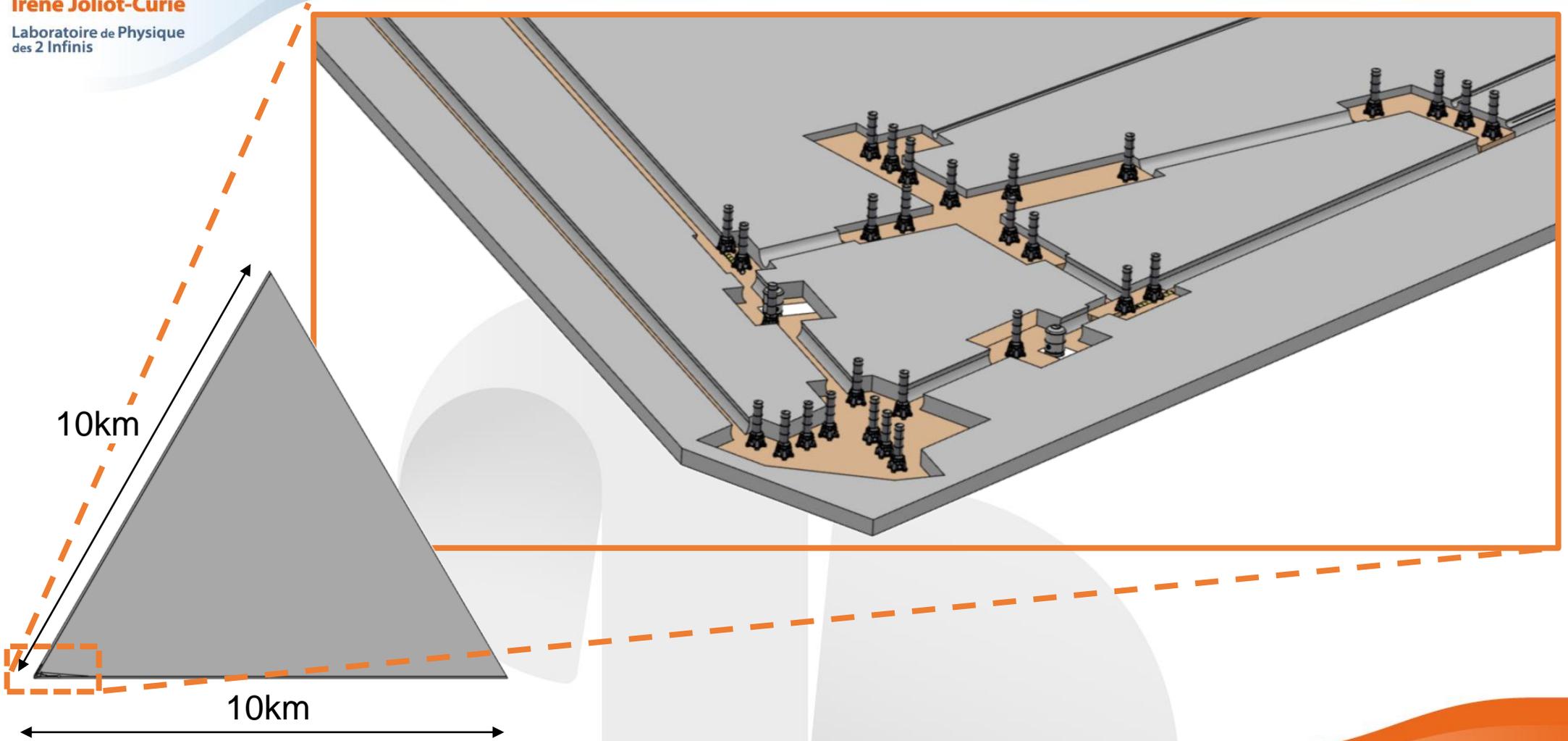
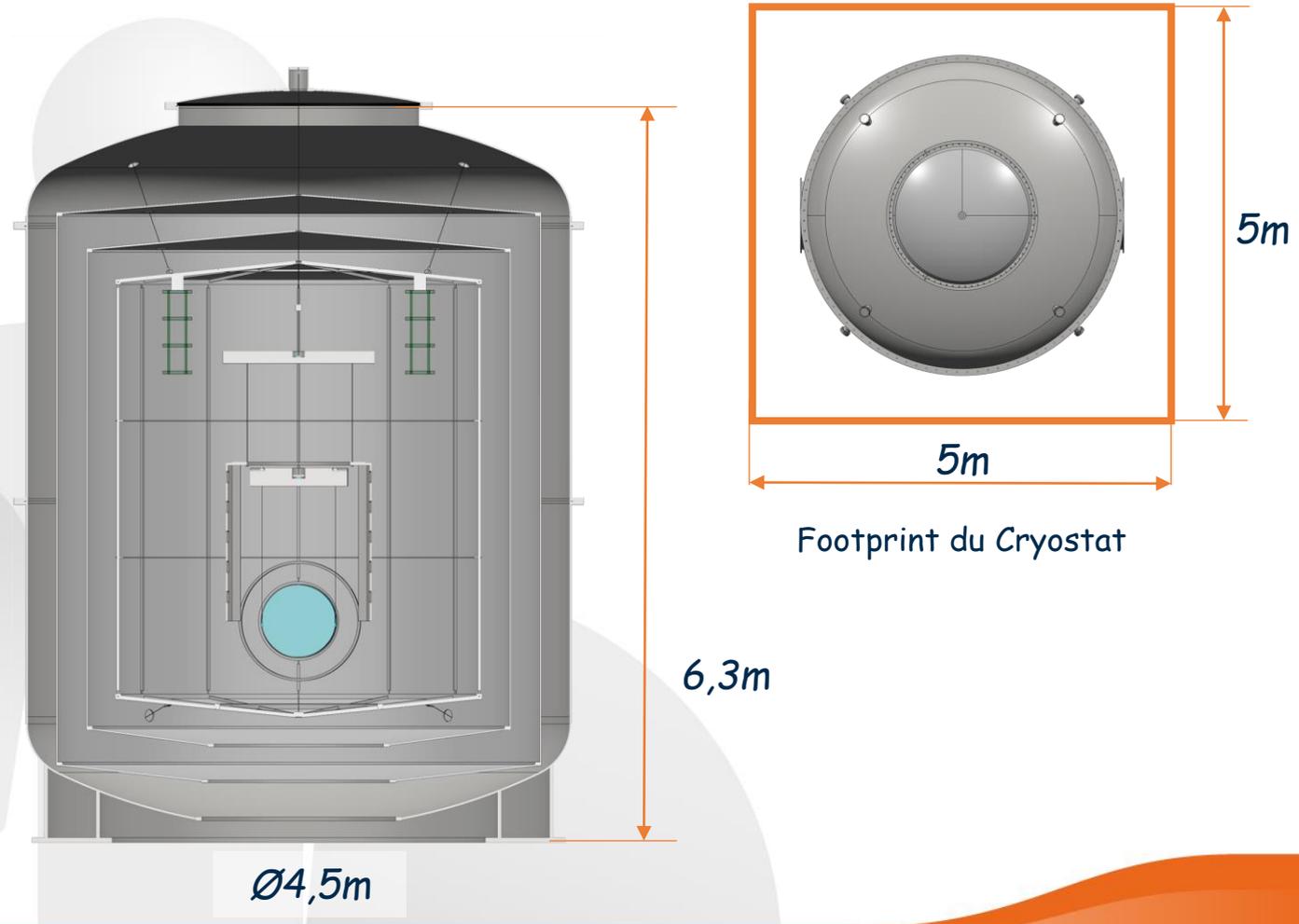


ET France #2 - Intégration des tours dans l'infrastructure

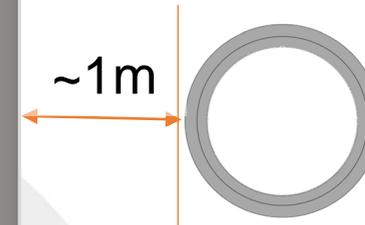
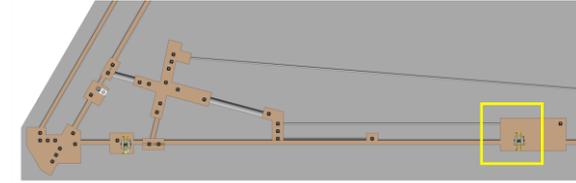
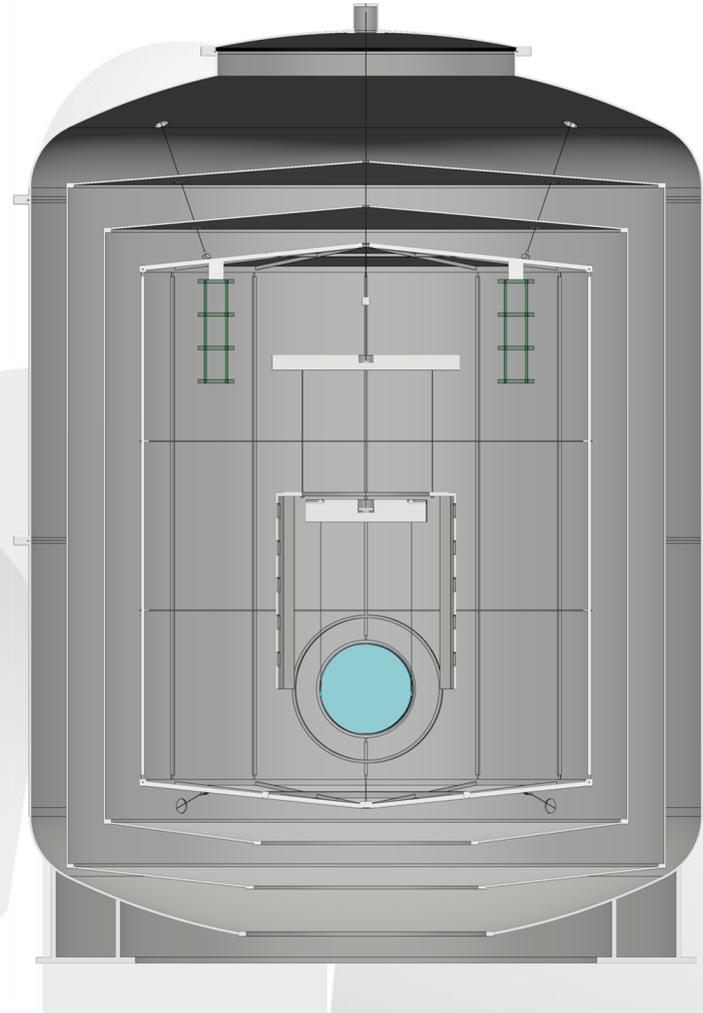
1. The size of the scaffolding (including crane with maximum weight estimate)
2. Access of the towers (lateral or bottom)
Filling the Excel for every tower what type of access we will have
3. Design of the cleanrooms (approximate volumes, including the SAS)
4. Size and weight of the tower bases
5. Size and weight of the cryostat
6. Weight of the complete towers (row in Excel?)
Including payloads, suspension
7. Height of the beam with relation to the tower (distance from floor)



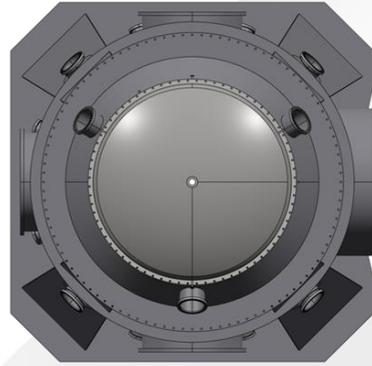
- Le document **ET-LF TM Tower Design Concepts** exige que « le diamètre extérieur du cryostat soit de 4,5 m et la hauteur jusqu'à la séparation sous vide entre le cryostat et la tour supérieure à température ambiante soit de 6,3 m »
- « La hauteur de la charge utile cryogénique est d'environ 3,5 m et la masse totale est de l'ordre de 1 tonne »



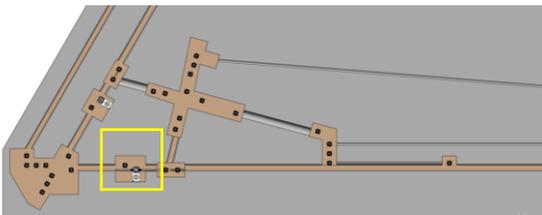
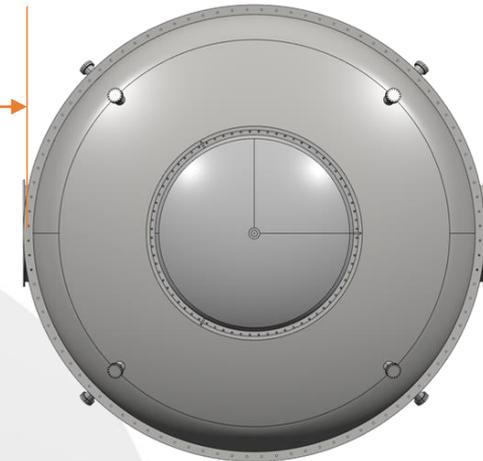
- En raison de la proximité du tube de faisceau, la configuration LETM est la plus restrictive
- La représentation du cryostat est conçue sans structure de support et/ou amortissement



- La configuration LITM est moins contraignante mais attention à la proximité de la tour chaude pour les accès latéraux, les faisceaux de diagnostic et/ou les bancs optiques externes



4,9m



Thermal Shield 80K-50K

Thermal Shield 5K

Thermal Shield 2K

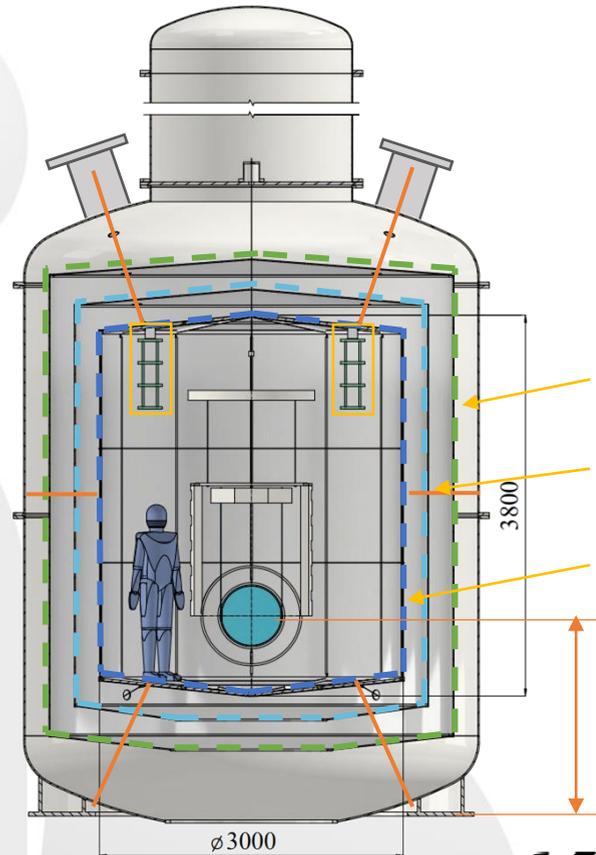
Heat Link Vibrations'

Isolation Systems

Magnetic Damping

Cryostat's Vacuum
Chamber

- Aucune mention de la hauteur faisceau dans le document *ET-LF TM Tower Design Concepts*
- La principale problématique pour la déterminer est de savoir ce qu'il y aura dans la chambre : Active Noise Mitigation, Structure de Support, Système d'Amortissement...
- Nécessité de définir des structures d'amortissement et de support pour les boucliers thermiques afin d'en estimer le volume, les tailles et les masses.
- Peut-être faudra-t-il également déterminer un volume de conservation intérieur pour les techniciens de maintenance ?
- La masse de la chambre à vide seule est d'environ 20 tonnes



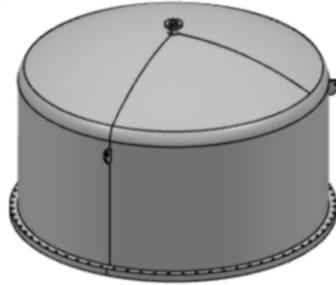
80K / 831 Kg

5K / 646 Kg

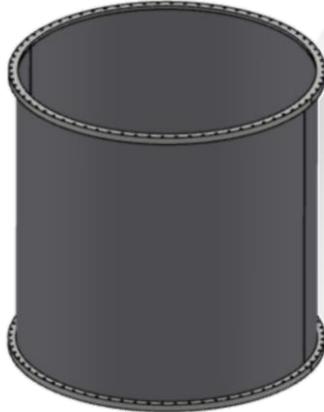
2K / 415 Kg

2 m < x < 2,5m ?

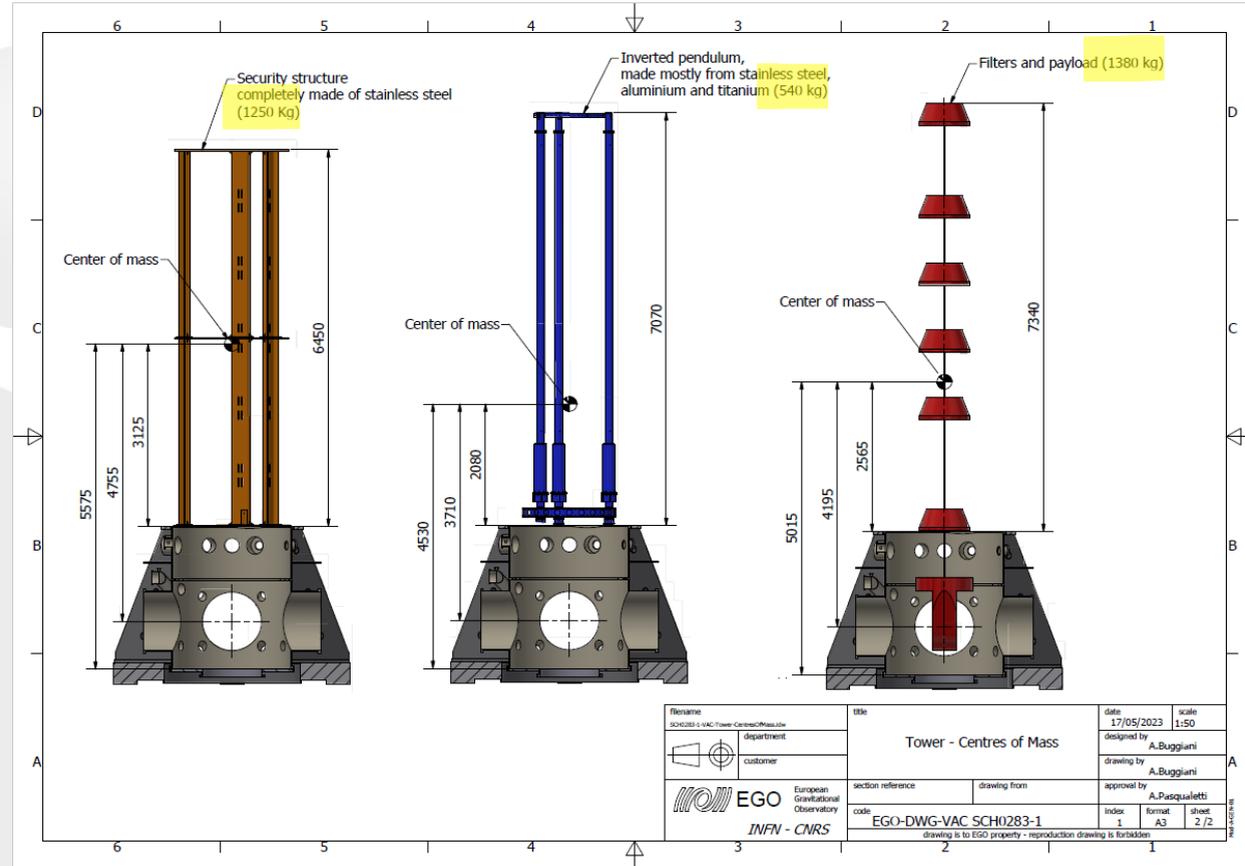
Ø4,5m / ~20T



Coupole Virgo Ø2m : 900kg

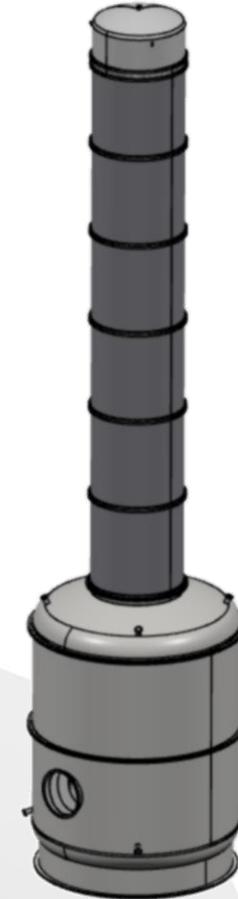


Tube Tour Virgo Ø2m : 1'200kg



Suspension VIRGO pour une hauteur de tour de 10m => 3,17T
Par extrapolation, pour 20m de hauteur =>6,34T

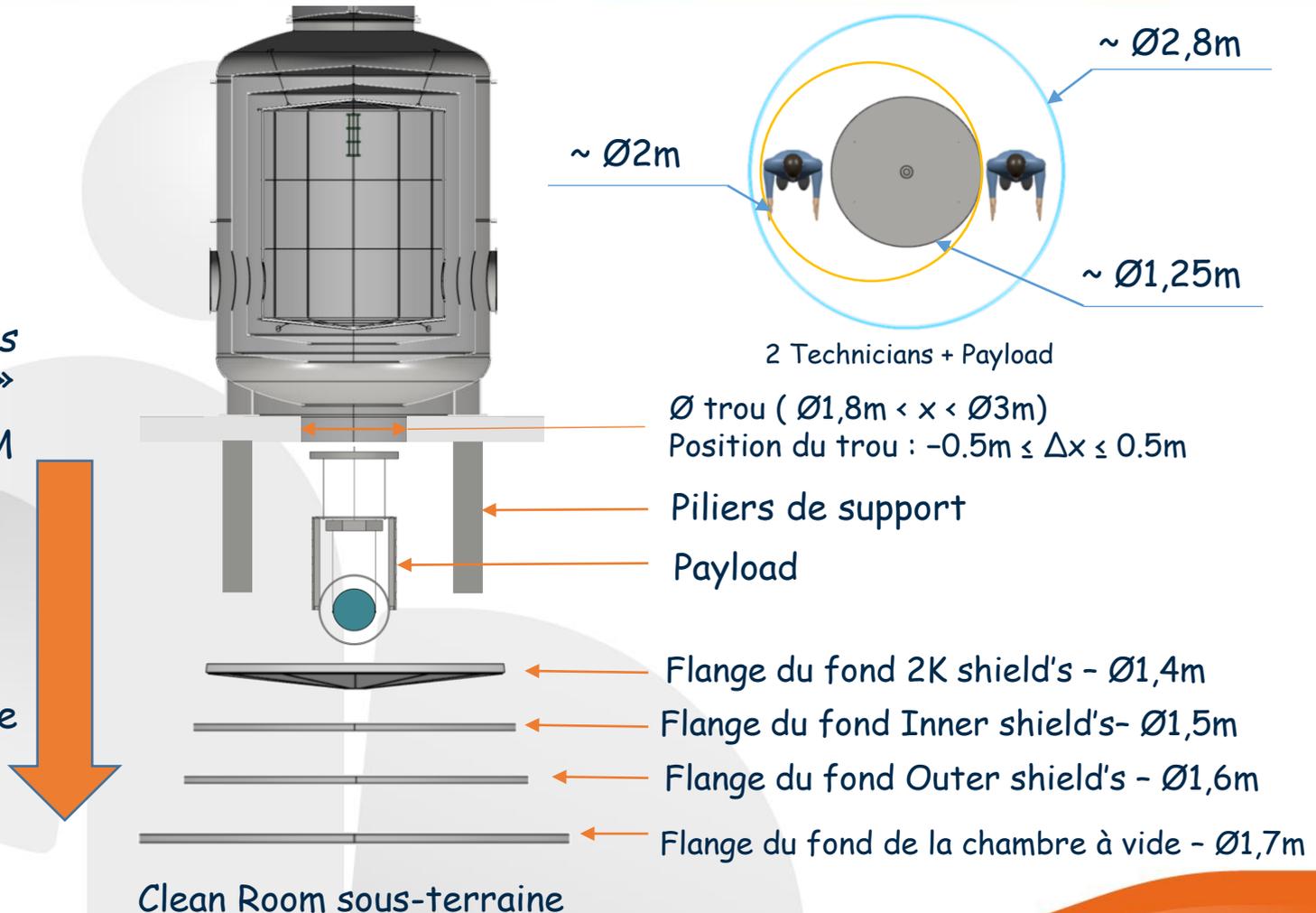
- *Le bilan complet des masses comprennent :*
 - *Base de la chambre à vide (~20 tonnes)*
 - *Extrapolation des suspensions et de la charge utile (~6,34 tonnes)*
 - *6 Tubes (6 x 1'200 kg)*
 - *Coupole (~900 kg)*
 - *Boucliers Thermiques (~1,9 Tonnes)*
- *Éléments manquants :*
 - *ANM si besoin*
 - *Structure de support des boucliers*
 - *Système d'amortissement*
 - *...*



Ø4,5m / 36,4T

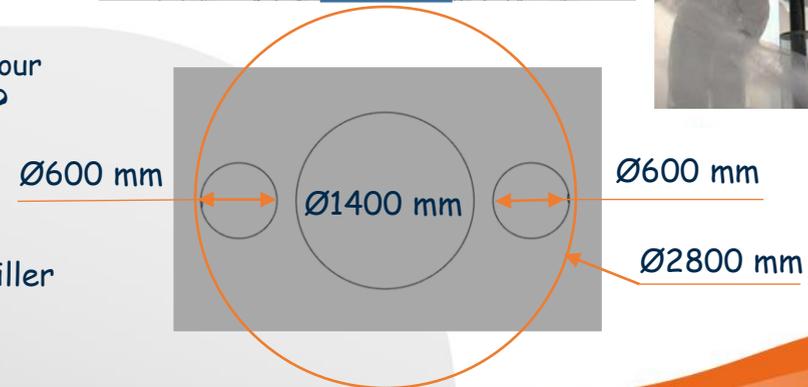
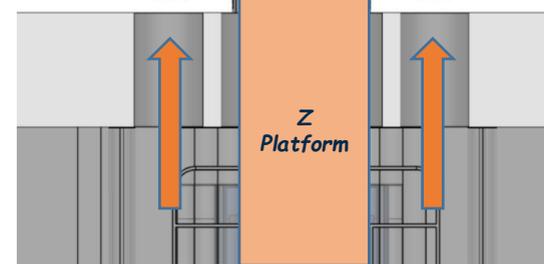
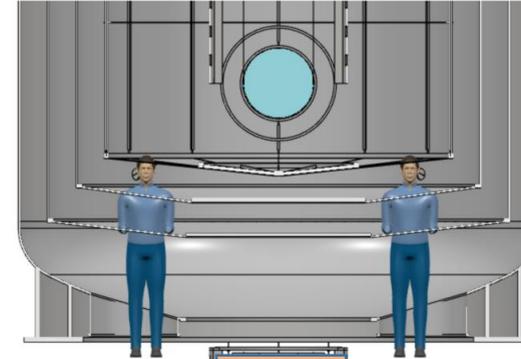
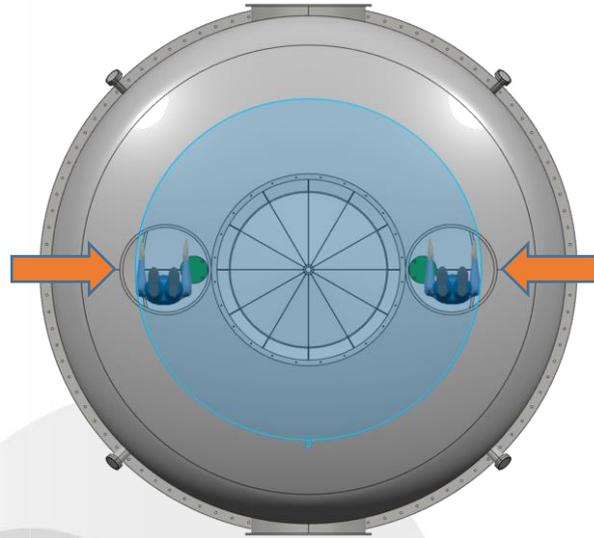
- *Le document **ET-LF TM Tower Design Concepts** indique que « le concept nécessite une salle blanche suffisamment grande sous chaque tour de Test Mass »*
- *Les opérations de maintenance définiront :*
 - *La taille du trou dont nous avons besoin sous la tour*
 - *Surface de stockage nécessaire*
 - *La taille des locaux de ménage*
 - *Dimensions de la zone d'accès pour abaisser les éléments dans les locaux techniques du sous-sol*
- *J'ai essayé de simuler des solutions de salle blanche pour estimer les surfaces nécessaires*

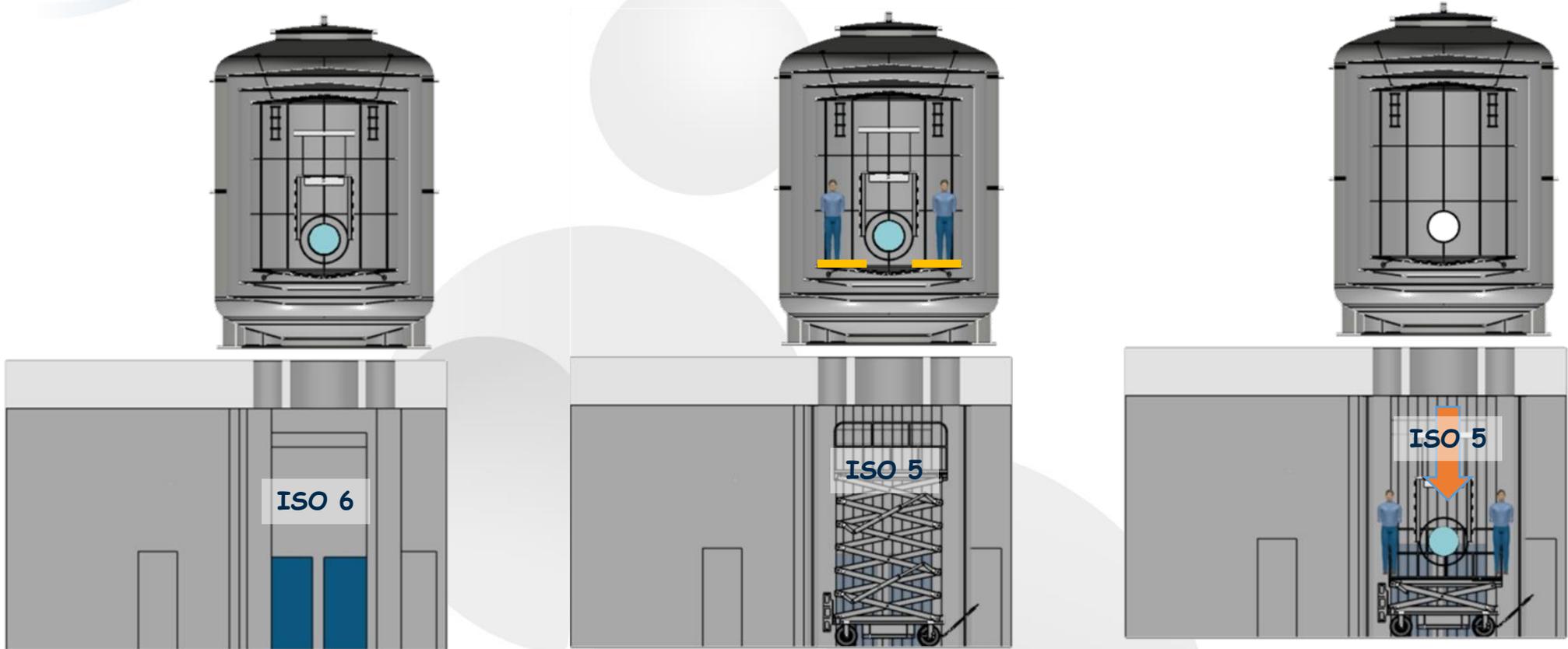
- Le document **ET-LF TM Tower Design Concepts** indique que nous avons besoin d'un « accès par le bas pour l'installation de Test Masses »
- « Les positions des tours ET-LF TM sont fixées dans une plage de $-0,5 \text{ m} \leq \Delta x \leq 0,5 \text{ m}$ par la disposition optique. »
- Les opérations de maintenance consistent à retirer les brides de chaque écran thermique et chambre à vide pour faire descendre la charge utile dans la salle blanche souterraine.

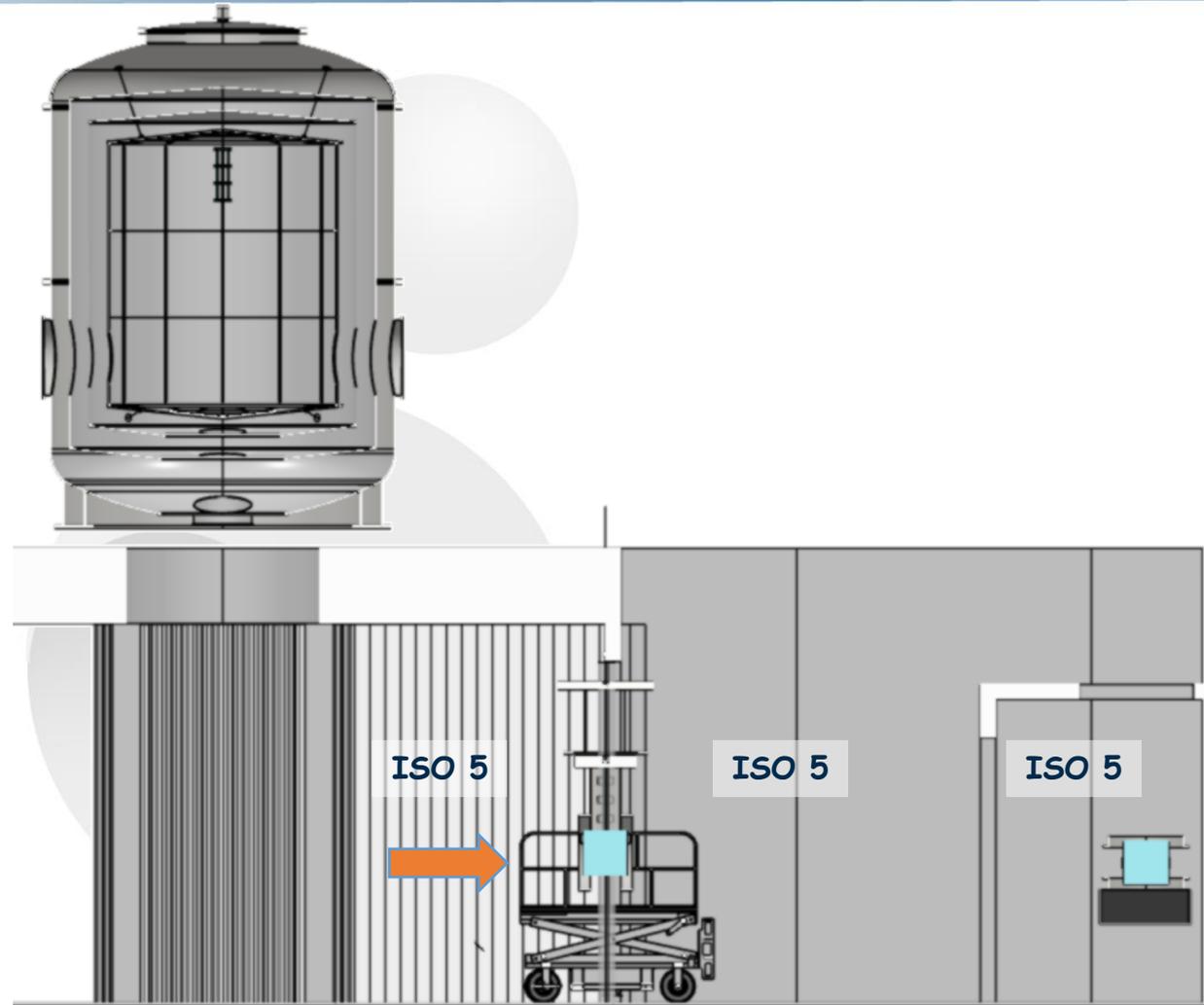


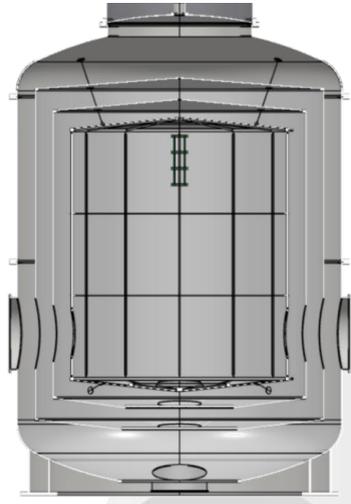
- Différentes propositions d'accès par le dessous
- Essayez d'installer des brides d'accès dans le diamètre du bouclier intérieur
- Faire attention à la taille et à la forme du trou en raison de la flexibilité de position de la tour
- Processus :

1. Retirez les brides inférieures. Accès minimum entre le sol et la chambre inférieure et pas d'espace dans la dalle de sol pour travailler.
 - Faire attention aux poids des brides à manipuler par un technicien (~80kg pour 20mm d'épaisseur) - Aide à prévoir avec une plateforme Z supplémentaire ?
2. Retirer les flanges des boucliers
 - Attention au poids du flange à manipuler par un technicien
3. Accès par le bas à travers la base de la chambre et les boucliers pour travailler sur la charge utile
 - Faire attention à ne pas interférer avec les boucliers



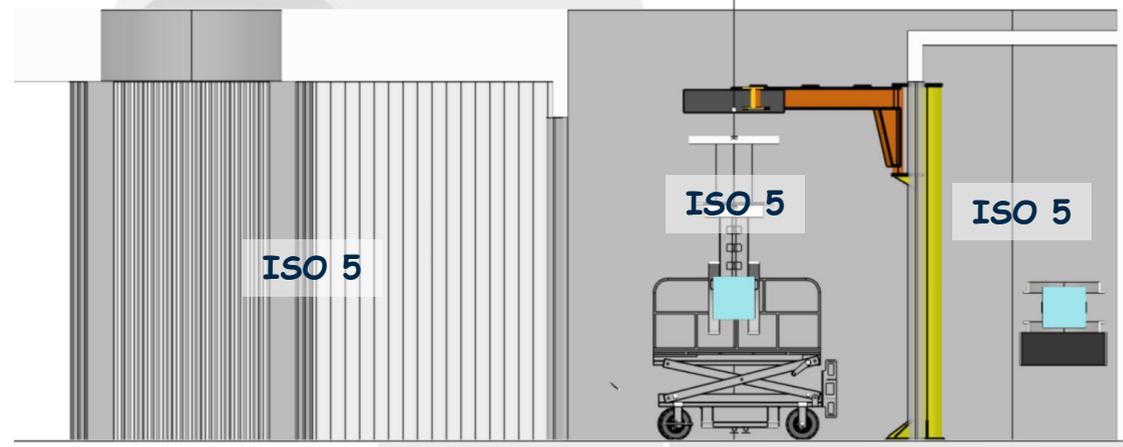




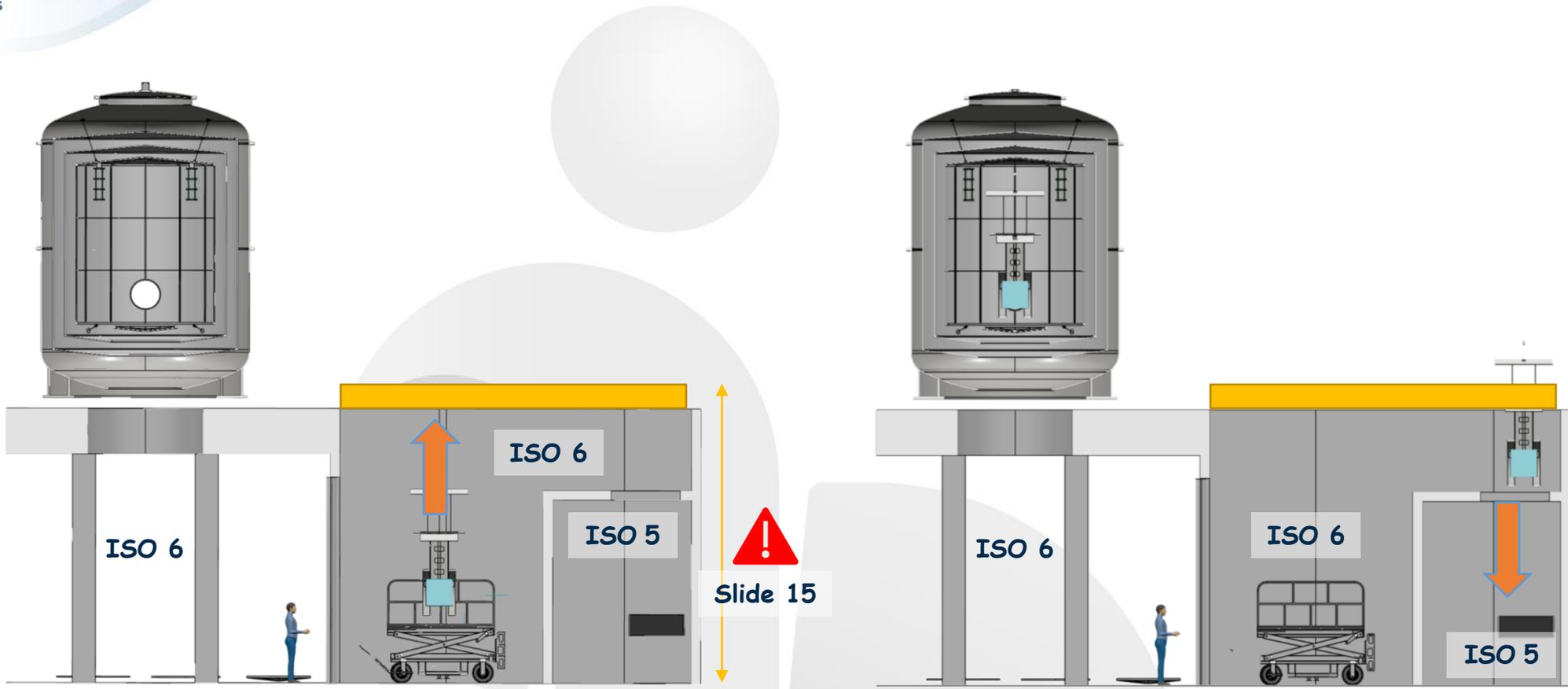


Il faut penser à une étape intermédiaire et réfléchir à la façon de mettre le payload sur la table optique

Une potence ou un pont roulant entre les deux pièces séparées par des rideaux lors du transport et fermées par des portes lors de la maintenance ?

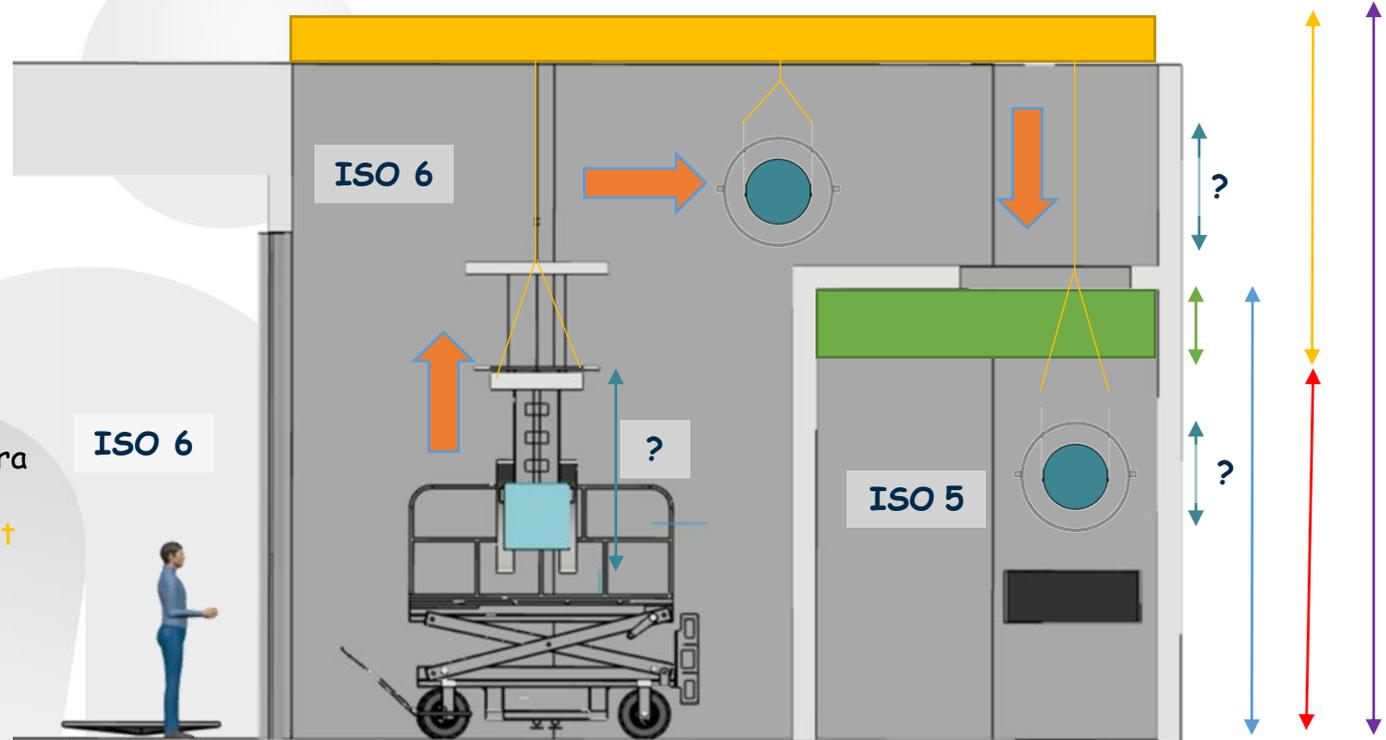


Masse du miroir pour Ø600mm / épaisseur : 600mm : ~350kg versus ~40kg pour Virgo

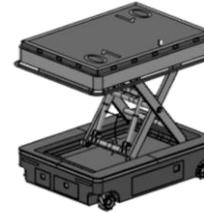


- La hauteur de la salle blanche ISO 5 dépendra de l'encombrement de ce que nous y mettrons et de la hauteur du plafond laminaire.
- La hauteur du sas de la salle blanche dépendra de la hauteur de la salle blanche ISO, du payload et de l'épaisseur du pont roulant c'est à dire : élingues, crochet, rail...

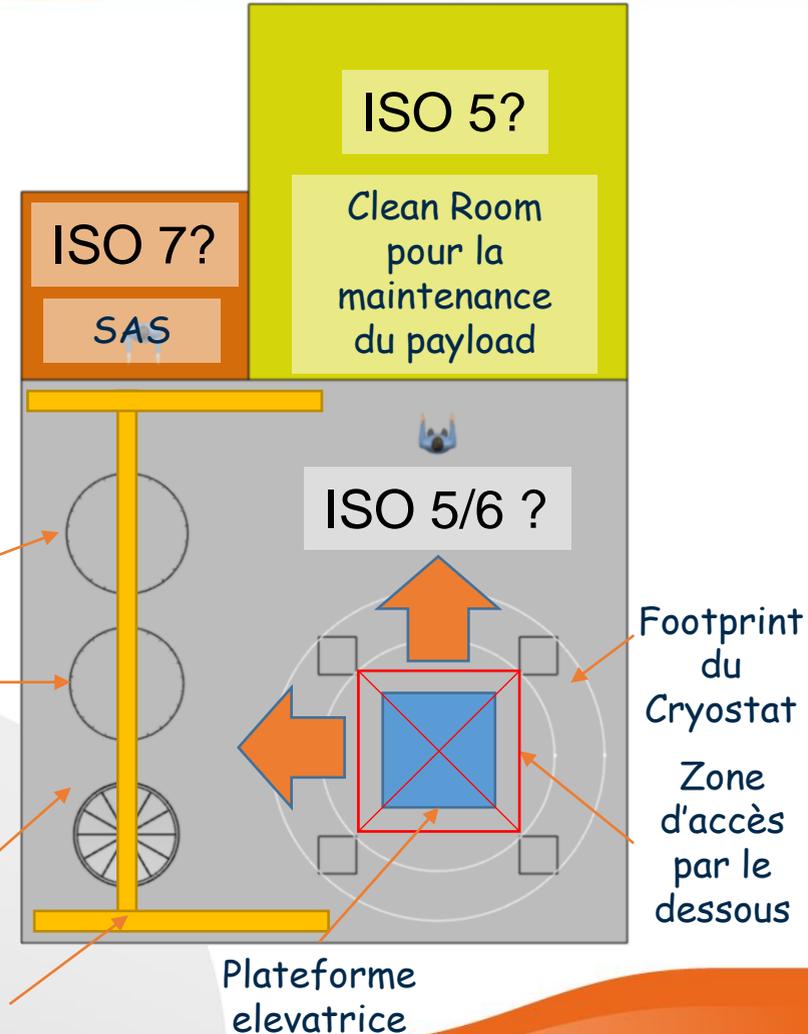
Pour définir la hauteur du sas de la salle blanche, nous devons définir quelle partie du payload nous devons soulever dans la salle blanche, la hauteur du plafond soufflant et du pont roulant.



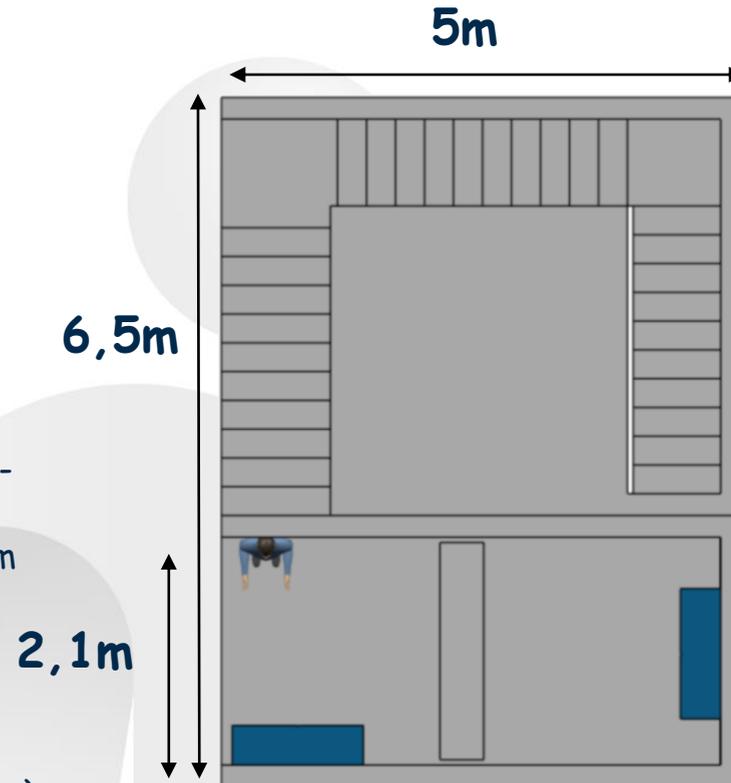
- Besoin d'une plate-forme élévatrice pour accéder aux boucliers de la chambre et transporter le payload vers la salle blanche
- Il faut faire attention à l'espace entre les piliers de support pour concevoir la plateforme élévatrice - La zone d'accès rouge est de 2x2m
- Besoin d'un petit pont roulant pour soulever les brides > ~1T (estimation de la masse du payload)
- La bride la plus lourde fera ~400kg pour une épaisseur = 24mm en se référant à la norme vide DIN 28404
Matière : Acier inoxydable
- Nécessité d'au moins ~60 m² de salle blanche ISO 5/6 pour soulever les éléments et les stocker côte à côte
- Possibilité de superposer chaque bride



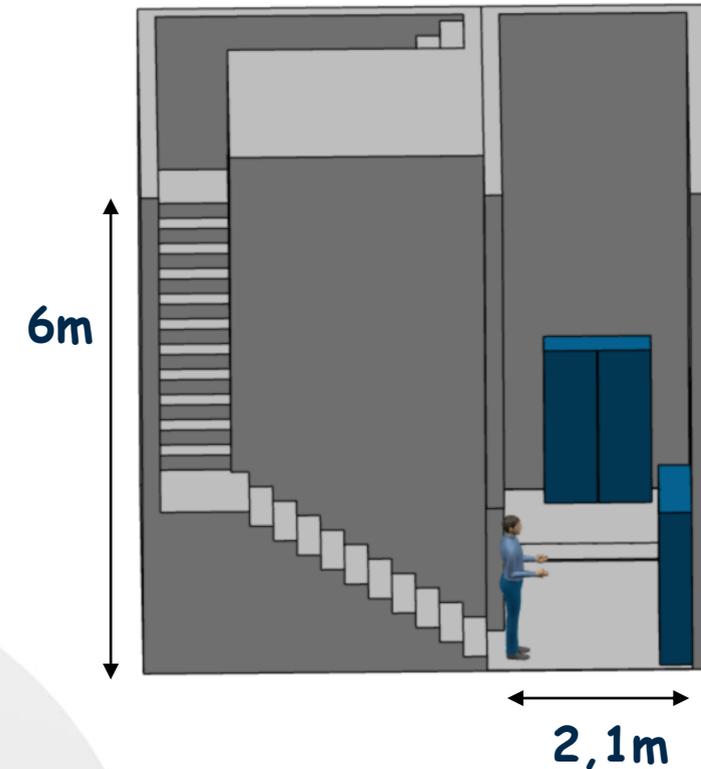
Flange du dessous du 80K
Flange du dessous du 5K
Flange du dessous du bouclier thermique interne de 2K
Pont Roulant



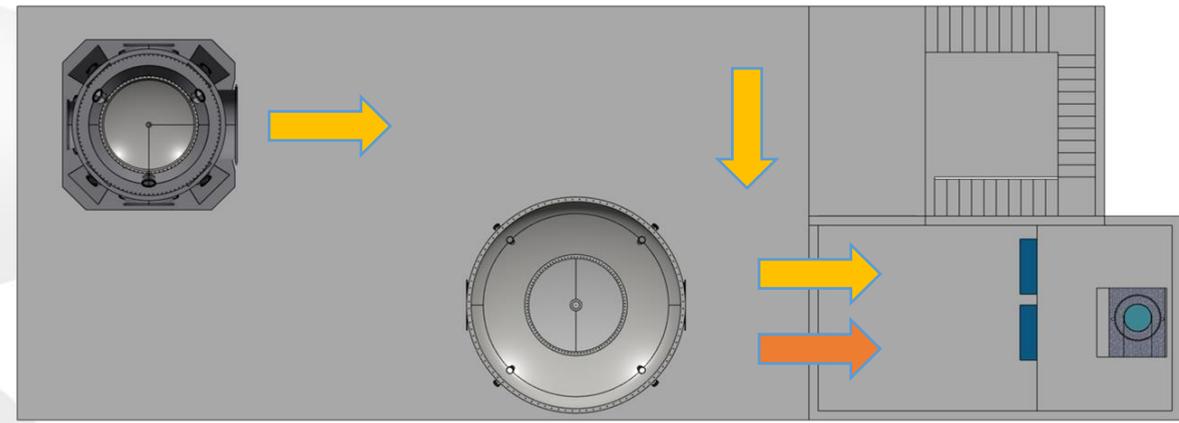
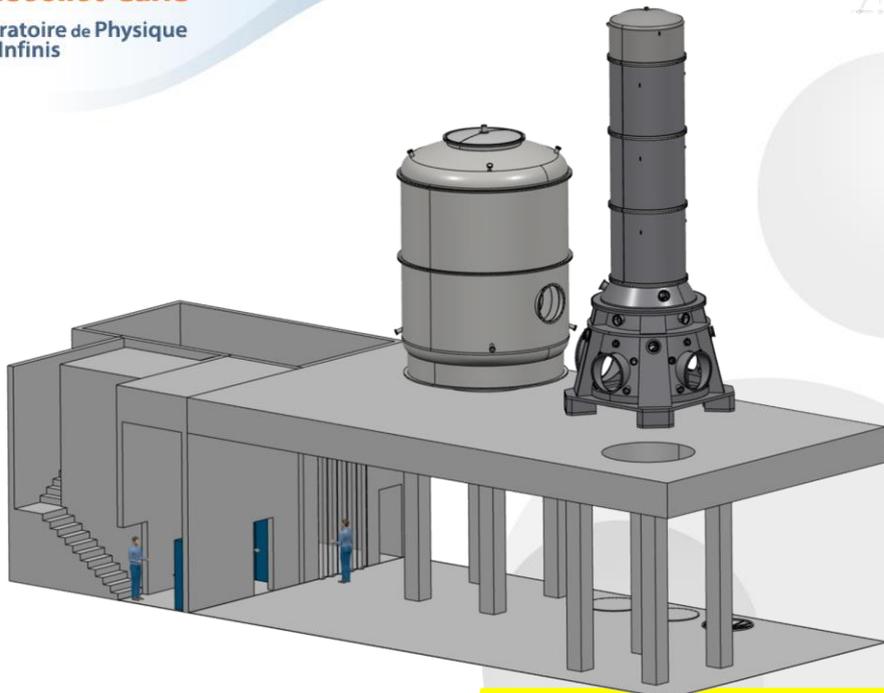
- Pour chacune des solutions suivantes :
 - Escaliers :
 - Hauteur 6m : 33 marches
 - Hauteur des marches : 185mm
 - Profondeur des marches : 800-1000mm
 - Longueur des marches : 265mm
 - Sas :
 - Sas salle blanche : $\sim 20\text{m}^2$ (4,6 x 2,1 m)
 - 1 banc 400x400x2000mm
 - 2 armoires (1200x1920x366mm)
 - Épaisseur de paroi portante standard : 200 mm



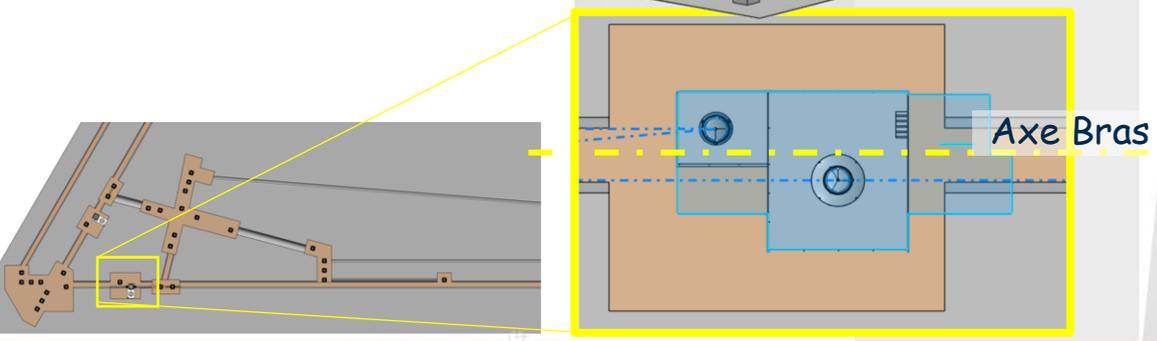
2,1m

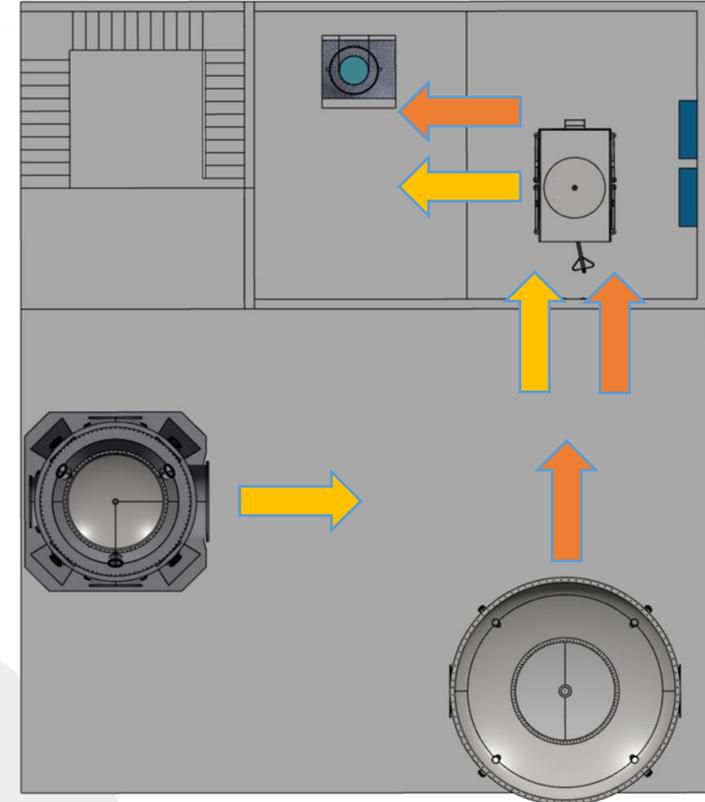
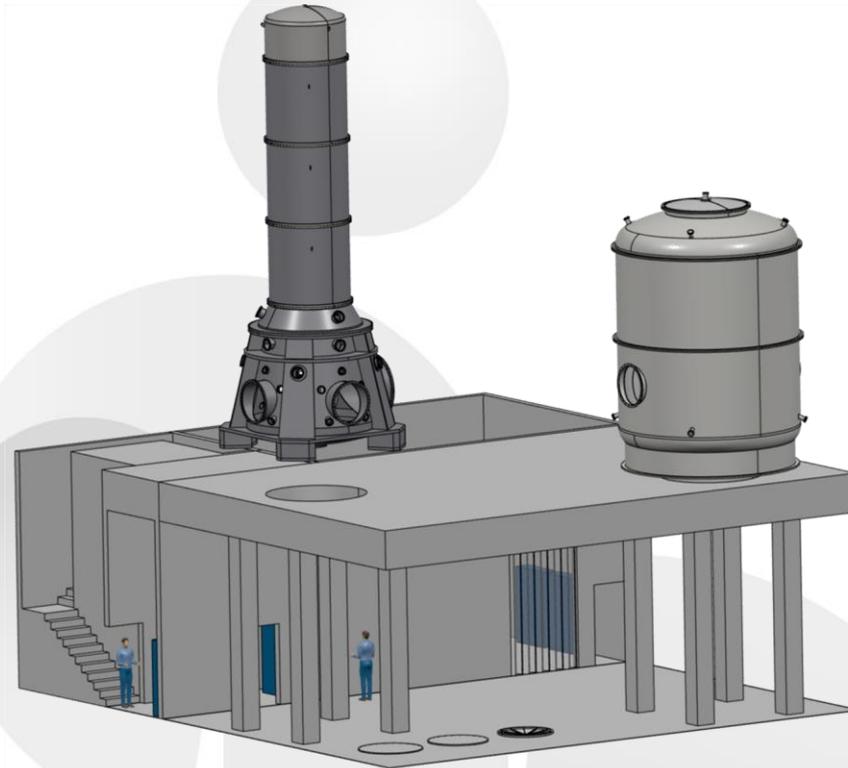
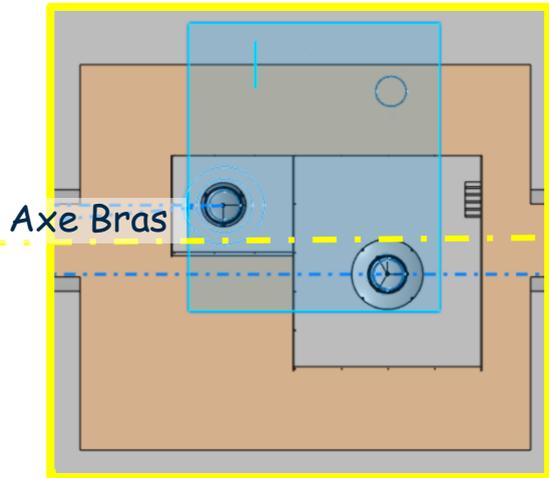


15100

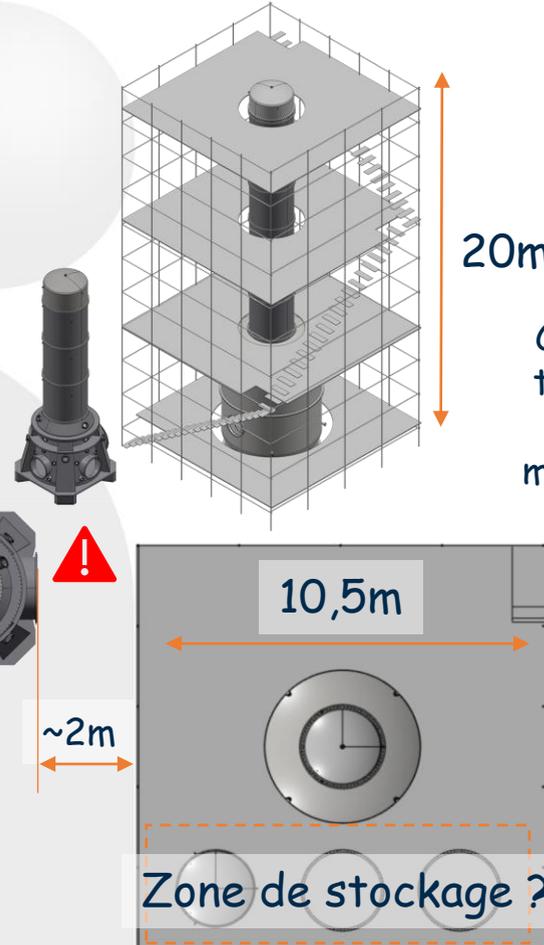


- Solution pour deux tours
- Déplacement en ligne droite pour le payload du cryostat
- Supposons un angle droit pour celui de la tour chaude
- Inconvénients : L'accès se fait dans l'axe du bras

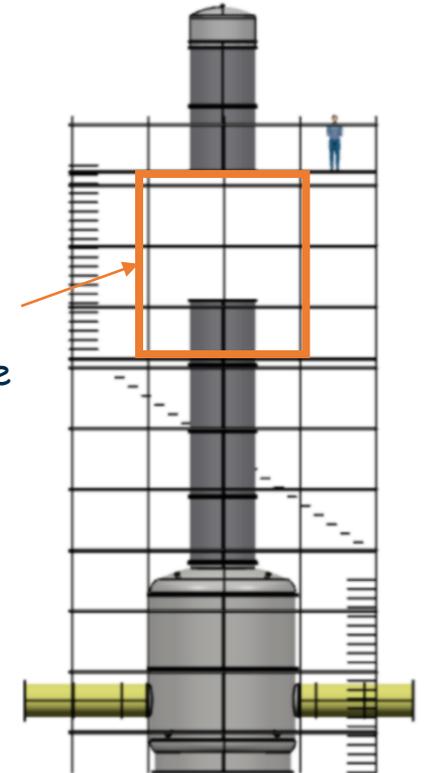




Configuration LITM

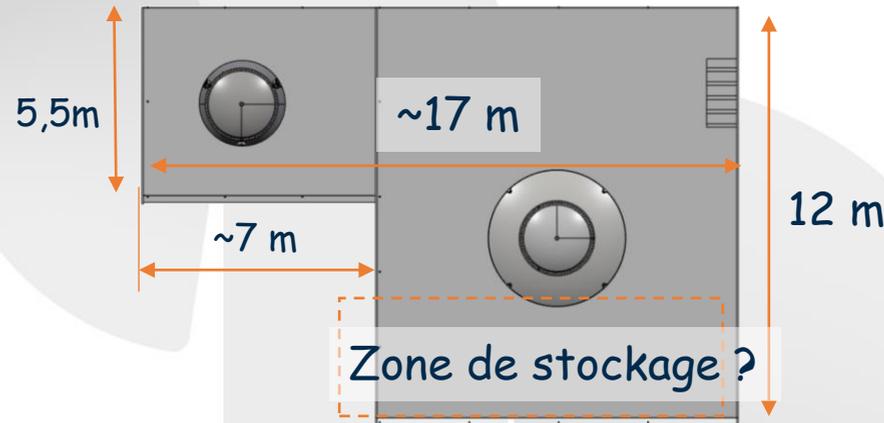
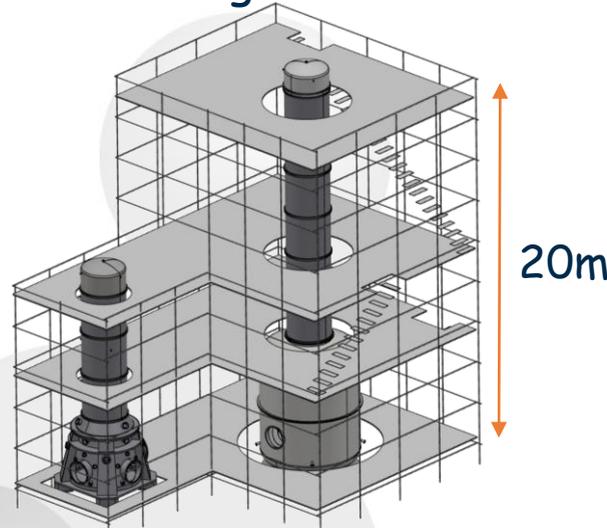


Configuration LETM

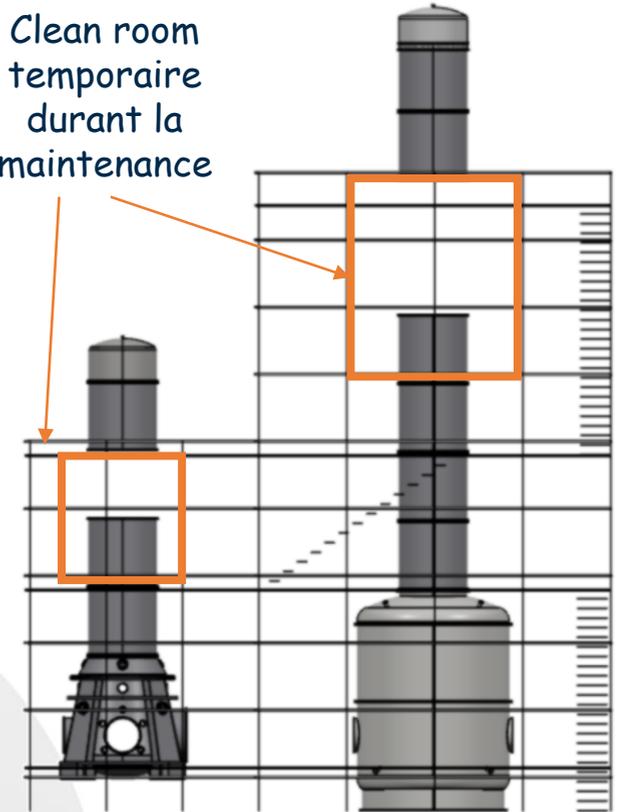


- Le document **ET-LF TM Tower Design Concepts** considère « la conception de base [...] la hauteur totale de la tour est d'environ 20 m »
- Les demandes d'ISB concernant les spécifications des échaffaudages sont :
 - R1m autour de la chambre
 - Plateforme de 2 m autour
- Nous pouvons facilement stocker certains tubes & coupoles sur la plateforme supérieure lors de la maintenance...
- ... mais il faut penser à des installations propres autour de l'échaffaudage lors de ces opérations

Configuration LITM

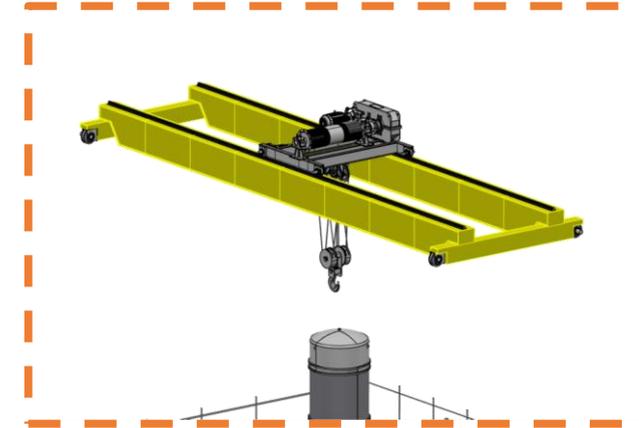
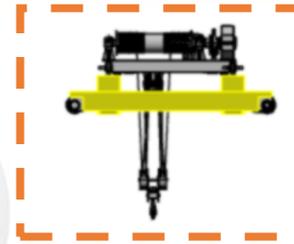
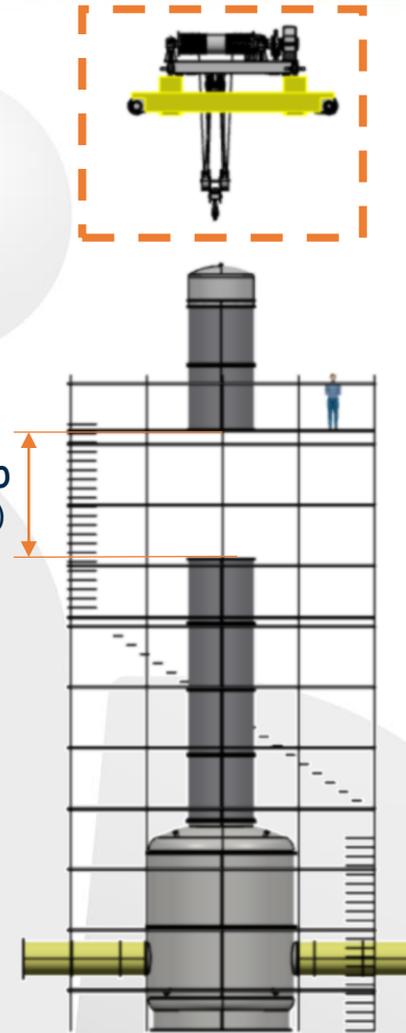


Clean room
temporaire
durant la
maintenance



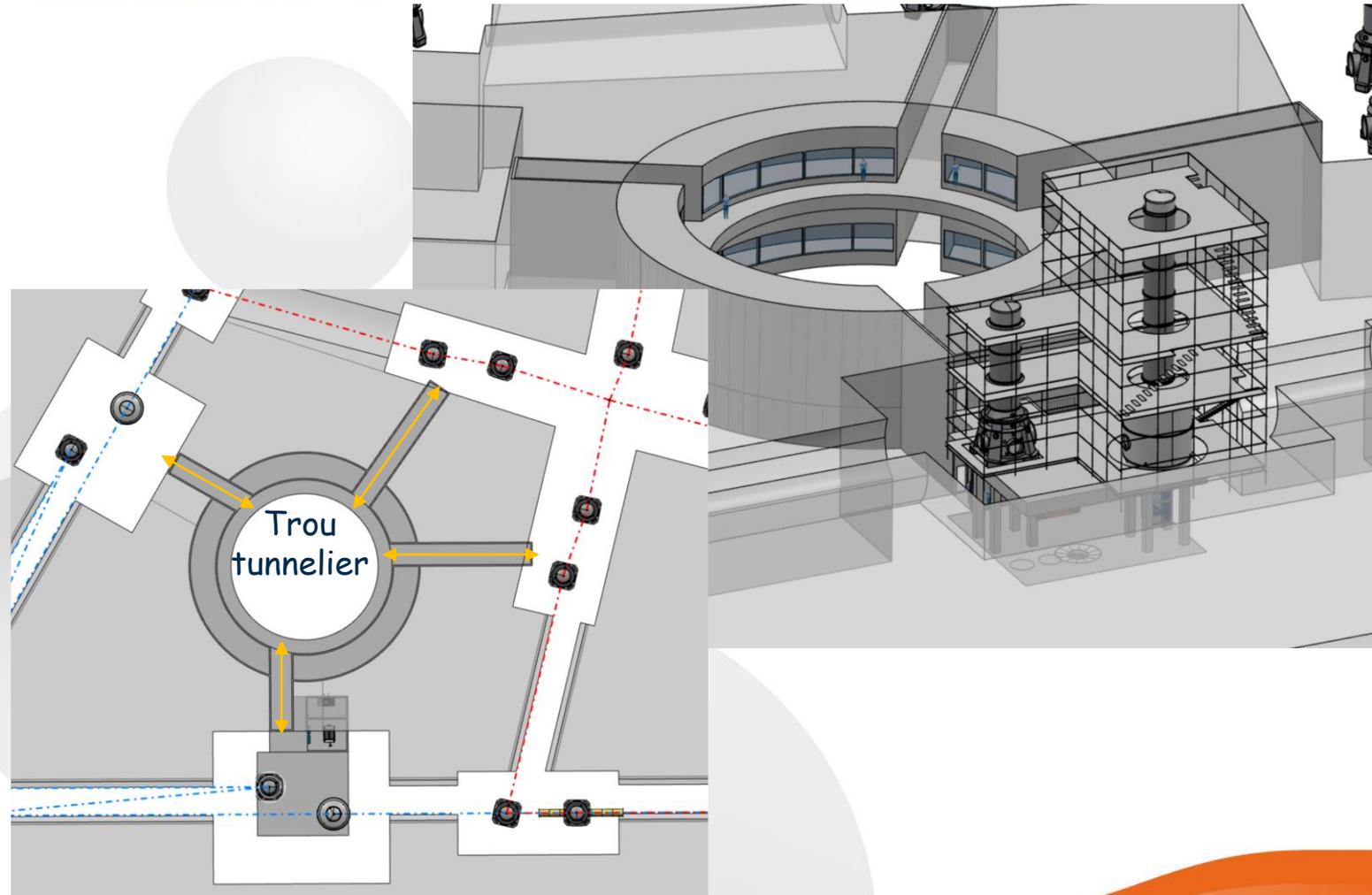
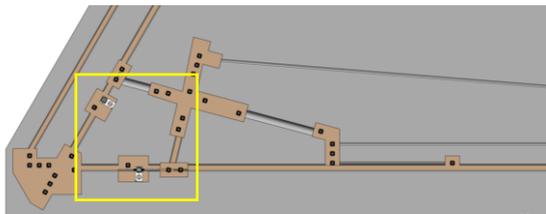
- Une solution d'échafaudage commun signifie penser aux deux installations de salles blanches pour les deux maintenances

- La hauteur du pont roulant dépend des opérations de maintenance :
 - Devons-nous retirer les tubes ?
 - Combien ?
 - Devons-nous simplement soulever le(s) tube(s) pour créer un espace permettant d'accéder aux filtres pour l'entretien ?
 - Doit-on prévoir une trappe d'accès aux filtres ?
- Sachant que l'élément le plus lourd sera la base de la tour, la capacité de la grue devra être $> 20T$



~30m

- Spécifications du tunnelier : "Le diamètre du puits sera d'environ 12 à 20 m, en fonction de la taille du tunnel"
- Le trou pourrait être utilisé comme :
 - un centre d'accès pour toutes les salles blanches souterraines de cette zone
 - un échange entre zones
 - une centralisation de plusieurs bureaux sur deux étages ? -...



ET-ISB Fall Workshop 2024 on ET-LF TM Tower Integration Concepts 19-20 Septembre

Chamber

- Welding standard
- Vacuum standard
- Buckling Coefficient
- Height
- Dimensions
- Weight
- Access

2024-09-19 G. Iaquaniello & P. Rosier | ET-ISB Fall Workshop on ET-LF TM Tower Integration Concepts

Internal interfaces

- Thermal Shields
- Cryo pipe
- Heat Link
- Active Noise Mitigation
- Mirror suspension
- Temporary Platform

2024-09-19 G. Iaquaniello & P. Rosier | ET-ISB Fall Workshop on ET-LF TM Tower Integration Concepts

Vacuum

- Tube
- Outgassing
- Viewports
- Pumping
- Valve
- Baffle
- Vacuum

2024-09-19 G. Iaquaniello & P. Rosier | ET-ISB Fall Workshop on ET-LF TM Tower Integration Concepts 9

Payload maintenance

- Dust
- Access
- Maintenance operator
- Platform
- Installation

2024-09-19 G. Iaquaniello & P. Rosier | ET-ISB Fall Workshop on ET-LF TM Tower Integration Concepts

Chamber's manutention

- Scaffolding
- Transport
- Lifting tools
- Translation tools
- Technicians
- Personal Protection
- Installation
- Position

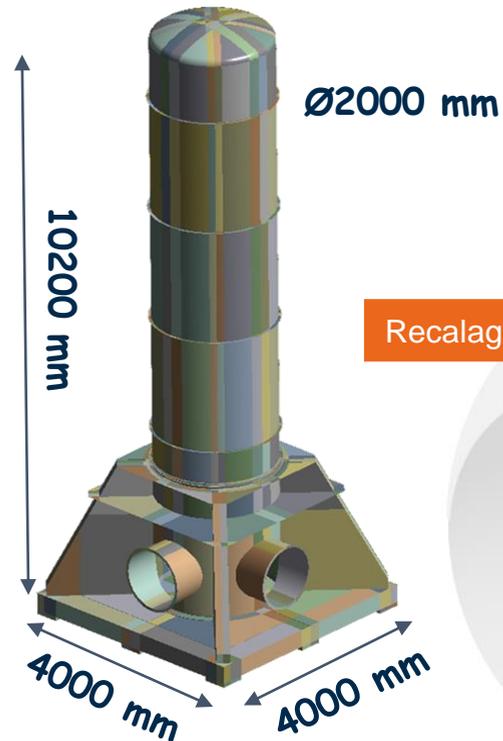
2024-09-19 G. Iaquaniello & P. Rosier | ET-ISB Fall Workshop on ET-LF TM Tower Integration Concepts

External disturbances to take into account

- Electro - Magnetic
- Magnetic
- Lifting tools
- Humidity
- Acoustic
- Seismic
- Airflow

2024-09-19 G. Iaquaniello & P. Rosier | ET-ISB Fall Workshop on ET-LF TM Tower Integration Concepts 15

VIRGO's tower

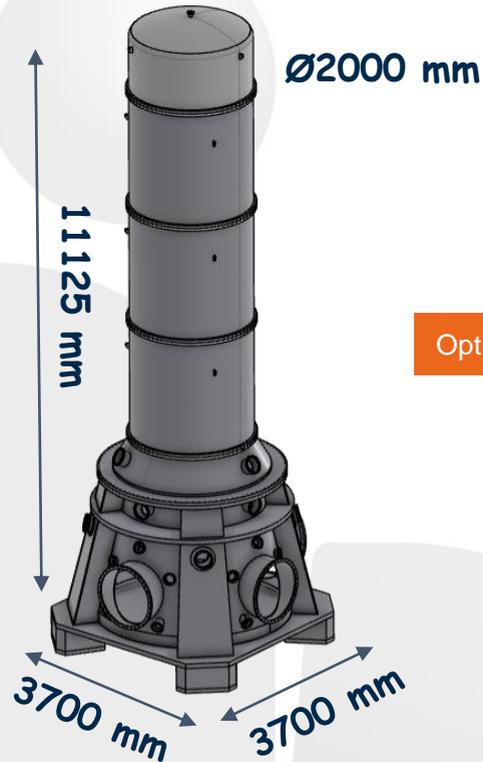


1st Mode 20,8 Hz
Mass 20,9 T

Recalage Modèle

Fréquences
décroissantes

Einstein Telescope's warm tower (E.G.O.)

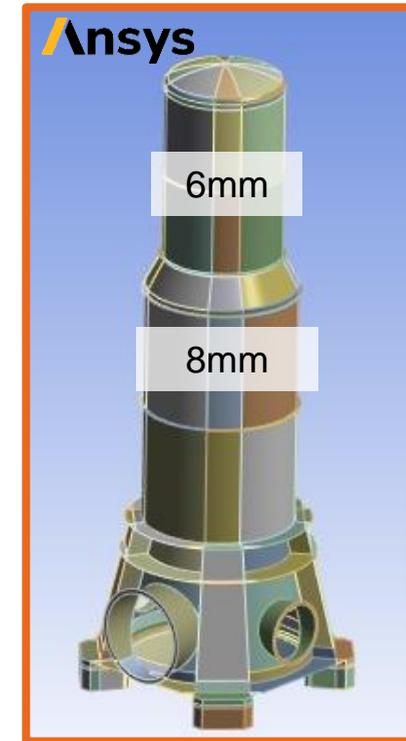


17,3 Hz
24,2 T

Optimisation ET

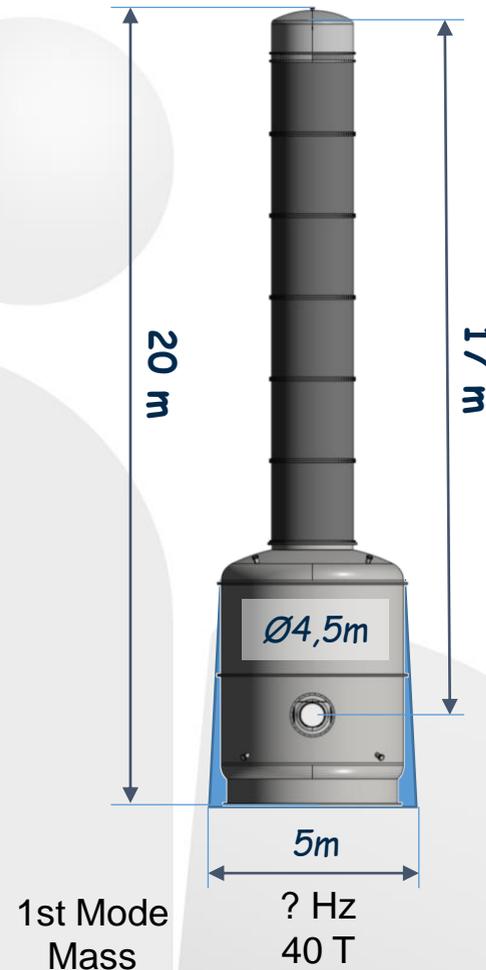
Fréquences
croissantes

Optimisation

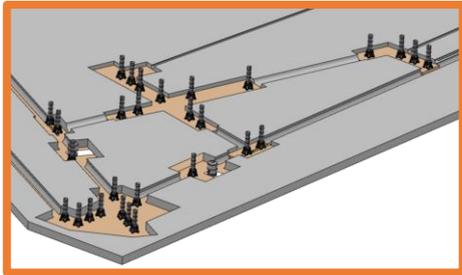


25,6 Hz / +8,3Hz
23,4 T / -0,8T

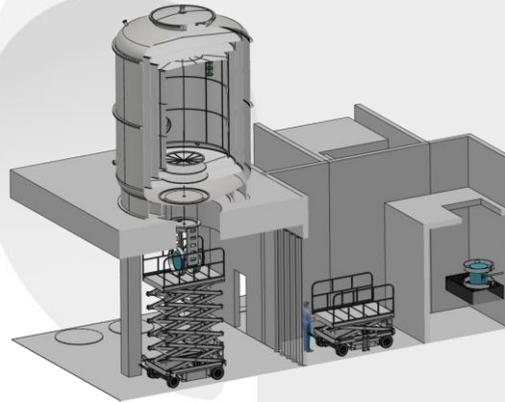
- Direction choisie lors du workshop
 - => Simple Caverne
 - => Pendule inversé de 17m à partir de l'axe payload
- Pour les 1^{er} concepts, prendre en compte les inputs de l'ISB & de l'Engineering Department, à savoir :
 - Base de footprint de 5x5m
 - Hauteur de tour de 20m
 - Rigidité plaque de base du pendule inversé
 - Accès par le dessous
 - ...
- Automne '24 => 1^{eres} simulations à réaliser
- Printemps '25 => 1^{eres} conception de faisabilité à réaliser
- Possible renforcement de l'équipe avec un Ingénieur d'Etudes



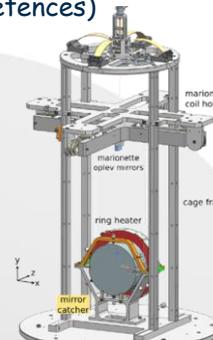
- | | | | |
|--|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • F.T.E. : 0,5 I.R. • Planning : 2024 => 2027 => 203x • Analyse de risques : Moyenne <ul style="list-style-type: none"> • Choix du logiciel par l'E.T.O. • Temps de travail difficile à estimer • Choix de la configuration ▲ ou 2 x L • Echanges avec les équipes après le choix du site | <ul style="list-style-type: none"> • F.T.E. : 0,2 I.E. + 0,3 A.I. • Planning : 2024 => 2027 (T.D.R.) • Analyse de risques : Moyenne <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité • Aspect propreté élevé • Infrastructure évolutive • Cahier des Charges manquant | <ul style="list-style-type: none"> • F.T.E. : 0,5 I.R. + 0,3 I.E. • Planning : 2025 => 2027 (T.D.R.) • Analyse de risques : Moyenne <ul style="list-style-type: none"> • Système existant à adapter • Echanges avec INFN, Nikhef, E.G.O. ... • Simulation magnétique ANSYS • Budget / Essais • R&D nécessaire (Acquisitions de compétences) | <ul style="list-style-type: none"> • F.T.E. : 0,4 I.R. + 0,3 I.E. + 0,2 A.I. • Planning : 2025 => 2027 (T.D.R.) • Analyse de risques : Haute <ul style="list-style-type: none"> • Environnement cryo • Simulations magnétique ANSYS • Budget / Essais • Cahier des Charges manquant • R&D nécessaire (Acquisitions de compétences) |
|--|---|---|--|



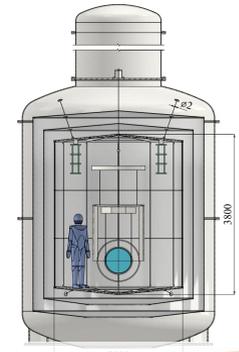
Interface des tours avec ET Civil Infrastructure



Process Maintenance Payload



Suspension



Conception globale cryotour & équipement thermal shields

Merci pour votre attention

Grégory IAQUANIELLO

*Ingénieur de Recherche
Département Mécanique
Service Bureau d'Etudes
Bâtiment 208, RDC, Bureau 23*

☎ : (+33) 01.64.46.86.44

@ : gregory.iaquaniello@ijclab.in2p3.fr