

CMS ECAL

EB Insertion Tooling _ Enfourneur

Zhihong SUN

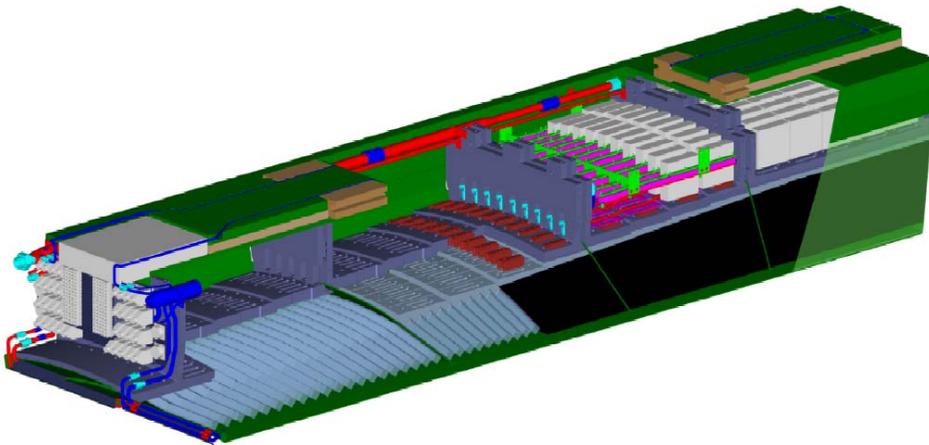
CEA - DAPNIA

Sommaire

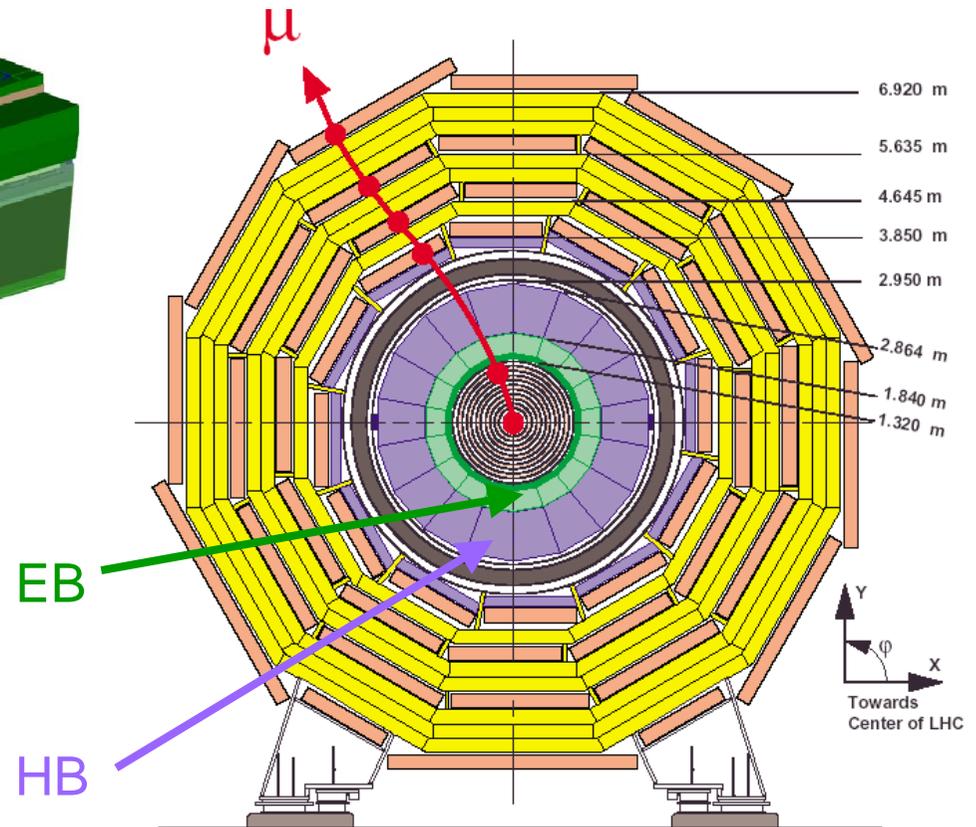
- Présentation générale
- Scénario
- Synthèse des calculs
- Planning

Présentation générale

18 Super-modules côté EB- et 18 Super-modules côté EB+,
doivent être enfournés à l'intérieur du HB.

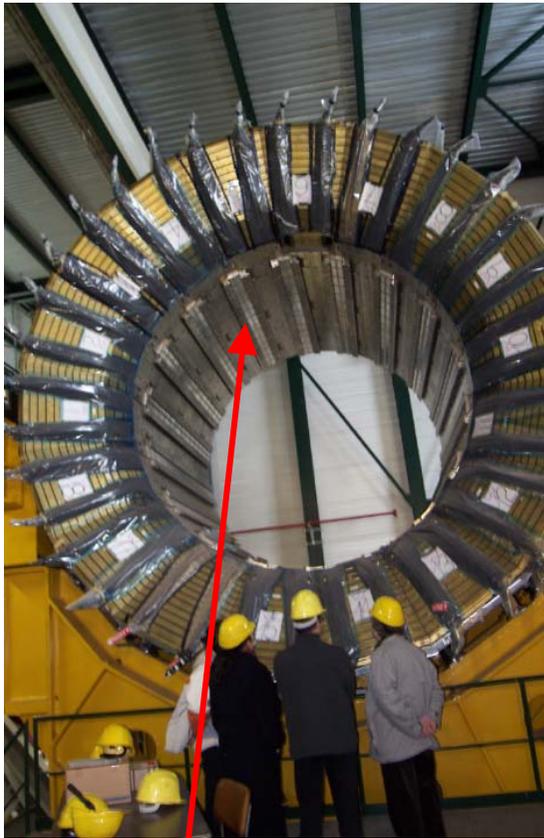


Un super-module (SM)

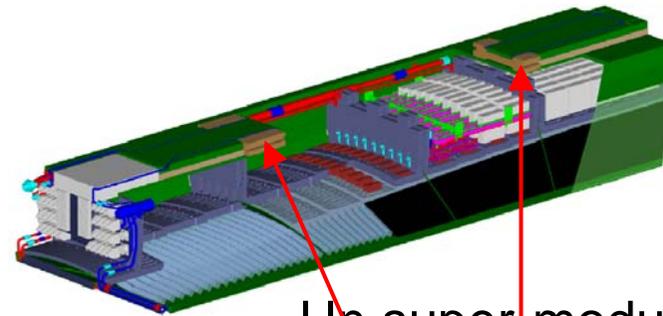


Présentation générale

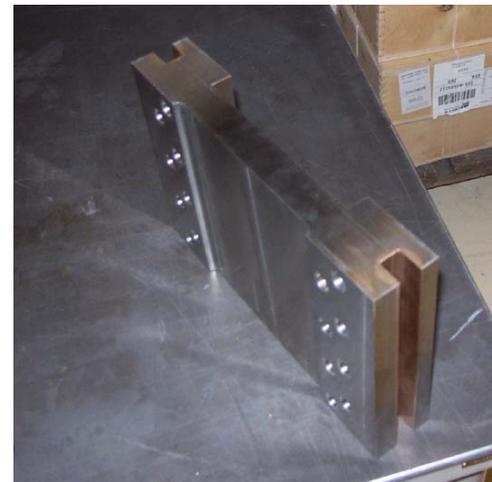
L'interface: les rails solidaires du HB – les patins du super-module glissant sur les rails.



HB et les rails d'insertion du EB



Un super-module du EB



Un patin du super-module

Présentation générale

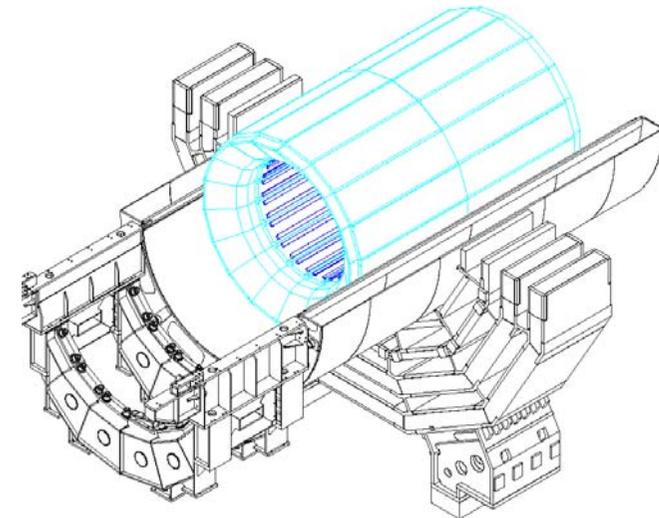
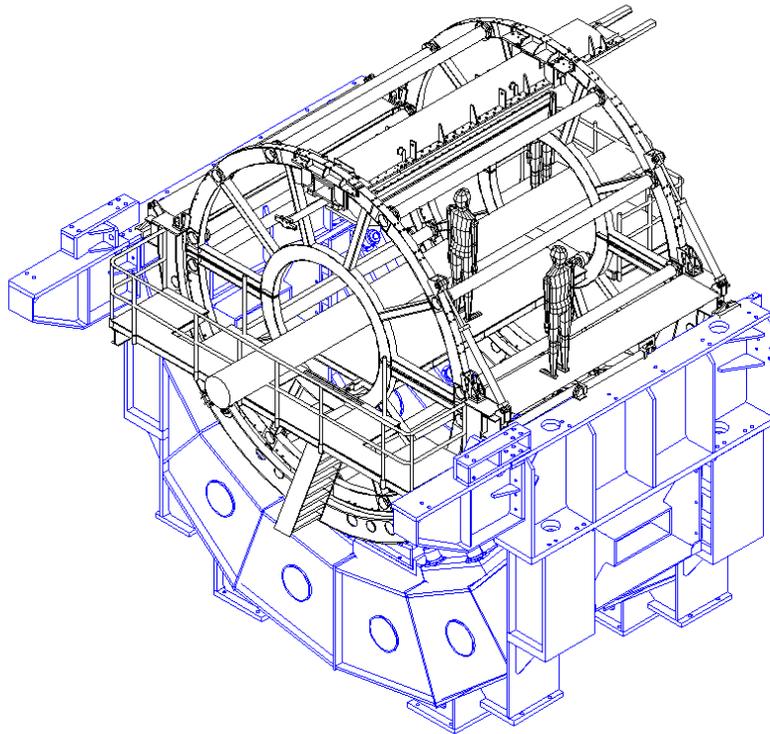
La prestation du DAPNIA est:

- A
L'étude de l'enfourneur
- B
La réalisation et essai de l'enfourneur
- C
Transfert d'expérience à l'équipe CMS et la participation aux opérations d'enfournement

Présentation générale

L'enfournement des super-modules sera fait de deux manières:

1. En utilisant les berceaux d'installation HB+ et HB-
 - pour les enfournements en surface;
 - dans la caverne, tant que cela sera possible.



Présentation générale

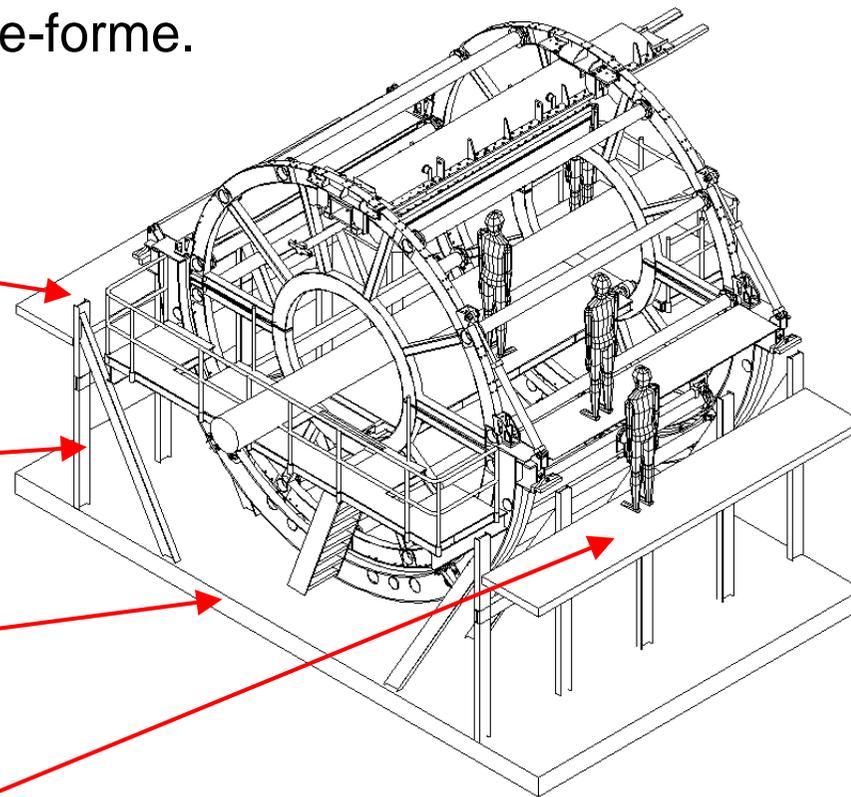
2. A partir d'une plate-forme installée devant la bobine dès que le démontage du berceau HB sera nécessaire. Le berceau HB sera remplacé par deux rails sur des poutres supportées par des poteaux fixés sur la plate-forme.

Poutre support des rails
(non dessinée)

Poteaux

Plate-forme

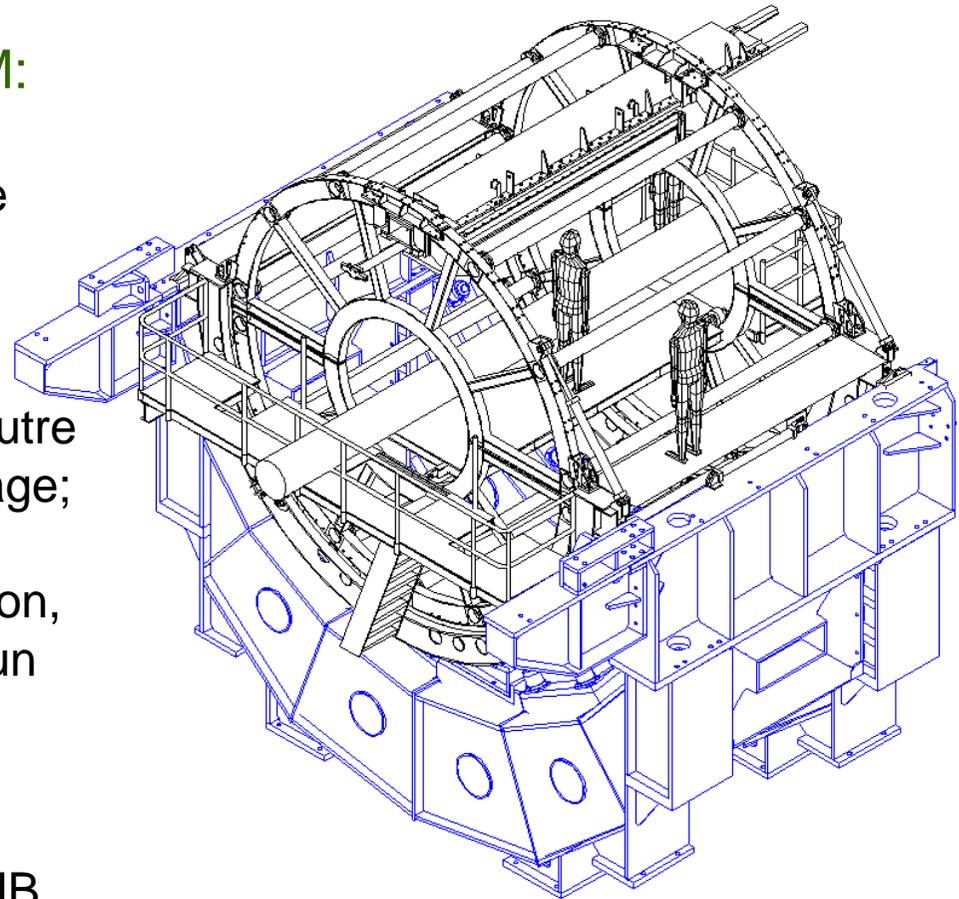
Échafaudage latéral



Présentation générale

Principe de l'enfournement des SM:

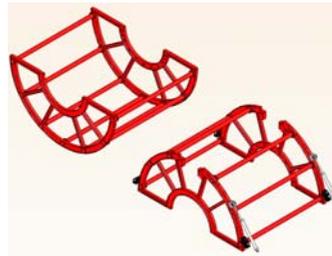
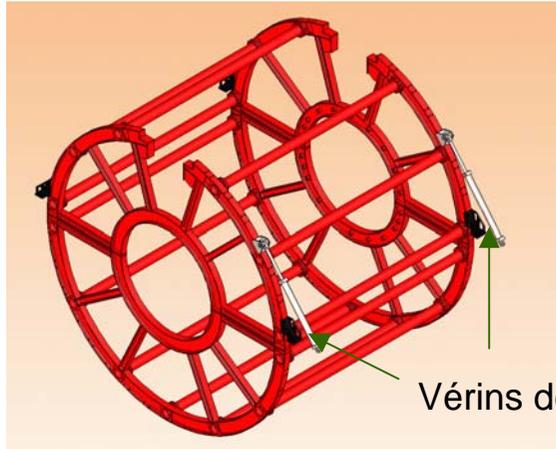
- Le SM est accroché sous une poutre support comportant des rails;
- La poutre support est fixée sur une cage cylindrique, une partie de la poutre (secteurs) referme les roues de la cage;
- La cage cylindrique, mobile en rotation, immobile en translation, repose sur un berceau;
- Le berceau est un demi cylindre qui repose sur les rails de montage du HB. Il comporte des galets sur lesquels tourne la cage, il est mobile en translation.



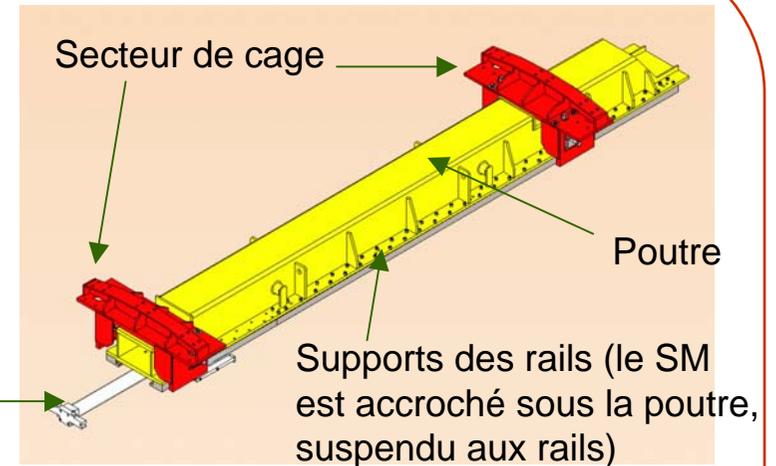
l'enfouneur

Présentation générale

Composition de l'enfourneur :



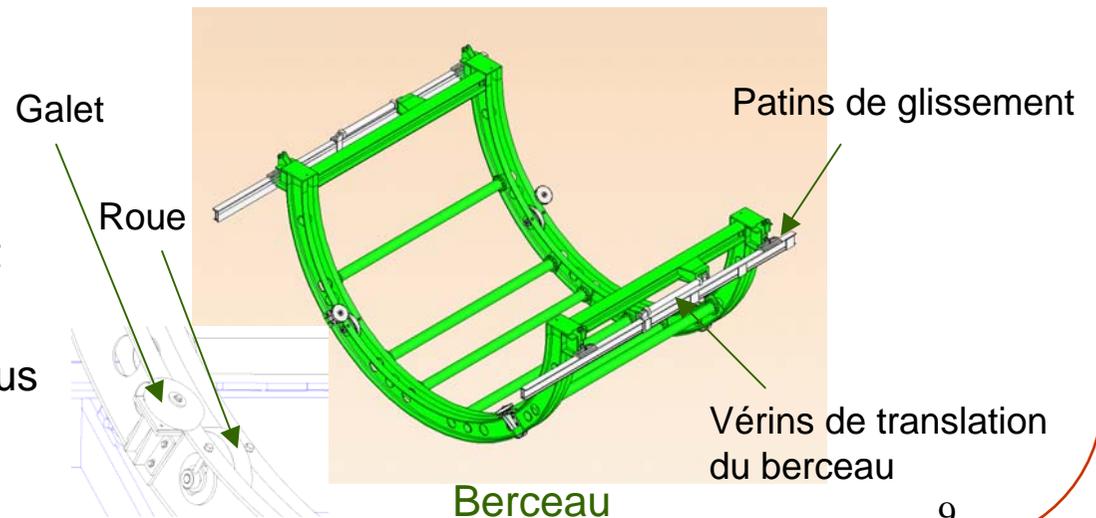
Vérin de translation SM



Ensemble Poutre

Cage (démontable en deux parties)

La cage et le berceau sont entièrement démontables. Ils auront été assemblés en surface pour les essais et ensuite ils seront descendus assemblés.

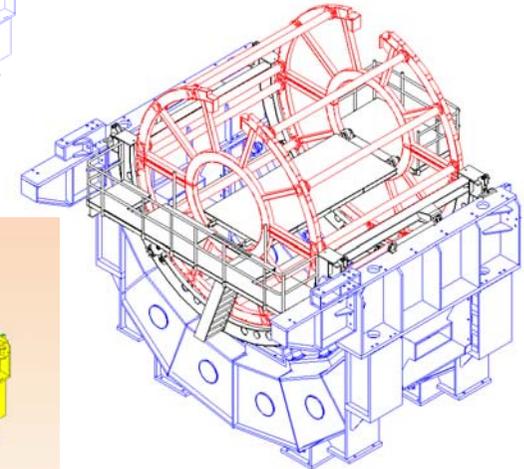
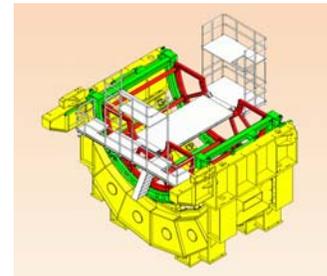
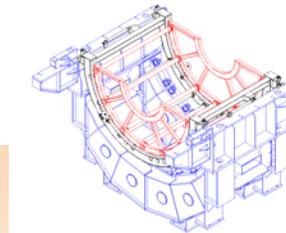
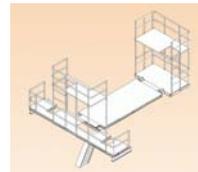
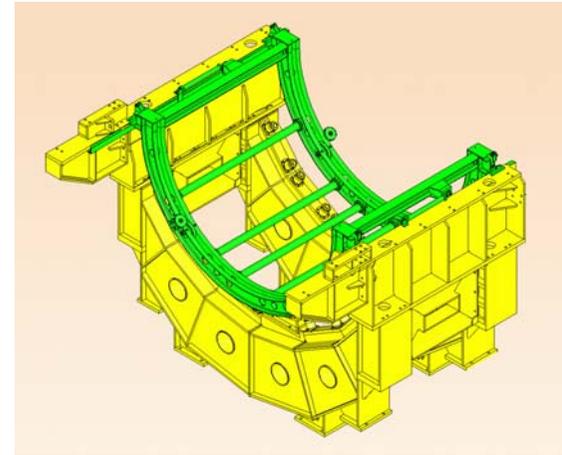


Scénario

Préparation de l'enfourneur:

Lors de la première installation en surface:

- Assemblage du berceau enfourneur;
- Installation du berceau enfourneur sur le berceau HB.
- Assemblage de la demi-cage inférieure;
- Mise en place dans le berceau;
- Mise en place de la plate-forme;
- Assemblage de la demi-cage supérieure avec la demi-cage inférieure.

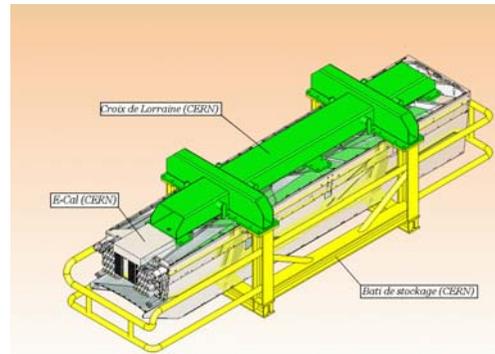


Vérification de l'enfourneur

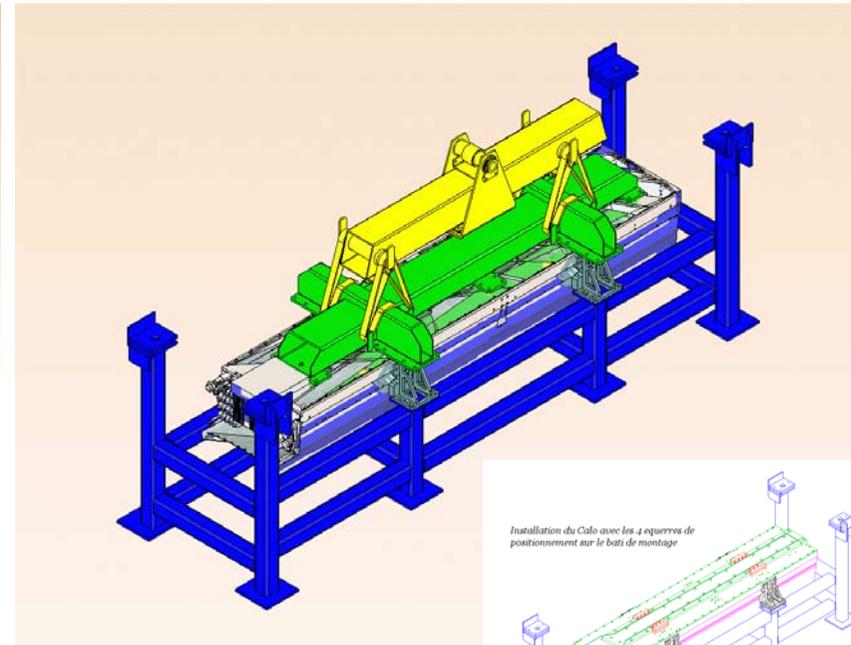
Scénario

Transfert d'un SM:

Arrivée du SM sur
son bâti de stockage
au sol



- Soulever le SM par le pont avec la croix de lorraine et montage des équerres;
- Installation sur le bâti de montage;
- Démontage de la croix de lorraine.



En surface: le bâti de montage est posé au sol qui est horizontal.

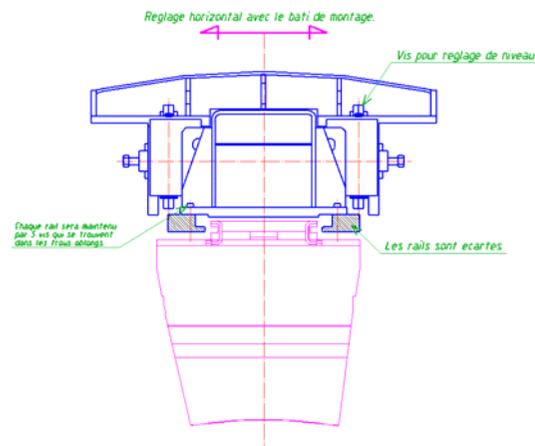
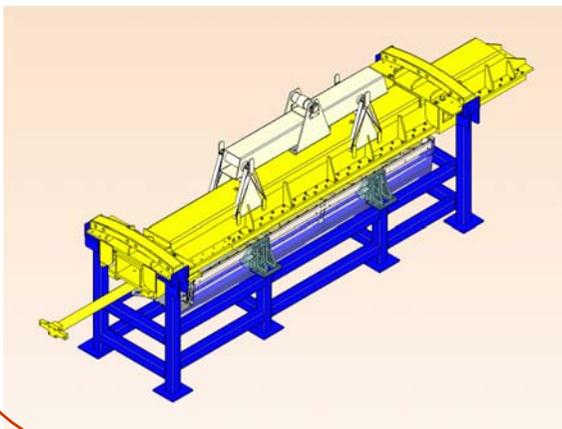
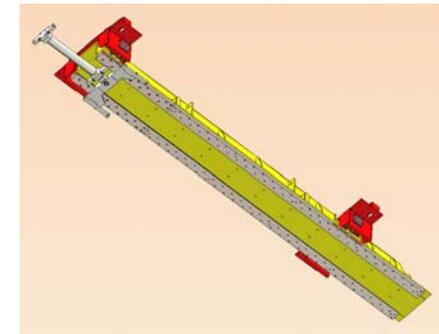
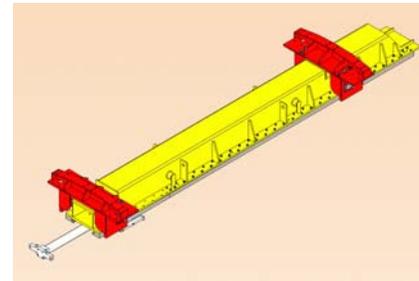
En caverne: - le sol est incliné;

- il sera horizontal par calage sous les pieds;
- la manutention du SM se fera horizontalement.

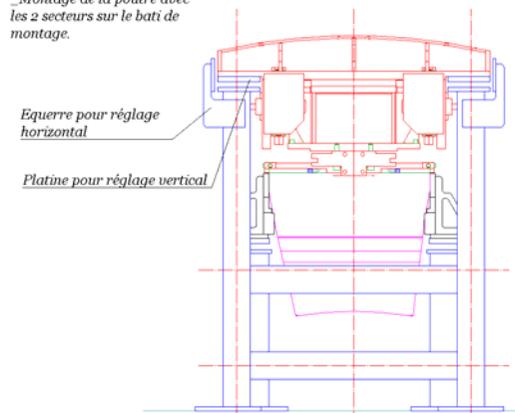
Scénario

Préparation de la poutre:

- Amener la poutre avec le palonnier de manutention existant au CERN.
- Écarter les rails en démontant les vis de serrage poutre-rails.
- Positionner la poutre sur le bâti de montage. Réglage horizontal assuré par vis sur le bâti de montage. Réglage de niveau assuré par sous-ensemble guidage poutre.

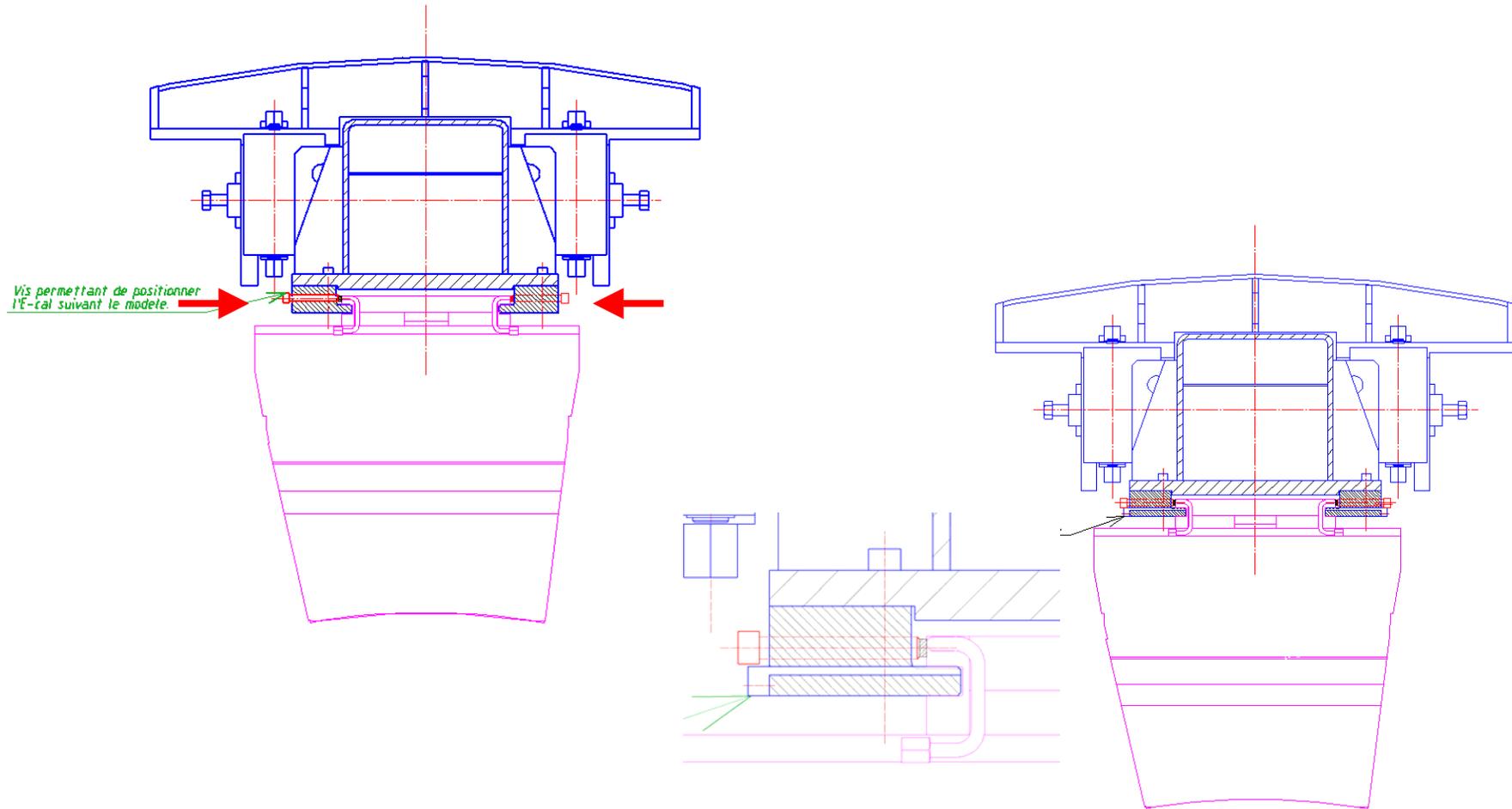


Montage de la poutre avec les 2 secteurs sur le bâti de montage.



Scénario

Mise en place des rails dans les gorges des patins.



Effectuer le calage rail / patin suivant le SM.

Scénario

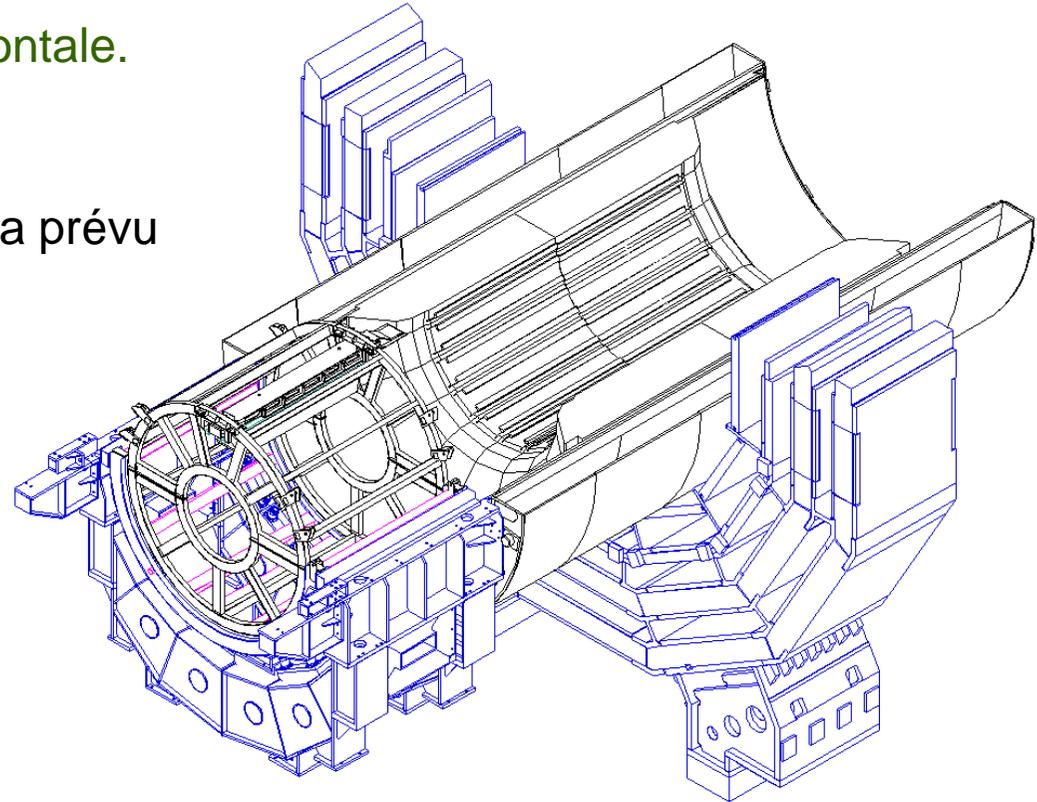
Mise en place de la poutre dans la cage:

- Le SM est manutentionné à l'horizontale.
- La cage est inclinée.

Un dispositif d'inclinaison du SM sera prévu entre le crochet du pont et le SM.

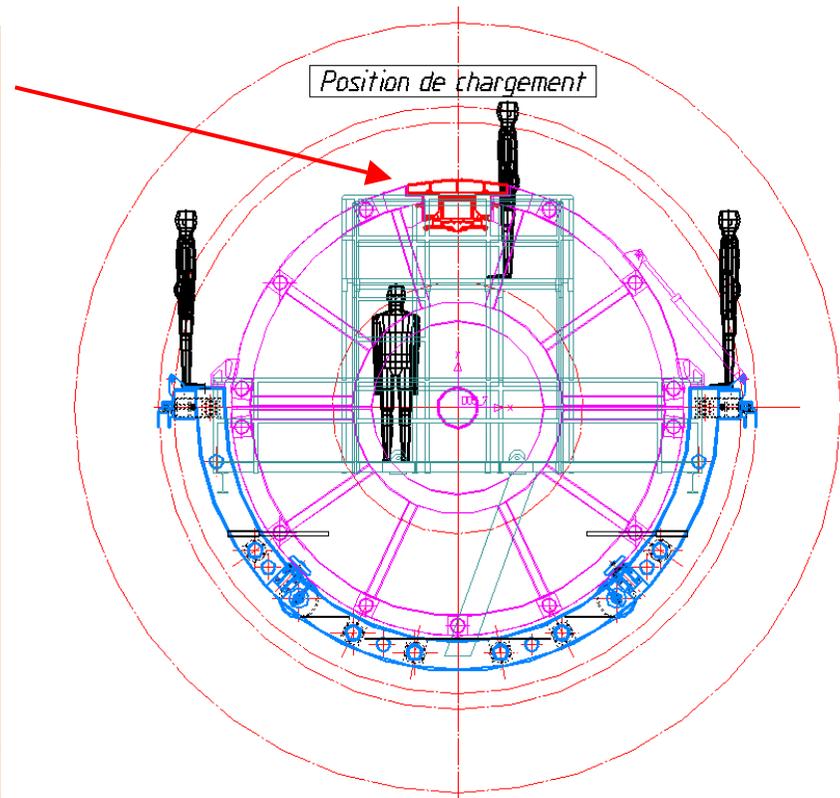
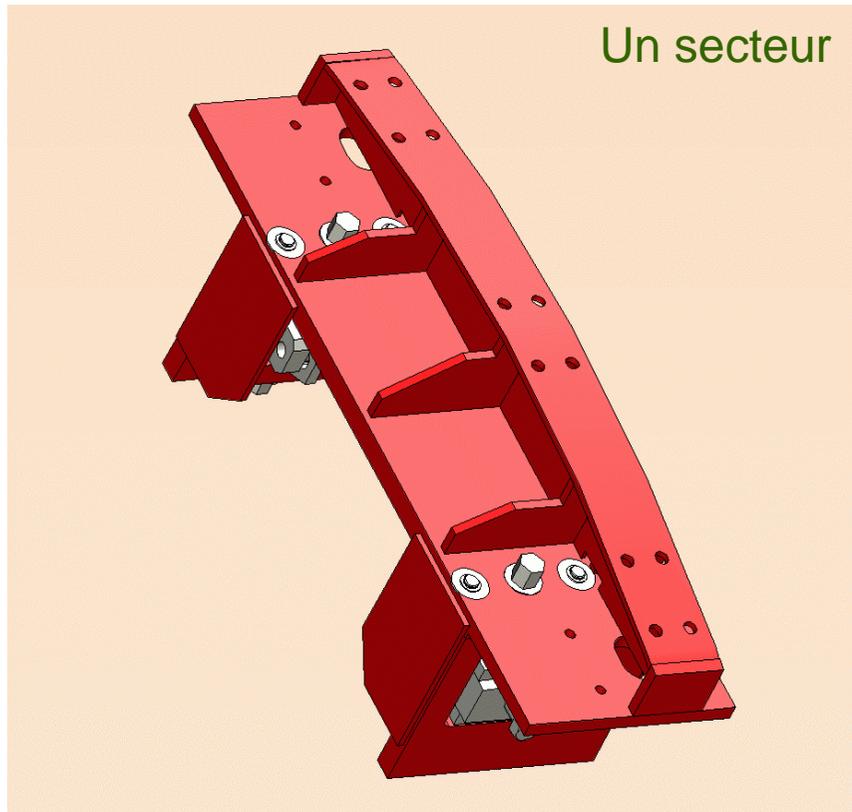
Aspect sécurité:

Pendant la manutention, le SM est bloqué sur la poutre par des butées.



Scénario

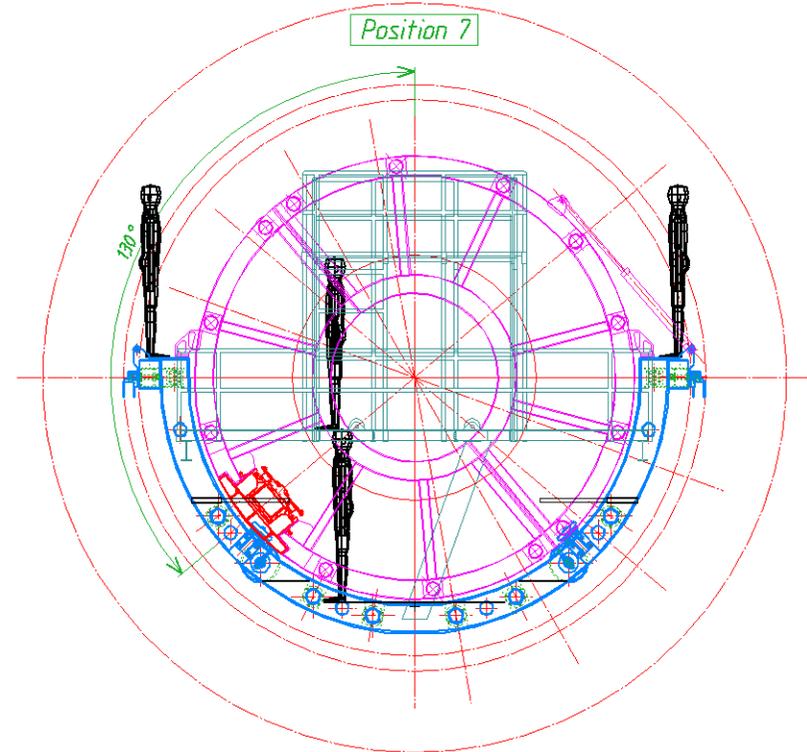
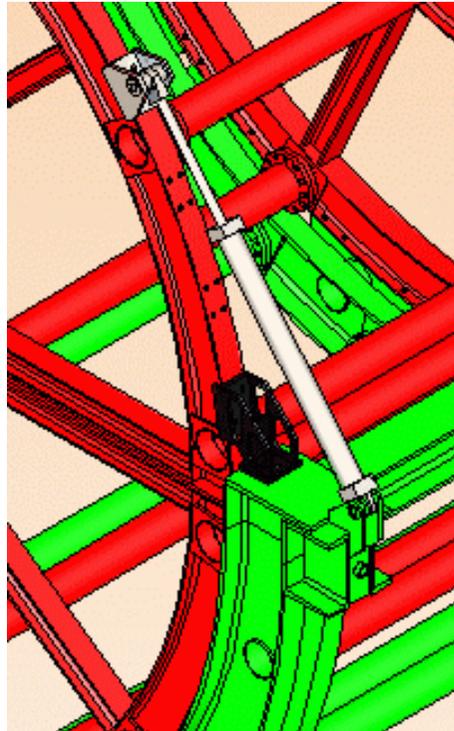
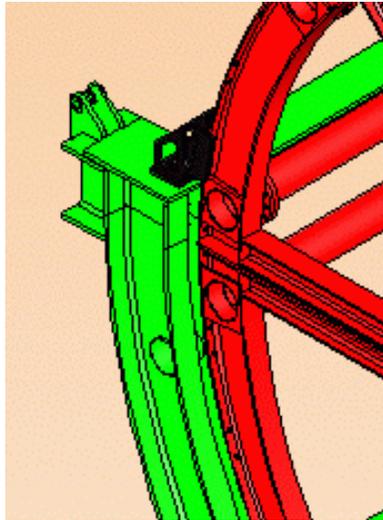
Fixation des secteurs à la cage:



Scénario

Rotation de la cage:

La rotation est assurée par deux vérins synchronisés.



Aspect sécurité:

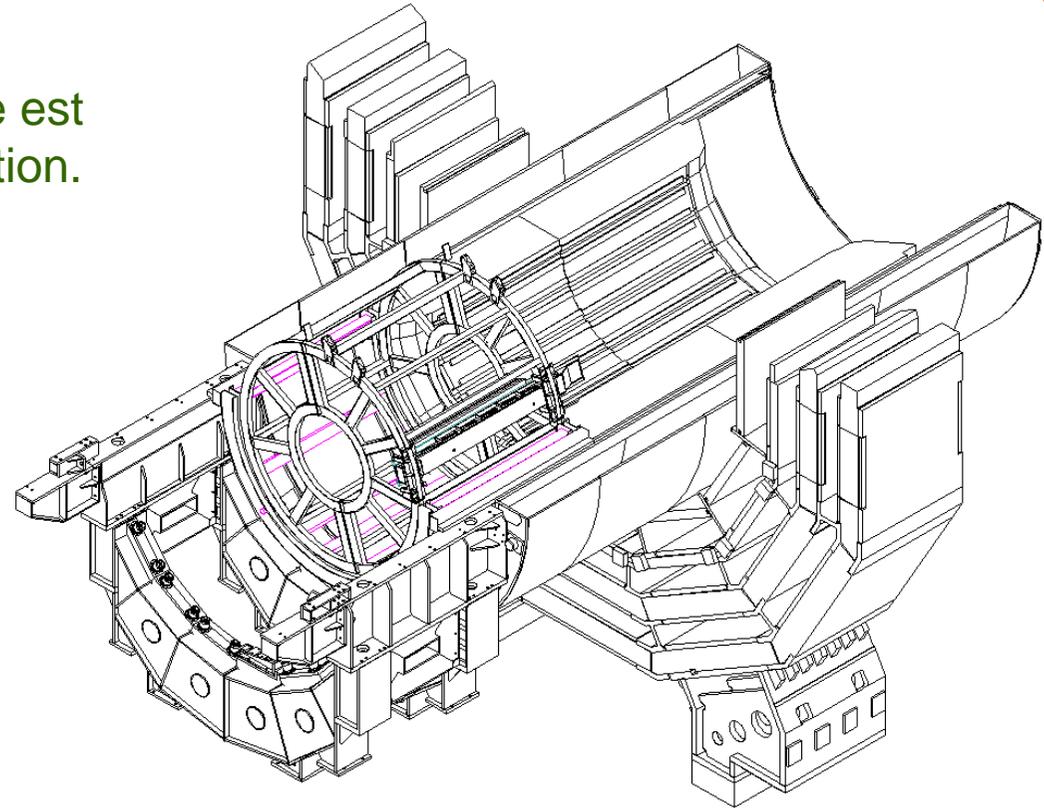
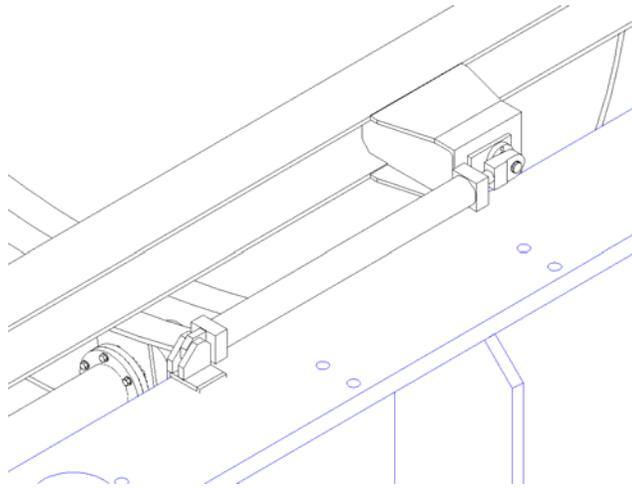
Pendant la rotation:

- 2 vérins de rotation connectés à la cage à tout moment;
- 2 butées pour chaque demi pas.

Scénario

Translation de l'enfourneur:

La translation du berceau + cage est effectuée par 2 vérins de translation.



Aspect sécurité:

Pendant la translation du berceau, faire attention à l'environnement à l'intérieur de la bobine (câbles, etc.)

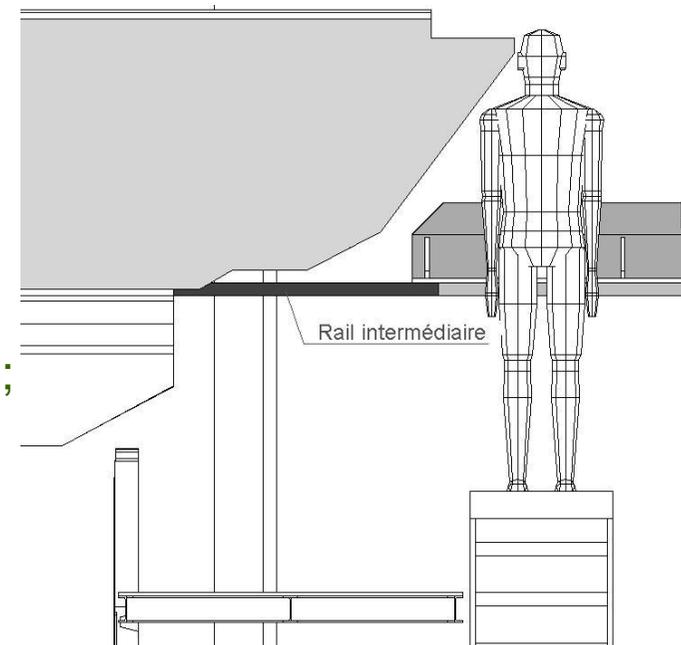
Scénario

Mise en place des rails intermédiaires et réglage de l'ensemble poutre – SM:

- Introduction des rails intermédiaires dans les trous de l'extrémité des rails du HB;
- Fixation et alignement des rails intermédiaires avec rails du HB;
- Connexions rails poutre avec rails intermédiaires;
- Alignement rails de la poutre / rails intermédiaires;
- Fixation des rails intermédiaires sur poutre.

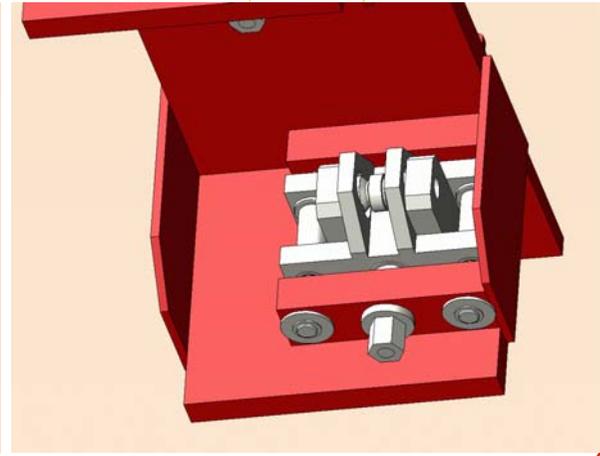
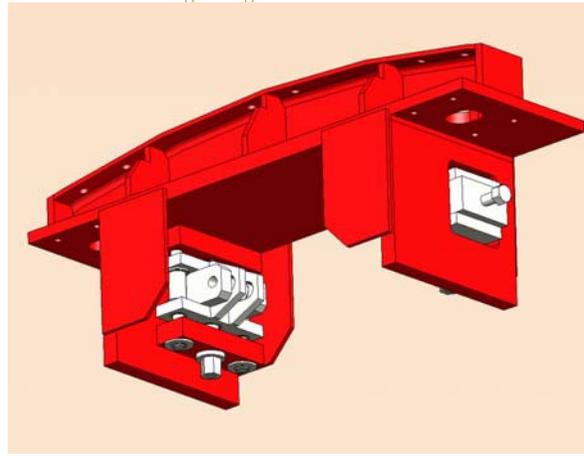
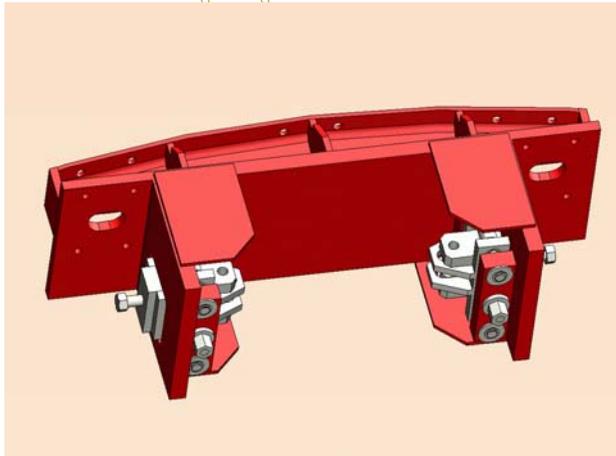
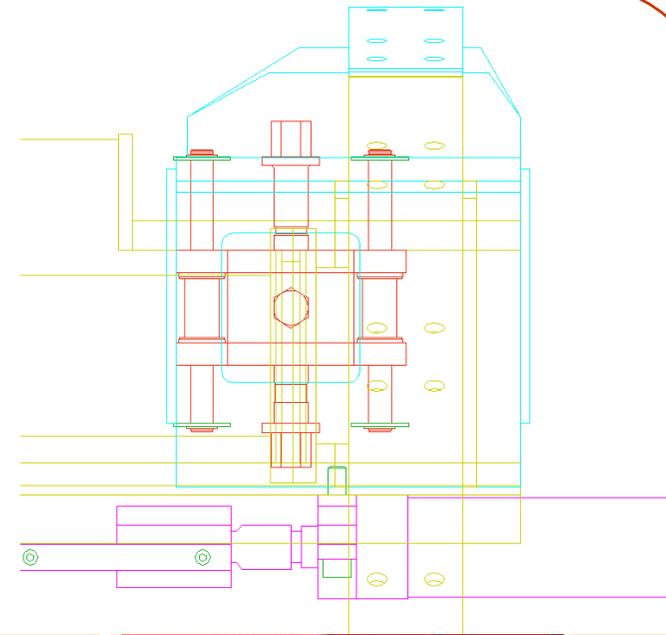
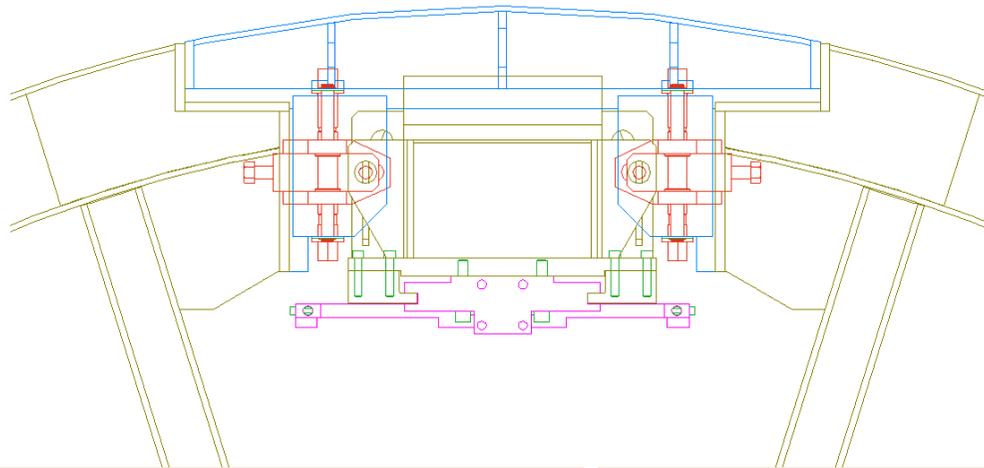
Aspect sécurité:

Fixations mécaniques des 2 extrémités des rails intermédiaires.



Scénario

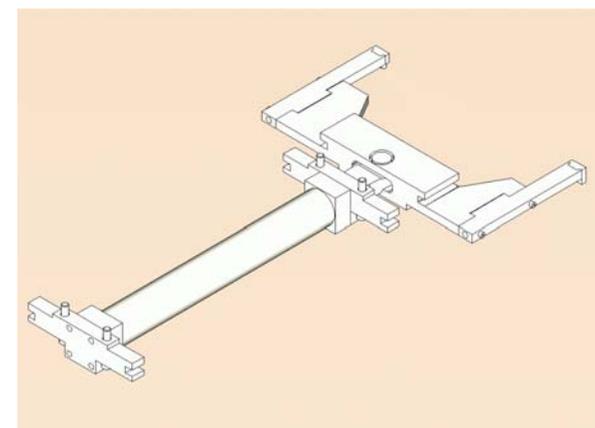
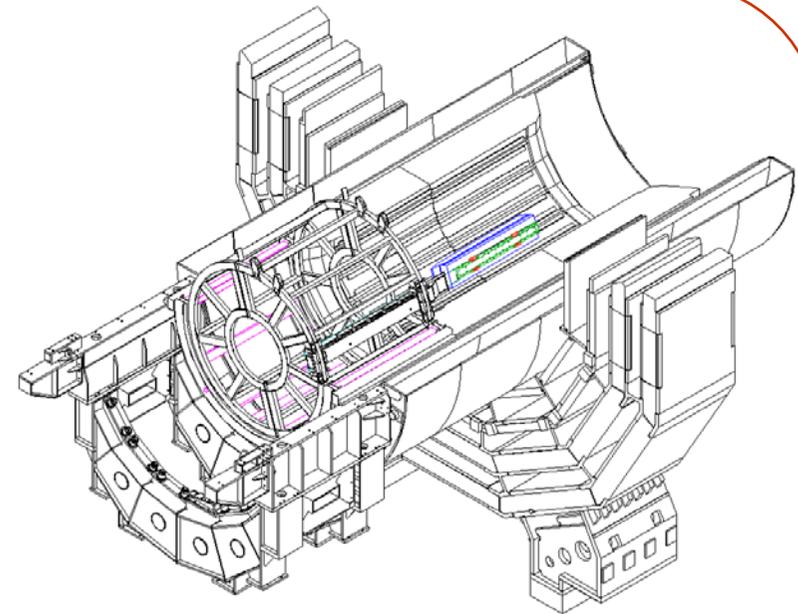
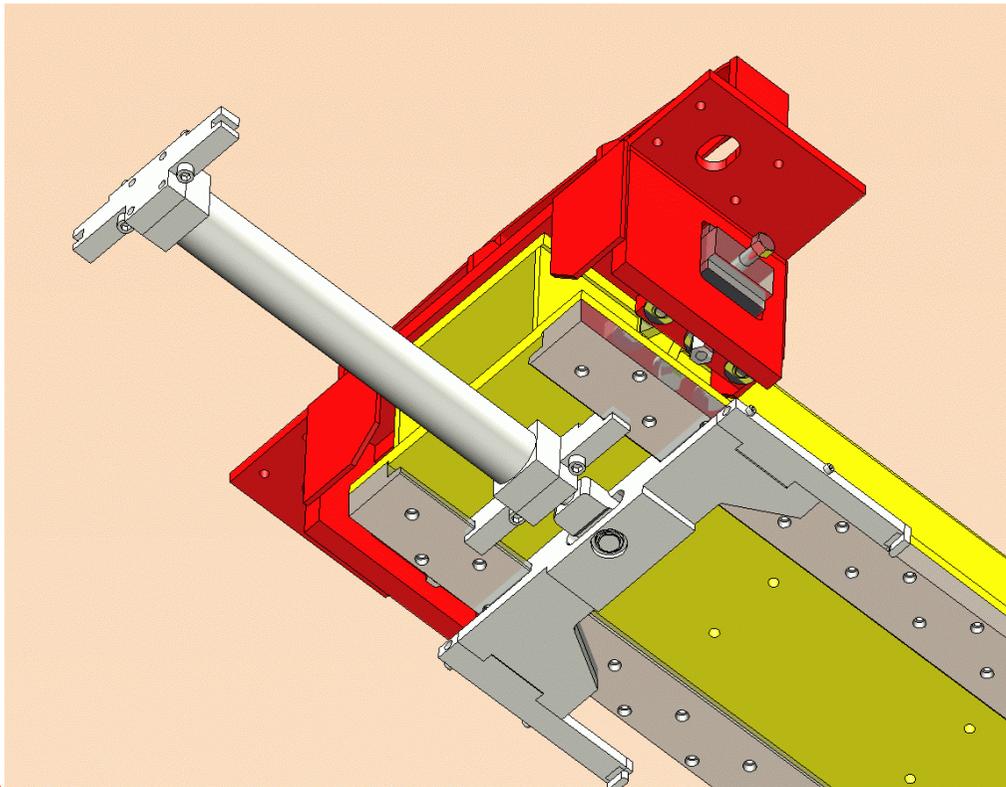
Réglage d'ensemble poutre - SM:



Scénario

Insertion du super-module:

- Démontage des butées mécaniques;
- Insertion du SM poussé par le vérin.



Calculations

The aims of the FEA and hand calculations are:

- ensure the precision needed for the SM insertion. The relative displacements at the SM pads – tooling rails interfaces are controlled.
- ensure the mechanical resistance of the tooling system. Determine the maximum force on the tooling components during all the insertion operations.

The deformation and stress in the tooling components are obtained by the FEA calculations. The stress limit is defined according to the standard **FEM**.

The verifications at the mechanical connections between the tooling components are mainly made by hand calculation in which the **Eurocode 3** is applied.

Calculations

The weight of the tooling components:

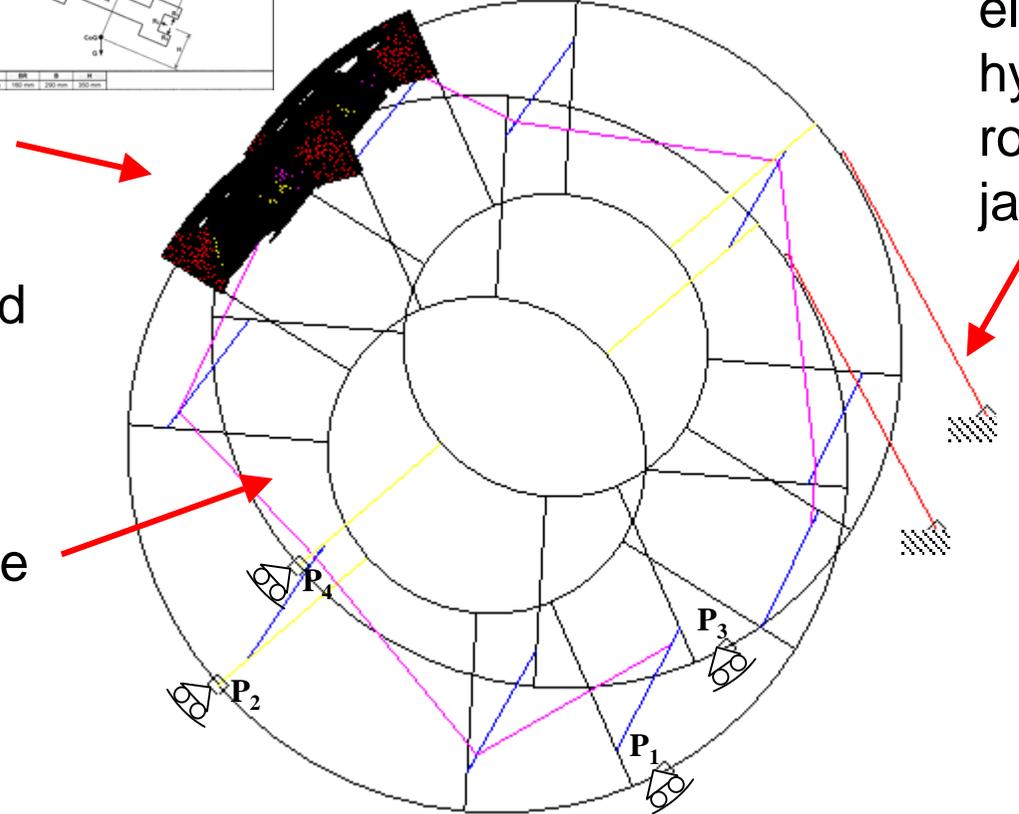
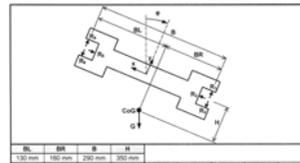
Support beam assembly	1520 kg
Cage	2780 kg
Cradle	3520 kg
Plate-form, access and people	1900 kg
Total weight of the SM insertion tooling	9720 kg \approx 10 T

Three kinds of elements are used in the cage model :

- Shell elements: rails, support beam, sectors and the connections between the sectors and the cage;

- 3D beam elements: the cage;

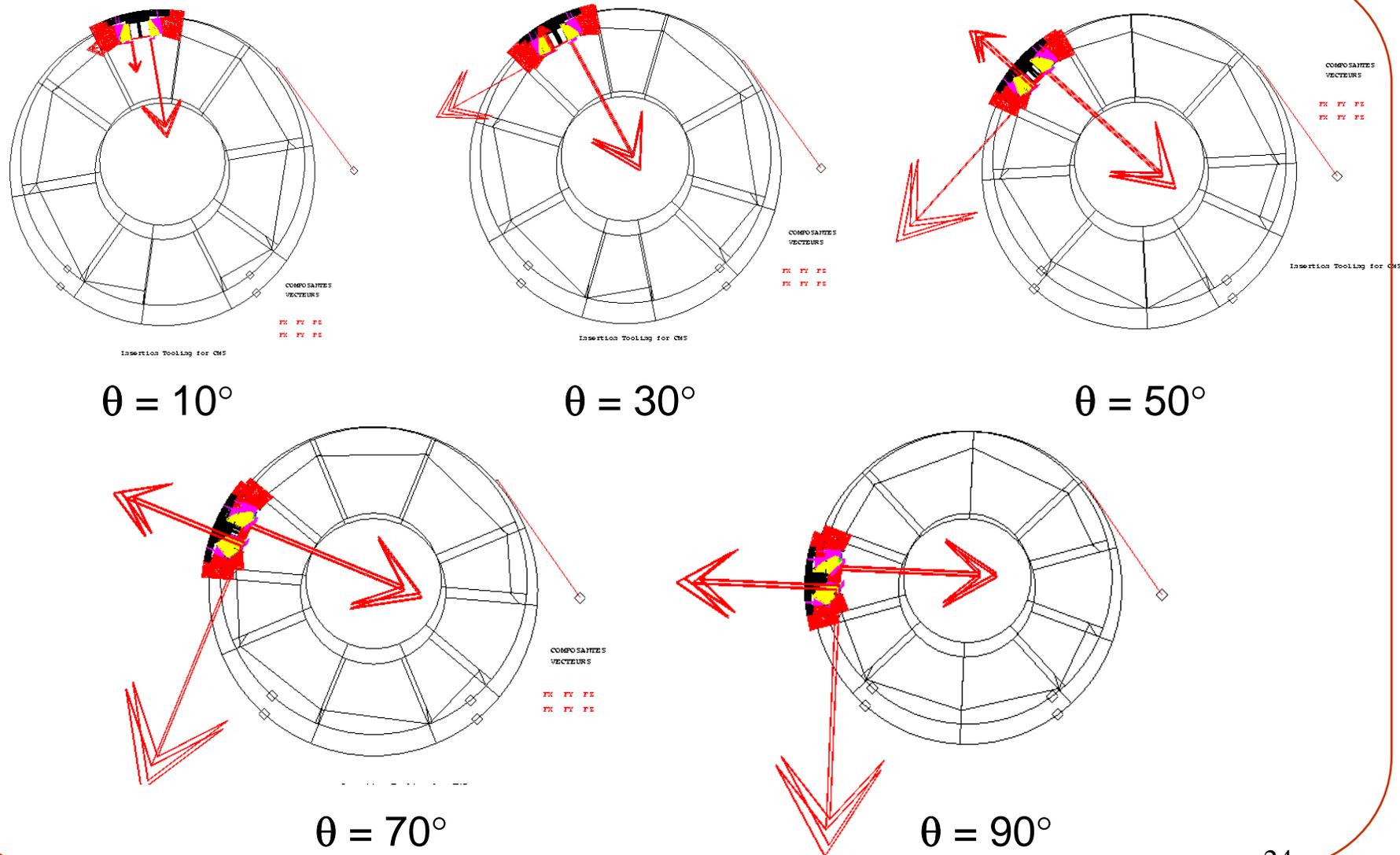
- 3D bar elements: hydraulic rotation jacks.



The cage model and the boundary conditions

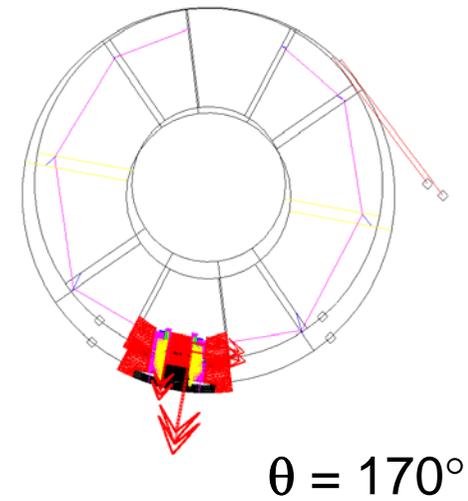
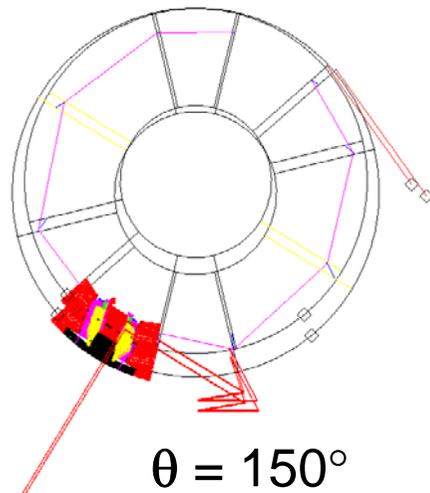
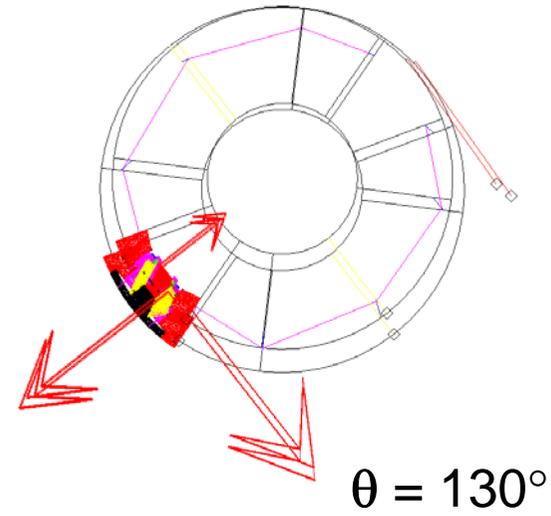
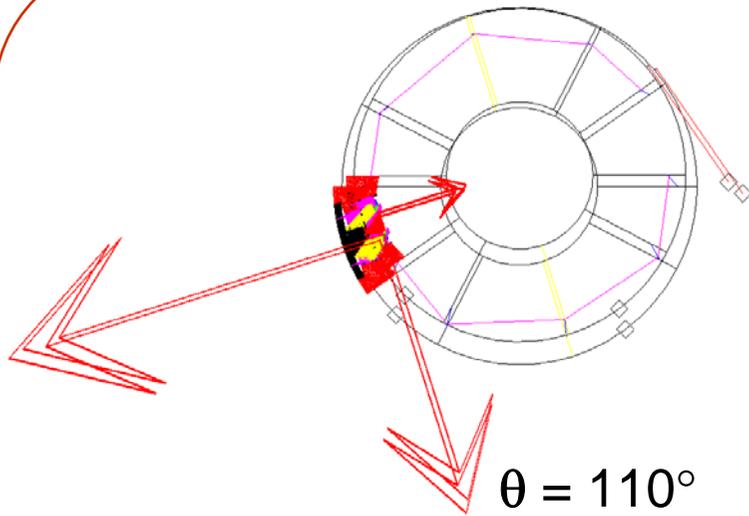
Calculations

The cage model



Calculations

The cage model



Maximum stress and relative displacement on the SM – rail contacts:

Von Mises [MPA]	Max Beam	Max Cage	URDIF*
0°	37 MPA	24 MPA	<0.1 mm
10°	47 MPA	24 MPA	<0.35 mm
30°	80 MPA	28 MPA	<0.7 mm
50°	82 MPA	28 MPA	<0.6 mm
70°	92 MPA	36 MPA	<0.75 mm
90°	90 MPA	33 MPA	<0.5 mm
110°	92 MPA	48 MPA	<0.1 mm
130°	81 MPA	31 MPA	<0.55 mm
150°	77 MPA	43 MPA	< 0.6mm
170°	34 MPA	24 MPA	<0.3 mm

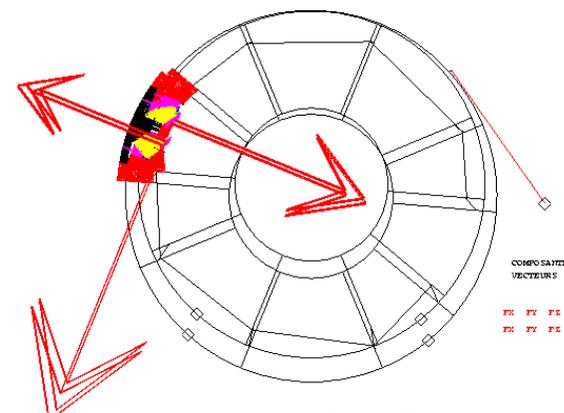
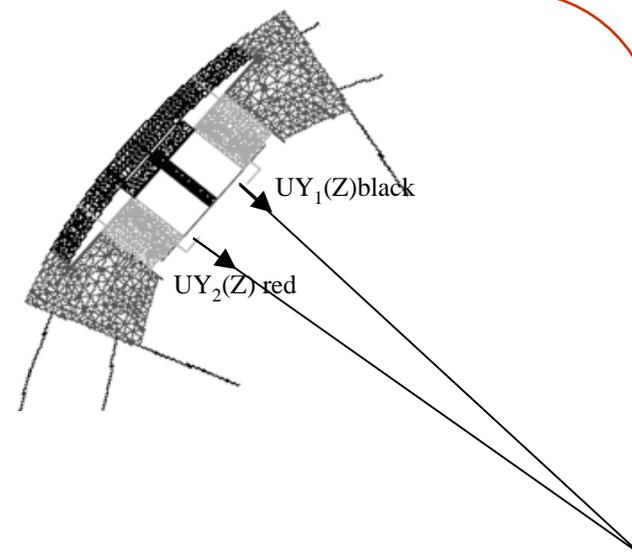
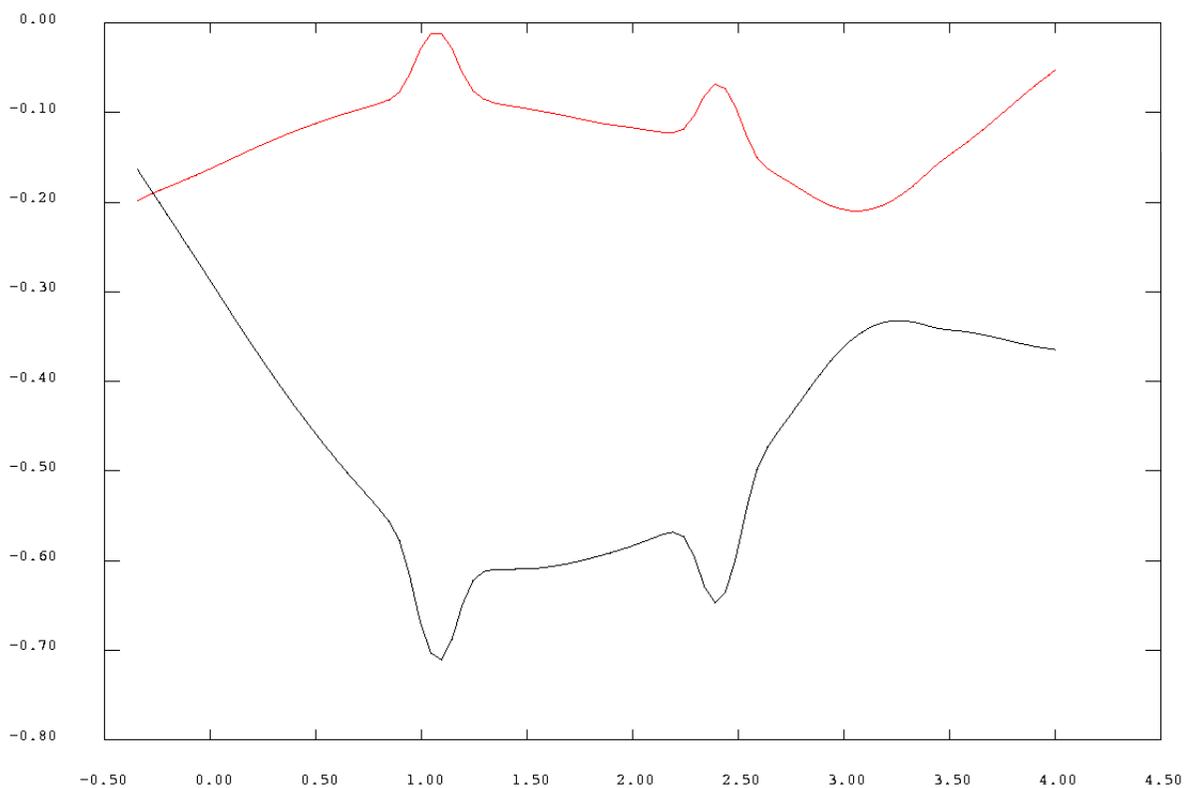
* URDIF: The difference of radial displacements at the edges of the rails.

Calculations

The cage model

SM in the initial position

Maximum URDIF = 0.75 mm occurs when $\theta = 70^\circ$:



End of the beam

Front of the beam

$\theta = 70^\circ$

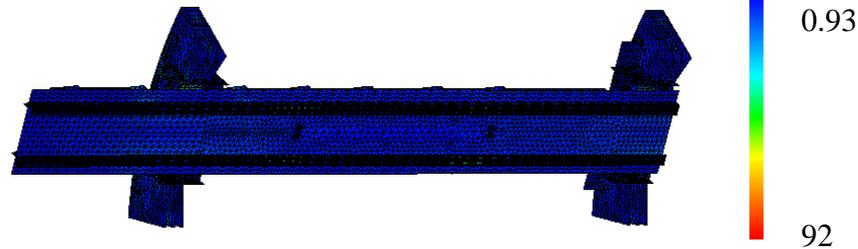
Calculations

The cage model

SM in the initial position

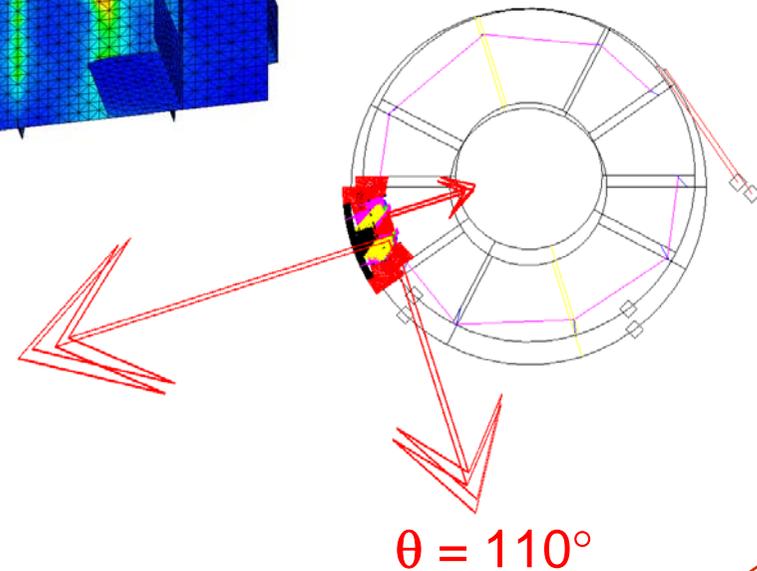
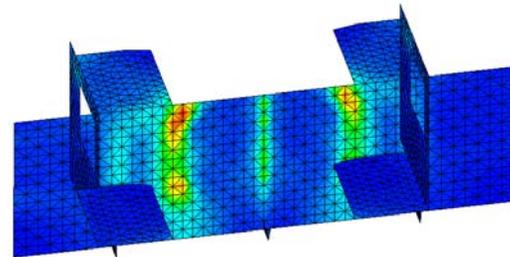
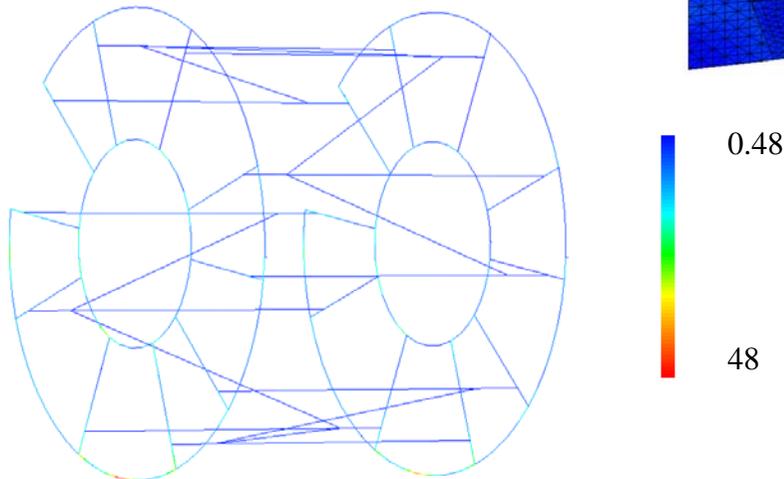
Maximum stress occurs when $\theta = 110^\circ$:

- in the support beam 92 MPa;



Steel	Yield strength $R_{0.2}$ [MPa]	Admissible tensile stress [MPa]	Admissible shear stress [MPa]	Tensile strength R_m [MPa]
E 24 (S235)	215	143	83	340

- in the cage 48 MPa.



Planning

Référence: V34.0 CMS planning

• l'Étude

↪ Prise en compte des remarques faites à l'EDR

14/04/2004 – 15/06/2004

• Réalisation

↪ Publication de l'avis d'appel public 04/11/2003

↪ Spécification, 3s - 15/06/2004

↪ Appels d'offres, 8s - 05/07/2004

↪ Dépouillement, 3s - 05/09/2004

↪ Commandes, 3s - 01/10/2004

↪ Fabrication, 21s - 28/10/2004

↪ Montage et test en usine, 2s - 30/03/2005

↪ Emballage et livraison au CERN, 2s - 15/04/2005

Planning

- **Essais**, 15j, 15/06/ – 30/06/2005 (more days are needed if possible)

- ↳ Essai de poutre (essai d'outillage de manutention),

- ↳ Essais de l'enfourneur en utilisant un fantôme,

- ↳ Éventuelles modifications,

- ↳ Essais d'enfournement en SX5.

- **l'Insertion**

- ↳ En surface SX5: maximum EB+ et EB- en utilisant berceau HB

01/12/2005 – 15/01/2006

- ↳ En caverne UXC5: en utilisant soit berceau HB soit plate-forme.

01/05/2006, 15-20 jours.

Les derniers 6 SM en EB- : 01/10/2006

1 Super-module par jour