

CEA/CEG/DEA/SDMT
DO 18 27/02/26

Page : 1/15



26GRDM000048

diffusé le : 27/02/26

Cahier des charges

Fabrication de blocs cylindriques en béton

DA n° 2026-000545	Marché n°	Version n° 1	Date : 20/02/2026
-------------------	-----------	--------------	-------------------

Protection des informations

☒ Le présent cahier des charges ne contient aucune Information sensible, ce qui permet la mise en ligne de ce document sur la plateforme dématérialisée du CEA.

☐ Le présent cahier des charges contient des informations sensibles ou classifiées : de ce fait **la mise en ligne** de ce document sur la plateforme dématérialisée du CEA **est interdite**.

Suivi des évolutions			
N° version	Date	Evolution	Auteur
0	20/02/2026	Version Initiale	C. Grein

Sommaire

1. Préambule	4
1.1. Introduction	4
1.2. Forme du marché	4
2. Exigences techniques	4
2.1. Objectifs de la prestation	4
2.2. Composition détaillée de la prestation.....	4
2.2.1. Poste 1 (Ferme) : Fourniture de 9 cylindres en béton	4
2.2.2. Poste 2 (Optionnel) : Recyclage des 9 cylindres associés au poste 1.....	6
3. Exigences d'assurance de la qualité des fournitures et services	7
3.1. Contrôles à la fabrication du béton	7
3.2. Contrôle des propriétés du béton à l'état frais.....	7
3.3. Contrôle de la résistance à la compression et de la masse volumique pour chaque formulation.....	8
3.4. Contrôle de la résistance à la traction du béton (par fendage) pour chaque formulation	9
3.5. Contrôle du module d'élasticité du béton pour chaque formulation (optionnel) .	9
3.6. Contrôle de porosité pour chaque formulation	10
3.7. Contrôles dimensionnels des objets réalisés	10
3.8. Synthèse des essais de contrôle :	10
4. LIVRABLES ATTENDUS.....	10
5. Opérations de vérification de la prestation.....	11
5.1. Poste 1 (Ferme) : Fourniture des cylindres en béton	11
5.2. Poste 2 (Optionnel) : Recyclage des cylindres en béton.....	11
6. Délais de réalisation ou de livraison	12
7. Clause de confidentialité	12

1. PREAMBULE

1.1. Introduction

Dans le cadre de ses études, le CEA/Gramat souhaite disposer de cylindres en béton à formulations prescrites pour ses expérimentations. Pour indication, ces bétons ont une résistance en compression autour de 40 MPa à 28 jours.

1.2. Forme du marché

Le marché est décomposé en 2 postes.

2. EXIGENCES TECHNIQUES

2.1. Objectifs de la prestation

Le marché consiste en la **réalisation** de 9 cylindres, leur **livraison** au CEA/Gramat et leur **recyclage** après essais.

2.2. Composition détaillée de la prestation

Le poste 1 (ferme) concerne la collecte des cerclages, la fabrication de quatre formulations de béton pour l'enlèvement des 9 cerclages métalliques, la réalisation des objets et la livraison des **9** cylindres.

Le poste 2 optionnel concernent le recyclage des cylindres fournis après expérimentations au CEA.

2.2.1. Poste 1 (Ferme) : Fourniture de 9 cylindres en béton

Ce poste concerne l'enlèvement des cerclages vides, la fabrication et la livraison de neuf (9) cylindres de béton non-ferraillé, coulés dans des cerclages en acier propriétés du CEA selon quatre formulations de béton, soit :

- la formulation A pour **2** cylindres avec un cerclage métallique,
- la formulation E pour **2** cylindres avec un cerclage métallique,
- la formulation F pour **2** cylindres avec un cerclage métallique,
- la formulation X pour **3** cylindres avec un cerclage métallique,

L'annexe 3 détaille les **formulations A, E et F**. Le sable et les granulats de la formulation E sont conditionnés en vrac et pourront être adaptés en fonction des coupures du prestataire sous l'accord du CEA et de son partenaire ayant établi cette formulation. La formulation X n'a pas encore été établie. Ce travail sera effectué dès la notification du prestataire de ce cahier des charges pour utiliser les coupures de granulats à sa disposition. Cette formulation a pour objectif d'utiliser des granulats siliceux concassés de diamètre inférieurs à 10 mm.

Les gâchées devront être élaborées avec un malaxeur de type train valseur localisée chez le prestataire sans sous-traitance autorisée pour des raisons de flexibilité, du contrôle du matériel et la maîtrise des procédés. La réponse à cette exigence technique devra être détaillée dans la proposition technique et constitue un élément déterminant dans le choix du prestataire. De plus, le client devra être présent lors des fabrications des différentes formulations de béton.

Pour indication, le volume de béton d'un cylindre représente environ 0,45 m³.

Pour chaque formulation, il sera demandé de fournir en plus des cylindres :

- les contrôles de fabrication et des propriétés du béton, décrits au paragraphe 4,
- quatre blocs de dimensions 16 x 27 x 27 cm³ (12,4 litres) supplémentaires coulés en même temps que le remplissage des cylindres. Ces blocs permettront au CEA/Gramat de réaliser des essais mécaniques avec ses propres moyens.

Les cylindres de béton seront de dimensions de 80 cm de diamètre et 80 cm de hauteur.

Le CEA/Gramat est propriétaire des cerclages en acier. Ces cerclages sont constitués d'une couronne d'acier d'environ 10 mm d'épaisseur et de diamètre interne 80 cm, fixée à deux tubes en acier permettant la manutention des blocs par un engin motorisé. Le plan détaillé des cerclages est donné en Annexe 1.

Le titulaire devra fournir **neuf (9) cylindres** en respectant les 4 formulations et leurs mises en œuvre. Une attention particulière sera portée à la mise en œuvre, notamment sur les bons de pesées des différents constituants, les mesures de leurs teneurs en eau, l'ordre d'introduction des constituants, les temps de malaxage et la température ambiante.

Une étape de convenance est demandée. Cinq semaines minimums avant la fabrication des cylindres, il est demandé de confectionner une gâchée de 1m³ de chaque formulation et de réaliser 3 éprouvettes de compression pour chaque gâchée. En fonction des résultats des essais de compression simple sur ces éprouvettes, les formulations pourront être légèrement ajustées sous consigne du CEA.

Le coulage du béton sera réalisé directement dans les cerclages, chez le titulaire.

Lors du coulage, le cerclage sera couché, c'est-à-dire que l'axe de révolution du cylindre sera perpendiculaire au sol, voir Figure 1a. La face supérieure non coffrée sera simplement talochée. Il est demandé un état de surface le plus lisse possible sur les deux surfaces cylindriques.

Entre chaque couche de béton (15 cm), un vibrage d'environ 10 à 20 s à l'aiguille pneumatique de diamètre 50 mm devra être réalisé au centre des 4 quarts du cylindre dans l'ordre donné par la Figure 1b.

Les tolérances dimensionnelles sur la face inférieure et la face supérieure sont :

- ± 10 mm en épaisseur,
- perpendicularité de 1% à l'axe du cerclage,

Les cylindres seront conservés couchés pendant au moins 15 jours, dans les conditions spécifiées en Annexe 2 chez le titulaire jusqu'à leur livraison au CEA/Gramat.

La livraison au CEA/Gramat est à la charge du titulaire. Ce dernier devra s'assurer de la compatibilité de son planning de livraison avec les horaires et le calendrier d'ouverture du CEA/Gramat.

Le déchargement des objets sera à la charge du CEA/Gramat. Le titulaire devra faire en sorte que les systèmes de manutention des objets en béton soient accessibles par un engin motorisé.

La zone de déchargement dans l'enceinte du CEA/Gramat sera spécifiée au titulaire au moment de la livraison.

Le titulaire doit convenir d'une date de livraison avec le CEA/Gramat au moins au minimum 8 jours ouvrés à l'avance.

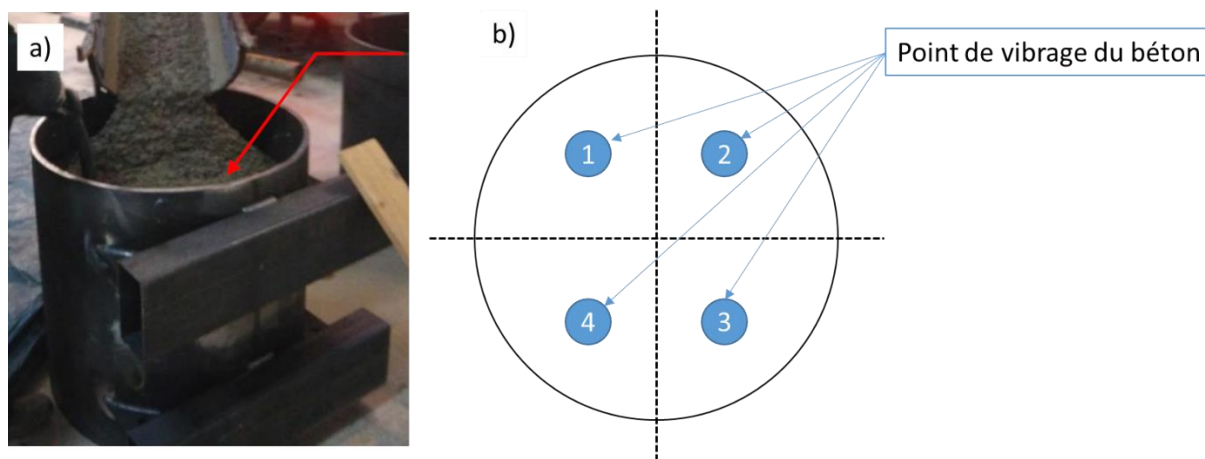


Figure 1 : a) coulage dans les cerclages, b) vibration dans les cerclages

Les cylindres sont destinés à subir des expérimentations pour déterminer des lois de comportement mécanique. Ainsi, la maîtrise, la reproductibilité et l'homogénéité des caractéristiques mécaniques des cylindres constituent un enjeu majeur de cette campagne d'essais. L'axe du cylindre joue un rôle prépondérant, il doit être vierge de tout élément ayant pu servir à la fabrication du bloc (aucune introduction de ferrailage ou autre).

2.2.2. Poste 2 (Optionnel) : Recyclage des 9 cylindres

Les expérimentations subies par les cibles au CEA/Gramat vont produire des endommagements. La taille des résidus après expérimentation peut être très variable ; les cylindres peuvent conserver leur quasi-intégrité.

Après ces expérimentations, le titulaire devra enlever les gravats et blocs de béton et réaliser le recyclage des cerclages.

Une lettre de levée d'option sera envoyée au titulaire, celui-ci aura alors un délai de 2 mois pour venir enlever ces éléments sur le site du CEA/Gramat et recycler les cibles. Le délai de notification de la lettre de levée d'option émis par le CEA/Gramat ne pourra excéder 18 mois après signature du marché.

Le CEA/Gramat rassemblera les résidus (de dimensions centimétriques à métrique) sur un emplacement afin qu'ils soient prêts à être enlevés par le titulaire. Celui-ci en assurera le chargement, suivi du transport, à l'aide de ses propres moyens. A l'exception des cerclages, ce chargement devient,

dès sa sortie de l'enceinte du CEA/Gramat, propriété du titulaire qui assume alors, à ses frais, la responsabilité totale de ce chargement et du retraitement de ces résidus.

Le béton sera enlevé du cerclage par un moyen adapté.

Une fois nettoyé, le prestataire restituera à sa charge les cerclages au CEA Gramat.

Les expérimentations ne rajouteront pas de matières polluantes à la composition initiale des cibles. Les restes de cibles, à enlever, n'en contiendront donc pas.

3. EXIGENCES D'ASSURANCE DE LA QUALITE DES FOURNITURES ET SERVICES

Le titulaire devra fournir pour les postes 1 et 2, un dossier de contrôle qualité commun dans lequel les résultats des contrôles de la qualité du béton et des objets suivants seront présentés :

3.1. Contrôles à la fabrication du béton

Le béton issu des formulations A, E, F et X ainsi que les gâchées de convenance, seront réalisés à partir des constituants et selon la formulation et le protocole de fabrication exclusivement définis par le CEA/Gramat.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- les fiches fournisseur des différents constituants,
- les mesures de contrôle d'humidité des sables et granulats avec la méthode des poêles à frire,
- les pesées de chaque constituant de chaque gâchée,
- une fiche mentionnant le jour de chaque gâchées, les créneaux horaires et des photos de chaque étape de fabrication,
- les enregistrements, ou à défaut suffisamment de photographies d'écran, du wattmètre pendant toute la durée du malaxage permettant de justifier de la conformité du malaxage si le wattmètre est présent sur l'installation.

3.2. Contrôle des propriétés du béton à l'état frais

Un contrôle du cône d'affaissement (suivant la norme NF EN 12-350-2), un contrôle de la quantité d'air occlus (suivant la norme NF EN 12-350-7) et de la masse volumique du béton à l'état frais (suivant la norme NF EN 12350-7) seront réalisés **pour les gâchées de convenance** et une **gâchée** lors de la fabrication des cylindres du poste 1 et pour **chaque formulation**.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- la valeur d'affaissement suivant la norme NF EN 12350-2,
- la mesure d'air occlus suivant la norme NF EN 12350-7,
- la mesure de la masse volumique du béton à l'état frais suivant la norme NF EN 12350-7.

3.3. Contrôle de la résistance à la compression et de la masse volumique pour chaque formulation

Il sera demandé un suivi de la résistance à la compression du béton. Des éprouvettes cylindriques seront coulées, puis testées suivant la procédure de la norme NF EN 12390-3 et le protocole suivant :

- fabrication de **3 éprouvettes** cylindriques pour **les gâchées de convenance** et **9 éprouvettes** cylindriques pour **les gâchées béton à destination des cerclages du poste 1**, suivant la norme NF EN 12350-1,
- conservation des éprouvettes suivant les indications de la norme NF EN 12390-2,
- rectification mécanique des éprouvettes avant tout essai conformément à la norme NF 12390-2,
- réalisation des mesures de masse volumique avant les essais de compression suivant la norme NF EN 12390-7,
- réalisation de 3 essais de compression suivant la norme NF EN 12390-3 à **28 jours** pour **les gâchées de convenance**,
- réalisation de 3 essais de compression suivant la norme NF EN 12390-3 à 7 jours (ferme), à 28 jours (ferme) et à J-tir (optionnel) (J-tir sera donné à la personne habilitée à réaliser les essais au plus tard 5 jours avant le tir).

Les essais de compression sont à réaliser sur les coulées de convenance et le béton à destination des cerclages.

Le titulaire fournira les fiches de résultats des essais de compression qui seront envoyées au CEA/Gramat par email au fur et à mesure de leur exécution. Chaque document devra faire apparaître :

- le mode et la température de la conservation des éprouvettes,
- les caractéristiques dimensionnelles de l'éprouvette,
- N° de référence, date de coulée, date de l'essai,
- la masse de l'éprouvette,
- le descriptif du protocole d'essai (préparation des extrémités, parallélisme, ...),
- la charge totale à rupture (kN),
- la contrainte de rupture (MPa),
- l'enregistrement du trajet de chargement (effort appliqué en fonction du temps ou effort en fonction du déplacement du plateau de la presse) sous forme de tableaux et/ou de courbes pour les essais si disponible,
- la photographie de l'éprouvette après essai à 28 et J-tir jours.

Tous les essais de compression simple seront réalisés par un organisme indépendant aux frais du titulaire. Toutes les fiches fournies devront faire apparaître le nom et le visa de la (ou des) personne(s) responsable(s) des contrôles. Le CEA/Gramat se réserve le droit de participer à ces épreuves. Si une non-conformité est relevée par le CEA/Gramat (pendant toute la durée du marché), montrant des lacunes ou des erreurs dans le processus de contrôle du béton, une procédure de résiliation pourra être engagée par ce dernier.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- les fiches de résultats (dont le contenu est détaillé ci-dessus) de l'ensemble des essais de compression et de masse volumique réalisés.

3.4. Contrôle de la résistance à la traction du béton (par fendage) pour chaque formulation

Il sera demandé une caractérisation de la résistance à la traction du béton à 28 jours. Des éprouvettes cylindriques seront coulées, puis testées suivant la procédure de la norme NF 12390-6 et le protocole suivant :

- fabrication de **3 éprouvettes** cylindriques pour **les gâchées béton à destination des cerclages du poste 1**, suivant la norme NF EN 12350-1,
- conservation des éprouvettes suivant les indications de la norme NF EN 12390-2,
- réalisation de 3 essais de fendage selon la norme française NF EN 12390-6 à 28 jours.

Le titulaire fournira les procès-verbaux des essais de fendage qui seront pré-diffusés au CEA/Gramat par email, à l'issue de leur exécution. Ces documents feront apparaître les informations suivantes :

- le mode et la température de la conservation des éprouvettes,
- les caractéristiques dimensionnelles de l'éprouvette,
- N° de référence, date de coulée, date de l'essai,
- la masse de l'éprouvette,
- le descriptif du protocole d'essai (préparation des extrémités, parallélisme, ...),
- la charge totale à rupture (kN),
- la contrainte de rupture (MPa),
- l'enregistrement du trajet de chargement (effort appliqué en fonction du temps ou effort en fonction du déplacement du plateau de la presse) sous forme de tableaux et/ou de courbes pour les essais si disponible,
- la photographie de l'éprouvette après essai.

Tous les essais de fendage seront réalisés par un organisme indépendant aux frais du titulaire. Toutes les fiches fournies devront faire apparaître le nom et le visa de la (ou des) personne(s) responsable(s) des contrôles.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- les fiches de résultats (dont le contenu est détaillé ci-dessus) de l'ensemble des essais de flexion réalisés.

3.5. Contrôle du module d'élasticité du béton pour chaque formulation (optionnel)

Le titulaire devra fournir le module d'élasticité statique en compression à 28 jours. Les coefficients seront déterminés suivant la procédure de la norme NF EN 12390-13.

Dans ce cadre, la fabrication de 3 éprouvettes pour **les gâchées béton à destination des cerclages du poste 1** suivant la norme NF EN 12350-1 sera nécessaire pour réaliser 3 essais de compression dans le but de déterminer le module d'élasticité, conformément à la norme NF EN 12390-13.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- les valeurs de modules d'élasticité de l'ensemble des essais réalisés,
- les données des courbes brutes sous forme de tableaux et de courbes ayant permis la détermination des modules d'élasticité.

3.6. Contrôle de porosité pour chaque formulation

Le titulaire devra fournir la porosité à 28 jours pour **les gâchées béton à destination des cerclages du poste 1**. Les coefficients seront déterminés suivant la procédure de la norme NF P 18-459.

Dans ce cadre, la fabrication de 3 éprouvettes suivant la norme NF EN 12350-1 sera nécessaire pour réaliser 3 essais de contrôle de porosité, conformément à la norme NF P 18-459.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- les valeurs des porosités de l'ensemble des essais réalisés.

3.7. Contrôles dimensionnels des objets réalisés

Le titulaire devra contrôler que les objets réalisés respectent les tolérances dimensionnelles données au paragraphe 3.

Le dossier de contrôle qualité fourni par le titulaire devra contenir :

- les mesures dimensionnelles réalisées sur chacun des objets réalisés.

3.8. Synthèse des essais de contrôle :

Le tableau ci-dessous propose une synthèse des essais à réaliser pour chacune des formulations.

Type d'essai	Gâché de convenance	Béton à destination des cerclages du poste 1
Affaissement	X	X
Air occlus	X	X
Masse volumique à l'état frais	X	X
Masse volumique à l'état durci	X	X
Résistance en compression	3 éprouvettes x (7 jours, 28 jours)	3 éprouvettes x (7 jours, 28 jours)
Résistance à la traction	X	3 éprouvettes à 28 jours
Porosité	X	3 éprouvettes à 28 jours
Module de Young (optionnel)	X	3 éprouvettes à 28 jours

4. LIVRABLES ATTENDUS

Le titulaire devra fournir au CEA/Gramat :

- les cylindres en béton demandés au Poste 1 portant un numéro assurant leur traçabilité, dans les délais imposés au paragraphe 6,
- les blocs de dimensions 16 x 27 x 27 cm³ coulés en même temps que les objets réalisés,
- le dossier de contrôle qualité du Poste 1, dont le contenu est précisé au paragraphe 3,

- les certificats attestant le retraitement des déchets dont l'enlèvement est demandé pour le poste 2 (optionnel).

5. OPERATIONS DE VERIFICATION DE LA PRESTATION

Le titulaire doit présenter à l'acceptation de l'autorité responsable, des fournitures pour lesquelles il certifie la conformité aux clauses contractuelles. Il doit être en mesure d'apporter la preuve qu'il a effectué toutes les vérifications prévues dans le marché et permettant de répondre aux exigences de la spécification technique du besoin.

Les opérations de vérification de la prestation, précisées dans le cahier des charges, seront effectuées conformément aux dispositions du CGA cité dans la liste des documents contractuels applicables au marché et corrigées du contenu des éventuelles dérogations. Elles seront effectuées dans les délais indiqués dans le marché et s'appuieront sur :

- l'examen du dossier de présentation aux opérations de vérifications de la prestation transmise au titre de l'assurance qualité.
- la complétude des fournitures citées dans la composition détaillée de la prestation.
- les résultats des vérifications de la prestation, effectuées par l'autorité responsable.

L'admission (ou non-admission) sera prononcée par le CEA/Gramat dans un délai de 15 jours ouvrés à partir de la date de livraison de l'ensemble des éléments de la commande. Les critères de recette des fournitures sont définis comme suit (par poste).

5.1. Poste 1 (Ferme) : Fourniture des cylindres en béton

Les critères de recette des fournitures sont les suivants :

- conformité dimensionnelle des blocs,
- présence de la couronne en acier et des systèmes de manutention,
- présence de tous les documents contractuels dûment complétés,
- état de la fourniture : absence d'endommagement majeur résultant de la manutention ou du transport.

5.2. Poste 2 (Optionnel) : Recyclage des cylindres en béton

Les critères de recette des services sont les suivants :

- l'enlèvement du CEA/Gramat de l'ensemble des gravats, poteaux et résidus relatifs au Poste 1,
- la fourniture des 9 cerclages,
- la fourniture d'un certificat attestant le retraitement des déchets
- la réception par le CEA des 9 cerclages en acier nettoyés de résidus de béton.

6. DELAIS DE REALISATION OU DE LIVRAISON

Poste 1 : Sans demande particulière négociée de la part du titulaire, la livraison des cylindres en béton sera réalisée pour la semaine **42 - 2026**.

Le recyclage des cylindres détaillés dans le Poste 2 devra avoir lieu dans un délai maximum de 2 mois après réception de la lettre de levée d'option relatif à chaque Poste.

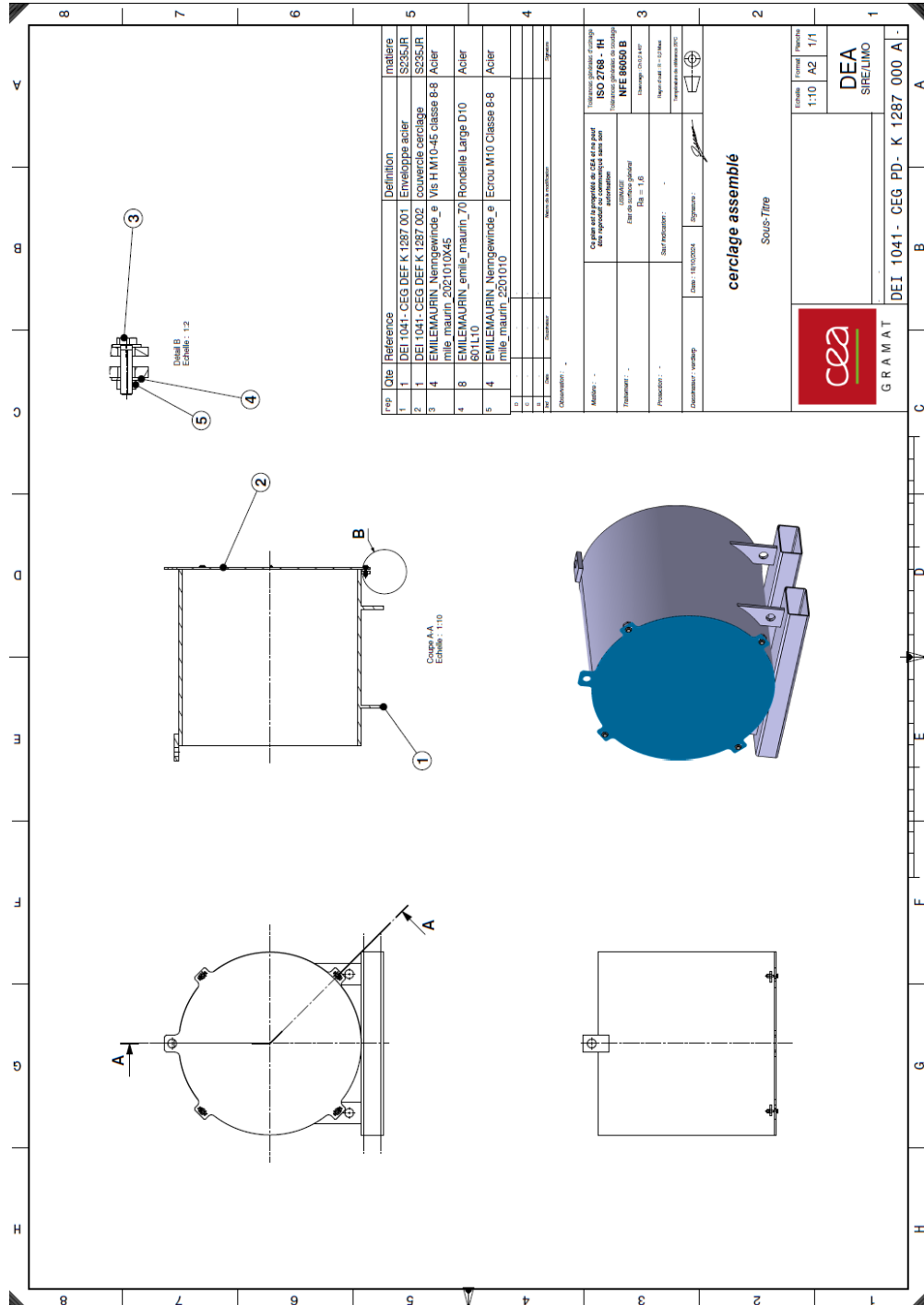
Le titulaire avertira le CEA/Gramat de la date de livraison ou d'enlèvement prévue au minimum 8 jours ouvrés à l'avance, par email.

7. CLAUSE DE CONFIDENTIALITE

Toutes les informations concernant les formulations de béton et leurs protocoles de fabrication sont la propriété du CEA/Gramat.

Le titulaire ne doit en aucune manière porter à la connaissance de tiers, directement ou indirectement, les enseignements qu'il aura pu tirer de l'exécution du présent marché sur les bétons fabriqués dans ce marché et les compétences associées.

ANNEXE 1 : Plan des blocs béton



ANNEXE 2 : Conditions de conservation des objets réalisés en béton

- Elaboration et conservation des éprouvettes d'essais

Pour rappel, les éprouvettes de contrôle doivent être vibrées puis conservées dans leurs moules couverts à 20°C durant 24h après coulage. Le démoulage s'effectue à 1 jour. À partir de cet instant, les éprouvettes sont conservées dans l'eau à 20°C jusqu'à l'essai.

Avant tout essai, une rectification est nécessaire pour avoir les faces planes et bien perpendiculaires entre elles.

- Conservation des blocs de dimensions 16 x 27 x 27 cm³

Les blocs sont coulés et vibrés en 2 couches dans un coffrage adapté. Ils sont conservés dans leurs moules couverts à 20°C pendant 24 heures. Puis, ils sont démoulés à 1 jour, marqués et conservés dans une salle à température ambiante et humide (20°C, > 95% H.R.).

- Conservation des différents objets

Les différents objets seront coulés et vibrés couche par couche. Ils seront stockés à l'intérieur jusqu'à leur livraison et ne devront pas être déplacés pendant une durée minimale de 15 jours après la fabrication. Après cette durée, les différents objets pourront être déplacés et livrés au CEA de Gramat.

ANNEXE 3 : Les formulations

	A	E	F
Béton	R40 - PA -52,5c - BC	R40 – CM Mi – 52,5e - BC	R40 - PA - 32,5c - BP
Type de ciment	CEM I 52,5 N Créchy	CEM I 52,5 N Saint Egrève	CEM II/B 32,5 R Créchy
Ciment (kg/m3)	Entre 300 et 450		
Eau efficace (kg/m3)	X	X	X
Palv - Sable 0/0,315 (kg/m3)	Entre 35 et 45 %	0	Entre 35 et 45 %
Palv - Sable 0,315/1 (kg/m3)		0	
Palv - Sable 1/4 (kg/m3)		0	
Palv - Gravillon 4/8 (kg/m3)	Entre 30 et 40 %	0	Entre 30 et 40 %
CM Quartz - Sable 0/2R (kg/m3)	0	Entre 35 et 45 %	0
CM Quartz - Sable 0/6 C (kg/m3)	0		0
CM Quartz - Gravillon 2/8 R (kg/m3)	0	Entre 35 et 45 %	0
CM Quartz - Gravillon 4/10 C (kg/m3)	0	0	0
Plastifiant Optima 100 (kg/m3)	5,4	3,8	4,1

Remarque : les pourcentage (%) sont relatif à la masse totale.

Les quantités détaillées dans le tableau ci-dessus pourront être ajustées à la marge par le CEA, principalement l'eau efficace et le ciment.