

Référence : PRO-WP1_2-CCTP-P-01437

P

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP) POUR LES BLOCS D'AIMANTS PERMANENTS EN SAMARIUM-COBALT POUR LES DIPOLES NORMAUX LONGS ET DIPOLES SUPERBEND DE SOLEIL II

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Visa de la Direction de projet
19/02/2026	Ingénieur GMI	Responsable WP 1.1.11 Responsable WP 1.1.2 Responsable WP 1.1.4 Responsables WP 1.1.8 Responsable WP 1.1.13	Coordinateur du programme 1.1	
Destinataires	Soumissionnaires			

PUBLIC

La version électronique fait foi.



1. INTRODUCTION	4
1.1. PRESENTATION DU SYNCHROTRON SOLEIL	4
1.2. PRESENTATION DE SOLEIL II	5
1.3. GROUPE GESTIONNAIRE	5
2. DOCUMENTS APPLICABLES	5
2.1. GENERAL	5
2.2. NORMES ET REGLES GENERALES	5
3. OBJET DU MARCHE	6
4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES BESOINS (STB)	6
4.1. DESIGN DES BLOCS D'AIMANTS PERMANENTS	6
4.2. EMBALLAGE DES AIMANTS	8
4.3. DESSINS DE DEFINITION	9
5. ETENDUE DE LA PRESTATION	10
5.1. RESPONSABILITES DU TITULAIRE	10
5.2. RESPONSABILITES DE SOLEIL	11
6. TESTS DE REUNION D'ENCLenchement/VALIDITE/RECETTES/RECEPTION	11
6.1. TESTS DE REUNIONS D'ENCLenchement	11
6.2. CARACTERISATION DES BLOCS D'AIMANTS.	11
6.3. RECETTE EN USINE	13
6.4. LIVRAISON A SOLEIL	14
6.5. RECETTE SUR SITE (SAT)	14
6.6. PROCES-VERBAL	14
7. ETIQUETAGE, EMBALLAGE ET TRANSPORT	14
7.1. ETIQUETAGE	14
7.2. EMBALLAGE	14
7.3. TRANSPORT/LIVRAISON	15
8. ACCEPTATION	15
9. GARANTIE	15
10. EXECUTION DU CONTRAT, PLANNING ET RAPPORT D'AVANCEMENT	16
10.1. PHASAGE DU CONTRAT ET POINTS D'ARRET	16
10.2. PLANNING	17
10.3. RAPPORT D'AVANCEMENT	18
10.4. ECARTS	18
11. EXIGENCES QUALITE – SECURITE - ENVIRONNEMENT	19
11.1. ASSURANCE QUALITE	19
12. DOCUMENTATION	19

12.1. DOCUMENTATION FOURNIE PAR SOLEIL	19
12.2. DOCUMENTATION FOURNIE PAR LE TITULAIRE	20

CCTP POUR LES BLOCS D'AIMANTS PERMANENTS EN SAMARIUM-COBALT POUR LES DIPOLES NORMAUX LONGS ET LES DIPOLES SUPERBEND DE SOLEIL II

1. INTRODUCTION

1.1. PRESENTATION DU SYNCHROTRON SOLEIL



Situé au cœur du cluster Paris-Saclay, à une vingtaine de kilomètres de Paris, SOLEIL¹ est la source française de rayonnement synchrotron.

Dans cette Très Grande Infrastructure de Recherche, les expériences reposent sur l'utilisation d'un rayonnement lumineux produit par des paquets d'électrons circulant quasiment à la vitesse de la lumière dans un anneau. Ce rayonnement, exceptionnellement brillant, couvre une gamme de longueurs d'onde très large : de l'infrarouge jusqu'aux rayons X, en passant par les ultraviolets. Ses caractéristiques (intensité, focalisation, stabilité...) permettent d'observer la matière à toutes les échelles, jusqu'à celle de l'atome, pour des expériences tant en recherche fondamentale qu'en recherche appliquée ou d'intérêt industriel.

Depuis 2008, SOLEIL est au service de nombreux domaines qui mobilisent la science et l'industrie aujourd'hui : la physique, la biologie, la chimie, la science des matériaux, l'environnement, les sciences de la Terre ou le patrimoine culturel, notamment.

¹ SOLEIL : Source Optimisée de Lumière d'Energie Intermédiaire du LURE* (*Laboratoire d'Utilisation du Rayonnement Électromagnétique)

SOLEIL est placé sous la double tutelle du CNRS² et du CEA³, et offre à son personnel un environnement de travail pluridisciplinaire et international.

1.2. PRESENTATION DE SOLEIL II

Le projet SOLEIL II est une modernisation ambitieuse de l'ensemble de l'installation qui permettra des expériences jusqu'à dix mille fois plus rapides, mille fois plus sensibles, avec une résolution à l'échelle du nanomètre, et ainsi de contribuer de manière décisive à de nombreux enjeux sociétaux dans la recherche sur les matériaux avancés, l'énergie et le développement durable, la santé et le bien-être, l'environnement.

Les premiers approvisionnements pour la construction de SOLEIL II débutent en 2024. Le fonctionnement de l'installation actuelle se poursuivra en parallèle jusqu'à l'automne 2028. Le démarrage de SOLEIL II est prévu pour 2030, avec une montée en puissance jusqu'en 2035.

Pour plus de détails, on pourra se reporter au site web : <http://www.synchrotron-soleil.fr/>

1.3. GROUPE GESTIONNAIRE

Dans le cadre du projet SOLEIL II, le Groupe Magnétisme et Insertions (GMI) est responsable de l'ensemble du cycle de réalisation des aimants destinés aux accélérateurs de SOLEIL II ainsi que des onduleurs pour les lignes de lumière. Cette mission couvre toutes les étapes, depuis la conception jusqu'à la mise en service, en veillant à respecter les exigences de précision, de stabilité et de compatibilité avec l'environnement global.

Les équipements mentionnés dans ce CCTP seront utilisés au sein du groupe GMI de la division Accélérateur et Ingénierie.

2. DOCUMENTS APPLICABLES

2.1. GENERAL

Les documents applicables à la prestation sont les suivants :

- Les présentes spécifications techniques,
- L'ensemble des normes et standards mentionnés dans le paragraphe 2.2,
- Les plans de consultation.

2.2. NORMES ET REGLES GENERALES

Le Titulaire doit respecter tous les codes, normes, règles et directives listés ci-après. Il peut proposer des normes équivalentes après justification. La liste n'est pas limitative et le Titulaire peut proposer toutes les normes qui lui semblent applicables.

Les codes, normes, règles et directives doivent être utilisés dans leur dernière version applicable.

- NF EN ISO 9001 : « Système de management de la Qualité – Exigences »

² CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

³ CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

-- IEC/EN 60404-5 et IEC/EN 60404-14 : « Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des aimants permanents » ;

3. OBJET DU MARCHE

Les prestations du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) définissent les modalités et contraintes techniques pour la fabrication, les tests, l'emballage et la livraison au Synchrotron SOLEIL de 9800 blocs d'aimants permanents en Samarium-Cobalt ($\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$) pour les dipôles normaux longs et les dipôles SuperBend de l'anneau de stockage.

4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES BESOINS (STB)

4.1. DESIGN DES BLOCS D'AIMANTS PERMANENTS

Le marché comprend douze géométries de blocs de $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$, toutes les géométries sont parallélépipédiques ; le Tableau 1 liste les différents types de blocs et les quantités requises des différentes géométries. La direction d'aimantation dans le bloc de $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ est représentée sur la Figure 1.

Tableau 1: Type de blocs, numéro et nom des plans de fabrication des blocs aimantés et quantité des blocs

Type de blocs	Numéro DWG	Nom	Quantité
EXXXX	CAO000167305/AA	AIMANT EXXXX DNL 112	3944
FXXXX	CAO000163076/AA	AIMANT FXXXX DNL 112	3672
IXXXX	CAO000162800/AA	AIMANT IXXXX SB DQ 112	644
JXXXX	CAO000171306/AA	AIMANT JXXXX SB DQ 112	588
KXXXX	CAO000167134/AA	AIMANT KXXXX SB 17 PC 112	96
LXXXX	CAO000171745/AA	AIMANT LXXXX SB 17 PC 112	108
MXXXX	CAO000167138/AA	AIMANT MXXXX SB 17 PC LG1 112	30
NXXXX	CAO000171746/AA	AIMANT NXXXX SB 17 PC LG2 112	30
PXXXX	CAO000165046/AA	AIMANT PXXXX SB 30 PC 116	272
QXXXX	CAO000171747/AA	AIMANT QXXXX SB 30 PC 116	336
RXXXX	CAO000165062/AA	AIMANT RXXXX SB 30 PC LG1 116	40
SXXXX	CAO000168700/AA	AIMANT SXXXX SB 30 PC LG2 116	40

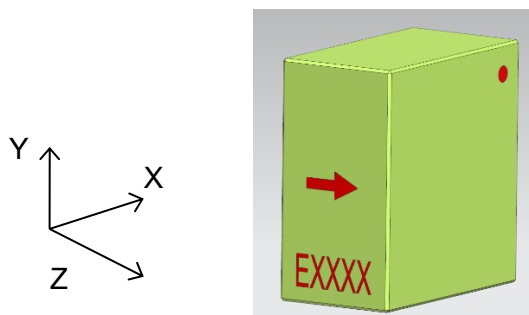


Figure 1: Bloc d'aimant $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ avec les marques pour la direction de l'aimantation, son repère et son numéro d'identification.

4.1.1. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES BLOCS D'AIMANTS

- 4.1.1.1 Les blocs d'aimants $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ doivent être obtenus par pressage selon le procédé de moulage approprié, garantissant la densité, la cohésion et les caractéristiques magnétiques spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3.
- 4.1.1.2 Les poudres de $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ pourront provenir du recyclage d'aimants $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ préexistants, à condition que les propriétés magnétiques, chimiques et mécaniques des aimants finis soient identiques à celles obtenues à partir de poudres vierges et conformes aux exigences du présent CCTP.
- 4.1.1.3 Chaque bloc doit être constitué d'une seule pièce de matériau
- 4.1.1.4 Le rayon de courbure ou chanfrein maximal autorisé sur n'importe quelle arête est de 0,5 mm
- 4.1.1.5 Aucun bloc ne doit présenter de défauts de surface, les surfaces ne doivent avoir aucune fissure ou variation de planéité conformément aux plans de fabrication listés dans le Tableau 6.
- 4.1.1.6 Les blocs doivent être exempts de graisse et de poudre magnétique libre
- 4.1.1.7 Chaque bloc doit avoir des marques d'identification permanentes d'épaisseur négligeable sur deux faces opposées indiquant le numéro de série et une flèche pour indiquer la direction de l'aimantation, comme indiqué dans la Figure 1 et les plans de fabrication.
- 4.1.1.8 Selon l'axe cartésien défini sur la Figure 1, les faces des blocs magnétiques sont indexées comme suit : x-, x+, y-, y+, z-, z+, où « + » signifie les directions positives des axes correspondants du système de coordonnées local. Le fournisseur doit placer une marque permanente, symbolisée à la Figure 1 par un point, située dans le coin supérieur droit de la face z+. Cette marque est nécessaire pour orienter le système de coordonnées local sans aucune confusion. Pour les blocs magnétiques, le repère doit être placé comme indiqué sur la Figure 1.

4.1.2. PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES BLOCS D'AIMANTS

- 4.1.2.1 Chaque bloc $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ doit subir une stabilisation thermique à 120 °C pendant trois heures avant les tests de recette en usine
- 4.1.2.2 Les valeurs listées dans le Tableau 2 doivent être respectées à 20°C après stabilisation thermique pour les aimants de types EXXXX, FXXXX, IXXXX, JXXXX, KXXXX, LXXXX, MXXXX et NXXXX.
- 4.1.2.3 Les valeurs listées dans le Tableau 3 doivent être respectées à 20°C après stabilisation thermique pour les aimants de type PXXXX, QXXXX, RXXXX et SXXXX.

Tableau 2: Propriétés magnétiques des blocs de types EXXXX, FXXXX, IXXXX, JXXXX, KXXXX, LXXXX, MXXXX et NXXXX

Matériel	Samarium-Cobalt Sm ₂ Co ₁₇
Valeur minimale du champ rémanent B _r (T)*	1.12
Coercivité H _{cb} (kA/m)*	830
Coercivité intrinsèque H _{cj} (kA/m)*	2000
Écart maximal entre le moment dipolaire total d'un bloc individuel et la valeur moyenne de tous les blocs**.	± 2 %
Ecart angulaire maximal de la direction de l'aimantation par rapport à l'axe physique de chaque bloc	± 2°

Tableau 3: Propriétés magnétiques des blocs de types PXXXX, QXXXX, RXXXX et SXXXX

Matériel	Samarium-Cobalt Sm ₂ Co ₁₇
Valeur minimale du champ rémanent B _r (T)*	1.16
Coercivité H _{cb} (kA/m)*	850
Coercivité intrinsèque H _{cj} (kA/m)*	1900
Écart maximal entre le moment dipolaire total d'un bloc individuel et la valeur moyenne de tous les blocs**.	± 2 %
Ecart angulaire maximal de la direction de l'aimantation par rapport à l'axe physique de chaque bloc	± 2°

*Valeur minimale moyennée sur tous les blocs.

**Aucun réglage supplémentaire de la magnétisation n'est autorisé afin de satisfaire à cette exigence.

4.2. EMBALLAGE DES AIMANTS

Chaque bloc d'aimant est emballé dans une boîte individuelle. Les boîtes individuelles doivent être conçues afin de permettre :

- La sécurisation des blocs d'aimants permanents
- L'identification des blocs d'aimants
- Réduire les forces entre les aimants afin de faciliter leur manipulation

4.2.1. PROPOSITION DE BASE

4.2.1.1 Conditionnement des blocs dans des cartons

Des plans de principe CAO000168782/AA, CAO000168779/AA et CAO000168780/AA sont proposés pour la fabrication des boîtes individuelles des blocs d'aimants permanents.

Les aimants une fois sécurisés dans leurs boîtes individuelles sont rangés dans des cartons comme listés dans le Tableau 4.

Chaque carton devra comporter un étiquetage clair indiquant à minima :

- Le type de dipôles correspondant au carton, conformément à la nomenclature définie au présent CCTP ;
- La liste exhaustive des numéros de série des blocs d'aimant contenus dans le carton.
- L'étiquetage devra être lisible, indélébile et apposé de manière visible sur au moins deux faces distinctes du carton.

SOLEIL fournira sur la base des mesures à la bobine de Helmholtz effectuées par le Titulaire la liste des aimants à ranger dans chaque carton.

Tableau 4:répartition des blocs d'aimants dans les différents cartons à livrer à SOLEIL

Carton	Nombre de cartons	Nombre de blocs dans un carton											
		EXXXX	FXXXX	IXXXX	JXXXX	KXXXX	LXXXX	MXXXX	NXXXX	PXXXX	QXXXX	RXXXX	SXXXX
DNL	68	58	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SB 1.7T	6	0	0	46	42	16	18	5	5	0	0	0	0
SB 3T	8	0	0	46	42	0	0	0	0	34	42	5	5

4.2.1.2 Conditionnement des cartons sur palette

- Les cartons seront conditionnés sur des palettes EPAL (norme européenne de manutention de palettes). Le conditionnement sur palette devra respecter les dimensions de palettes 1200 mm x 800 mm et la hauteur des cartons sur la palette (superposés ou non) ne devra pas dépasser 1000 mm, hors hauteur propre de la palette (144 mm), compte tenu des capacités de stockage à SOLEIL.
- Si plusieurs cartons sont conditionnés sur une même palette, les informations d'identification de chaque carton devront figurer sur les faces latérales visibles extérieures des cartons et un récapitulatif des informations par palette devra être accessible et visible sur la face correspondant à la largeur de 800 mm de la palette.

En cas de filmage des cartons sur la palette, ces informations devront rester accessible et visible.

4.2.2. EVOLUTION DE LA PROPOSITION DE BASE

Le Titulaire peut optimiser le design des boîtes individuelles des blocs d'aimants afin de réduire le volume total de l'emballage des aimants, tout en garantissant que les forces d'interaction entre les blocs d'aimants demeurent négligeables après conditionnement dans leurs boîtes individuelles.

Toute évolution proposée devra impérativement respecter la répartition des blocs d'aimants définie dans le Tableau 4 et le conditionnement sur les palettes EPAL.

4.3. DESSINS DE DEFINITION

Les dessins listés dans le Tableau 6 et au paragraphe 4.2.1.1 donnent toutes les dimensions et tolérances des blocs d'aimants et des boîtes. Pour ces boîtes, il s'agit de plans de principe donnés à titre d'exemples.

5. ETENDUE DE LA PRESTATION

5.1. RESPONSABILITES DU TITULAIRE

5.1.1. PERFORMANCES TECHNIQUES

Conformément aux spécifications techniques de ce document et à tous les documents référencés, le Titulaire est responsable de la fabrication des blocs d'aimants permanents et de la fabrication des boîtes individuelles dans lesquelles chaque bloc $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ est rangé et calé de façon à prévenir tout déplacement, même en cas de manipulation. Le Titulaire testera les blocs selon les termes de la recette en usine détaillée au paragraphe 6.3, puis après accord de SOLEIL les livrera à SOLEIL dans des boîtes individuelles. Il est de la responsabilité du Titulaire de mettre en place un système de contrôle permettant d'identifier toute non-conformité relative aux exigences techniques du présent CCTP et de s'assurer que les blocs d'aimants et les boîtes individuelles sont conformes à toutes les exigences de spécification.

5.1.2. TOLERANCES

Le Titulaire est responsable de vérifier que les blocs d'aimants qu'il fabrique respectent strictement les dimensions et les tolérances générales indiquées sur les dessins techniques des blocs d'aimants permanents.

5.1.3. OUTILLAGE/MONTAGE/TESTS

Le Titulaire est en charge :

- De l'approvisionnement de la matière première nécessaire à l'ensemble des pièces, y compris les blocs d'aimants permanents et leurs boîtes individuelles suivant la nomenclature ;
- De la définition et la réalisation des outillages spécifiques de fabrication ;
- Des montages et équipements d'essai et de test nécessaires à la fabrication et à la caractérisation des blocs d'aimants permanents ;
- Tous les tests de pièces et d'assemblages pour garantir la qualité produit requise ;
- Les tests de réception en usine des blocs d'aimant $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ et des boîtes individuelles ;
- Les mesures d'hystérésis et des moments magnétiques en usine de chacun des aimants permanents (voir paragraphe 6.2) ;
- Les contrôles et les essais sur site ;
- La prestation de garantie ;
- Des caractérisations de chacun des aimants permanents à la bobine de Helmholtz (voir paragraphe 6.2).

5.1.4. EMBALLAGE, TRANSPORT ET LIVRAISON

Le Titulaire est responsable des opérations suivantes :

- Protection et emballage individuels :
Assurer la protection et l'emballage de chaque bloc d'aimants dans sa boîte individuelle, conformément aux exigences techniques du CCTP.
- Conditionnement en cartons :
Procéder au rangement des blocs d'aimants (déjà emballés et protégés dans leurs boîtes individuelles) dans des cartons, selon l'ordre et la configuration spécifiés par SOLEIL.

Le Titulaire devra veiller à la stabilité, à la protection mécanique et à la lisibilité de l'identification de chaque carton.

- Protection, emballage extérieur, transport et livraison :

Assurer la protection, l'emballage extérieur, le transport et la livraison de l'ensemble des blocs d'aimants jusqu'au site du Synchrotron SOLEIL (DPU Synchrotron SOLEIL-F). Des détecteurs de choc devront être installés.

5.1.5. DOCUMENTATIONS TECHNIQUES

Le Titulaire est responsable des éléments suivants :

- Le planning de fabrication ;
- Les rapports d'avancement avec la mise à jour des plannings ;
- Les dessins techniques et de construction, et tous les dessins pertinents ;
- La documentation complète.

Durant l'exécution du contrat tout document approuvé par SOLEIL au titre du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (plans de fabrication, procédures, etc.) ne saurait dégager le Titulaire de sa responsabilité quant à la bonne exécution du contrat.

5.2. RESPONSABILITES DE SOLEIL

SOLEIL est responsable de :

- Le présent Cahier des clauses techniques particulières et son annexe ;
- Les plans de fabrication des blocs d'aimants ;
- La fourniture de gabarits pour valider les dimensions des aimants ;
- L'envoi de l'ordre de séquençement et de regroupement des blocs d'aimants en vue de leur expédition vers SOLEIL ;
- Les outils de manutention sur le site de SOLEIL à la livraison.

6. TESTS DE REUNION D'ENCLenchement/VALIDITE/RECETTES/RECEPTION

6.1. TESTS DE REUNIONS D'ENCLenchement

Lors de la réunion d'enclenchement le Titulaire doit démontrer sa capacité à produire des aimants et à les caractériser conformément aux exigences du présent CCTP. En particulier lors de la réunion d'enclenchement le Titulaire doit disposer de trois (3) blocs d'aimants $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ issus d'un projet antérieur, présentant des propriétés physiques et magnétiques similaires à celles définies dans les paragraphes 4.1.1 et 4.1.2. Le Titulaire effectuera sur chacun ces échantillons les mesures détaillées aux paragraphes 6.2.1.2, 6.2.1.3 et 6.2.1.4. Les trois (3) blocs seront envoyés à SOLEIL pour comparer les mesures avec l'instrumentation de SOLEIL.

6.2. CARACTERISATION DES BLOCS D'AIMANTS.

Lors de « la phase réalisation » (voir paragraphe 10.1.4), le Titulaire doit exécuter un ensemble de procédures de tests de validité pour vérifier que tous les blocs de $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ et les boîtes individuelles sont conformes aux exigences du présent CCTP. Les procédures de tests de

validité sont soumises à l'examen et à l'acceptation de SOLEIL au cours de la « phase de conception du projet » (voir paragraphe 10.1.3).

Le Titulaire doit décrire et fournir l'instrumentation nécessaire, pour effectuer tous les tests pertinents afin de garantir la conformité avec le présent CCTP. Les résultats des tests de validité sont soumis à l'examen et à l'acceptation de SOLEIL à l'issue de « la phase de réalisation » (voir paragraphe 10.1.4).

Les résultats de ces tests constituent la base de l'acceptation ou du refus par SOLEIL des blocs d'aimants si les performances sont jugées insuffisantes.

6.2.1. TEST DE VALIDITE DES BLOCS D'AIMANTS

Les tests de validité des blocs d'aimants doivent à minima inclure les mesures suivantes :

6.2.1.1 Les résultats des tests « Go/no-Go » effectués sur chaque bloc à l'aide de gabarits fournis par SOLEIL,

6.2.1.2 Des mesures doivent être effectuées sur un échantillon d'au moins 10% des blocs pour vérifier les principales dimensions hors tout en plusieurs points sur chaque paire de surfaces, mais également les angles et tolérances de forme spécifiés sur les dessins cités dans le Tableau 6,

6.2.1.3 Pour chaque lot de fabrication d'aimants, un échantillon d'au moins trois blocs doit être prélevé et, après stabilisation de la température, soumis à une mesure graphique d'hystérésis, ou équivalente, pour vérifier que le champ rémanent, la force coercitive et la force coercitive intrinsèque sont dans les limites spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3.

6.2.1.4 Chaque bloc doit être mesuré magnétiquement à l'aide d'un système de bobines de Helmholtz ou similaire, avec une précision de 0,1 % et 0,1° ou mieux, afin de vérifier que la variation du moment magnétique total et de l'angle de déviation se situe dans les limites spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3. Les mesures doivent être effectuées après le processus de stabilisation thermique spécifié au paragraphe 4.1.2.1, et dans un environnement à température contrôlée pouvant garantir une stabilité de température de $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Les blocs doivent être stockés dans la pièce à température contrôlée pendant au moins une journée avant d'être mesurés.

6.2.1.5 Les données de ces tests doivent être fournies au Synchrotron SOLEIL avant la fin de « la phase de réalisation », pour chaque bloc, répertorié en fonction du numéro de série du bloc, à la fois sous forme écrite et sur un format de fichier texte ASCII pur compatible PC. Les fichiers de données doivent contenir explicitement :

- Le lot de fabrication du bloc,
- La température du bloc pendant la mesure,
- Les composantes de magnétisation M_x , M_y , M_z (valeurs avec le signe) le long de trois directions orthogonales perpendiculaires aux faces du bloc. Les composantes de l'aimantation doivent être indiquées dans le système de coordonnées local par rapport à la géométrie des blocs détaillée au paragraphe 4.1.1 et illustrée à la Figure 1.

- L'angle de déviation de l'aimantation.
- L'aimantation totale M

Tout bloc ne satisfaisant pas aux tests de validité doit être remplacé.

6.2.2. TEST DE VALIDITE DES BOITES INDIVIDUELLES

Le titulaire devra démontrer que :

- Chaque boîte est clairement identifiable,
- Chaque type de bloc listé dans le Tableau 1 peut être placé et maintenu en sécurité dans une boîte,
- L'attraction entre deux blocs d'aimant, chacun rangé dans sa boîte, est négligeable.

6.3. RECETTE EN USINE

La recette en usine a pour objectif de vérifier la conformité :

- de l'emballage ;
- de la cohérence logistique ;
- et de la qualité des produits.

6.3.1. CONTROLE DE L'EMBALLAGE (100 % DES CARTONS)

SOLEIL vérifiera que l'emballage est conforme aux exigences du CCTP et garantit l'intégrité des aimants. Chaque carton fera l'objet d'un contrôle visuel systématique portant sur :

- L'intégrité mécanique du carton,
- L'absence de détérioration (chocs, humidité, ouverture),
- La présence d'un éventuel blindage magnétique,
- La conformité de l'étiquetage :
 - La référence du carton ;
 - La quantité ;
 - Les numéros d'aimants contenu dans les cartons.

6.3.2. CONTROLE DE LA COHERENCE ENTRE LE CONTENU DES CARTONS ET LE LISTING

Pour vérifier la concordance entre les informations fournies par le fournisseur et le contenu réel des cartons, un échantillon de vingt (20) cartons est tiré aléatoirement. Pour chaque carton prélevé :

- Le carton sera ouvert,
- Les blocs d'aimants seront comptés,
- Le listing fournisseur sera comparé au contenu du carton

6.3.3. CONTROLE QUALITE DES BLOCS D'AIMANTS

Afin de vérifier la conformité des blocs d'aimants avec les exigences du CCTP sans contrôle exhaustif :

- Tous les blocs d'aimants des vingt (20) cartons prélevés aléatoirement seront contrôlés visuellement afin de s'assurer du bon état de surface et de l'absence de fissures, de corrosion, de chocs ou d'éclats,
- Dix (10) aimants seront prélevés aléatoirement parmi les vingt (20) cartons ouverts et seront effectués les tests de validité (voir paragraphes 6.2.1.1 et 6.2.1.2)

- Un lot de trois (3) échantillons sera prélevé dans les dix (10) aimants prélevés et seront effectués les tests de validité (voir les paragraphes 6.2.1.3 et 6.2.1.4).

Tous les résultats du contrôle qualité des blocs d'aimants seront comparés aux données obtenues lors des tests de validité effectué pendant « la phase de réalisation ».

6.4. LIVRAISON A SOLEIL

6.4.1. INSPECTION VISUELLE

Toute livraison sur le site de SOLEIL fera l'objet d'un protocole de sécurité SOLEIL (réf DIR-SEC-CR-P-7178) où seront précisées les consignes de sécurité pour les opérations de manutentions.

Tout matériel fera l'objet d'un contrôle visuel à la livraison par SOLEIL avec priorité donnée à tout carton présentant à la date de livraison des détecteurs de chocs alarmants.

6.5. RECETTE SUR SITE (SAT)

La SAT à SOLEIL consistera à :

- Une inspection visuelle des différentes caisses livrées
- Une ouverture d'une dizaine de cartons
- La mesure aléatoire de 1% des aimants par SOLEIL.

6.6. PROCES-VERBAL

Après chaque réception (usine ou site) un procès-verbal sera réalisé et signé par les parties.

La réception définitive sera prononcée lorsque les conditions suivantes seront réunies :

- Livraison, des blocs d'aimants,
- Essais satisfaisant des blocs d'aimants,
- La remise de la documentation de l'ensemble des blocs d'aimants.

7. ETIQUETAGE, EMBALLAGE ET TRANSPORT

7.1. ETIQUETAGE

Les éléments suivants doivent être marqués sur les caisses :

- Adresse de SOLEIL clairement affichée à l'extérieur de la caisse d'emballage,
- Contenu,
- Destination finale des caisses (bâtiment),
- Nom de l'interlocuteur à SOLEIL,
- Nom du fabricant,
- Des indications telles que « fragile » et « top », « maintenir debout »,
- Numéro de contrat,
- Nombre et poids de la caisse,
- Points d'appui pour soulever la caisse.

7.2. EMBALLAGE

Le Titulaire doit fournir une caisse de transport adaptée au stockage et les moyens pour protéger les objets de tout dommage éventuel pendant le transport et protéger des conditions climatiques, de la contamination, du déchargement par chariot élévateur et de tout type de

dommage. Un détecteur de chocs à faible sensibilité devra également être prévu et installé sur les caisses de transport.

7.3. TRANSPORT/LIVRAISON

Le Titulaire inclura dans son offre le transport de l'usine vers le site Synchrotron SOLEIL de l'ensemble de l'équipement sera à livrer à l'adresse suivante :

Synchrotron SOLEIL
L'Orme des Merisiers
Départementale 128
91190 Saint-Aubin
France

Toute livraison sur le site de SOLEIL sera soumise à l'autorisation écrite préalable du représentant technique de SOLEIL. Une telle autorisation ne sera accordée au Titulaire qu'après la réussite des tests d'acceptation en usine décrits au paragraphe 6.3 et après réception du rapport FAT correspondant et des documents d'assurance qualité par SOLEIL. Les blocs d'aimants seront livrés à une date convenue d'un commun accord entre SOLEIL et le fabricant en cohérence avec le planning (voir paragraphe 10.2). Le Soumissionnaire inclura dans son offre le transport depuis l'entreprise jusqu'à SOLEIL.

Il est à noter que SOLEIL fournira les outils de manutention ainsi qu'un chariot élévateur. Cependant, SOLEIL ne dispose pas de quai de déchargement. Si la prestation nécessite un matériel spécifique pour le déchargement (pont roulant, transpalette, etc.), le Titulaire devra en informer SOLEIL avant l'expédition.

8. ACCEPTATION

L'acceptation des blocs sera prononcée par SOLEIL après la réussite des « Site Acceptance Tests » (SAT).

Toute réception des blocs sera formalisée par procès-verbal de réception signé sans réserve par le Titulaire et SOLEIL.

Le règlement de toute réception ne saurait valoir renonciation à tout droit de recours de SOLEIL s'il s'avérait, au moment de la réalisation des essais pour la mise en service du nouvel Anneau de Stockage de SOLEIL, que les équipements ne sont pas conformes aux spécifications techniques de SOLEIL.

9. GARANTIE

Tous les éléments de la fourniture spécifiés dans le présent document sont couverts par une garantie contre les défauts de matériaux et de fabrication. La garantie est d'une durée de deux ans à compter de la date d'acceptation à SOLEIL. Les unités ou pièces de rechange doivent être disponibles pendant une période minimale de dix (10) ans à compter de la date de réception à SOLEIL.

10. EXECUTION DU CONTRAT, PLANNING ET RAPPORT D'AVANCEMENT

10.1. PHASAGE DU CONTRAT ET POINTS D'ARRET

Le contrat est scindé en six phases successives.

Le passage d'une phase à la suivante est conditionné à la validation formelle de SOLEIL, matérialisée par un accord écrit, pour les phases identifiées comme jalon de validation.

10.1.1. PHASE 1 : ATTRIBUTION DU MARCHE

- Jalon de Validation n°1

Signature du contrat par SOLEIL et le Titulaire

10.1.2. PHASE 2 : ENCLENCHEMENT DU CONTRAT

Cette phase vise à :

- Rappeler les obligations du Titulaire et de SOLEIL
- Confirmer la capacité du Titulaire à satisfaire aux exigences du présent CCTP.

SOLEIL se déplacera sur le site du Titulaire pour la réunion d'enclenchement du contrat et la tenue des tests détaillés au paragraphe 6.1.

- Jalon de Validation n°2 : La conformité des échantillons,
- Les résultats de caractérisation ;
- La capacité du Titulaire à satisfaire aux exigences du présent CCTP.

10.1.3. PHASE 3 : PHASE DE CONCEPTION

Durant cette phase :

- Le Titulaire établira l'ensemble des plans d'exécution définitifs et documents techniques nécessaires à la fabrication, au contrôle, à l'emballage et à la livraison des blocs d'aimants ;
- Le Titulaire définira précisément les volumes, masses et modalités de conditionnement des cartons ou caisses destinés à être livrés à SOLEIL, en conformité avec les exigences du présent CCTP ;
- Le titulaire fournira la liste détaillée des essais et tests de validité des blocs d'aimants et des boîtes individuelles ;
- La liste détaillée des tests de la recette usine.

La phase est conclue par une revue de conception.

- Jalon de Validation n°3

Le lancement de la fabrication est conditionné à la validation formelle par SOLEIL :

- Des plans d'exécution,
- Des procédures de fabrication et de contrôle,
- Des dispositions d'emballage et de logistique,
- Le document de recette usine (procès-verbal / fiches de relevés / rapport FAT) destiné à être complété lors de la FAT.

Aucune fabrication ne pourra être engagée sans cet accord écrit.

10.1.4. PHASE 4 : PHASE DE REALISATION

Le Titulaire lancera la fabrication des blocs d'aimants et des boîtes individuelles uniquement après la validation du jalon n°3.

À l'issue de la fabrication :

Le Titulaire notifiera à SOLEIL de la fin de production ;

Les dossiers de fabrication et de contrôle seront transmis pour examen.

Les résultats des tests de validité des blocs aimants et des boîtes individuelles seront transmis à SOLEIL pour validation,

L'envoi au Titulaire par SOLEIL de l'ordonnancement des aimants dans les différents cartons listés dans le Tableau 4, au maximum huit (8) semaines après réception des résultats des tests de validité des blocs d'aimants et des boîtes individuelles.

- Jalon de validation n°4 :

Le passage à la phase d'emballage est conditionné à la validation écrite de SOLEIL du dossier de fabrication, de la validation des résultats de tests de validité et à la réception par le Titulaire de l'ordonnancement des aimants dans les différents cartons.

10.1.5. PHASE 5 : PHASE D'EMBALLAGE

Cette phase comprend notamment :

- L'emballage des aimants conformément à l'ordonnancement fourni par SOLEIL et aux prescriptions du présent CCTP
- La réalisation de la recette en usine.

- Jalon de validation n°5

Le passage à la phase suivante est conditionné à la réception et à la validation formelle par SOLEIL du rapport de la recette en usine.

10.1.6. PHASE 6 : EXPEDITION

Après validation du jalon n°5, les aimants seront expédiés vers le site de SOLEIL conformément aux modalités de transport, de livraison, d'identification et de traçabilité définies au présent CCTP.

- Jalon de validation n°6 :

Acceptation de la livraison par SOLEIL après recette sur site et émission du procès-verbal de recette.

10.2. PLANNING

Une attention particulière est apportée au planning fourni par le Titulaire dans son offre, et au respect du planning lors de l'exécution du marché par le Titulaire.

Le planning devra indiquer, à partir de T0 (signature du contrat), les différents jalons de fabrication et de validation. Ce calendrier doit également justifier l'adéquation entre les délais sur lesquels s'engage le Titulaire et les ressources affectées à l'exécution de la prestation.

Le planning prévisionnel souhaité est indiqué dans le tableau 5. Les délais indiqués ci-dessous sont indicatifs. Dans son offre, chaque Soumissionnaire doit veiller à s'en approcher ou à les optimiser.

Tableau 5: Phase, jalons, dates estimées des jalons et livrables

Phase	Jalons	Dates estimées du Jalon	Livrables
1	Signature du contrat	T0	Marché
2	Réunion d'enclenchement	T0 +2 semaines	Planning prévisionnel à jour
3	Réunion de validation de conception	T0 + 5 semaines	Rapport de conception

4	Fin de la production des aimants et des boîtes individuelles	T0 + 27 semaines	Dossier de fabrication Résultats des tests de validité des blocs d'aimants Ordonnancement des aimants dans les différents cartons
5	Recette en usine	T0 + 32 semaines	PV de la recette en usine signé des deux parties
6	Recette sur site	T0 + 40 semaines	PV de la recette sur site signé des deux parties

Si le Titulaire détecte la moindre déviation d'un jalon ou toute dérive planning, il doit immédiatement alerter SOLEIL et prendre toutes les mesures possibles pour réduire l'impact d'un décalage sur les jalons finaux.

10.3. RAPPORT D'AVANCEMENT

Un rapport d'avancement écrit est envoyé à SOLEIL le 5^e jour de chaque mois jusqu'à la livraison finale. Tout retard au planning doit explicitement être inclus dans ce rapport. Une visioconférence sera tenue mensuellement dans les 5 jours suivant la réception du rapport. SOLEIL et ses représentants doivent avoir libre accès aux installations pendant les heures normales de travail aux sites de fabrication des blocs d'aimants et des boîtes individuelles, y compris les locaux de tout sous-traitant pendant la durée du contrat. L'entrepreneur donnera un préavis de quinze jours pour l'inspection et les tests, SOLEIL donnera un préavis de huit jours avant toute visite.

10.4. ECARTS

10.4.1. ÉCARTS AVANT L'EXECUTION DU CONTRAT

Tout écart avant l'exécution du contrat doit clairement être indiqué et documenté dans le dossier de candidature du Soumissionnaire comme spécifié dans la règle de candidature

10.4.2. ÉCARTS PENDANT L'EXECUTION DU CONTRAT

Lors de l'exécution du contrat, tout écart par rapport au cahier des charges demandé par le Titulaire sera soumis à SOLEIL par écrit pour approbation. SOLEIL se réserve le droit de refuser sans motivation

10.4.3. NON-CONFORMITÉS

10.4.3.1 Enregistrement des non-conformités

10.4.3.2 Approbation de SOLEIL

Toute non-conformité au cours de l'exécution du contrat doit faire l'objet d'une Fiche de Non-Conformité (FNC) comprenant au minimum :

- description précise de la non-conformité ;
- référence du produit ou lot concerné ;
- analyse des causes probables ;
- actions correctives proposées.

La FNC doit être transmise à SOLEIL dans un délai maximum de 48 heures après détection.

Toute action correctrice ou dérogation relative à une non-conformité doit être soumise par écrit pour approbation à SOLEIL. Aucune action de réparation, modification, substitution ou dérogation ne peut être engagée sans un accord écrit de SOLEIL.

En cas de refus de réparation ou de dérogation, le Titulaire devra :

1. procéder à la fabrication d'un nouveau produit conforme aux spécifications du présent CCTP ;
2. garantir que la reproduction n'entraîne aucun retard sur le planning contractuel. Le cas échéant, le Titulaire mettra en œuvre les moyens supplémentaires nécessaires à sa charge exclusive ;
3. procéder à l'élimination ou au recyclage du produit non conforme selon la réglementation en vigueur, sans coût supplémentaire pour SOLEIL.

Aucune indemnité ne pourra être réclamée à SOLEIL en cas de demande de reproduction consécutive à un refus de réparation.

11. EXIGENCES QUALITE – SECURITE - ENVIRONNEMENT

11.1. ASSURANCE QUALITE

Le Titulaire doit être en mesure de démontrer qu'il possède une certification de la série ISO 9000 ou une certification équivalente de contrôle de la qualité appropriée à l'objet de la spécification.

Le Titulaire fournira à SOLEIL, pour approbation, ses procédures de contrôle de la qualité qui seront alignées sur les normes ISO 9000/ISO9001. SOLEIL donnera son acceptation ou son refus de la procédure par écrit dans les dix jours suivant la réception.

12. DOCUMENTATION

12.1. DOCUMENTATION FOURNIE PAR SOLEIL

Les documents fournis par SOLEIL sont listés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Listes des plans fournis par SOLEIL

Référence	Titre
CAO000167305/AA	AIMANT EXXXX DNL 112
CAO000163076/AA	AIMANT FXXXX DNL 112
CAO000162800/AA	AIMANT IXXXX SB DQ 112
CAO000171306/AA	AIMANT JXXXX SB DQ 112
CAO000167134/AA	AIMANT KXXXX SB 17 PC 112
CAO000171745/AA	AIMANT LXXXX SB 17 PC 112
CAO000167138/AA	AIMANT MXXXX SB 17 PC LG1 112
CAO000171746/AA	AIMANT NXXXX SB 17 PC LG2 112
CAO000165046/AA	AIMANT PXXXX SB 30 PC 116
CAO000171747/AA	AIMANT QXXXX SB 30 PC 116
CAO000165062/AA	AIMANT RXXXX SB 30 PC LG1 116
CAO000168700/AA	AIMANT SXXXX SB 30 PC LG2 116
CAO000168782/AA	ENS BOITIER AIMANT
CAO000168780/AA	FERMETURE BOITIER
CAO000168779/AA	BOITIER AIMANT

12.2. DOCUMENTATION FOURNIE PAR LE TITULAIRE

12.2.1. DOCUMENTATION

12.2.1.1 Documentation finale :

Le Titulaire doit fournir une copie PDF du dossier de documentation du produit fini conformément au calendrier établi dans le contrat. Fourni à la livraison des blocs d'aimants, ce dossier doit comprendre la documentation suivante :

- Dessins de construction des blocs d'aimants et des boîtes,
- Certificat de matière des blocs d'aimants et des boîtes individuelles, le certificat matière des blocs d'aimants doit lister tous les composants dont la masse est supérieure ou égale à 0,1% de la masse totale des blocs. Il doit inclure les quantités massiques du samarium et du cobalt,
- Certificat attestant de l'absence d'halogènes dans les aimants et les boîtes individuelles, en particulier du chlore,
- Résultats des mesures magnétiques des échantillons des différents lots de fabrication des aimants,
- Un tableau des contrôles effectués à chaque étape de la fabrication,
- Documents d'inspection à la source (les inspections à la source seraient celles effectuées chez un sous-traitant de l'entrepreneur),
- Un livret de fabrication composé :
 - Des essais mécaniques et magnétiques des blocs d'aimants,
 - Des résultats de la réception finale
 - De la liste des non-conformités traitées

Le Titulaire devra assurer l'archivage des documents qui ne seront pas envoyés à SOLEIL pendant la période de garantie. Après ce délai, ces documents seront livrés à SOLEIL ou détruits avec son accord.

12.2.1.2 Dessins

Avant la réception du matériel/ équipement/fourniture, le Titulaire remet à SOLEIL un dossier complet reprenant tous les plans 2D et maquettes 3D qui doivent être fournis au format numérique en version TQC (Tel Que Construit).

- Les plans 2D à la fois au format PDF et dans le format natif du logiciel de CAO utilisé
- La maquette 3D conforme à l'ensemble réalisé (TQC) au format PRT (SIEMENS NX) ou en STEP ISO 214

Le logiciel CAO officiel de SOLEIL est SIEMENS NX, version 2406.

12.2.2. LANGUE

Toute documentation produite par le Titulaire sera rédigée en langue française ou anglaise, et sera fournie sans supplément.