

## DESCRIPTION SOMMAIRE POUR LA REALISATION DE 3 CAVITES RF HARMONIQUES POUR LE COMPTE DU SYNCHROTRON SOLEIL

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Modifications
2025/07/02	Responsable adjoint du groupe RF et LINAC	Groupe Achats	Directeur DAI	
Destinataires				

# PUBLIC

*La version électronique fait foi.*



## DESCRIPTION SOMMAIRE DU BESOIN

### TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE.....	3
2. DESCRIPTION DU MARCHE .....	3
3. RECEPTION ET TESTS DES EQUIPEMENTS EN VUE DU COMMISSIONING SOLEIL II.....	5

## 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 le tunnel existant 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 DU BESOIN

L'anneau de stockage de SOLEIL II s'appuiera essentiellement sur deux systèmes RF :

- 1) L'un, fondamental à 352 MHz, permettra d'obtenir l'acceptance en énergie adéquate du faisceau d'électrons et compenser sa perte d'énergie par tour ;
- 2) Et l'autre, harmonique à 1409 MHz (4 fois 352 MHz), fournira la tension maximale de 350 kV par cavité dans l'ultravide (250 kV en opération nominale) nécessaire à allonger les paquets jusqu'à environ 100 ps FWHM et ainsi préserver la faible émittance et assurer une durée de vie du faisceau appropriée.

Les paramètres de l'anneau de stockage SOLEIL II, avec notamment des modes uniformes de remplissage faisceau, ont conduit au choix de cavités en cuivre (chaudes) à modes d'ordres

inférieurs et supérieurs (respectivement LOM => Lower-Order Mode et HOM => Higher-Order Mode) amortis pour le système harmonique (figure 1).

Pour le système RF harmonique, 3 cavités seront nécessaires (2 + 1 de rechange).

SOLEIL fournira les plans détaillés d'un système complet de cavité RF.

Chacune des cavités comprend 2 résonateurs coaxiaux, le **résonateur principal** à 1.41GHz, auquel est couplé le **résonateur LOM** permettant d'amortir le mode à 705 MHz. Ce dernier est chargé par **6 antennes LOM** coaxiales qui extraient la puissance du LOM pour la dissiper sur des charges extérieures. Quatre jeux de 6 antennes LOM seront nécessaires (1 par cavité + 1 de rechange).

Chaque cavité est également équipée d'un jeu de trois **atténuateurs HOM** terminée par un **absorbeur HOM** consistant en une transition guide à coaxial permettant d'extraire la puissance des HOM's afin de la dissiper sur une charge extérieure.

Le marché consiste en la fabrication de :

- 3 cavités harmoniques comprenant chacune les 2 résonateurs coaxiaux, les 6 antennes LOM associées ainsi que leurs jeux d'atténuateurs HOM munis de leurs absorbeurs.
- 2 jeux d'absorbeurs de rechange,
- 6 antennes LOM de rechange.

Le résonateur LOM et les atténuateurs HOM permettent d'extraire et d'absorber la puissance des modes associés qui pourraient générer des instabilités faisceau.

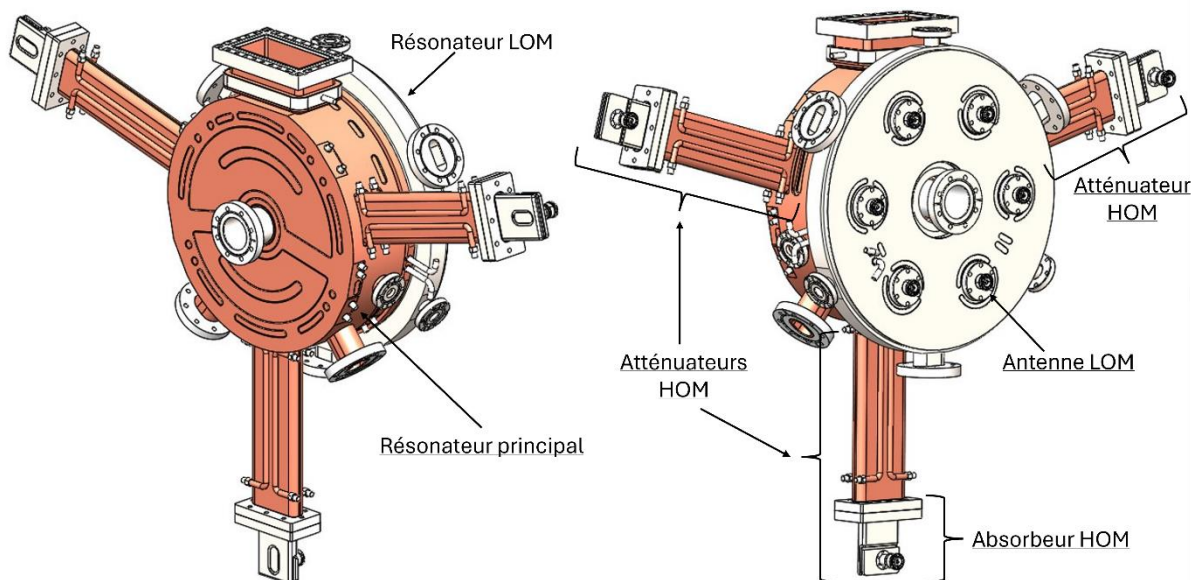


Figure 1 : Modélisation 3D d'un ensemble cavité harmonique équipée de son résonateur LOM et de ses 3 atténuateurs HOM

### **3. RECEPTION ET TESTS DES EQUIPEMENTS EN VUE DU COMMISSIONING SOLEIL II**

Afin de minimiser le temps de commissioning des nouvelles cavités fondamentales sur l'anneau de stockage de SOLEIL II, il est envisagé d'en installer deux sur la machine SOLEIL actuelle avant son arrêt définitif prévu en octobre 2028. Idéalement, une installation début 2027 permettrait en effet de tester en avance de phase ces équipements en opération sur une période significative et ainsi d'optimiser leur fonctionnement pour le démarrage de SOLEIL II qui sera très contraint en termes de coactivité.

Pour y parvenir, les cavités harmoniques devront être livrées sur le site de SOLEIL en deux temps :

- Avant mi 2027 : une livraison partielle comprenant la première cavité complète pour tests et validation.
- Avant fin 2029 : Livraison des deux cavités restantes, des 2 jeux d'absorbeurs de rechange ainsi que des 6 antennes LOM de rechange.