



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

Cahier des Clauses Techniques Particulières

Commun à tous les lots

**Accord-cadre à bons de commande de prestations de
diagnostics et préconisations structures**

**Périmètre : Bâtiments et équipements de la Direction Générale de
l'Aviation Civile (DGAC)**

Table des matières

1	Prescriptions générales	6
1.1	OBJET DU CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES	6
1.2	DESCRIPTION DE LA MISSION	6
1.3	TEXTES DE REFERENCE	6
1.4	RESPONSABILITE DU PRESTATAIRE	6
1.5	CALENDRIER D'EXECUTION	7
1.6	SECURITE	7
1.6.1	<i>Sécurité des tiers sur les chantiers</i>	7
1.6.2	<i>Protections diverses</i>	7
1.6.3	<i>Protection des ouvrages et des personnes</i>	7
1.6.4	<i>Hygiène et sécurité des chantiers</i>	8
1.6.5	<i>Diagnostic Amiante avant Travaux</i>	8
1.7	ORGANISATION DU CHANTIER	9
1.7.1	<i>Horaires</i>	9
1.7.2	<i>Matériel - Lutte contre le bruit</i>	9
1.7.3	<i>Autorisation</i>	9
1.7.4	<i>Nettoyage</i>	10
1.7.5	<i>Obligation de confidentialité</i>	10
2	PRESCRIPTIONS PARTICULIERES	11
2.1	PRIX UNITAIRES DES BORDEREAUX (BPU)	11
2.2	DISPOSITIONS GENERALES	11
2.2.1	<i>Généralités</i>	11
2.2.2	<i>Prestations sans prescriptions particulières</i>	11
2.2.3	<i>Phase préparatoire - Fiche d'objectif</i>	12
2.2.4	<i>Analyse des archives</i>	12
2.2.5	<i>Analyse de la situation historique</i>	12
2.3	MOYENS	12
2.3.1	<i>Moyens d'accès</i>	12
2.3.2	<i>Échafaudage et échelle</i>	12
2.3.3	<i>Engin élévateur (nacelle ou grue automotrice)</i>	13
2.3.4	<i>Intervention travaux d'accès difficile à la corde</i>	13
2.3.5	<i>Matériels et alimentation</i>	13
2.3.6	<i>Taux horaires</i>	14

2.4 DISPOSITIONS PARTICULIERES	15
2.4.1 <i>Sondages en site occupé</i>	15
2.4.2 <i>Sondages en terrasse</i>	16
3 Reconnaissance des structures en béton	17
3.1 EXAMEN VISUEL DE L'ÉTAT GÉNÉRAL DE LA STRUCTURE	17
3.2 SONDAGES SUR ÉLÉMENTS DE BÉTON COURANTS POUR DÉTERMINATION DU FERRAILLAGE ET DES CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES	17
3.2.1 <i>Généralités</i>	17
3.2.2 <i>Sondages sur poteaux en béton armé</i>	18
3.2.3 <i>Sondages sur poutres en béton armé</i>	18
3.2.4 <i>Cas de profils métalliques enrobés de béton</i>	18
3.2.5 <i>Sondages sur poutrelles en béton armé</i>	19
3.2.6 <i>Sondages de dalles</i>	19
3.2.7 <i>Sondages de dallages</i>	19
3.2.8 <i>Sondages de radiers</i>	19
3.3 RECONNAISSANCE DES POTEaux	20
3.3.1 <i>Prélèvement d'échantillons et analyses en laboratoire</i>	20
3.4 SONDAGES DE POUTRES EN BÉTON PRÉCONTRAIT	21
3.4.1 <i>Sondages destructifs sur appui et relevé des caractéristiques dimensionnelles de la poutre</i>	21
3.4.2 <i>Sondages par gammagraphie</i>	21
3.5 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS POUR ESSAIS EN LABORATOIRE	21
3.5.1 <i>Prélèvement de carottes de béton</i>	21
3.5.2 <i>Prélèvement de fers à béton</i>	22
3.6 Essais en laboratoire	22
3.6.1 <i>Essais de compression sur carottes en béton</i>	22
3.6.2 <i>Essais de traction par fendage</i>	22
3.6.3 <i>Analyse chimique sur béton</i>	22
3.6.4 <i>Détermination du niveau de carbonatation du béton</i>	22
3.6.5 <i>Essais sur des échantillons d'acier à béton</i>	23
3.7 ESSAIS IN SITU	23
3.7.1 <i>Essais sclérométriques</i>	23
3.7.2 <i>Détermination de l'homogénéité du béton</i>	23
3.7.3 <i>Essais à la plaque</i>	24
3.7.4 <i>Détermination de l'état de corrosion des aciers</i>	24
3.7.5 <i>Recherche de présence d'eau ou d'humidité dans le béton</i>	24

3.7.6	Mesure de l'adhérence d'un revêtement sur béton durci	25
3.7.7	Suivi des fissures	26
3.7.8	Suivi des mouvements : déplacements, inclinaison	26
3.7.9	Relevé topographique	26
4	Reconnaissance des structures métalliques	27
4.1	RELEVÉ ET ÉTAT VISUEL DE LA CHARPENTE OU AUTRES ÉLÉMENTS MÉTALLIQUES	27
4.2	SONDAGE SUR PLANCHER À POUTRELLES MÉTALLIQUES	27
4.2.1	Sondages traversants	28
4.2.2	Sondages supérieurs	28
4.2.3	Sondages inférieurs	29
4.2.4	Sondage sur poutre	29
4.2.5	Reconnaissance des poteaux (CF article 6.4)	30
4.2.6	Sondage sur élément en fonte (CF article 6.4)	30
4.2.7	Prélèvement d'échantillons	30
4.2.8	Analyse des échantillons de fonte :	31
4.2.9	Essais sur des échantillons de charpente métallique	31
5	Reconnaissance des structures bois	32
5.1	SONDAGE SUR LA CHARPENTE BOIS	32
5.2	SONDAGES SUR PLANCHERS À SOLIVES ET POUTRES	32
5.3	RECONNAISSANCE DES POUTRES	32
5.4	RECONNAISSANCE DES POTEAUX	32
5.4.1	Prélèvement d'échantillons et essais en laboratoires	33
5.5	SONDAGES SUR PANS DE BOIS	33
5.5.1	Rapport de sondage	33
6	Sondages sur autres éléments verticaux et fondations	34
6.1	RECONNAISSANCE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES	34
6.2	RECONNAISSANCE DES MURS INTÉRIEURS	34
6.3	RECONNAISSANCE DES MURS DE FAÇADES MAÇONNÉS	35
6.3.1	Essais in situ sur murs maçonnés	35
6.4	RECONNAISSANCE DES POTEAUX (pour mémoire)	35
6.4.1	Prélèvement d'échantillons et analyses en laboratoire	36

7	Calculs et rapport de sondages	37
7.1	CALCULS	37
7.1.1	<i>Détermination à froid de la capacité portante des éléments sondés (hors murs maçonnes et moellons)</i>	37
7.1.2	<i>Capacité portante des murs maçonnes et moellons</i>	37
7.1.3	<i>Calcul à chaud des éléments sondés</i>	37
7.2	RAPPORT	38
7.3	PRECONISATIONS	39

1 PRESCRIPTIONS GENERALES

1.1 OBJET DU CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Le présent C.C.T.P. a pour objet de définir et de fixer les prestations de diagnostics structure et de préconisations pour le patrimoine (bâtiments et équipements) de la DGAC.

1.2 DESCRIPTION DE LA MISSION

Pour l'ensemble de ce patrimoine varié réparti de manière homogène sur le territoire (à titre d'exemple : bâtiments tertiaires, logements, hangars, bâtiments opérationnels comme des tours de contrôles, des radars, des équipements d'aide à la navigation, etc...), la mission consiste à réaliser des diagnostics des structures des bâtiments ou parties de bâtiments à la demande du maître d'ouvrage. Notamment :

- Réaliser les prélèvements, sondages, auscultations, analyses et essais nécessaires à ses diagnostics ou à la faisabilité des opérations conduites par le maître d'ouvrage ;
- À l'issue de ces diagnostics et études de faisabilité, établir des préconisations qui permettront au maître d'ouvrage de faire réaliser les travaux adaptés aux causes des désordres identifiées ou à la mise en œuvre de ses travaux programmés.

1.3 TEXTES DE REFERENCE

Les prestations seront exécutées selon les règles de l'art de la construction, conformément aux spécifications et prescriptions techniques générales publiées par le REEF, établies par le CSTB dont la plupart ont été constituées en D.T.U., suivant leur dernière publication à la date de remise des offres.

Sont également applicables aux prestations :

- Les différentes normes de l'AFNOR, les EURO-Normes et d'une manière générale tous les documents techniques et prescriptions diverses valables à la date de remise des offres.
- L'ensemble des textes relatifs au code du travail et à la protection et à la santé des travailleurs.
- Tous les textes en vigueur à la date de remise des offres. En cas de divergence entre les différents textes et règlements, le plus contraignant sera retenu et appliqué.
- Le respect du décret, des arrêtés et de la directive européenne relatifs aux objets bruyants de chantier et dispositifs d'insonorisation.
- Les prescriptions particulières propres à la DGAC en termes de sûreté, sécurité (plans de préventions et permis feu) et travaux bruyants

1.4 RESPONSABILITE DU PRESTATAIRE

Les prestataires ayant suppléé, de par leurs connaissances techniques aux erreurs ou inexactitudes, aucune réclamation après notification des marchés ne saurait remettre en cause les prix arrêtés.

Dans le même esprit, les divergences d'interprétation que pourraient soulever éventuellement certaines dispositions concernant le bordereau des prix plafonds ou le C.C.T.P. seront réglées

par référence aux règles de l'art, aux dispositions des documents techniques de référence et conformément aux décisions du Maître d'ouvrage.

De toute manière, le fait pour un prestataire d'exécuter sans en rien changer les prescriptions des documents techniques remis par le Maître d'ouvrage ne peut atténuer en quoi que ce soit sa pleine et entière responsabilité, si elle n'a pas présenté ses réserves par écrit au moment de la remise de son offre.

1.5 CALENDRIER D'EXECUTION

Le prestataire titulaire (ou le mandataire commun) devra établir un calendrier d'exécution des prestations, tenant compte du délai global fixé dans le bon de commande.

1.6 SECURITE

1.6.1 Sécurité des tiers sur les chantiers

Toute intervention doit faire l'objet de mesures particulières de sécurité, d'autant plus si les prestations sont effectuées dans un bâtiment en service ou occupé.

Ces prestations ne devront pas nuire au bon fonctionnement du bâtiment, et le prestataire devra mettre en place les protections vis-à-vis des tiers afin d'assurer le maintien en fonctionnement total ou partiel du bâtiment considéré, et la sécurité des personnes.

De même, aucun câble électrique volant, raccord de tuyauteries souples véhiculant un quelconque fluide, stock de gaz sous pression, ne devra être placé dans les lieux de passage du public, ni être accessible directement par celui-ci.

1.6.2 Protections diverses

Le prestataire devra prendre toutes dispositions pour protéger les accès et baliser son intervention.

Pendant les prestations, toutes précautions seront prises afin de ne porter atteinte en aucune manière aux existants, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des locaux.

1.6.3 Protection des ouvrages et des personnes

Pendant toute la durée des prestations, le prestataire est responsable de la conservation et du maintien en bon état des matériels, engins, outillage et installation de tous ordres du chantier, ainsi que des ouvrages.

Il sera tenu de remettre en état ou de réparer ou de remplacer à ses frais, les ouvrages qui auraient été endommagés, quelle que soit la cause du dégât et sauf son recours éventuel contre tout tiers responsable, le Maître de l'Ouvrage demeurant en toute hypothèse, complètement étranger à toutes contestations ou répartitions des dépenses. Il devra également prendre toutes les dispositions pour éviter tout accident de personne, sur ou aux abords du chantier.

Si des vols, détournements, dégradations, avaries, dommages, pertes ou destructions se produisent pendant le cours des prestations, soit du fait des ouvriers ou préposés du prestataire, soit du fait des personnes qui auraient pu s'introduire sur le chantier, il appartient au prestataire responsable des lieux, des matériaux, matériels, engins, outillages, installations ou ouvrages effectués, d'en rechercher et poursuivre les auteurs et d'en assurer les réparations.

Aucune indemnité ne peut être allouée au prestataire pour les pertes, avaries, dommages dus à sa négligence, son imprévoyance, le défaut de précaution ou de moyens ou les fausses manœuvres.

Si les prestations viennent à être interrompues, pour quelque cause que ce soit, le prestataire doit protéger les constructions et ouvrages réalisés contre les dégâts qu'ils pourraient subir, sans frais supplémentaire pour le Maître d'Ouvrage.

1.6.4 Hygiène et sécurité des chantiers

D'une manière générale, le prestataire devra respecter les dispositions du décret 92-158 complétant le Code du Travail et fixant les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure.

Le plan de prévention sera obligatoirement écrit par le représentant du service opérationnel avec le prestataire lors d'une inspection commune conformément aux articles R4512-6 et 4512-7 du code du travail.

- Dès lors que l'opération à réaliser par les entreprises extérieures, y compris les entreprises sous-traitantes auxquelles elles peuvent faire appel, représente un nombre total d'heures de travail prévisible égal au moins à 400 heures sur une période inférieure ou égale à douze mois, que les travaux soient continus ou discontinus. Il en est de même dès lors qu'il apparaît, en cours d'exécution des travaux, que le nombre d'heures de travail doit atteindre 400 heures ;
- Quelle que soit la durée prévisible de l'opération, lorsque les travaux à accomplir sont au nombre des travaux dangereux figurant sur une liste fixée, respectivement, par arrêté du ministre chargé du travail et par arrêté du ministre chargé de l'agriculture.

1.6.5 Diagnostic Amiante avant Travaux

Dans le cadre de la mission qui lui est confiée, lorsque des investigations destructives sont nécessaires sur les bâtiments dont le permis de construire est antérieur au 1^{er} juillet 1997, ou en l'absence de cette donnée, le prestataire aura à sa charge de faire intervenir un opérateur de repérage certifié et lui communiquer le programme de son intervention afin de constituer le Dossier Amiante avant Travaux (DAAT).

Le DAAT comporte aussi bien des opérations de repérage des matériaux comprenant de l'amiante (MPCA) que des prélèvements d'échantillons qui seront analysés. Il sera réalisé par un diagnostiqueur certifié et habilité en mesure de procéder :

- au repérage des MPCA ;
- à l'évaluation de l'état de conservation ;
- à l'examen visuel des surfaces traitées après travaux ;
- aux mesures d'empoussièrément ;
- à l'assistance technique ;
- à la formation à la prévention du risque amiante des intervenants et des salariés travaillant sur site
- à une stratégie de prélèvement ou d'échantillonnages.

En cas de conclusion de présence d'amiante, le prestataire fera appel à une entreprise habilitée sous-section 4 (SS4) amiante pour réaliser les travaux nécessaires aux prestations du bon commande (plan de prévention, exécution du chantier et gestion des déchets sur Trackdéchets conformément à la réglementation).

Le DAAT sera remis en format dématérialisé au maître d'ouvrage.

1.7 ORGANISATION DU CHANTIER

1.7.1 Horaires

Le prestataire devra se conformer aux instructions du Maître d'ouvrage en ce qui concerne les heures d'entrée et de sortie de ses salariés, en sachant que les prestations s'exécuteront les jours ouvrables et exceptionnellement les jours chômés. Il supportera les interruptions de travail nécessitées par les besoins de fonctionnement du maître d'ouvrage.

D'une manière générale, le prestataire n'interviendra en dehors des heures normales de travail que sur demande écrite du maître d'ouvrage.

Les majorations qui suivent pourront alors être appliquées, uniquement sur les prestations concernées :

- travail de nuit : sont considérées comme heures de nuit les heures effectuées entre 22h00 et 5h00. Les prestations réalisées durant ces heures seront majorées de 25 %.
- travail le dimanche, ou jour férié : les prestations seront majorées de 100 %.

Le prestataire propose un coefficient de majoration pour les horaires réalisés en soirée au-delà de 7 heures exécutées et au maximum jusqu'à 22 heures ou pour les journées débutant en soirée et qui se prolongent en horaires de nuit, ou pour les horaires de samedi.

NOTA : Ces majorations s'appliquent sur la main d'œuvre seule. Les prestations (en dehors des taux horaires) comportent dans leurs prix plafonds de la main d'œuvre et de la fourniture, la majoration sera donc pondérée par le quantum de main d'œuvre prévue ci-dessous. Ce quantum est un quantum moyen.

Le quantum moyen de main d'œuvre est de : 0,70 (coefficient).

1.7.2 Matériel - Lutte contre le bruit

1.7.2.1 Matériel

Les engins utilisés à l'intérieur des locaux seront manuels ou à énergie électrique. Ils doivent être munis des derniers perfectionnements techniques réduisant leur niveau sonore. Aucun appareil équipé de moteur à explosion ne sera toléré. Le matériel roulant sera équipé de roues pneumatiques.

Les matériels de chantier seront conformes aux arrêtés pris en application de la directive européenne 2000/14/CE, qui régit les émissions sonores de la quasi-totalité des engins et matériels de chantier.

1.7.2.2 Lutte contre le bruit

Toutes dispositions utiles doivent être prises (organisation du chantier, démarche de sensibilisation des personnels) pour réduire le bruit au niveau le plus bas possible compte tenu des techniques.

Le prestataire est informé qu'une procédure dite MISO (Méthodologie d'Intervention sur les Systèmes Opérationnels) est applicable pour des travaux pouvant avoir un impact sur la circulation aérienne. Une demande préalable devra être soumise à chaque intervention susceptible de gêner l'exploitation d'un aéroport, demande dont le délai d'instruction est inclus dans la durée du bon de commande.

1.7.3 Autorisation

Certains sites de la DGAC sont soumis à une réglementation de sûreté spécifique. Dans ce contexte, tous les personnels intervenant sur le site concerné devront être titulaires d'un badge

d'accès. L'attention du prestataire est notamment attirée sur le fait qu'une enquête est diligentée par les autorités assurant la protection du site avant l'établissement de tout titre d'accès.

En cas d'avis négatif suite à cette enquête, l'accès sera refusé à la personne concernée. Le prestataire sera alors dans l'obligation de désigner un autre intervenant.

Le prestataire devra supporter toutes les conséquences qu'entraînerait tout refus de laissez-passer que les services auront jugé utile, sans que ces derniers aient à en faire connaître le motif

Dans le cadre d'une intervention ponctuelle, il sera délivré après contrôle un titre bleu (visiteur) à ce prestataire qui devra être encadré par un des intervenants du prestataire disposant d'un badge valide. Ce visiteur devra absolument être accompagné en permanence par la personne ayant autorisé son accès sous peine d'amende

Le prestataire respectera les réglementations locales pour la circulation des véhicules. Il recherchera des places de parking autorisées à proximité du chantier, et prendra en compte les éventuelles contraintes de livraison, d'accès ou de levage.

1.7.4 Nettoyage

Le prestataire titulaire, (ou le mandataire commun) devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer le nettoyage et l'évacuation des gravois de chaque sondage exécuté.

1.7.5 Obligation de confidentialité

Le prestataire s'engage à ne pas divulguer les renseignements ou documents communiqués par la DGAC dans le cadre de l'exécution des prestations du présent marché et à faire respecter cette obligation par ses collaborateurs et ses sous-traitants éventuels. Tout salarié ou sous-traitants intervenant au titre de cette opération devra être informé qu'il est tenu de ne pas divulguer à des tiers qui n'auraient pas qualité pour connaître les informations dont il aurait connaissance dans le cadre des prestations qui lui ont été confiées.

2 PRESCRIPTIONS PARTICULIERES

2.1 PRIX UNITAIRES DES BORDEREAUX (BPU)

Les prix unitaires des bordereaux sont réputés inclure :

- La totalité des fournitures, main d'œuvre, prestations diverses nécessaires à la complète exécution des prestations, tous accessoires et sujétions de toute nature, tel qu'il résulte des prescriptions des différents articles du présent C.C.T.P. et des dispositions du C.C.A.P. dans la mesure où le bordereau ou le C.C.T.P. ne stipulent pas expressément que ces accessoires ou prestations seront payés à part dans les conditions qu'ils définissent ;
- Le transport à pied d'œuvre et le stockage des matériels et des matériaux y compris toutes manutentions ainsi que les démontages, remontages, poses et déposes pendant toute la durée d'un chantier pour l'utilisation éventuelle dans différents locaux ou emplacement du chantier ;
- Les dispositions diverses, notamment celles définies à l'article 1.7 du présent C.C.T.P. ;
- La manutention, le chargement, l'enlèvement aux décharges, par tous moyens, des gravois, chutes, déchets provenant des prestations, compris frais de décharges, droits et taxes, ainsi que les frais résultant de l'obligation de gestion des déchets qui s'impose au prestataire ;
- Tous les frais, charges et bénéfices du prestataire ;
- Le positionnement et le marquage des sondages exécutés au préalable en coordination avec le Maître de l'ouvrage ;
- La précision du plan d'intervention ;
- Un test de salinité dans l'analyse de toute maçonnerie.

2.2 DISPOSITIONS GENERALES

2.2.1 Généralités

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.) vise les prestations de diagnostics, sondages, analyses techniques, préconisations relatifs aux structures métalliques, en béton, bois, verticales et horizontales ainsi que les planchers à solives des bâtiments et équipements relevant de la DGAC.

Le but des sondages, selon la nature des opérations, sera le suivant :

- Acquérir une bonne connaissance de la structure des éléments sondés (caractéristiques des matériaux employés et nature des différents éléments de structure, positionnement de la structure porteuse, sens de portée des planchers, etc.) ;
- Permettre de calculer les surcharges admissibles des éléments conservés ;
- Rechercher la capacité de résistance au feu des structures ;
- Etc.

2.2.2 Prestations sans prescriptions particulières

Les prestations qui ne sont pas évoquées dans les articles suivants sont réputées exécutées selon les clauses communes, et indications du B.P.P, sans prescriptions particulières.

2.2.3 Phase préparatoire - Fiche d'objectif

Établissement d'une fiche d'objectif rappelant l'objet de l'étude, décrivant la méthodologie proposée par le titulaire et comprenant :

- Analyse de la problématique afin de définir le mode opératoire à mettre en place, comprenant une visite sur place.
- Inventaire des archives existantes concernant le sujet (historique, chronologie des travaux, études antérieures) avec localisation des sources à explorer.
- Analyse réglementaire :
- Rappel des hypothèses de calcul (Eurocodes) et leurs implications
- L'utilisation du bâti actuel
- Les surcharges éventuelles à prendre en compte dans le cadre du projet.
- Proposition de mesures correctives si nécessaires en cas de désordres et/ou des études à mettre en œuvre pour y remédier
- Propositions de travaux dans le cadre de la faisabilité d'un projet
- Analyse des diagnostics amiante et plomb
- Plan de prévention

Cette fiche d'objectif sera remise au maître d'ouvrage et permettra d'établir la proposition de prix suivant les postes du bordereau.

2.2.4 Analyse des archives

Analyse des archives avec synthèse (par type d'espace).

2.2.5 Analyse de la situation historique

Analyse de la situation historique de l'ouvrage à analyser dans les cas liés au patrimoine.

2.3 MOYENS

2.3.1 Moyens d'accès

En cas de nécessité de mise en place de moyens d'accès particuliers (échafaudage ou nacelle), ceux-ci sont rémunérés selon les prix qui figurent au B.P.P.

2.3.2 Échafaudage et échelle

Les échafaudages roulants seront constitués d'une travée de 2,50 à 3,50 m de largeur, de hauteur variable avec ossature, gardes corps et plinthes réglementaires, avec barreaudage latéral formant échelle d'accès et pieds comportant les roulettes permettant leur déplacement.

Un système de blocage des roulettes et des jambes de forces stabilisatrices en conformité avec les règles en vigueur le jour de l'utilisation, compléteront les systèmes de sécurité inclus dans la valeur du prix unitaire.

2.3.3 Engin élévateur (nacelle ou grue automotrice)

Les prix plafonds des engins élévateurs avec nacelles ou grues automotrices comprendront :

- le double transport de l'engin de son lieu de stationnement habituel, jusqu'au chantier ;
- le chauffeur et manipulateur de l'engin titulaire du C.A.C.E.S. adapté au type d'engin ;
- le vigile pour surveillance de la circulation et guidage des manœuvres ;
- la mise en poste, le calage et le réglage de l'engin ;
- l'entretien et les consommations de carburants ou autres produits ;
- toutes les assurances nécessaires couvrant les dommages aussi bien aux utilisateurs, qu'au bâtiment en cas de dégradations dues au maniement de l'engin ;

Les prix plafonds seront fonction de la hauteur accessible par l'engin, en tenant compte du débord nécessaire à l'approche. La location sera journalière pour une durée jusqu'à 8 heures de présence sur le chantier. Toute journée entamée sera comptée pour une journée entière.

2.3.4 Intervention travaux d'accès difficile à la corde

L'article R4323-64 du code du travail dispose qu'il est interdit d'utiliser les techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes pour constituer un poste de travail. Toutefois, en cas d'impossibilité technique de recourir à un équipement assurant la protection collective des travailleurs ou lorsque l'évaluation du risque établit que l'installation ou la mise en œuvre d'un tel équipement est susceptible d'exposer des travailleurs à un risque supérieur à celui résultant de l'utilisation des techniques d'accès ou de positionnement au moyen de cordes, celles-ci peuvent être utilisées pour des travaux temporaires en hauteur.

L'utilisation des techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes est conditionnée au respect des conditions de l'article R4323-89. Ces travailleurs reçoivent une formation adéquate et spécifique aux techniques d'accès et de positionnement par cordes et aux procédures de sauvetage. Deux diplômes permettent d'acquérir ces techniques :

- Le certificat d'aptitude aux travaux sur corde (CATSC),
- Le certificat de qualification professionnelle (CQP). L'un des deux est exigé.

Intervention pour travaux d'accès difficile par cordistes.

2.3.5 Matériels et alimentation

Le prestataire devra fournir des prix pour la prise en compte des éléments suivants :

- Fourniture du matériel nécessaire à l'exécution des sondages (radar, ferrosan, gammagraphie, inclinomètres, etc.) ;
- Centrale d'acquisition
- Cibles topographiques
- Marteau piqueur
- Platelage horizontal de réception des gravois
- Protections nécessaires pour éviter la propagation des poussières ;
- Alimentation en électricité (groupe électrogène, etc) ;

Sont automatiquement inclus dans les prestations de base :

- La totalité des fournitures, main d'œuvre nécessaire à la complète utilisation des matériels ;

- Le transport à pied d'œuvre et le stockage des matériels et des matériaux y compris toutes manutentions ainsi que les démontages, remontages, poses et déposes pour l'utilisation éventuelle dans différents locaux ou emplacement du chantier ;
- Rebouchage des sondages destructifs ponctuels exécutés au plâtre et au mortier sans retrait.

2.3.6 Taux horaires

- Ces prix peuvent être utilisés pour rémunérer des prestations non prévues ou non assimilables aux prix plafonds du bordereau, à la stricte condition que ces prestations entrent dans le champ d'application du marché.
- Ces prix plafonds pourront être également utilisés pour rémunérer le titulaire dans le cas de sujétions d'intervention indépendantes de la nature des prestations objet du marché, mais nécessaire pour l'exécution des prestations objet du marché.
- L'exécution de prestations par le biais de ces prix horaires sera effectuée sur dépenses contrôlées et réglée dans les conditions prévues au C.C.A.P.
- Plus-values pour intervention en fin de journées, de nuit ou le samedi lorsqu'elles ne sont pas possibles en semaine et lorsqu'elles pourront nuire à l'utilisation des locaux (bruits importants, etc.) ;

2.3.6.1 Prestations hors bordereau

Certaines prestations ne pouvant être réalisées par le prestataire pourront être traitées hors bordereau avec l'application du coût de vente ou réalisées par les prestataires des marchés de travaux spécifiques selon le corps d'état.

2.3.6.2 Coefficients

Ces coefficients de vente, qui figurent au bordereau, sont réputés calculés pour tenir compte de l'ensemble des frais suivants :

- Frais généraux de l'entreprise et bénéfice
- Temps passé lors des relations avec le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre
- Transport et amenés à pied d'œuvre des matériaux et matériels compris toutes manutentions en toutes conditions et par tous moyens
- Les temps passés pour les différents déplacements sur site
- Toutes pertes, déchets, reliquats inemployables, casses, stockage
- Protections, assurances, surveillance, etc., ainsi que la valeur résultant des sujétions sur le mode d'exécution des prestations annoncées ci-après
- Frais de recherche, de rassortiment et d'approvisionnement des matériels choisis dans les gammes et standards compatibles avec ceux existants.
- Exécution des relevés, plans de détail ou d'exécution, ainsi que les piquetages ou traçages ;
- Sujétions de coordination ou de co-exécution avec d'autres entreprises

2.3.6.3 Coefficient de vente applicable au déboursé sur fournitures hors bordereau

Ce coefficient de vente est applicable uniquement aux prix des fournitures hors bordereau justifiés dans les conditions fixées au C.C.A.P.

Le prestataire appliquera sur les factures justificatives, hors TVA et après déduction des remises consenties par le fournisseur, le coefficient prévu au bordereau des prix plafonds.

2.3.6.4 Coefficient de vente applicable au déboursé pour prestations hors bordereau réalisées par spécialistes

Ce coefficient de vente est applicable aux prestations réalisées par des spécialistes. Ces prestations seront effectuées sous la responsabilité du titulaire et sous réserve du respect des lois en vigueur concernant la sous-traitance et dans les conditions fixées au C.C.A.P.

Le prestataire appliquera sur les factures justificatives, hors TVA et après déduction des remises consenties par le spécialiste indépendant, le coefficient prévu au bordereau des prix plafonds.

Nota : L'attention du prestataire et des services utilisateurs du marché est attiré sur le fait que ces coefficients de vente du bordereau des prix n'ont pas pour objet de permettre la fourniture de matériels ou matériaux, et prestations ne rentrant pas dans l'objet du marché.

De même, le recours à ces coefficients de vente n'est pas autorisé pour rémunérer le titulaire en cas de sous-traitance de prestations dont les prix plafonds sont prévus au bordereau des prix ou dont les prestations sont assimilables aux prix du bordereau.

2.3.6.5 Majoration pour prestations urgentes réalisées dans un délai inférieur à 48 heures

En cas de demande urgente de la part du maître d'ouvrage, le prestataire devra se rendre sur place dans un délai inférieur à 48 heures de jour comme de nuit à compter de la demande du maître d'ouvrage qui sera effectuée par téléphone et par mail. Un coefficient de majoration sera appliqué sur le montant de ces prestations.

2.4 DISPOSITIONS PARTICULIERES

2.4.1 Sondages en site occupé

Pour le cas spécial de sondages exécutés en lieu occupé, il s'agit d'évaluer :

- Le déplacement des meubles pour accéder aux plafonds ou planchers concernés et leur remise en place après exécution ;
- La dépose soigneuse des dalles de faux plafonds (sans que la résille ou les suspentes soient démontées), et leur repositionnement après la réalisation des sondages. En cas de détérioration, le remplacement à l'identique est à la charge du prestataire ;
- La protection des revêtements de sols, des revêtements muraux, du mobilier, etc.
- le repérage et le marquage des salles conservées sur site pour éviter tout sondage dans leur emprise ;
- Sondage des faux plafonds pour déceler des désordres pouvant avoir des incidences sur la sécurité des usagers ;
- Découpe soignée dans le faux-plafond non démontable d'un élément de 0,60 X 0,60 m maximum ;
- Examen visuel de l'état général du plafond au-dessus du faux-plafond, plénum, compris identification du support, identification du mode de fixation et du positionnement des éléments supportant le faux-plafond, détection de désordres pouvant avoir une incidence sur la sécurité par exemple, défaut de montage, dommage ou déplacement des connexions des tés croisés, tés croisés non soutenus pour les faux plafonds démontables, traces d'infiltrations d'eau, fissurations du support, détachement de plaques aux jonctions, etc ;
- Essais statiques plafonds non démontables et démontables, des suspentes suivant la charge prescrite par le fabricant ou à défaut prendre une valeur représentative par

défaut et application de la norme NF EN 13964 qui recommande de prendre un coefficient de sécurité de 2,5 ;

- Rapport par bâtiment avec préconisations éventuelles.

Sont automatiquement inclus dans les prestations de base :

- Le décalage de la position d'un sondage (sans toutefois franchir un mur porteur ou une poutre) dans le cas où la présence de réseaux sous plafond viendrait gêner sa réalisation du sondage ;
- L'arrêt de l'exécution des trous traversant à la rencontre de tout réseau incorporé au plancher. Le sondage sera alors recommencé avec un décalage adapté ;
- L'exécution des sondages par des outils légers, mécaniques ou électriques ;
- La récupération des gravois et le nettoyage des bureaux chaque jour après intervention ;
- Le découpage de moquette, parquet, carrelage ou tout autre revêtement aux dimensions des trous à exécuter dans le cas de sondages traversant ou de sondages supérieurs : on évitera de les arracher sur une surface plus large ;
- Le rajout de moquette ou de sol mince après rebouchage des sondages ;
- La réfection de parquet, carrelage ou de sol dur à l'identique après rebouchage des sondages.
- Le rebouchage provisoire des sondages traversant avec une planche adaptée et calée.
- Le rebouchage définitif des trous traversant, inférieurs et supérieurs, après un délai de deux semaines environ et à la demande de la Maitrise d'ouvrage. Ces rebouchages seront exécutés au plâtre pour les petites ouvertures (section inférieure ou égale à 0,30 X 0,30 m). Dans le cas d'ouvrages en béton, les grandes ouvertures sont à reboucher par du béton armé.

2.4.2 Sondages en terrasse

Dans le cas de réalisation de sondages en terrasse, le prestataire devra prévoir dans son offre les prestations suivantes, en plus de l'exécution des sondages proprement dits :

- Dépose et repose de dalles sur plots ou scellées au droit des sondages ;
- Exécution de revêtement d'étanchéité et de relevés d'étanchéité **provisoires** autour des sondages exécutés et protection des points sondés contre les intempéries par la mise en place de bâches imperméables avec ossature pour assurer la mise hors d'eau ;

Si une réfection n'est pas prévue à court terme, le maître d'ouvrage décidera de faire passer une entreprise spécialisée pour reprendre les zones où des sondages ont été effectués, conformément au DTU.

3 RECONNAISSANCE DES STRUCTURES EN BETON

Les sondages ont pour but de connaître les dimensions et ferraillages des différents éléments en béton armé (dalles, poutrelles, poutres, poteaux, etc.) afin de vérifier leur capacité portante à froid.

Ils permettent, en outre, de déterminer par le calcul la capacité de résistance au feu des différents éléments structurels, sans protection complémentaire.

Le prestataire devra donner, pour chacun des sondages, examens ou essais envisagés, un prix forfaitaire dans le cadre du bordereau des prix plafonds du présent marché.

3.1 EXAMEN VISUEL DE L'ÉTAT GÉNÉRAL DE LA STRUCTURE

Exécution d'une visite de site de l'ensemble de l'ouvrage afin de donner des premières conclusions sur l'état apparent de la structure et sa constitution. Cette visite implique, lorsque nécessaire, le soulèvement de dalles de faux plafonds afin de détecter des problèmes éventuels.

Seront déterminés :

- Les sens de portée des dalles,
- Le positionnement des poutres et poutrelles,
- Le positionnement des verticaux porteurs,
- La présence d'aciers apparents (éclats de béton ou défauts d'enrobages),

3.2 SONDAGES SUR ÉLÉMENTS DE BÉTON COURANTS POUR DÉTERMINATION DU FERRAILLAGE ET DES CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES

3.2.1 Généralités

Les sondages de la structure béton armé se font :

Pour les poutres et poteaux :

- Par saignée mettant à nu les aciers en angle pour déterminer l'enrobage, le diamètre des barres principales et des cadres,
- Par ferroskan, pachomètre ou radar géophysique, pour recherche du nombre de barres par lit et de l'espacement des cadres ;

Pour les dalles :

- Par saignée mettant à nu les aciers pour déterminer l'enrobage, le diamètre des barres longitudinales et transversales,
- Par ferroskan, pachomètre ou radar géophysique, pour détermination des espacements entre barres.

De manière générale, le relevé des nuances et de l'aspect des fers rencontrés devra être pris en compte pour chaque mise à nu d'aciers à béton :

- Acier lisse, ou à haute adhérence.
- Fers torsadés, crénelés, etc.

Le recours à des sondages destructifs ne se fera que lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir des résultats fiables à l'aide d'un ferroskan, d'un pachomètre ou d'un radar géophysique.

Les sondages destructifs dans le béton devront être rebouchés au mortier sans retrait.

3.2.2 Sondages sur poteaux en béton armé

Les éléments suivants sont à relever :

- Section des poteaux,
- Hauteur des poteaux,
- Diamètre des aciers,
- Nombre de barres sur chaque face,
- Enrobage des aciers,
- Diamètre et espacement des armatures transversales.

Cas des poteaux mixtes :

Dans le cas où des poteaux mixtes (métal enrobé de béton) seraient détectés : détermination des caractéristiques dimensionnelles du poteau métallique par exécution de saignées en pied de poteau. Les saignées seront rebouchées au mortier sans retrait après prélèvement d'un échantillon de profil métallique pour essai de traction en laboratoire.

3.2.3 Sondages sur poutres en béton armé

Les éléments suivants sont à relever :

Sondage à mi-travée (arase inférieure) :

- Section des poutres,
- Nombre de lits d'acier inférieurs,
- Enrobage des aciers inférieurs,
- Diamètres des aciers inférieurs,
- Sections des poutres (retombée sous dalle + largeur),
- Longueur des poutres,
- Diamètre et espacement des armatures transversales.

Sondages sur appuis (arase supérieure) :

- Nombre de lits d'acier supérieurs,
- Enrobage des aciers supérieurs,
- Diamètres des aciers supérieurs,
- Diamètre et espacement des armatures transversales.

3.2.4 Cas de profils métalliques enrobés de béton

Dans le cas où un profilé métallique serait détecté à l'intérieur de la poutre : détermination des caractéristiques dimensionnelles de la poutre par exécution de saignées soigneuses. Les saignées seront rebouchées après prélèvement d'un échantillon du profil pour essai de traction en laboratoire.

3.2.5 Sondages sur poutrelles en béton armé

- Dito sondages sur poutres ;
- Détermination des entraxes des poutrelles.

3.2.6 Sondages de dalles

Les éléments suivants sont à relever :

Sondage à mi-travée (arase inférieure) :

- Diamètre des aciers inférieurs (dans les 2 directions),
- Enrobages des fils principaux,
- Espacement des aciers inférieurs (dans les 2 directions),
- Épaisseur de la dalle,
- Portée entre poutres,
- Si dalles alvéolaires, coupe sur dalle avec toutes dimensions nécessaires (vides et pleins, dimensions et espacement des torons) ;

Sondages sur appuis (arase supérieure) :

- Diamètre des aciers supérieurs (dans les 2 directions),
- Enrobages des fils principaux,
- Espacement des aciers supérieurs (dans les 2 directions).

L'épaisseur de la dalle est déterminée à l'aide d'un sondage destructif (perçement – de diamètre $\varnothing = 20$ mm – de la dalle dans toute son épaisseur). Dans le cas d'une dalle alvéolaire, les percements nécessaires à l'exécution d'une coupe précise devront être envisagés.

Cas des planchers mixtes dalle béton + poutrelles métalliques :

En plus du ferrailage et de l'épaisseur de la dalle en béton, détermination :

- De la nature et du nombre de connecteurs au droit des poutres métalliques. Le nombre de connecteurs sera déterminé par sondage non destructif. Un sondage destructif ponctuel sera exécuté au droit d'un connecteur pour détermination de la nature et des caractéristiques dimensionnelles de ces derniers ;
- Du profil et de l'épaisseur du **bac collaborant** en sous face de dalle, si existant. Le sondage destructif au droit du connecteur sera rebouché au mortier sans retrait après relevé des dimensions de ce dernier.

3.2.7 Sondages de dallages

- Dito dalles, sauf pour aciers de chapeaux,
- Élargir le perçement pour fouiller le fond de forme.

Des essais à la plaque devront être prévus in situ pour évaluation du module de Westergaard du sol

3.2.8 Sondages de radiers

Les éléments suivants sont à relever :

- Diamètre des aciers supérieurs dans les 2 directions,

- Diamètre et espacement des aciers inférieurs dans les deux directions, au droit des porteurs verticaux,
- Enrobages des fils principaux,
- Espacement des aciers supérieurs (dans les 2 directions),
- Épaisseur du radier par prospection électrique ou méthode des résistivités.

Dans le cas où des sondages destructifs seraient nécessaires :

- Ils devront rester superficiels. En aucun cas le radier ne devra être percé dans toute son épaisseur ; Ils seront rebouchés soigneusement au mortier sans retrait après exécution des sondages.

3.3 RECONNAISSANCE DES POTEAUX

Ces sondages ne sont pas traversants. Il faut dégager, le cas échéant, le plâtre, l'enduit ciment, l'encoffrement ou tout autre couverture du poteau.

- On reconnaît sa nature : poteau béton, **poteau métallique**, mixte, **fonte**, poteau Eiffel, poteau de pierre, de moellons ou de briques, poteau bois, etc.
- On relève ses dimensions globales en précisant :
 - Pour les **poteaux métalliques** (cis poteaux Eiffel), la dimension des échantillons, y compris les épaisseurs des ailes ;
 - Pour les **poteaux fonte**, leur diamètre et l'épaisseur de l'anneau.

Les prestations suivantes devront être exécutées :

- Forage à la mèche d'un trou de petite dimension ($d < 10$ mm) sur une profondeur égale à $\frac{1}{4}$ environ du diamètre externe du poteau. Il est ainsi possible de reconnaître si le poteau est creux, rempli ou plein,
- Si poteau creux ou rempli, élargissement du percement à une cote intérieure à 20 mm, pour relever l'épaisseur de l'enveloppe de fonte,
- Pour les autres poteaux, leur épaisseur, leur largeur (ou leur diamètre, pour les poteaux circulaires) et la nature des matériaux.

3.3.1 Prélèvement d'échantillons et analyses en laboratoire

Prélèvements d'échantillons de murs porteurs et de poteaux afin de faire des essais en laboratoires :

- Pour les **poteaux béton** ou mixtes, se reporter à l'article 3.2.2 du présent C.C.T.P. ;
- Pour les **profils métalliques**, se reporter à l'article 3.3 du présent C.C.T.P. ;
- Pour les **poteaux en fonte** :
 - Prélèvement d'un échantillon de 3 cm de dimension minimale environ (à vérifier avec le laboratoire) pour analyse. Cet échantillon pourra être prélevé à la carotteuse, à l'exclusion de tout procédé chauffant (oxycoupage),
 - Le prestataire devra percer en pied de poteau et procéder avec soin pour éviter une rupture fragile du poteau en fonte. Se reporter à l'article 4.2.5 et à l'article 4.2.6 du présent CCTP.
- Pour les **poteaux en bois et structures à pans de bois** : analyse visuelle de la santé du bois et relevé de la géométrie. Dans le cas où le bois n'aurait pas un aspect sain (attaque probable par des agents biologiques), prélèvement d'un échantillon pour analyse en laboratoire au microscope électronique ; Se reporter à l'article 5.4 et à l'article 5.5 du présent CCTP.

- Pour les **poteaux et murs maçonnés** et moellons dans le cadre de maçonneries porteuses, il est à prévoir des **prélèvements** nécessaires et définir la densité de la pierre, la **contrainte de rupture** de l'ensemble « maçonnerie/joint et la contrainte admissible. Pour la réalisation de cette nature de prestation, dans le cadre d'un bon de commande, ce dernier point sera à chiffrer à partir des prix plafonds reconnaissances, sondages, prélèvements, analyses, calculs du bordereau des prix unitaires (BPU) du présent marché.

3.4 SONDAGES DE POUTRES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

3.4.1 *Sondages destructifs sur appui et relevé des caractéristiques dimensionnelles de la poutre*

Sondages en about de poutres couplés avec l'utilisation du radar géophysique :

Le procédé d'investigation est différent de celui exécuté pour les poutres. Il s'agit de :

- Exécuter des **sondages destructifs** en abouts de poutres pour rechercher les pièces d'ancrage et reconnaître, par ce biais, la nature (câbles gainés graissés, précontrainte par coulis injecté, etc.), le nombre et la constitution des câbles (fils, torons, etc.), ainsi que le fournisseur.

Cette reconnaissance permettra de déterminer, par le calcul, la précontrainte dans les câbles (avec prise en compte de la perte de précontrainte au fil du temps) ;

- Faire des **sondages au radar géophysique** pour repérer la position des câbles de précontrainte tout au long de la poutre.

Dans le cas de repérage d'une fissuration anormale de la poutre précontrainte, la recherche de la tension des câbles est à prévoir au présent marché.

Nota : veiller à ne pas endommager les gaines enrobant les torons.

3.4.2 *Sondages par gammagraphie*

La gammagraphie est une méthode non destructive très performante dans la recherche de l'état de la précontrainte d'une poutre. Elle permet :

- De déterminer précisément la nature, le nombre et la constitution des câbles présents dans une poutre précontrainte ;
- De localiser les câbles de précontrainte le long de la poutre ;
- De voir les « accidents » (comme des ruptures de câbles, par exemple) le long d'une poutre.

Utilisation :

Cette méthode sera préférentiellement utilisée dans les cas suivants :

- Abouts de poutres non accessibles pour l'exécution des sondages destructifs ;
- Repérage d'une fissuration anormale dans une poutre, nécessitant le repérage d'anomalies éventuelles.

3.5 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS POUR ESSAIS EN LABORATOIRE

3.5.1 *Prélèvement de carottes de béton*

Exécution de carottages sur site et envoi de ces derniers en laboratoire. Diamètre des carottages : Ø20 à Ø150.

Le prix comprend le rebouchage des trous au mortier sans retrait après extraction des carottes.

3.5.2 Prélèvement de fers à béton

Prélèvement in situ d'aciers à béton dans les éléments à sonder et envoi de ces derniers en laboratoire pour exécution d'essais de traction. Longueur des échantillons d'aciers prélevés : 10 cm environ.

3.6 Essais en laboratoire

3.6.1 Essais de compression sur carottes en béton

Réalisation d'essais de compression selon la norme NF P18-406 sur carottes en béton prélevées in situ (3 échantillons minimum) pour détermination de leur contrainte de compression admissible.

3.6.2 Essais de traction par fendage

Réalisation d'essais de traction par fendage (essai dit « brésilien ») sur carottes en béton prélevées in situ pour détermination de leur contrainte de traction admissible.

3.6.3 Analyse chimique sur béton

Dans certains cas, il peut être intéressant de connaître les composantes incluses dans un béton en place afin de voir s'il n'y a pas de risques d'altérations chimiques.

Ceci est possible par l'exécution d'analyses chimiques appropriées en laboratoires. Ces dernières permettent, entre autres, de déterminer :

- Le dosage en alcalins, nitrates, phosphates, sulfates, etc. des bétons ;
- Teneur en chlorures des bétons, en particulier dans la zone d'enrobage des aciers ;
- La composition minéralogique de bétons.

3.6.4 Détermination du niveau de carbonatation du béton

La carbonatation du béton se produit pour toutes les parties du béton en contact avec l'air et, en particulier, à l'intérieur des fissures.

Le niveau de carbonatation du béton est évalué par application d'un indicateur coloré dans les fissures. Dès que le réactif atteint la zone non carbonatée (ambiance alcaline), il vire au rouge.

Principe de la carbonatation du béton :

Le gaz carbonique se fixe sur la chaux du ciment pour donner un carbonate de chaux. Lorsque le PH du béton diminue (en dessous de 9), les armatures ne sont plus protégées de l'oxydation.

Le carbonate de chaux, en présence de CO₂ donne du bicarbonate de chaux soluble dans l'eau. On perçoit alors des traces blanches de calcite à la surface du béton.

La détermination du niveau de carbonatation du béton s'effectuera en laboratoire.

3.6.5 Essais sur des échantillons d'acier à béton

La détermination de la limite élastique des aciers d'armatures est nécessaire pour l'évaluation des surcharges admissibles sur les éléments, et dans le cas où il y aurait des changements de structure : création de trémies nécessitant la vérification des planchers mitoyens. Ajout de mezzanine nécessitant la vérification des poteaux et fondations recevant plus de charges que précédemment, etc.

La détermination de la limite élastique des aciers se fait exécution **d'essais de traction** en laboratoire sur des échantillons prélevés in situ (3 échantillons minimum) et par **essais chimiques**.

3.7 ESSAIS IN SITU

3.7.1 Essais sclérométriques

La détermination des contraintes caractéristiques du béton peut être vérifiée sur site par l'exécution in situ d'essais sclérométriques sur éléments en béton (poteaux, poutres, poutrelles, voiles, etc.). Ces essais viennent compléter les résultats obtenus par carottage et essais de compression d'éprouvettes, qui servent d'autre part d'étalon aux essais sclérométriques.

3.7.2 Détermination de l'homogénéité du béton

Il peut être intéressant de contrôler l'homogénéité du béton pour un ouvrage ou un élément de structure. L'analyse des résultats des différents essais exécutés in situ permet de déterminer la qualité du béton et de voir s'il existe des hétérogénéités (des fissures, des vides, des zones altérées ou décomprimées), ces dernières pouvant notamment résulter d'agressions externes, telles que gel ou incendie.

Plusieurs outils peuvent être utilisés, suivant besoin :

- Le **radar géophysique** permet de mesurer des épaisseurs et de détecter des vides, par exemple sous une dalle, un radier, etc.
- Le scléromètre permet de caractériser la dureté de surface d'un béton (voir paragraphe ci avant) ;
- Les outils de mesure de vitesse de **propagation d'impulsions par ondes soniques** ou ultrasoniques (>50 KHz) à travers un matériau ont pour but d'en évaluer la qualité dynamique (densité, module dynamique). Une diminution de la vitesse de propagation des ondes longitudinales depuis le générateur d'impulsions jusqu'au récepteur indique souvent la présence d'un défaut (fissure, matériau peu cohérent, etc.).

La qualité du béton est directement liée à la **vitesse de propagation des impulsions** et l'outil de mesure s'avère fiable dans l'évaluation de la résistance du matériau, comme illustré dans le tableau ci-après :

Qualité du béton	Vitesse de propagation des impulsions, pi/s
Excellente Bonne Douteuse	Supérieure à 15 000
Mauvaise	12 000 – 15 000
Très mauvaise	10 000 – 12 000
	7 000 – 10 000
	inférieure à 7 000

Nota : la présence d'aciers d'armatures ayant un effet appréciable sur la vitesse de propagation des impulsions, il est souhaitable de choisir des parcours qui ne sont pas influencés par la présence de ces derniers, ou d'effectuer des corrections si de l'acier se trouve sur le parcours des impulsions.

3.7.3 Essais à la plaque

L'essai à la plaque, ou essai standard de Westergaard permet de déterminer le module de Westergaard d'un sol et est nécessaire à la détermination de la portance d'un dallage.

3.7.4 Détermination de l'état de corrosion des aciers

Méthode traditionnelle basée sur des techniques électrochimiques :

Prise en compte des éléments :

- Dégagement en un point, et après grattage, de l'armature pour laquelle il s'agit d'évaluer l'état de corrosion,
- Estimation du pourcentage de la section résistante par rapport à la section initiale avant oxydation,
- Relevé de la différence de potentiel sur toute la longueur de l'armature considérée.

L'état de corrosion des aciers à béton est mesuré suivant la méthode basée sur la mesure du potentiel électrochimique.

Méthode par impulsions galvanostatiques :

Cette technique non destructive par polarisation permet la réalisation rapide de mesures de vitesse de corrosion (10 à 30 secondes par mesure).

La méthode est basée sur l'analyse de la courbe de variations de potentiel des aciers sous l'influence d'impulsions électriques de faible intensité, émises dans le béton dans un volume déterminé.

3.7.5 Recherche de présence d'eau ou d'humidité dans le béton

La recherche de présence d'eau ou d'humidité est particulièrement intéressante dans les cas suivants :

- Pour savoir si le revêtement d'imperméabilité d'une façade béton est toujours actif ;
- Dans la recherche de l'origine d'une fuite, sur une toiture par exemple ;
- Pour rechercher la présence d'humidité dans un élément en béton.

Les différentes méthodes peuvent être appréhendées :

Mise en évidence d'une éventuelle hydrofugation d'une façade en béton :

La méthode consiste à **projeter de l'eau sur une façade béton** pour vérifier visuellement sa capacité à rejeter l'eau de pluie.

Dans le cas de constatation d'un effet perlant de la façade en béton, il est possible de déduire la présence d'un hydrofuge actif en surface.

Cet essai peut être complété par une mesure du taux d'humidité de la façade après aspersion.

Méthode par gamma densimétrie :

La répartition de la teneur en eau d'un matériau peut être mesurée de manière non destructive par gamma densimétrie.

Des rayons γ , qui ont la particularité de se fixer sur l'hydrogène, sont bombardés par un gamma densimètre – humidimètre sur la zone étudiée. L'eau contenant de l'hydrogène, le matériau absorbera d'autant plus de rayons γ que l'humidité sera grande.

Sur site, la prise de mesures, est réalisée point par point selon un maillage carré régulier. Les résultats obtenus permettent d'établir des cartographies localisant les zones plus ou moins humides.

Précautions de mise en œuvre :

Les recherches d'humidité par gamma densimétrie ne présentant pas de risques pour l'homme. Cependant :

- Les mesures ne peuvent être exécutées que par un **opérateur habilité**. Ce dernier est muni d'un dosimètre radioactif afin de vérifier que le seuil de radioactivité n'est pas atteint,
- Lors de la prise de mesures, la zone testée doit être vide de toute personne (hors opérateur) dans un rayon de 2 mètres. Dans le cas de mesures d'humidité par gamma densimétrie dans une dalle, ceci implique, par exemple, que personne ne se trouve en dessous pendant la durée de l'essai.

Méthode par capacimétrie :

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité électrique d'un matériau, cette dernière étant fortement influencée par la présence d'eau ou d'humidité (variation de la constante diélectrique (permittivité relative) du matériau). En revanche, elle ne dépend pas de la résistivité électrique et n'est pas influencée par la présence de sels.

La conversion des valeurs de capacité en teneur en eau est obtenue par calcul, après étalonnage sur prélèvements ciblés.

Mise en œuvre :

La prise de mesures en surface est réalisée point par point selon un maillage régulier. Les premiers résultats permettent de repérer sur site les variations de teneur en eau d'un point à un autre, entre 0 et 5 cm de profondeur environ ;

Une sonde spécifique insérée dans des micro-forages exécutés dans le matériau à sonder permet de réaliser des mesures jusqu'à plus de 50 cm de profondeur.

3.7.6 Mesure de l'adhérence d'un revêtement sur béton durci

Cette mesure est particulièrement intéressante pour tester les revêtements de façade et de murs intérieurs afin de voir s'il n'y a pas risque qu'ils se décrochent.

L'adhérence du revêtement est définie comme la contrainte nécessaire pour séparer le produit de son support. La mesure est exécutée à l'aide d'un dynamomètre, qui mesure la force nécessaire à l'arrachement par traction directe de produits appliqués en revêtement de béton durci.

L'essai se décompose en 3 étapes :

- Réalisation des découpes du revêtement à tester, pénétrant de quelques millimètres dans le support, de la dimension de la pastille de traction de l'appareil de mesure ;
- Collage des pastilles à l'aide d'une colle sans solvant, comme la résine époxydique, ou d'autres colles compatibles avec le produit de revêtement, et assurant une adhérence très largement supérieure à celle du ou des revêtements sur le support ;

- Après prise de la colle, exécution d'une traction directe jusqu'à arrachement des pastilles, à l'aide du dynamomètre.

3.7.7 Suivi des fissures

Le suivi des fissures se fait à l'aide d'un fissuromètre, instrument électronique destiné à la surveillance des variations d'ouverture d'une fissure et du relevé de la température ambiante.

3.7.8 Suivi des mouvements : déplacements, inclinaison

Un inclinomètre (ou clinomètre) est un instrument de mesure des inclinaisons par rapport à la verticale.

Un relevé des enregistrements sera réalisé par instrument. Le prix comprend également l'analyse et l'interprétation .

L'ensemble des informations sera restitué dans le rapport rémunéré par le prix.

3.7.9 Relevé topographique

Les relevés topographiques sont demandés pour suivre le mouvement global d'un bâtiment. Il s'agit d'installer des cibles, puis de réaliser les mesures avec un théodolite. Il n'y a pas d'enregistrement. Le prix comprend également l'analyse et l'interprétation. L'ensemble des informations sera restitué dans le rapport rémunéré par le prix 7-2.

4 RECONNAISSANCE DES STRUCTURES METALLIQUES

Cette reconnaissance se fait sur tous les bâtiments comprenant une charpente métallique ou tous éléments isolés comme poteaux, poutres, solives métalliques, linteaux de menuiseries, auvents, marquises, verrières, châssis de toit.

Le but du **diagnostic** est de relever la structure existante pour en déterminer la portance par le calcul. Il s'agit de :

- Relever l'état général de la structure,
- Faire un relevé des différents éléments structurels,
- Faire des sondages en laboratoire pour déterminer la qualité du métal.

4.1 RELEVÉ ET ÉTAT VISUEL DE LA CHARPENTE OU AUTRES ÉLÉMENTS MÉTALLIQUES

Le prestataire devra relever l'ensemble de la géométrie de la charpente métallique ou autres éléments métalliques. Ce relevé devra faire figurer :

- Les cotes des lignes moyennes des fers, les portées, hauteurs, longueurs des entrails arbalétriers, montants, diagonales, etc ;
- La nature et les sections des fers (H, I, cornières, etc.) ;
- La nature des assemblages (soudure, boulonnages, rivetage) ;
- Les détails d'assemblages montrant : les goussets, les boulonnages, les brides, les soudures, etc ;
- Les liaisons des pieds de poteaux ancrés sur les massifs de fondations ;
- Les jonctions entre les différents éléments (poteaux - fermes, fermes - pannes, etc.).

Le prestataire émettra un avis sur l'état général de la charpente et se prononcera notamment sur :

- La corrosion des fers (corrosion creusante ou foisonnante) ;
- Les fissures dans les fers et assemblages (pouvant être dues à un défaut de fabrication, à un matériau de qualité médiocre, à un phénomène de fatigue ou à un accès de charge) ;
- Les flèches, déversements, flambements relevés.

Nota : L'unité M² correspond à la surface de la charpente métallique vue en plan

4.2 SONDAGE SUR PLANCHER À POUTRELLES MÉTALLIQUES

(Identique au paragraphe 5.2)

Les sondages de planchers sont destructifs et nécessitent l'ouverture d'un carré d'environ 60x60 cm minimum afin de déterminer l'entraxe des poutrelles et leur direction. Les poutrelles mises à jour pourront être, suivant le cas, des **poutrelles métalliques** ou des **solives bois** et reprendront des augets ou entrevous. Entraxe courant entre poutrelles : 60 à 70 cm.

Le prestataire devra donner, pour chacun des sondages envisagés, un prix forfaitaire dans le cadre de bordereau joint au présent C.C.T.P. Ce prix comprend la dépose en conservation et la repose des revêtements.

4.2.1 Sondages traversants

Les sondages traversants sont réalisés par le dessus du plancher et le traversent de part en part. Les prestations suivantes sont prévues :

- Le plancher est débarrassé de ses éléments de revêtement (parquets, lambourdes ou chapes, sols scellés, etc.) sur une dimension de 60x60 minimum, à élargir progressivement afin de mettre à nu le dessus des **poutrelles métalliques ou bois**, ainsi que leur entraxe.
- Un sondage ponctuel traversant de dimension plus réduite (20x20 environ) à travers l'auget est effectué contre une poutrelle métallique ou bois.
- Ce sondage ponctuel doit être suffisamment important pour relever les caractéristiques dimensionnelles des différents éléments et leur nature (augets ou entrevous, poutrelles, plâtre éventuel en sous face et en surface du plancher, etc.).

Pour chaque sondage, une coupe précise devra être exécutée. Cette coupe devra faire apparaître :

- Les dimensions des poutrelles métalliques (hauteur, largeur, épaisseur des ailes, congés éventuels) **ou bois** (hauteur, largeur, etc.) ainsi que leur entraxe et leur longueur;
- Les épaisseurs et la nature des matériaux constitutifs du plancher (augets, plâtre, lambourdes, parquets, chapes, sols scellés, etc) et recherche des matériaux de remplissage en précisant leur densité. **Dans le cas de lambourdes**, les espacements et dimensions des différents éléments devront être mentionnés (sections et situation des lambourdes, épaisseur du parquet).

En plus de la coupe, une vue en plan devra repérer la coupe et faire apparaître clairement le sens de portée du plancher.

4.2.2 Sondages supérieurs

Ces sondages sont réalisés par le dessus du plancher mais ne le traversent pas. Ils sont utilisés en plafonds de salles conservées au niveau qui leur est immédiatement supérieur. Il faut donc être vigilant et ne surtout pas traverser le plancher de part en part.

Le plancher est débarrassé de ses éléments de revêtement (parquets, lambourdes, chapes, sols scellés, etc.) sur une dimension de 60x60 minimum afin de mettre à nu le dessus des poutrelles métalliques **ou bois**, ainsi que leur entraxe, et dégager le dessus des augets ou entrevous, pour en apercevoir la nature, sans les attaquer.

Pour chaque sondage, une coupe précise devra être exécutée, faisant apparaître :

- La largeur des poutrelles **bois** ou des semelles des poutrelles métalliques, ainsi que leur entraxe. Mais dans ce cas, la hauteur de la poutrelle, et le détail de la section pour les poutrelles métalliques ne pourront peut-être pas être relevés ;
- La nature des augets ou entrevous ;
- L'épaisseur et la nature de tous les matériaux situés au-dessus des augets ou entrevous et des poutrelles : plâtre, lambourdes, parquets, chapes, sols scellés, etc. Dans le cas de lambourdes, les espacements et dimensions des différents éléments devront être mentionnés ;

De même que pour les sondages traversants, une vue en plan repérant la coupe et faisant apparaître clairement le sens de portée du plancher devra être jointe.

4.2.3 Sondages inférieurs

Ces sondages sont réalisés par le dessous du plancher mais ne le traversent pas. Ils sont utilisés sous les salles conservées. Il faut donc être très vigilant et ne surtout pas traverser le plancher de part en part.

Attention au fait que ces sondages sont communément représentés en plancher bas des salles conservées, mais qu'ils s'exécutent en plafond, par-dessous. Le plafond est débarrassé de son faux plafond éventuel, ainsi que des matériaux non porteurs (plâtre ou autre) en sous face sur une dimension de 60x60 minimum afin de mettre à nu le dessous des poutrelles métalliques ou bois, ainsi que leur entraxe, et dégager le dessous des augets ou entrevous.

Pour chaque sondage, il faudra mettre en évidence :

- La largeur des poutrelles bois ou les semelles des poutres métalliques ;
- Leur direction ;
- La nature des augets ou entrevous ;
- L'épaisseur et la nature de tous les matériaux situés en sous face des poutrelles et entrevous.

La section des poutrelles ne pourra pas être indiquée dans ce cas, ni leur couverture par une chape ou un parquet. L'épaisseur des augets ne sera pas vérifiée compte tenu de l'interdiction de les traverser.

Une vue en plan, positionnant les sondages effectués et donnant le sens de portée des planchers sondés, devra être jointe à la description.

4.2.4 Sondage sur poutre

Pour certains planchers, il peut être intéressant de faire une reconnaissance des poutres porteuses des poutrelles métalliques ou bois, en complément d'un sondage traversant, supérieur ou inférieur.

La reconnaissance peut être envisagée par-dessus ou par-dessous. Le repérage est communément donné par-dessus sur plans.

Il s'agit de reconnaître, pour une poutre supposée :

- Son positionnement et son sens de portée ;
- Son arase par rapport à la sous face du plancher. Un sondage de plancher en complément viendra définir sa section totale ;
- Sa nature. Pour une poutre bois, son essence et sa contrainte admissible ;
- Sa section ;
- Son enrobage (plâtre, ciment ou autre).

Ces renseignements seront consignés sous forme de croquis, avec positionnement sur une vue en plan, et photo.

L'obtention de tous les éléments demandés peut être faite par mise à nu de la partie supérieure de la poutre et percement total du plancher au droit de la poutre afin d'en obtenir ses caractéristiques dimensionnelles.

Prescription particulière de mise en œuvre :

En cas de salle conservée en dessous ou au-dessus du plancher objet d'une reconnaissance de poutre, le plancher ne pourra être traversé. La reconnaissance s'arrêtera donc à la mise à nu de la partie supérieure (dans le cas d'une salle conservée en dessous) ou de la partie

inférieure de la poutre (dans le cas d'une salle conservée au-dessus, pour laquelle la reconnaissance se fera par le plafond). En aucun cas la section de la poutre pourra être connue.

4.2.5 Reconnaissance des poteaux (CF article 6.4)

Ces sondages ne sont pas traversants. Il faut dégager tout revêtement du poteau. On reconnaît sa nature.

On relève ses dimensions globales en précisant :

- Pour les **poteaux métalliques** (cis poteaux Eiffel), la dimension des échantillons, y compris les épaisseurs des ailes ;
- Pour les **poteaux fonte**, leur diamètre et l'épaisseur de l'anneau.

Les prestations suivantes devront être exécutées :

- Forage à la mèche d'un trou de petite dimension ($\varnothing < 10$ mm) sur une profondeur égale à $\frac{1}{4}$ environ du diamètre externe du poteau. Il est ainsi possible de reconnaître si le poteau est creux, rempli ou plein,
- Si poteau creux ou rempli, élargissement du percement à une cote intérieure à 20 mm, pour relever l'épaisseur de l'enveloppe de fonte.

4.2.6 Sondage sur élément en fonte (CF article 6.4)

Le sondage consistera :

- À vérifier l'état des éléments en fonte et les assemblages entre chaque élément
- À détecter les cassures, fêlures ou fissures existantes
- À déterminer le bon fonctionnement des pièces (par exemple, tuyau DEP, bouché ou non)
- À déterminer si la résistance des éléments de supports est compatible avec les charges à contenir
- À analyser la dégradation des éléments par exemple perte de matière fragilisant la bonne tenue.

4.2.7 Prélèvement d'échantillons

- Prélèvement d'échantillons et envoi de ces derniers dans un laboratoire agréé par le Maître d'ouvrage afin d'exécuter des essais de traction. (Cf article 6.4.2 du présent CCTP)
- Les échantillons seront prélevés de préférence sur les poutres, près des appuis. Il s'agira de **découper un petit morceau par sciage** de l'aile inférieure du profil métallique concerné, près de l'appui (10 cm de long suffisent sur une largeur d'environ la moitié de l'aile).
- Dans le cas d'un poteau, l'échantillon sera prélevé en tête de poteau, également au niveau de l'aile.
- Des étalements seront prévus, si nécessaire au droit des échantillons prélevés.
- Le nombre d'échantillons prélevés pouvant varier en fonction de l'emprise de la charpente métallique considérée, le prestataire devra faire apparaître, dans sa proposition, un prix unitaire par prélèvement. Un minimum de 3 échantillons devra être prélevé afin d'obtenir une fiabilité des résultats.

- Dans le cas d'exécution d'essais chimiques en laboratoire, des **échantillons pourront éventuellement être prélevés par grattage**. Cette méthode a pour avantage de ne pas endommager le fer.

4.2.8 Analyse des échantillons de fonte :

Le laboratoire devra indiquer à partir de l'analyse de l'échantillon :

- Un ordre de grandeur de la contrainte élastique,
- Un ordre de grandeur de la contrainte de rupture,
- Un ordre de grandeur de la contrainte admissible,
- Des indications sur le caractère de fragilité de la fonte,
- Les résultats de l'analyse chimique : structure et inclusions.

4.2.9 Essais sur des échantillons de charpente métallique

4.2.9.1 Essais de traction

Exécution d'essais de traction en laboratoire sur les échantillons prélevés, afin de connaître la contrainte admissible de l'acier, ainsi que la contrainte de rupture.

Les résultats seront présentés sous forme de tableau. Chaque échantillon devra être clairement identifié (nature de l'élément prélevé et positionnement exact (bâtiment, niveau, file, etc.) par indication de la position sur un plan, par exemple).

4.2.9.2 Essais chimiques

Il peut être intéressant de faire des essais chimiques en laboratoire sur les prélèvements métalliques effectués afin de connaître leur composition. Cela permet, notamment, de donner des conclusions sur :

- la soudabilité de l'acier prélevé,
- sa nature métallurgique.

Nota : dans certains cas - structure feuilleté, acier puddlé – la nature des profils et leur soudabilité peuvent être appréhendés sans exécution d'essais chimiques.

4.2.9.3 Prélèvement d'échantillons de poutrelles

- Dans le cas de sondages traversant, il est possible de faire des prélèvements d'échantillons de poutrelles afin d'exécuter des essais en laboratoires :
- Pour les poutrelles métalliques, se reporter à l'article 4.2.7 du présent CCTP.

5 RECONNAISSANCE DES STRUCTURES BOIS

Les sondages sur les structures bois concernent :

- Les charpentes bois
- Les pans de bois
- Les ossatures et solivages planchers

Les sondages ont pour but de connaître les dimensions et sections des différents éléments, afin de vérifier leur capacité portante à froid.

Ils doivent permettre de déterminer par le calcul, la capacité de résistance au feu des différents éléments structuraux sans protection complémentaire.

5.1 SONDAGE SUR LA CHARPENTE BOIS

Le prestataire devra relever l'ensemble de la géométrie de la charpente bois qui comprendra :

- Les cotes des lignes moyennes des pièces de bois ;
- Les sections des pièces ;
- La nature des bois (chêne, sapin, etc.) ;
- La nature et le détail des assemblages ;
- Les liaisons des pieds de charpente (arbalétriers) avec les sablières ;
- L'état des pièces de bois, en particulier en bas de pente, pour les pièces enrobées de maçonnerie
- L'état des pièces de bois dans les zones humides (noues, renvers, etc.)
- Le ciblage des éléments cassés ou déchevillés
- Le zonage des flèches, déversements, flambements, etc.
- Le constat de l'état parasitaire, en cas d'attaque d'insectes ou de champignons
- Le constat de la pourriture des bois à l'aide d'un poinçon ou canif
- Le relevé des éléments de couverture

5.2 SONDAGES SUR PLANCHERS À SOLIVES ET POUTRES

(Article identique au paragraphe 4.2 du présent CCTP)

Nota : Le constat de la pourriture des bois se fait à l'aide d'un poinçon ou canif. (Articles 5-2 du BPU)

5.3 RECONNAISSANCE DES POUTRES

(Article identique au paragraphe 4.2.4 du présent CCTP) (Article 5-3 du BPU)

5.4 RECONNAISSANCE DES POTEAUX

Se reporter à l'article 3.3 du présent CCTP.

- On reconnaît sa nature :
- On relève ses dimensions globales. (Prix identique Article 3-5-1)

5.4.1 Prélèvement d'échantillons et essais en laboratoires

Dans le cas de sondages traversant, il est possible de faire des prélèvements d'échantillons de solives afin d'exécuter des essais en laboratoires :

- analyse visuelle de la santé du bois et relevé de la géométrie. Dans le cas où le bois n'aurait pas un aspect sain (attaque probable par des agents biologiques), prélèvement d'un échantillon pour analyse en laboratoire au microscope électronique.

5.5 SONDAGES SUR PANS DE BOIS

Même prestation que pour les planchers (article 5.2 du présent CCTP) mais avec des sondages extérieurs ou intérieurs, au lieu de dessus ou dessous. Le relevé sera élargi sur environ 2 mètres de largeur en saignée horizontale pour relever l'espacement, la section et les directions des bois (verticaux, inclinés, angles, etc.).

Le constat de la pourriture des bois se fait à l'aide d'un poinçon ou canif. (Article 5-4-1-2)

5.5.1 Rapport de sondage

Nota : Rédaction d'une fiche par sondage avec localisation, relevés, indications des matériaux rencontrés, remarques spécifiques, photos des sondages, la valeur de ce rapport spécifique à chaque sondage sera incluse dans le prix unitaire du sondage et constituera une annexe du rapport final.

6 SONDAGES SUR AUTRES ELEMENTS VERTICAUX ET FONDATIONS

6.1 RECONNAISSANCE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

Cette reconnaissance, effectuée en pied de verticaux conservés, doit permettre de déterminer :

- L'arase supérieure des fondations existantes ;
- Leur sur largeur dans le cas de sondages sous murs
- Leur longueur et largeur dans le cas de sondages sous poteaux.

Les sondages sont effectués en pied de murs ou poteaux. Le dallage est cassé sur une largeur suffisante pour permettre l'exécution de la fouille. Cette dernière est descendue jusqu'au niveau d'assise de la fondation.

Le sondage sert également à indiquer la nature du sol traversé et la composition du dallage et doit pouvoir indiquer la nature des assises de fondations.

Par ailleurs pourra être demandé dans ce cadre, l'étude de la qualité et de la résistance des assises de fondations et notamment résistance des blocs de calcaire et du béton sous les éléments porteurs, présence d'armatures dans le béton, caractéristiques des aciers ou confirmation de l'absence d'armature (gros béton) etc.. Pour la réalisation de cette nature de prestation, dans le cadre d'un bon de commande, ce dernier point sera à chiffrer à partir des prix plafonds reconnaissances, sondages, prélèvements, analyses, calculs du bordereau des prix unitaires (BPU) du présent marché.

Nota : dans le cas de fouilles profondes et en fonction de la nature du sol (remblai, sable, etc.), des fouilles blindées pourront être nécessaires.

- Il pourra être demandé de combler les tranchées suite aux sondages avec les terres déblayées.

6.2 RECONNAISSANCE DES MURS INTÉRIEURS

Cette reconnaissance est menée en général pour l'une des deux raisons :

- Connaître la composition d'un mur conservé comme porteur pour estimer sa portance. Suivant le cas, il pourra être en moellons, briques, parpaings, pans de bois, béton, etc;
- Connaître la nature et la fonction d'un mur ou partie de mur destiné à être démoli.

Ces sondages ne sont pas traversants. Il faut dégager le plâtre, l'enduit ciment, le doublage ou toute autre couverture pour mettre à nu moellons, briques, parpaings, etc. et relever la nature des matériaux rencontrés, ainsi que leur épaisseur.

PM. Pour les murs à pans de bois, le relevé sera élargi sur environ 2 mètres de largeur en **saignée** horizontale pour relever l'espacement, la section et les directions des bois (verticaux, inclinés, angles, etc.).

Dans le cas de vide, indiquer si l'on a affaire à :

- Un encoffrement, une gaine, un placard ;
- Un conduit de cheminée.
- **Donner la profondeur** du mur plein et le relever comme indiqué ci-dessus.

Relever l'assise des poutres ou poutrelles en plafond sur ce mur.

Nota : les vides des gaines, conduits de cheminée, placard, etc. pourront être détectés par l'utilisation d'un **radar géophysique**.

6.3 RECONNAISSANCE DES MURS DE FAÇADES MAÇONNÉS

Le diagnostic porte sur les linteaux, trumeaux et allèges existants pour les façades en maçonneries briques ou parpaings.

- Chaque sondage fait l'objet d'une photographie au moins, et d'un relevé à main levée de la structure rencontrée. Le schéma rendu porte les cotes relevées, la nature des matériaux.
- Tous les sondages sont faits par l'intérieur du bâtiment. Ils sont réalisés en saignée verticale ou horizontale non traversant de 10 cm au moins, 20 cm au plus, pouvant être élargie à la demande de la Maîtrise d'œuvre.
- Ils sont menés avec précaution sans laisser de marques visibles en façade.
- Exécution des prestations suivantes :
 - Dégagement de l'enduit intérieur ;
 - Passage à travers les parties maçonnées de parpaings ou de briques ;
 - Recherche du parement extérieur, sans l'entamer ;
 - Relevé des épaisseurs et de la nature des différents matériaux rencontrés, jusqu'au parement extérieur ;
 - Nature et épaisseur des joints en maçonnerie ;
 - Relevé des dimensions des profils métalliques, le cas échéant, y compris l'épaisseur des ailes et de l'âme ;
 - Nettoyage des gravois ;
- Après examen par la Maîtrise d'ouvrage, les saignées sont rebouchées au plâtre. Le prix du rebouchage est compris dans le prix 6-3.

6.3.1 Essais in situ sur murs maçonnés

- Les essais effectués in situ sur les murs maçonnés sont similaires à ceux effectués sur les voiles en béton :
 - Recherche de **présence d'humidité dans les façades maçonnées** : hydrofugation, gamma-densimétrie et capacimétrie ;
 - Mesure de **l'adhérence d'un revêtement sur maçonnerie** : cet essai peut être exécuté sur murs porteurs ou non porteurs.

6.4 RECONNAISSANCE DES POTEAUX (pour mémoire)

Ces sondages ne sont pas traversants. Il faut dégager, le cas échéant, le plâtre, l'enduit ciment, l'encoffrement ou tout autre couverture du poteau.

- On reconnaît sa nature et on relève ses dimensions globales

Les prestations suivantes devront être exécutées :

- Forage à la mèche d'un trou de petite dimension ($d < 10$ mm) sur une profondeur égale à $\frac{1}{4}$ environ du diamètre externe du poteau. Il est ainsi possible de reconnaître si le poteau est creux, rempli ou plein,
- Si poteau creux ou rempli, élargissement du percement à une cote intérieure à 20 mm, pour relever l'épaisseur de l'enveloppe de fonte,

- Pour les autres poteaux, leur épaisseur, leur largeur (ou leur diamètre, pour les poteaux circulaires) et la nature des matériaux. (Articles 3)

6.4.1 Prélèvement d'échantillons et analyses en laboratoire

Prélèvements d'échantillons de murs porteurs et de poteaux afin de faire des essais en laboratoires :

- Pour les **poteaux et murs maçonnés** et moellons dans le cadre de maçonneries porteuses, il est à prévoir des **prélèvements** nécessaires et définir la densité de la pierre, la **contrainte de rupture** de l'ensemble « maçonnerie/joint et la contrainte admissible. Pour la réalisation de cette nature de prestation, dans le cadre d'un bon de commande, ce dernier point sera à chiffrer à partir des prix plafonds reconnaissances, sondages, prélèvements, analyses, calculs du bordereau des prix unitaires (BPU) du présent marché.

7 CALCULS ET RAPPORT DE SONDAGES

7.1 CALCULS

Les prix 7 concernent la rédaction des notes de calcul et les conclusions uniquement. Les horaires sont rémunérés à part sur les prix 2-3-6 et correspondent aux coûts pour la réalisation des calculs.

7.1.1 Détermination à froid de la capacité portante des éléments sondés (hors murs maçonnés et moellons)

En fonction des résultats obtenus par les sondages et essais, exécution d'une note de calculs pour déterminer la capacité portante des différents éléments :

- Structure en béton : poutres, poutrelles, poteaux, dalles, dallages, radiers. Des conclusions seront également faites sur les portances de planchers (poutres + dalles + poutrelles) ;
- Structures mixtes : poteaux, poutres ;
- Charpentes métalliques : éléments simples isostatiques (tels que pannes, solives, par exemple), poutres treillis, portiques. Les calculs devront être menés en prenant en compte les efforts au vent, ces derniers étant d'influence non négligeable sur les structures métalliques.
- Charpente bois ;
- Planchers à solives ;
- Poteaux fonte et bois.

Un calcul de portance sera effectué pour chaque ensemble d'éléments ayant les mêmes caractéristiques physiques (matériau) et dimensionnelles (section, portée, etc.).

7.1.2 Capacité portante des murs maçonnés et moellons

Pour chaque nature de façade, la contrainte de compression C de la façade, supposée uniforme, sera déterminée par application des règles de calcul du DTU n° 20.1 sur les "Parois et murs en maçonneries de petits éléments".

Un calcul de portance sera effectué pour chaque type de mur, c'est-à-dire pour tout ensemble de murs ayant les mêmes caractéristiques physiques (matériau) et dimensionnelles (hauteur, épaisseur).

7.1.3 Calcul à chaud des éléments sondés

Des calculs de résistance à chaud seront exécutés sur les éléments sondés en béton armé et mixtes : poteaux, poutres, poutrelles, dalles.

Selon le cas, il s'agira de :

- Evaluer la charge admissible d'un élément, connaissant la tenue au feu escomptée (tenue au feu donnée par la Maîtrise d'Ouvrage ou la Maîtrise d'œuvre) ;
- Evaluer la tenue au feu d'un élément, connaissant les charges qui lui sont appliquées (charges communiquées par la Maîtrise d'Ouvrage ou la Maîtrise d'œuvre).

7.2 RAPPORT

Toutes les prestations précisées sur le bon de commande se concluent par la remise d'un rapport repris dans les prix plafonds des prestations figurant au bordereau.

Le prestataire devra prévoir l'établissement d'un rapport comportant les éléments suivants, selon les opérations :

- Les premières pages du rapport seront une synthèse qui précisera les caractéristiques du site, l'objet de la commande, les risques encourus et les préconisations (sur la nécessité ou non d'entreprendre des travaux, et le cas échéant, sur la nature de ces travaux, sur la faisabilité du projet du maître d'ouvrage, etc.).
- des croquis côtés, ainsi que des photos pour chaque sondage demandé. Les croquis devront comporter tous les renseignements demandés dans les paragraphes suivants et les photographies devront être repérées. Pour l'exécution des photographies, l'utilisation d'un appareil numérique est préconisée ;
- les plans de recollement avec, comme supports, les plans donnés ultérieurement pour chaque opération. Ces plans reprendront l'implantation effective des sondages compte tenu des décalages qui auront pu être apportés par rapport aux positions données. Ils indiqueront chaque sondage demandé par un repère numéroté ;

L'attention du prestataire est attirée sur le fait que les plans de recollement devront repérer les sondages sur des planchers bas (et non des planchers hauts) ;

- les notes de calculs des différents éléments structurels sondés (poteaux, poutres, dalles, etc.) et les conclusions sur leur portance à froid ;
- les notes de calcul justificatives concernant la vérification à chaud des éléments structurels en béton armé ;
- les résultats des essais in situ et/ou en laboratoire et les conclusions ;
- les conclusions concernant l'état général de la structure et les conseils de réfection, si nécessaire (désordres) ou d'adaptation (travaux nouveaux)
- pour le suivi des fissures, la position sur plan de l'instrument de mesure indiqué par un repère numéroté, l'analyse et l'interprétation des données relevées. Pris dans l'article 3.7.7)
- pour le suivi des mouvements, l'analyse et l'interprétation de mesures réalisées par inclinomètre de l'article 3.7.8 ;
- pour les relevés topographiques, l'analyse et l'interprétation de relevés topographiques de l'article 3.7.9 ;

En outre, le prestataire devra prévoir la remise du rapport en une (1) version électronique (CD ROM, format de type PDF ou similaire) contenant l'ensemble des documents (rapport, photos, relevé, etc.), ainsi qu'un rendu des croquis de relevés des sondages en fichier AUTOCAD.

Le maître d'ouvrage valide le rapport sous un délai de 3 semaines.

Pendant ce délai, il peut être demandé au titulaire une réunion de présentation (rémunéré par les articles 2-3-6).

Les modifications et/ou corrections éventuelles, demandées pendant ce délai de 3 semaines ou à l'issue de la réunion, sont à la charge du titulaire. Le délai de validation est de nouveau de 3 semaines à chaque remise de rapport.

Rapport de suivi des fissures y compris pour chaque 1 version électronique (CD ROM, format de type PDF ou similaire).

7.3 PRECONISATIONS

A l'issue des prestations de diagnostic et d'analyse qui font l'objet du rapport décrit à l'article 7.2, le maître d'ouvrage pourra commander au prestataire l'établissement de préconisations dans le but de remédier aux défauts à l'origine des désordres structurels identifiés ou dans le but de permettre la réalisation des projets du maître d'ouvrage.

Le titulaire est réputé disposer de tous les éléments nécessaires pour établir ses préconisations. En particulier, il devra avoir signalé au représentant du pouvoir adjudicateur tout manque, toute incertitude ou toute hypothèse à l'occasion du rapport de diagnostic.

Ces préconisations devront permettre au représentant du pouvoir adjudicateur de commander les travaux correspondants. Elles devront donc prendre toutes les formes nécessaires à cette fin :

- Notes de calcul
- Plans cotés, schémas Notices descriptives Cahier des charges
- Estimation du coût des travaux
- Etc.

Elles seront regroupées dans un rapport final.

Le titulaire établira un devis dans lequel il justifiera du temps passé pour établir ses prescriptions, en décomposant les prestations selon les intervenants (Rémunéré par les articles 2-3-6).