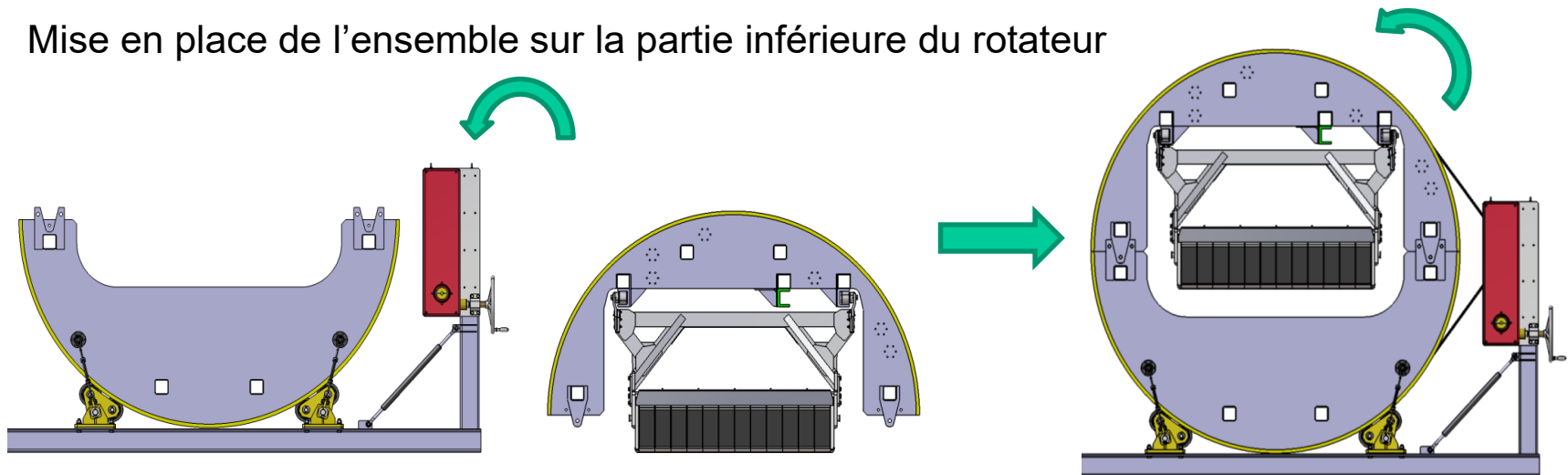
Mise en place de la navette sur un Supermodule



Mise en place de la partie supérieure du rotateur sur l'ensemble Supermodule/Navette

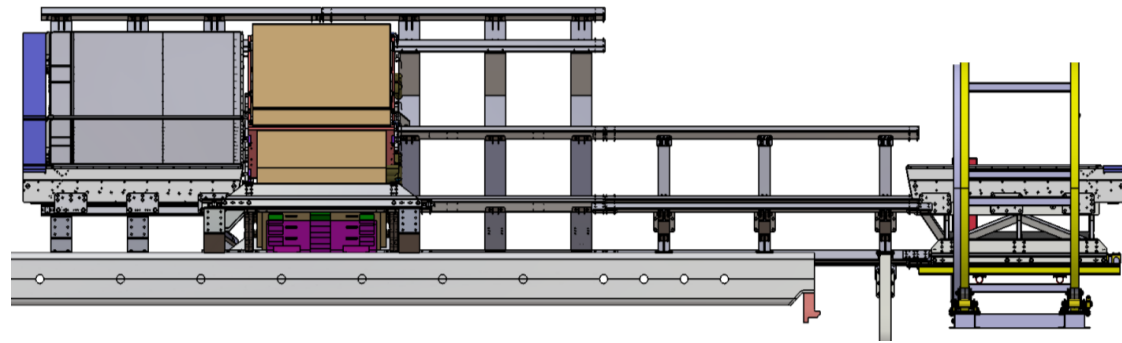
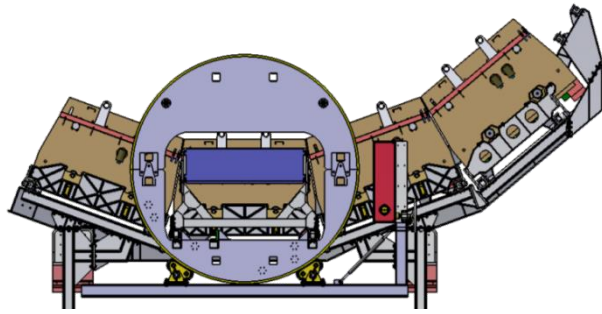


Mise en place de l'ensemble sur la partie inférieure du rotateur

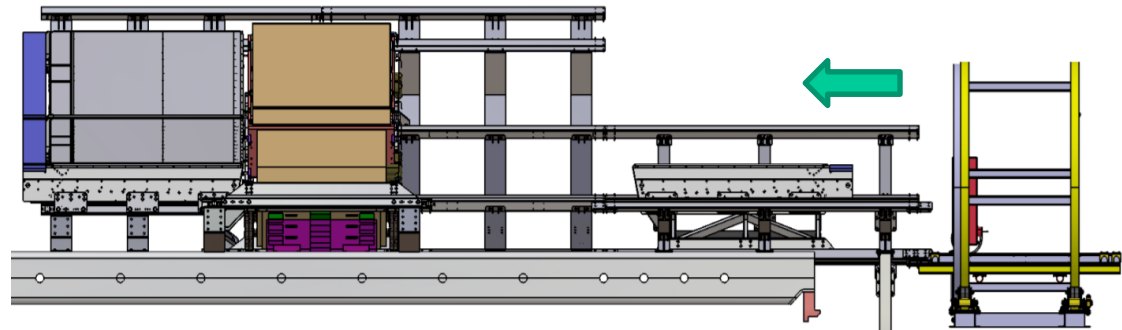


Procédure de mise en place des détecteurs DCal coté A

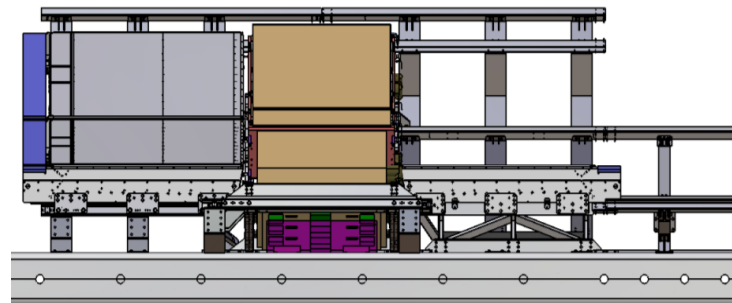
Accouplement du rotateur avec la structure porteuse



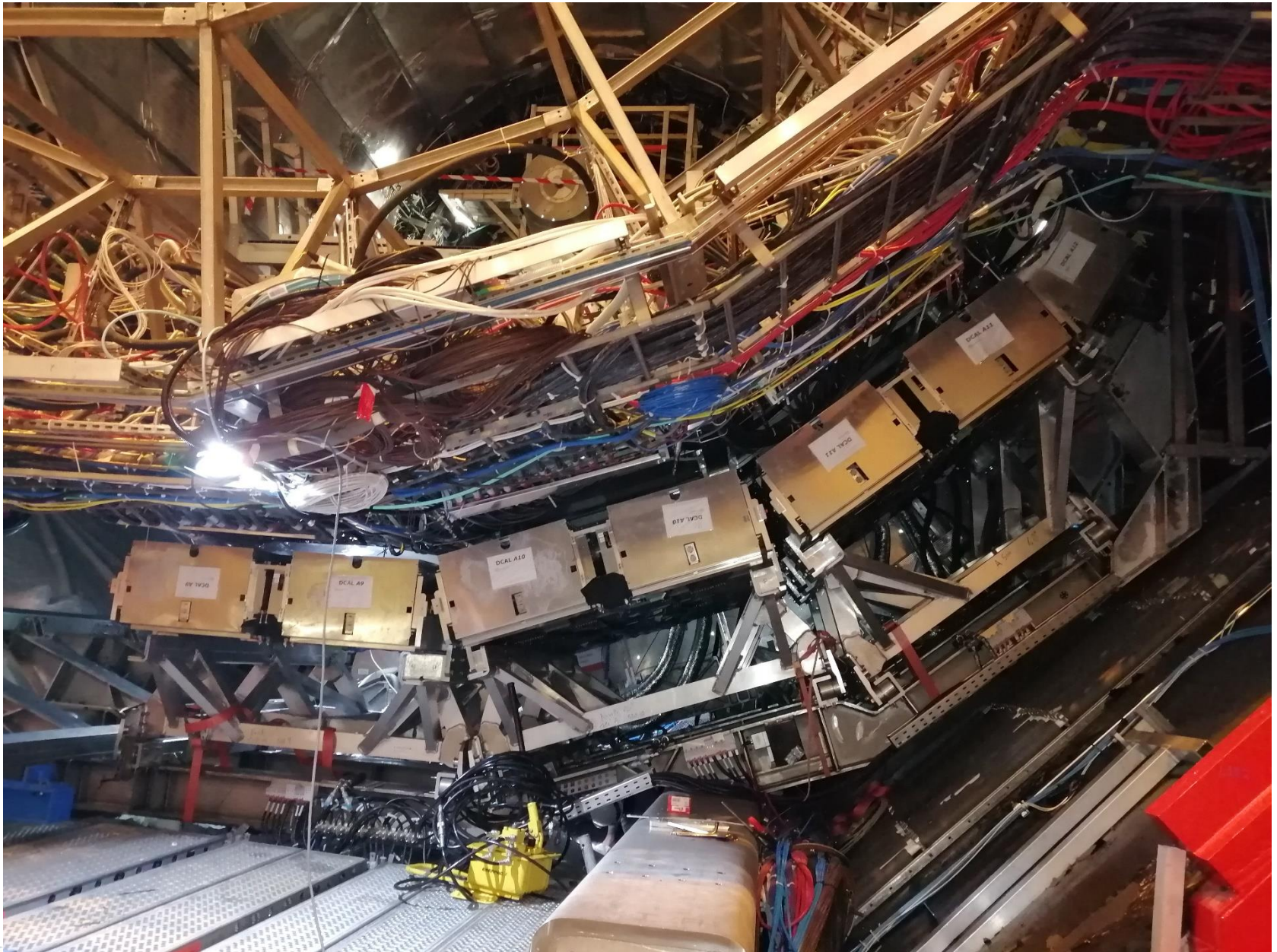
Insertion du détecteur avec sa navette jusqu'à sa position final



Verrouillage du détecteur à sa position



Installation de tous les détecteurs DCal, PHOS et CPV en 3 semaines

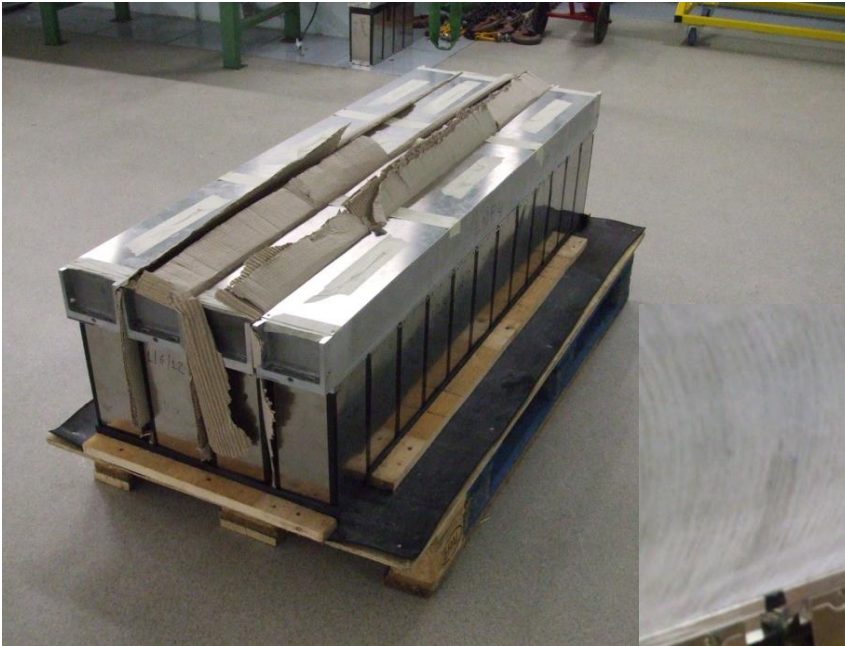


Les équipes à différents moments



Quelques mésaventures lors des transports

Novembre 2008 : Livraison des premiers Stripmodules de Frascati (Italie).



Y a comme un problème sur les straps ? Non, mauvaise compression des modules.

Quelques mésaventures lors des transports

Décembre-Mars 2009 : Chargement d'un Supermodule pour envoi par avion à Grenoble.



La confiance règne à Détroit. Même pas peur !



Quelques mésaventures lors des transports

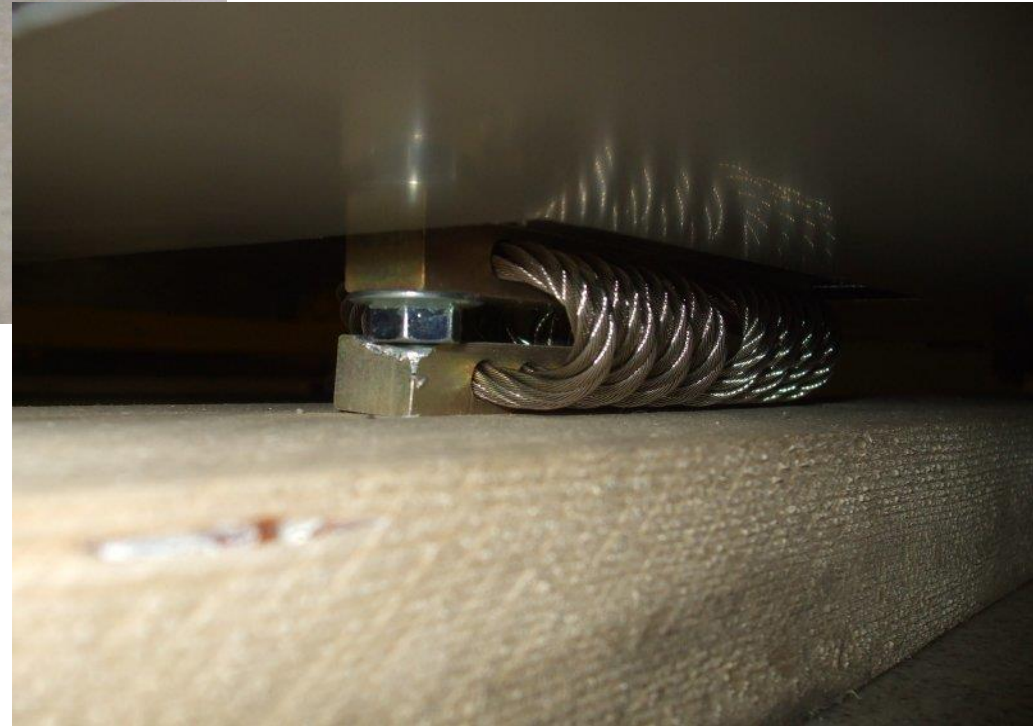
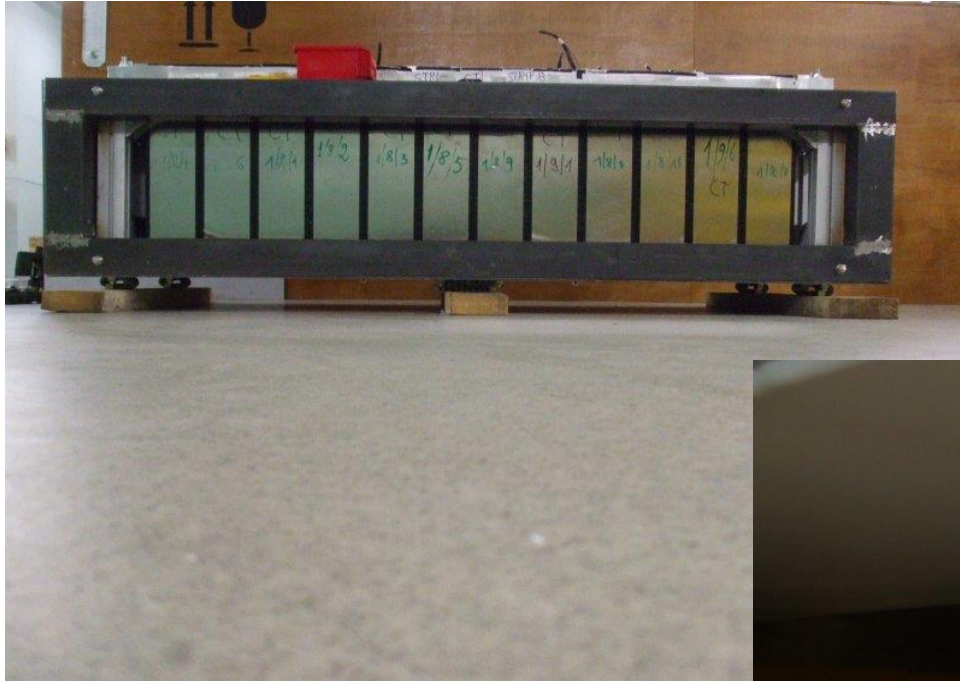
Décembre-Mars 2009 : Réception aux US du châssis (crate) produit et envoyé par Catane.



J.RASSON : “This wood crate is what we design to transport chicken from the farm !!! “

Quelques mésaventures lors des transports

Janvier 2009 : Livraison des premiers Stripmodules de Catane (Italie).



Supermodule italien trop lourd ?

Quelques mésaventures lors des transports

Janvier 2009 : Livraison des premiers Stripmodules de Catane (Italie).



Stripmodules de Nantes



Le coefficient de dilatation thermique des fibres optiques sous des latitudes plus chaudes à des conséquences inattendues.

Quelques mésaventures lors des transports

Juillet 2009 : Envoi du second Supermodule US de Grenoble au CERN
(caisse US non adaptée).



Oups ! Grenoble avait pourtant bien respecté le sens de la flèche lors du chargement.

Quelques mésaventures lors de DCAL

Mars 2011 : Tremblements de terre au Japon.



Quelques mésaventures lors de DCAL

Position de certains pays :

- Les américains ne voulaient pas de la présence des chinois.



- Au départ DCAL s'appelait JCal (physique des Jets), mais les chinois ne voulaient pas.



- Les chinois voulaient tout faire, mais vraiment tout.

Politiquement incorrect mais très perturbateur à vivre !!!

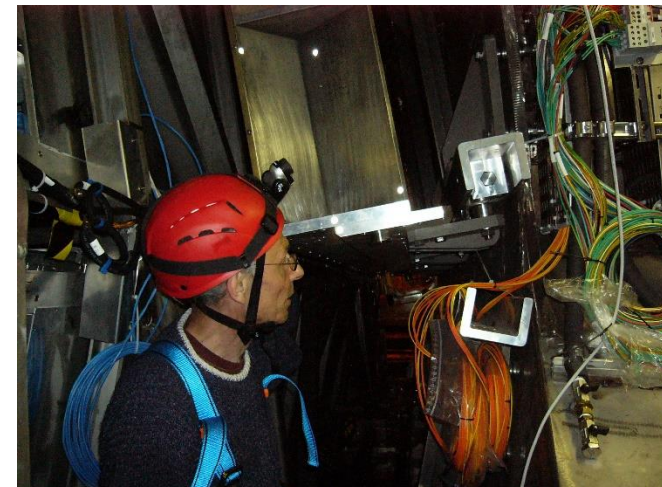
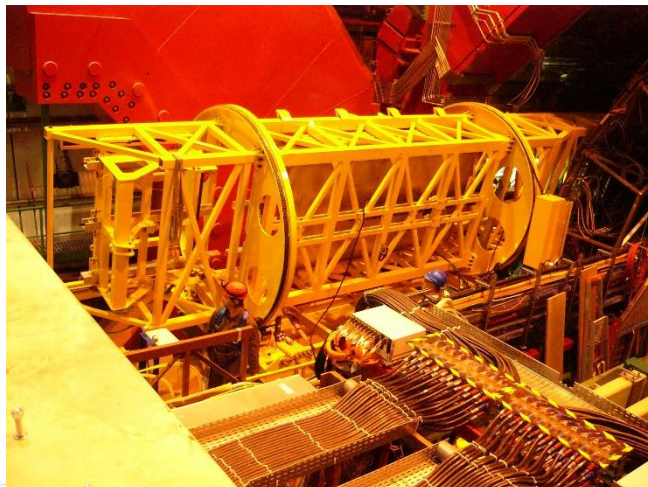
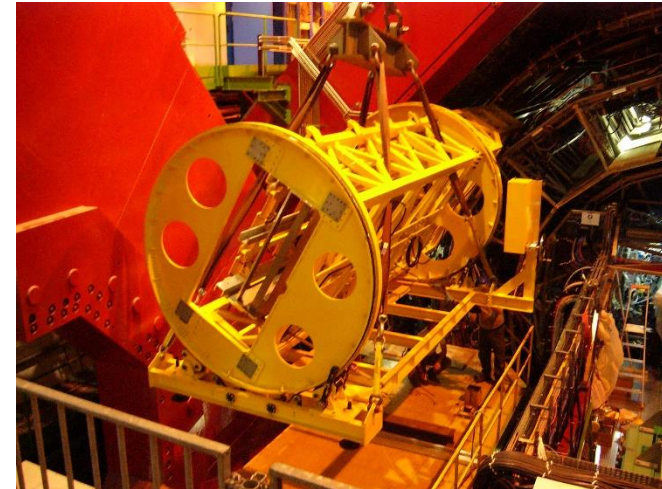
Le pragmatisme du CERN

En mai 2008, nous avons fait un test d'insertion dans la pire position, soit à 80° .

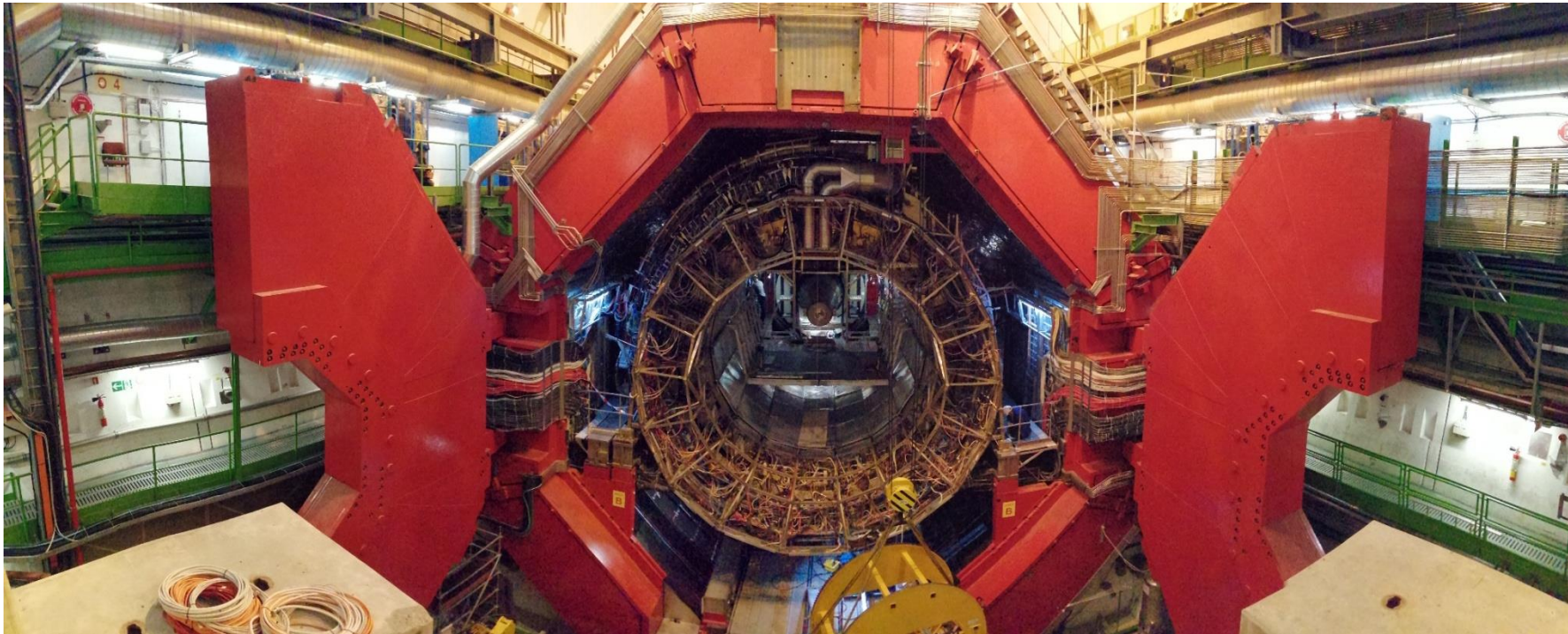
Après avoir validé le transport de l'outillage, de la low bêta à l'aimant, validé l'accouplement de l'outillage avec les rails du calframe et la mise en sécurité sur la yellow platform, le test n'a pas pu être concluant car la porte de l'aimant n'était pas assez ouverte.

C'est là que le pragmatisme et l'efficacité du CERN sont intervenus. Les responsables, de l'époque, nous ont demandé de revenir la semaine suivante et allant immédiatement commander des billets d'avion sur le compte du CERN.

En un weekend ils ont fait revenir la seule personne capable d'ouvrir la porte complètement, et le test a pu être finalisé et validé la semaine suivante.



Merci pour votre attention



Je tiens ici, une nouvelle fois, à remercier les équipes techniques du point 2 du CERN ainsi que les équipes du LPSC qui sans eux rien n'aurait été possible. Merci à eux tous !

Un merci tout particulier à Jean-François MURAZ pour son accompagnement et son aide !