

DESCRIPTION SOMMAIRE DES CHAMBRES A VIDE DE L'ANNEAU DE STOCKAGE DE SOLEIL II / PHASE I

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Modifications
24/02/2025	Responsable SP1.3	Groupe Achats	Directeur DAI	
Destinataires				

PUBLIC

La version électronique fait foi.



DESCRIPTION SOMMAIRE DU BESOIN

TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE3

2. DESCRIPTION SOMMAIRE DU BESOIN3

3. QUANTITE ET DELAIS5

1. CONTEXTE

Dix-huit ans après sa mise en service, le Synchrotron SOLEIL est entré depuis le début de l'année 2024, dans sa phase d'Upgrade de ses accélérateurs et de ses lignes de lumière. De nouveaux champs d'investigation scientifique sont apparus auxquels l'infrastructure de recherche SOLEIL doit répondre. Quatre domaines clés que sont les matériaux avancés, les sources durables d'énergie, la biologie et la santé, la terre et son environnement, essentiels pour relever les nouveaux défis auxquels notre société est confrontée structurent l'argumentaire scientifique de cette jouvence.

Le projet d'Upgrade repose sur une modernisation complète de ses accélérateurs et de ses lignes de lumière. Après une première phase d'Avant-Projet Sommaire (Conceptual Design Report ou CDR), les équipes de SOLEIL ont travaillé depuis quelques années sur l'Avant-Projet Détaillé (Technical Design Report – TDR). Le projet est maintenant validé et il porte le nom de « SOLEIL II ». La nouvelle source sera unique par la large gamme de rayonnement accessible, allant du THz aux rayons X durs, et sera même étendue par rapport à l'installation actuelle.

Le design ambitieux du futur anneau de stockage permettra d'obtenir une émittance record et produira des faisceaux de photons d'une brillance exceptionnelle dépassant de 2 ordres de grandeur celle de l'installation actuelle. La nouvelle instrumentation associée doit pouvoir répondre aux nouvelles caractéristiques de l'anneau de stockage que ce soit en termes de performance ou de fiabilité.

L'installation utilisera les tunnels existants de l'anneau de stockage, ainsi que la majeure partie de l'infrastructure actuelle, ce qui optimisera le coût du projet. SOLEIL II permettra une réduction spectaculaire de l'empreinte environnementale de l'installation, et l'utilisation exhaustive d'aimants permanents pour l'anneau de stockage contribuera à une diminution de moitié de sa consommation électrique, réduisant considérablement son coût de fonctionnement.

Ces nouveaux développements maintiendront la compétitivité et la longévité de SOLEIL II.

2. DESCRIPTION SOMMAIRE DU BESOIN

L'anneau de stockage de SOLEIL II est constitué de 20 « secteurs vide » qui correspondent aux 20 arcs magnétiques constitutifs de la maille et de 20 « sections droites » qui accueilleront en particulier les onduleurs, les cavités accélératrices et la section d'injection.

Chaque « secteur vide » appelé aussi « achromat » et chaque « section droite » sont composés de plusieurs chambres à vide qui sont maintenues sous un vide de type Ultra High Vacuum (UHV) (Figure 1 et Figure 2).

Le vide de l'anneau de stockage est obtenu grâce à une combinaison d'un système de pompage de type cartouche NEG avec pompage ionique intégré et d'un dépôt NEG (Non Evaporable Getter) activé préalablement entre 180°C et 230°C en TiZrV de 0,5 µm d'épaisseur appliqué sur plus de 90 % de la surface interne des chambres à vide. La circonférence de l'anneau de stockage est de 354 mètres.

L'objet de ce paragraphe est la description sommaire du besoin en chambres à vide avec dépôts NEG pour 80 % de la longueur des 20 achromats et des 20 sections droites de l'anneau de stockage (**Phase I**) de SOLEIL II. Les 20% restants et qui ne font pas partie de la description sont des chambres à vide spéciales dont la définition n'est pas encore finalisée à ce stade du projet.

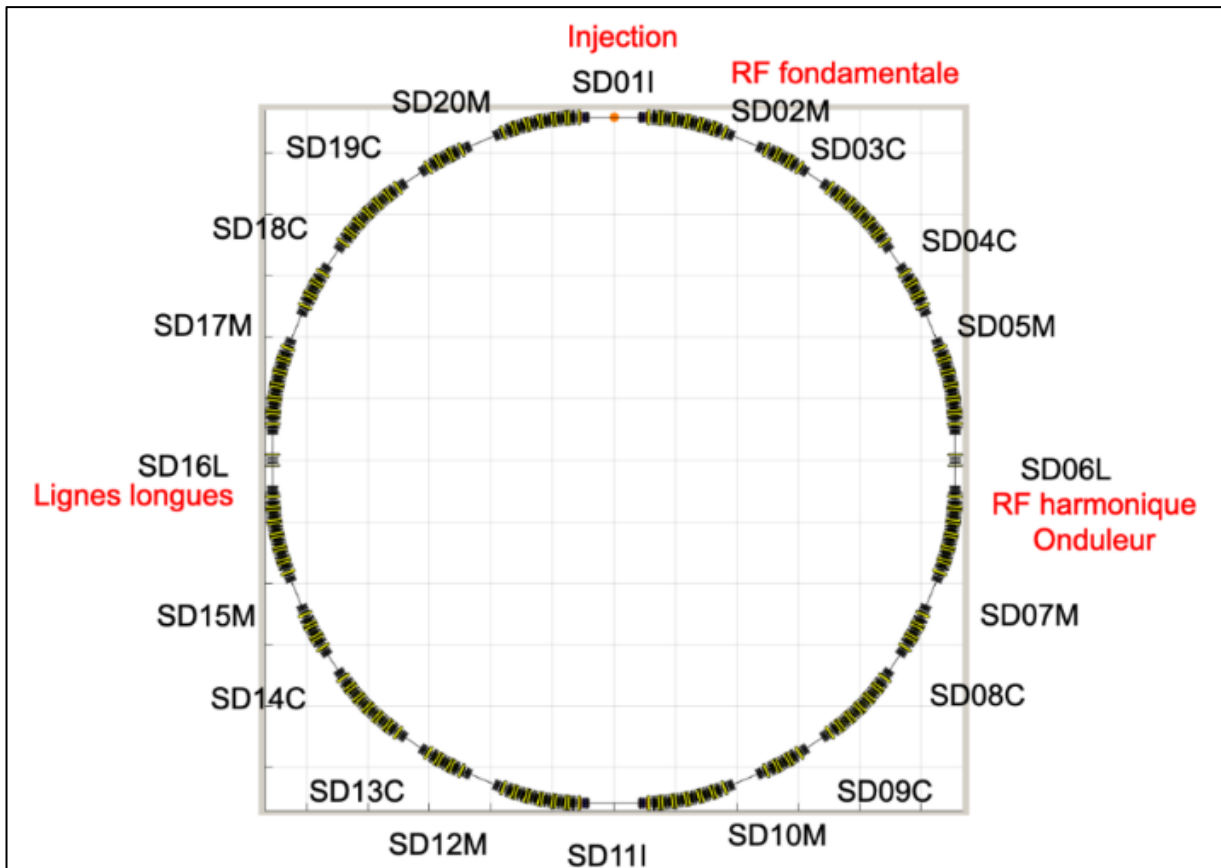


Figure 1 : Vue générale de la maille de l'anneau de stockage de SOLEIL II composée de 20 « secteurs vides » distincts et de 20 « sections droites ».

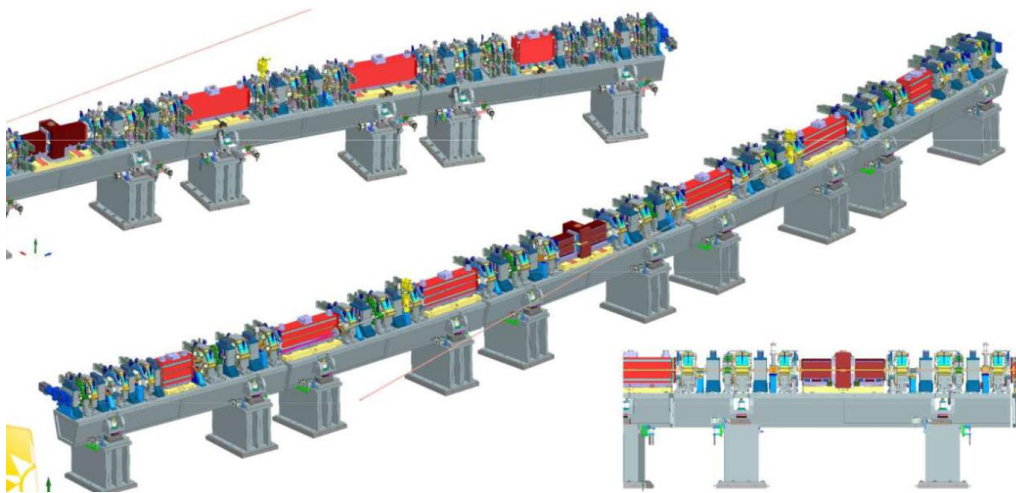


Figure 2 : Vue générale d'un arc magnétique ou « secteur vide » de l'anneau de stockage.

Caractéristiques principales des chambres à vide de l'anneau de stockage de SOLEIL II :

Les chambres à vide de l'anneau de stockage devront être intégrées dans un environnement mécanique très contraint. La compacité de la maille, liée à la densité des éléments magnétiques, impose des tolérances mécaniques de seulement quelques $1/10^{\text{e}}$ de millimètre, que

ce soit sur l'enveloppe générale extérieure des chambres que sur la réalisation des surfaces intérieures de celles-ci.

Diamètres caractéristiques intérieurs des chambres à vide : entre $\varnothing$ 12 mm et $\varnothing$ 16 mm.

Longueurs caractéristiques des chambres à vide : entre 500 mm et 2000 mm.

Les chambres à vide de l'anneau de stockage doivent également permettre la dissipation d'une grande partie de la puissance venant de l'impact des photons émis par les électrons et qui ne sont pas transmis aux lignes de lumière et servir d'absorbeurs : pour cette raison, les matériaux imposés pour la fabrication des chambres seront exclusivement les alliages de cuivre de type CuCrZr (cuivre chrome zirconium) et OFS (Oxygen Free Silver Bearing Copper).

Les chambres à vide seront refroidies par circulation d'eau.

Le dépôt NEG de TiZrV et de 0,5 μ m d'épaisseur sur la surface intérieure de toutes les chambres à vide sera l'élément clef du maintien des caractéristiques UHV de l'anneau de stockage. Et cela aussi bien en phase de « commissioning » de l'anneau (réduction initiale de la photodésorption de plusieurs ordres de grandeur) qu'en phase opérationnelle (maintien du vide limite). Après l'activation du NEG, la pression UHV devra se situer dans le bas 10^{-10} mbar ($< 5 \times 10^{-10}$ mbar) et être atteignable sans l'ajout de pompes standards supplémentaires. Les espèces gazeuses résiduelles dominantes dans la chambre à vide devront être : H₂, CO, CO₂ et CH₄. Les performances de pompage du NEG, telles que la capacité de sorption (mbar.l/cm²) et la vitesse de pompage initiale, devront être mesurées sur le CO et être comparables aux valeurs de référence publiées dans la littérature (capacité de sorption de 1×10^{-5} mbar.l/cm² et une probabilité de collage (sticking probability) initiale de 0,7).

Le profil intérieur des chambres à vide devra également respecter les critères d'impédance imposés par le groupe Physique des Accélérateurs : c'est-à-dire avoir le profil intérieur le plus homogène possible en limitant les marches et les cavités à des dimensions inférieures à 0,05 mm.

Les chambres à vide seront raccordées entre elles par des brides de jonction UHV de type MO (Matsumoto-Ohtsuka) ou de type CF (Conflat ®) avec joints en OFHC.

3. QUANTITE ET DELAIS

Quantité :

Le nombre de chambres à vide à fabriquer est de 135. À ce nombre s'ajoute la fabrication de 25 chambres supplémentaires destinées à constituer des « spares ».

La fabrication des chambres à vide fera l'objet d'un découpage en lots distincts représentatif des spécificités des chambres à vide. Les fournisseurs soumissionnaires auront la possibilité de répondre à un ou plusieurs lots indépendamment.

L'attribution des marchés pourra être effectuée lot par lot, sous réserve du respect des exigences techniques, de la qualité et du planning spécifiés dans le CCTP.

Le marché sera composé de cinq lots :

- **LOT n°1** **x 15 chambres**
Chambres à vide [**Keyhole et BPM intégré**]
(15 chambres en 5 familles)

- **LOT n°2** **x 57 chambres**

Chambres à vide **[Cintrée]**
(57 chambres en 4 familles)

- **LOT n°3** **x 20 chambres**

Chambres à vide Dipôle **[Cintrée DNC]**
(20 chambres en 8 familles)

- **LOT n°4** **x 35 chambres**

Chambres à vide **[Matching]**
(35 chambres en 8 familles)

- **LOT n° 5** **x 8 chambres**

Chambres à vide **[Section Droite]**
(8 chambres en 4 familles)

Les chambres à vide de rechange ou « spares » seront ajoutées dans chacun de ces lots, soit 25 unités réparties proportionnellement.

Délais :

Le planning de réalisation est basé sur un délai relatif à partir de la notification du marché (T0).

Cas de figure :

- Si un Titulaire est retenu pour **un seul lot**, le planning ci-dessous s'applique strictement à ce lot.
- Si un Titulaire est retenu pour **plusieurs lots**, il doit fournir un planning intégré démontrant sa capacité à mener les phases de conception et de prototypage (Phase 1 et 2) de front ou de manière décalée, afin de garantir les dates de livraison finales.
- SOLEIL se réservera le droit de faire démarrer les lots de manière simultanée auprès de différents fournisseurs.

Le planning prévisionnel souhaité est indiqué dans le tableau ci-après (**planning cible pour chaque lot**).

Jalons	Date estimées	Livrables/Objectifs
Notification du marché du LOT	T0	Marché /ATTRI
Réunion de lancement	T0 + 4 semaines	Planning détaillé du LOT et Plan Qualité
Revue de conception Lancement 1 ^{er} Série	T0+3 mois	Plans de fabrications Validation par SOLEIL du lancement 1 ^{er} Série
Validation 1 ^{er} Série	T0+9 mois	Succès des tests usine (Vide, Tolérance, NEG)
Livraison 1 ^{er} Série	T0+9mois	Livraison à SOLEIL pour SAT
Lancement de fabrication Série	T0+10 mois	Après levée réserve du 1 ^{er} série

Test en usine (FAT) du LOT ou fraction de LOT	T0+15 mois à 24 mois	Selon volume et la complexité du LOT PV de contrôle et tests signés des deux parties
Livraison du LOT ou fraction LOT	T0+15 mois à 24 mois	Livraison de l'équipement Livraison de toute la documentation Selon volume et la complexité du LOT *
Test sur site (SAT) du LOT ou fraction de LOT	T0+16 mois à 25 mois	PV de contrôle et tests signés des deux parties Selon volume et la complexité du LOT

**Note : Le délai final de livraison sera ajusté lors de la négociation en fonction de la taille du lot (ex: 15 chambres pour le Lot 1 vs 57 chambres pour le Lot 4).*