

ANNEXE 3

Clauses techniques relatives au lot n°3 : Diagnostic géotechnique

1. Périmètre de la mission

La zone concernée par la mission sera précisée lors de l'émission du bon de commande, avec un plan du site concerné et une représentation de l'emprise du projet envisagée.

Les prestations et les missions réalisées dans le cadre de ce lot seront conformes à l'ensemble des normes NF P94 et XP P94.

2. Dispositions générales

Afin de permettre la réalisation de la mission de diagnostic géotechnique dans de bonnes conditions, la maîtrise d'ouvrage interviendra auprès des exploitants du site pour que les emplacements visés par des sondages soient libérés de tous les matériels et véhicules stationnés.

Le titulaire prendra à sa charge l'amenée, la mise en place et le repli de l'ensemble du matériel nécessaire à la réalisation de sa mission et à la sécurisation de son intervention.

Un plan de prévention sera établi avec le chargé de prévention du site concerné par l'intervention, et ce avant démarrage de l'exécution de la mission.

Le cas échéant, la maîtrise d'ouvrage fournira les diagnostics nécessaires à la réalisation en toute sécurité des prestations (pyrotechnique, amiante sur enrobés, repérage réseau...).

L'objectif de la mission est de fournir à la maîtrise d'ouvrage toutes les hypothèses géotechniques et toutes les préconisations liées dans le cadre d'un projet de travaux (voiries, rénovation, construction neuve...). Pour cela, le titulaire procédera aux diagnostics géotechniques sur les emprises concernées par les bons de commande émis.

Toutes les données disponibles concernant la connaissance existante des sous-sols du projet seront transmises au titulaire. Toutefois, le titulaire ne se limitera pas uniquement sur ces supports pour mener ses investigations, mais devra également tenir compte des indices relevés sur le terrain.

Les conditions suivantes seront en outre appliquées :

- Si au cours d'une partie technique, le titulaire n'a pas reçu les documents qu'il estime nécessaires à son intervention, il est tenu de le signaler immédiatement au Représentant du Pouvoir Adjudicateur ;
- Le titulaire du marché sera responsable :
 - o Du gardiennage ;
 - o De la remise en état du site suite à l'intervention (comblement des trous, nettoyage des abords...) ;
 - o De l'évacuation d'éventuels gravats, boues de forage et autres déchets produits dans le cadre des prestations vers les sites adaptés ;
 - o Des installations de chantier (barrières, aménagement spécifique pour permettre l'accès au site, aménagements de la zone de travail, base vie : WC, vestiaires, ...).
- Le titulaire sera chargé de recueillir tous les échantillons intacts et de les transporter jusqu'au laboratoire d'analyse :
 - o Les prix de réalisation des sondages et des essais sont réputés également comprendre le recueil d'échantillon intact et le transport de celui-ci jusqu'au laboratoire.
 - o Les prélèvements d'échantillon seront réalisés conformément à la norme ISO 22475-1.
- La maîtrise d'ouvrage ne fournit aucune facilités (eau, électricité), le chantier devra être autonome ;

- Pour chacune des interventions qui le nécessitent, le titulaire devra réaliser une DT/DICT conjointe. La maîtrise d'ouvrage fournira les informations nécessaires à cette démarche pour celles qui la concernent ;
- Le titulaire devra réaliser tout dossier administratif nécessaire à la réalisation des prestations (ex : dossier réglementaire pour la pose de piézomètres) ;
- Les modalités de diffusion des documents seront précisées en phase de préparation de chantier.

3. Détails des prestations prévues au BPU

Préparation de la mission (poste 1) :

Une réunion de lancement de la mission se déroulera sur le site de réalisation de la mission, préalablement au démarrage de l'exécution des prestations.

Durant cette réunion seront abordés, en présence des responsables du site, les éléments suivants :

- Les modalités de réalisation des prestations ;
- Les modalités d'accès des agents du titulaire ;
- Les modalités de prévention (réalisation d'un plan de prévention avec le site).

En amont de cette réunion, et au plus tard 48 h avant sa tenue, le titulaire devra fournir l'ensemble des documents nécessaires à son accès au site.

Surcoût pour mission urgente (poste n°1.3)

Ce poste concerne la remise urgente de livrable (en 72h).

Missions géotechniques (poste 2) :

Les études géotechniques suivantes sont prévues :

- G1 (ES et PGC)
- G2 (AVP, PRO et DCE/ACT)
- G4
- G5

Ces études seront réalisées en respectant la norme NF P 94 500.

Le géotechnicien mènera toutes les investigations géotechniques adéquates pour répondre à la mission géotechnique demandée, en fonction du périmètre opérationnel, et des caractéristiques propres au projet envisagé.

L'objectif principal de ces études est de fournir à la maîtrise d'ouvrage et à la maîtrise d'œuvre en charge de la réalisation du projet sur l'emprise concernée, que ce soit en phase conception ou réalisation, l'ensemble des informations géotechniques nécessaires, notamment concernant la réalisation des fondations de l'ouvrage.

Mission G1 ES et/ou PGC (poste 2.1 et 2.2) :

Le prix rémunère la réalisation de l'élément de mission G1, quels que soient l'emprise du projet, le type de construction envisagé, les particularités du site, le nombre de sondages et essais à analyser.

Cette étude sera réalisée en respectant la norme NF P 94 500.

Cette mission doit permettre de fournir les éléments nécessaires à l'identification de la qualité du sol et

du sous-sol afin que le concepteur puisse déterminer les caractéristiques de son projet de construction/réhabilitation sur ou dans le sol.

Le titulaire débutera la mission par la réalisation d'une étude documentaire et de visites afin de bien appréhender le site et l'emprise du futur projet. Si cela s'avère nécessaire, il rencontrera également les organismes extérieurs concernés par le projet (IGC, RATP...).

Il proposera alors une campagne de sondages, essais et investigations sur le site. Le titulaire du présent marché doit, en tant que spécialiste, apporter sa caution technique en préconisant les investigations nécessaires pour la réalisation de cette mission G1. Celles-ci sont préalablement soumises à l'accord du maître de l'ouvrage. La campagne de sondages et d'essais sera commandée auprès du titulaire, après validation de la maîtrise d'ouvrage, via l'émission d'un nouveau bon de commande.

Le rapport G1 sera alors rédigé sur la base de l'étude documentaire et des résultats de la campagne de sondages, d'essais et d'investigations sur le site, opérée par le titulaire.

Le prix de cette prestation est également réputé inclure le nombre de déplacements et de visites nécessaire pour la réalisation de la mission et la rédaction du rapport.

Mission G2 AVP (poste 2.3) :

Le prix rémunère la réalisation de l'élément de mission G2 AVP, quels que soient l'emprise du projet, le type de construction envisagé, les particularités du site, le nombre de sondages et essais à analyser... Cette étude sera réalisée en respectant la norme NF P 94 500. La maîtrise d'ouvrage fournira l'ensemble des documents relatifs à l'AVP de la construction envisagée sur l'emprise.

Si cette prestation a été précédée d'une mission G1, avec campagne de sondages et mesures, la prestation G2 AVP s'appuiera largement sur le rapport G1 et le résultat des sondages et essais.

Si le titulaire l'estime nécessaire, il proposera à la maîtrise d'ouvrage la réalisation d'une série de sondages et d'essais complémentaires.

Si cette prestation est la première étude géotechnique réalisée dans le cadre du projet de construction, le titulaire réalisera une étude documentaire et des visites afin de bien appréhender le site et l'emprise du futur projet. Il proposera alors une campagne de sondages, essais et investigations sur le site. Le titulaire du présent marché doit en tant que spécialiste apporter sa caution technique en préconisant les investigations nécessaires pour la réalisation de cette mission G2AVP. Celles-ci sont préalablement soumises à l'accord du maître de l'ouvrage.

La campagne de sondages et d'essais sera commandée auprès du titulaire, après validation de la maîtrise d'ouvrage, via l'émission d'un nouveau bon de commande.

L'étude géotechnique d'avant-projet (G2 AVP) contribue à la mise au point de l'AVP pour la part des ouvrages géotechniques, en définissant les hypothèses géotechniques à prendre en compte et à consolider les principes de construction pour les ouvrages.

Elle permet d'une part d'affiner le modèle géologique et le contexte géotechnique, d'autre part de mieux identifier, en fonction de l'ouvrage projeté, les risques géotechniques et de réduire les conséquences des risques importants.

Elle définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants) et identifie les contraintes liées aux phases provisoires de travaux.

Elle fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et une première approche des quantités.

Il convient **d'analyser les données** et de compléter, le cas échéant, la synthèse géotechnique de l'étude préalable en G1, de définir les ouvrages géotechniques au stade d'avant-projet, d'identifier les contraintes liées aux phases de travaux et d'assurer la cohérence de l'ensemble des données collectées et réduire les incertitudes et risques géotechniques.

Le prix de cette prestation est également réputé inclure le nombre de déplacements et de visites nécessaire pour la réalisation de la mission et la rédaction du rapport.

Mission G2 PRO (poste 2.4) :

Le prix rémunère la réalisation de l'élément de mission G2 PRO, quels que soient l'emprise du projet, le type de construction envisagé, les particularités du site, le nombre de sondages et essais à analyser... Cette étude sera réalisée en respectant la norme NF P 94 500. La maîtrise d'ouvrage fournira l'ensemble des documents relatifs au PRO de la construction envisagée sur l'emprise.

Le titulaire s'appuiera sur les investigations géotechniques réalisées pour la partie technique G2 AVP, lorsque celle-ci aura été préalablement réalisée. Le rapport de mission G2 PRO viendra actualiser, lorsqu'elles existent, les informations fournies par la partie technique G2 AVP, notamment vis-à-vis du dossier issu du Projet produit par la maîtrise d'œuvre.

La phase PRO contribue à la mise au point du projet de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques. Elle définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier).

Le dossier produit à l'issue de cette phase définit techniquement les ouvrages géotechniques. Il sert de base à la rédaction du DCE de l'ouvrage.

Si besoin, un programme d'investigations complémentaires est établi, dûment justifié, en mettant en évidence les raisons pour lesquelles ces investigations n'ont pas été réalisées en phase G1 / G2 AVP. Sa réalisation est ensuite validée par le MOA puis commandée via un nouveau bon de commande.

Les résultats seront alors intégrés au rapport de mission G2 PRO, sans surcoût pour la maîtrise d'ouvrage.

Le prix de cette prestation est également réputé inclure le nombre de déplacements et de visites nécessaire pour la réalisation de la mission et la rédaction du rapport.

Mission G2 DCE/ACT (poste 2.5) :

Le prix rémunère la réalisation de l'élément de mission G2 DCE/ACT, quels que soient l'emprise du projet, le type de construction envisagé, les particularités du site, le nombre de sondages et essais à analyser... Cette étude sera réalisée en respectant la norme NF P 94 500. La maîtrise d'ouvrage fournira l'ensemble des documents relatifs au DCE de la construction envisagée sur l'emprise.

Le titulaire s'appuiera sur les investigations géotechniques réalisées pour la partie technique G2 AVP et G2 PRO. Le rapport de mission G2 DCE/ACT viendra actualiser les informations fournies par la partie technique G2 PRO, notamment vis-à-vis du dossier issu du DCE produit par la maîtrise d'œuvre.

La phase DCE/ACT contribue d'une part à l'établissement du Dossier de Consultation des Entreprises de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques, d'autre part à l'Assistance pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour réaliser les ouvrages géotechniques. Elle établit ou participe à la rédaction des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges techniques particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). Elle assiste le maître d'ouvrage ou la maîtrise d'œuvre pour la sélection des entreprises, puis elle analyse les offres techniques (projet de base et variantes éventuelles). Elle participe à la finalisation des pièces techniques définitives des contrats de travaux concernés par les ouvrages géotechniques.

Le prix de cette prestation est également réputé inclure le nombre de déplacements et de visites nécessaire pour la réalisation de la mission et la rédaction du rapport.

Mission G4 (postes 2.6 et 2.7) :

Le prix rémunère la réalisation de l'élément de mission G4, quels que soient l'emprise du projet, le type de construction envisagé, les particularités du site, le nombre de sondages et essais à analyser... Cette étude sera réalisée en respectant la norme NF P 94 500. La maîtrise d'ouvrage fournira l'ensemble des documents relatifs au projet de construction envisagé sur l'emprise.

L'objectif de la mission de supervision géotechnique d'exécution G4 est la vérification de conformité de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution des ouvrages géotechniques G3 dans le respect des règles de l'art, pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques.

Si cela s'avère nécessaire, au cours de cette mission G4, le titulaire fixera, en concertation avec la maîtrise d'ouvrage, le nombre de sondages de contrôle nécessaire pour la supervision géotechnique d'exécution des travaux et pour vérifier la bonne exécution des fondations. La rémunération de ces sondages sera calculée sur la base du bordereau de prix unitaires lié au marché. Le titulaire fournira un rapport suite à la réalisation de ces éventuels sondages (inclus le prix de cette mission G4).

La mission de supervision géotechnique sera forfaitaire et inclura la production d'un rapport de synthèse. Le suivi chantier sera quantifié en fonction de la durée nécessaire en nombre de jours ouvrés.

Le prix de cette prestation est également réputé inclure le nombre de déplacements et de visites nécessaire pour la réalisation de la mission et la rédaction du rapport.

Mission G5 (poste 2.8) :

Le prix rémunère la réalisation de l'élément de mission G5, quels que soient l'emprise du projet, le type de construction envisagé, les particularités du site, le nombre de sondages et essais à analyser...

Cette étude sera réalisée en respectant la norme NF P 94 500. La maîtrise d'ouvrage fournira l'ensemble des documents relatifs à l'ouvrage.

Ce diagnostic géotechnique réalisable à tous les stades d'avancement d'un projet ou pour un ouvrage existant avec ou sans désordre, précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

Le titulaire du présent marché pourra préconiser des investigations nécessaires pour la réalisation de cette mission G5. Celles-ci sont préalablement soumises à l'accord du maître de l'ouvrage. La campagne de sondages et d'essais sera commandée auprès du titulaire, après validation de la maîtrise d'ouvrage, via l'émission d'un nouveau bon de commande.

Le rapport G5 sera alors rédigé sur la base de l'étude documentaire et des résultats de la campagne de sondages, d'essais et d'investigations sur le site, opérée par le titulaire.

Le prix de cette prestation est également réputé inclure le nombre de déplacements et de visites de chantier nécessaires pour la réalisation de la mission et la rédaction des avis et rapports de visite.

Mission G1/G2/G4/G5 – Réunion de travail en phase réalisation (poste 2.9)

Le prix rémunère la participation du titulaire, en phase réalisation, à une réunion de chantier, d'une durée de 3 h, en présence de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre, de l'entreprise et tout autre acteur lié au projet de construction et concerné par les conclusions des réalisations géotechniques (contrôleur technique, BET structure...).

Lors de ces réunions, le titulaire devra :

- Présenter, si nécessaire, les résultats de ses études G1/G2/G5 ;
- Présenter et expliquer ses avis et rapports de visite dans le cadre de la mission G4 ;
- Répondre aux différentes questions des participants ;
- Apporter son expertise.

Suite à la tenue de ces réunions, le titulaire rédigera une synthèse de ses avis et rapports de visite et des conclusions de la réunion.

Sondages et essais in situ (poste n°3) :

L'exécution des sondages et forages inclut les prestations annexes (débroussaillage préalable, mise en place du matériel, raccordement en eau, rebouchage, remise en état, citernage...). Lorsque ce sera possible, la maîtrise d'ouvrage permettra au titulaire de se raccorder au réseau d'eau du site pour la réalisation de ses forages.

Prestations générales (poste n°3.1) :

Amenée et repli du matériel et des équipes pour une série de sondages et mesures :

Ce prix rémunère l'amenée et le repli du matériel et des équipes pour une série de sondages et mesures, quelle que soit la durée en jour de la réalisation de ces prestations. Quand ce sera possible, la maîtrise d'ouvrage permettra au titulaire de laisser sur site, après sécurisation à la charge du titulaire, ses machines entre deux journées de sondages. La mise en place du matériel sur chaque point de sondage est rémunérée par le prix de réalisation de chaque sondage.

Réalisation d'un avant trou :

Ce prix rémunère la réalisation d'un avant trou, dès que cela aura été estimé nécessaire, en concertation entre le titulaire et la maîtrise d'ouvrage, notamment en cas de méconnaissance des réseaux.

Surcoût sécurisation pyrotechnique des forages et sondage (au mètre linéaire) :

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, le surcoût dû à la sécurisation pyrotechnique des forages et sondages à réaliser par le titulaire. Cette sécurisation sera mise en œuvre lorsque l'étude pyrotechnique préalable à la réalisation des études géotechniques aura révélé un risque non négligeable sur l'emprise concernée par le diagnostic géotechnique. Pour cette mission, le titulaire désignera un expert pyrotechnicien qui accompagnera son équipe de sondeur pour cette sécurisation. Dans un premier temps, il validera l'implantation envisagée des sondages par rapport à l'étude pyrotechnique disponible, avant sécurisation. La maîtrise d'ouvrage organisera si nécessaire une réunion entre le prestataire ayant réalisé le diagnostic « risque pyrotechnique » et le titulaire et son expert pyrotechnicien.

Cette sécurisation sera réalisée par mesures géophysiques. Ces mesures devront ensuite faire l'objet d'une attestation de sécurisation des points de sondages. L'équipe de sondeurs réalisera les sondages de sécurisation en effectuant une première passe sur une profondeur inférieure à la frange de terrain « sécurisé » sur la base de la cartographie réalisée par l'étude pyrotechnique préalable, lorsque cette cartographie existera. Il appartiendra à l'expert pyrotechnicien du titulaire de définir la garde nécessaire par rapport à cette profondeur.

Un tube PVC sera mis en place par le sondeur pour permettre la descente de la sonde magnéto métrique. L'équipe de sondeurs laissera alors la place à l'équipe réalisant la sécurisation du sondage par descente et remontée d'une sonde magnétométrique. Celle-ci permettra de s'assurer que sur une profondeur donnée au-delà du fond du sondage, ainsi qu'à proximité immédiate du trou réalisé, il n'y a pas réponse significative laissant présumer un aléa pyrotechnique interdisant de poursuivre.

1/ Si tel est le cas, l'équipe de sondeurs reprendra le forage après avoir enlevé le tubage PVC afin de réaliser une nouvelle passe (et ainsi de suite jusqu'à atteindre le substratum ou la profondeur définie comme étant « hors danger pyrotechnique » par l'étude préalable du risque pyrotechnique).

2/ Dans le cas contraire, le forage sera déplacé. L'implantation du nouveau sondage sera proposée au maître d'ouvrage par le titulaire, sur avis de son expert pyrotechnicien et sur la base de l'étude pyrotechnique préalable. Elle devra se situer suffisamment loin de la zone d'anomalie, tout en restant le plus près possible du point de sondage proposé initialement.

L'intervention se poursuivra de la même manière (foration par passes de profondeur fixée par l'expert pyrotechnicien puis sécurisation), jusqu'à ce que le niveau objectif pour sécuriser le sondage soit atteint, voire dépassé d'au moins 1 à 3 m afin d'écarter toute ambiguïté dans les cas les plus délicats.

Le point sera alors considéré comme sécurisé sur un diamètre à définir par l'expert en risque pyrotechnique (en général de l'ordre de 2 m centré sur le sondage). Ce dernier matérialisera cet emplacement et le diamètre sécurisé sur place.

Surcoût sondage sur éléments amiantés :

Ce prix rémunère, à l'unité, le surcoût dû aux sondages sur éléments amiantés tels des enrobés ou ouvrages existants. Les interventions se dérouleront dans le respect des normes en vigueur. Une unité correspond à un sondage donné.

Surcoût utilisation de machines démontables :

Ce prix rémunère, à l'unité, le surcoût lié à l'utilisation de machines démontables lorsque la situation l'impose (sondages à réaliser sur des zones difficiles d'accès). Une unité correspond à un sondage donné.

Sondage à la tarière mécanique (poste 3.2) :

Réalisation d'un sondage à la tarière mécanique :

Ce prix rémunère, à l'unité, les opérations nécessaires pour la réalisation d'un sondage de sol à la tarière mécanique (mise en place du matériel sur le point de sondage, sécurisation du sondage - hors risque pyrotechnique -, débroussaillage préalable, comblement, nettoyage et remise en état des abords après sondage...). Il comprend la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel

qu'en fournitures et main d'œuvre. Cette prestation comprend également le recueil et stockage d'éventuels prélèvements issus des sondages à la tarière, qui seront exploités pour l'analyse de la qualité des terres en place via la commande de prestations de la rubrique « Essais en laboratoire sur échantillons de sols ».

Profondeur de sondage à la tarière :

Ce prix permet de rémunérer la profondeur de sondage à la tarière mécanique réalisée, au mètre linéaire. La commande correspondra à la somme de la profondeur de l'ensemble des sondages à la tarière mécanique réalisés.

Sondage carotté et recueil d'échantillon (poste 3.3) :

Réalisation d'un forage carotté

Ce prix rémunère à l'unité, les opérations nécessaires pour permettre la réalisation d'un forage carotté (mise en place du matériel à l'emplacement défini, sécurisation du forage - hors risque pyrotechnique -, débroussaillage préalable, raccordement en eau, rebouchage, nettoyage des abords après forage...). Il comprend la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel qu'en fournitures et main d'œuvre.

Profondeur de sondage carotté sur la plage 1 à 10 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage carotté sur la plage 1 à 10 m.

Profondeur de sondage carotté sur la plage 11 à 20 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage carotté sur la plage 11 à 20 m.

Profondeur de sondage carotté sur la plage supérieure à 21 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage carotté sur la plage au-delà de 21 m.

Sondage et essais pressiométriques et de perméabilité (poste 3.4) :

Réalisation d'un forage de reconnaissance géologique (avec enregistrement des paramètres de sondage)

Ce prix rémunère, à l'unité, les opérations nécessaires pour permettre la réalisation d'un forage de reconnaissance géologique (mise en place du matériel à l'emplacement défini, sécurisation du forage - hors risque pyrotechnique -, débroussaillage préalable, raccordement en eau, rebouchage, nettoyage des abords après forage...). Il comprend la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel qu'en fournitures et main d'œuvre.

Profondeur du sondage pressiométrique (avec enregistrement des paramètres de sondage) sur la plage 1 à 25 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage pressiométrique sur la plage 1 à 25 m.

Profondeur du sondage pressiométrique (avec enregistrement des paramètres de sondage) sur la plage supérieure à 26 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage pressiométrique sur la plage au-delà de 26 m.

Essai pressiométrique lors du forage (à l'unité)

Les essais pressiométriques devront être réalisés conformément à la norme XP P94-110-1 et -2.

Essai de perméabilité en forage (essai Lefranc, Nasberg)

Le prix rémunère la réalisation d'un essai Lefranc ou Nasberg (conformément à la NF EN ISO 22282-2), dans le cadre d'un forage déjà réalisé par ailleurs.

Essai de perméabilité en surface (essai dit de Porchet)

Le prix rémunère la réalisation d'un essai dit de Porchet (en application de la NF XP DTU 64.1 P1-1 / Circulaire du ministère de l'environnement N° 97-49 du 22 mai 1997 - Annexe III), pour les sols compris entre 0 et 3 m de profondeur, compris toutes les sujétions (et notamment réalisation de la cavité).

Essai de pression d'eau dans des roches (essai dit de Lugeon)

Le prix rémunère la réalisation d'un essai dit de Lugeon (conformément à la NF EN ISO 22282-3).

Sondages destructifs (poste 3.5) :

Réalisation d'un sondage destructif (avec enregistrement des paramètres de sondage)

Ce prix rémunère à l'unité, les opérations nécessaires pour permettre la réalisation d'un sondage destructif (mise en place du matériel à l'emplacement défini, sécurisation du forage (hors risque pyrotechnique), débroussaillage préalable, raccordement en eau, rebouchage, nettoyage des abords après forage...). Il comprend la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel qu'en fournitures et main d'œuvre.

Profondeur du sondage destructif (avec enregistrement des paramètres de sondage) sur la plage 1 à 25 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage destructif sur la plage 1 à 25m.

Profondeur du sondage destructif (avec enregistrement des paramètres de sondage) sur la plage supérieure à 26 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage pressiométrique sur la plage au-delà de 26m.

Essais et sondages de pénétration (poste 3.6) :

Réalisation d'un sondage au pénétromètre

Ce prix rémunère à l'unité, les opérations nécessaires pour permettre la réalisation d'un sondage au pénétromètre (mise en place du matériel à l'emplacement défini, sécurisation du forage, débroussaillage préalable, raccordement en eau, rebouchage, nettoyage des abords après forage...). Il comprend la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel qu'en fournitures et main d'œuvre.

Ces essais doivent être réalisés conformément NF P94-115 Décembre 1990.

Essai au pénétromètre sur la plage 1 à 10 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage au pénétromètre sur la plage de 1 à 10 m.

Essai au pénétromètre sur la plage 11 à 20 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage au pénétromètre sur la plage de 11 à 20 m.

Essai au pénétromètre sur la plage supérieure à 21 m

Ce prix rémunère, au mètre linéaire, les opérations nécessaires pour atteindre une profondeur de sondage au pénétromètre sur la plage au-delà de 21 m.

Piézomètres (poste 3.7) :

Fourniture et pose d'un piézomètre

Ce prix rémunère la fourniture et la mise en place d'un piézomètre à l'emplacement défini avec le titulaire. La réalisation d'un piézomètre doit être conforme à la norme NF P94-157-1 ainsi qu'à la norme NF EN ISO 22475-1

Profondeur de pose du piézomètre sur la plage 1 m à 10 m (unité : mètre linéaire)

Ce prix rémunère l'ensemble des prestations nécessaires à la préparation de l'environnement du piézomètre, à une profondeur donnée (sur la plage 1 à 10 m) : forage, fourniture et pose de tubes (matière à déterminer selon le site), main d'œuvre, sécurisation et toutes sujétions.

Profondeur de pose du piézomètre supérieure à 11 m (unité : mètre linéaire)

Ce prix rémunère l'ensemble des prestations nécessaires à la préparation de l'environnement du piézomètre, à une profondeur donnée (sur la plage au-delà de 11 m) : forage, fourniture et pose de tubes PVC, main d'œuvre, sécurisation et toutes sujétions.

Suivi et relevés mensuel des niveaux des piézomètres (nombre de mois, pour l'ensemble des piézomètres présents sur le site)

Ce prix rémunère un mois de suivi et relevés de l'ensemble des piézomètres mis en place sur le site. Les données relevées seront analysées et intégrées dans le rapport de mission géotechnique en cours.

Essai de pompage (poste 3.8) :

Ce prix rémunère en forfait par jour : la Réalisation du puit de pompage, réalisation des tests, mise en place de la pompe, du groupe électrogène et vacation de l'équipe pour suivre le pompage (conformément à la NF EN ISO 22282-4)

Chaque essai fera l'objet de fiches qui préciseront :

- La désignation de l'essai,
- L'indice d'immatriculation de l'essai et du sondage
- La date d'exécution
- La désignation de l'essai et une note technique définissant la méthode
- La profondeur de l'essai
- La nature du terrain essayé
- Les résultats des mesures et graphiques

Exécution de tranchées de reconnaissances (poste 3.9) :

Tranchées de reconnaissance jusqu'à 1,50 m de profondeur :

Le prix rémunère, à l'unité, l'exécution à terre de tranchée de reconnaissance à la main ou par engin mécanique, peu importe les conditions de mise en œuvre, jusqu'à - 1,50 m de profondeur. Il s'applique, quels que soient les volumes terrassés. Il comprend la mise en œuvre des moyens nécessaires à leur exécution (y compris barrières de chantier et signalisation temporaire), les opérations de terrassement proprement dites (y compris démolition du revêtement de surface et de sa fondation quelle que soit leur nature), le rebouchage soigné de la tranchée, la mise en œuvre éventuelle de remblai d'apport, la reconstitution du revêtement et de sa fondation, l'envoi aux décharges publiques des matériaux excédentaires ou impropres au réemploi.

Concernant la nature des sols : le prix s'applique quelle que soit la nature de sol (argile, caillasse, tuf, marne, etc.) et quel que soit le revêtement de surface. Les largeurs des tranchées devront *a minima* être de 0,60 m sauf demande expresse du donneur d'ordre.

La prestation devra permettre de :

- Procéder à des investigations sur les fondations de bâtiments existants, afin d'alimenter les réflexions dans le cadre des rapports de missions géotechniques (G1, G2, G4, G5).
- Prélever d'éventuels échantillons qui seront exploités pour l'analyse de la qualité des terres en place via la commande de prestations de la rubrique « Essais en laboratoire sur échantillons de sols ».

Approfondissement de tranchée de reconnaissance de 1m50 jusqu'à 3m de profondeur :

Ce prix comprend les mêmes prestations que la réalisation d'une tranchée de reconnaissance jusqu'à 1,50 m de profondeur.

Il comprend en sus la fourniture et la mise en œuvre des moyens et sujétions nécessaires au blindage de la fouille, y compris l'amenée et le repliement du matériel.

La prestation ne pourra être commandée qu'en complément de la réalisation d'une tranchée jusqu'à 1,50 m de profondeur.

Essais en laboratoire sur échantillons de sols (poste n°4)

Essais physiques (poste n°4.1) :

Essais de caractérisation des propriétés physiques et identifications des sols et matériaux par échantillon.

Le prix rémunère les essais d'identification des sols en laboratoire, sur les échantillons recueillis.

Les essais prévus doivent permettre l'identification des sols en utilisant tout ou partie des mesures suivantes :

- La mesure de la teneur en eau naturelle selon norme P94-050,
- Analyse granulométrique par tamisage, selon norme P94-056,
- Détermination de la valeur de bleu de méthylène (VBs), selon norme P94-068,
- Détermination des limites d'Atterberg, selon norme P94-051, P94-052 ou P94-060,
- Essai Proctor, selon la norme NF P94-0931.

Ils comprennent la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel qu'en fournitures et main d'œuvre.

Le bon de commande précisera les mesures à réaliser sur les échantillons.

Essais mécaniques (poste n°4.2) :

Essais triaxiaux et de cisaillement, essais œdométriques, essais à la compression simple, essai de cisaillement rectiligne, détermination du poids volumique d'un sol humide et sec et détermination de la porosité par échantillon.

Les prix rémunèrent, à l'unité, les essais mécaniques, en laboratoire, appliqués aux échantillons recueillis. Ils comprennent la mise à disposition des moyens nécessaires à leur exécution, tant en matériel qu'en fournitures et main d'œuvre.

- Les essais triaxiaux et de cisaillement seront réalisés conformément aux normes en vigueur (NF P94-070 et NF P94-074).
- Les essais œdométriques seront réalisés conformément aux normes en vigueur (NF P94-090 et NF P94-091).
- Les essais à la compression simple conformément aux normes en vigueur (ISO 17892-7:2017 qui révisé l'ISO 17892-7:2004)
- Essai de cisaillement rectiligne conformément à la norme (NF P94-077)
- Détermination du poids volumique humide et sec conformément à la norme (ISO 17892-2 : 2014 qui révisé l'ISO 17892-2 : 2004)
- Détermination de la porosité conformément à la norme (NF P 94-410-3).
- Essai de gonflement l'œdomètre : mesure de la contrainte de gonflement à l'œdomètre (4 éprouvettes) conformément à la norme (XP P 94-091)

Les essais en laboratoire feront l'objet de fiches qui préciseront :

- La désignation du chantier
- L'identification visuelle très complète de l'échantillon
- La désignation de l'essai
- L'indice d'immatriculation de l'essai et du sondage
- La date d'exécution,
- Une note technique définissant la méthode de l'essai,
- La profondeur de l'essai
- Les résultats des mesures et graphiques.

4. Précisions sur le format et sur la constitution des livrables d'études géotechniques

Le titulaire rend les rapports en 1 exemplaire numérique et 1 exemplaire papier. Pour les fonds de plans, le titulaire rend 2 exemplaires numériques exploitables sur clé USB, sous format DGN et PDF.

Mission G1 :

Le rapport géotechnique contiendra les informations suivantes, après prise en compte des résultats des investigations géotechniques :

- Le recensement des sources d'information utilisés / disponibles (enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site avec précision sur l'existence des avoisinants) ;
- Les observations faites sur le terrain ;
- Un plan de situation ;
- Un plan masse d'implantation des sondages / forages, avec la délimitation de zones homogènes, avec report des canalisations d'eau potable existantes le cas échéant ;
- La nature et les valeurs caractéristiques des sols en place ;
- Reconnaissance de la présence d'eau avec le relevé des niveaux d'eau en cours et en fin de forage ;

- Les éléments sur le comportement du terrain aux sollicitations sismiques (effondrement, liquéfaction, ...) et l'exposition aux risques naturels ;
- Reconnaissance des éventuelles fondations existantes (nature, profondeur, portance...) ;
- Les résultats des essais effectués in situ et au laboratoire ;
- Les éléments pouvant être mis en évidence sur les modalités d'exécution des travaux :
 - Technique de terrassement, blindage,
 - Présence d'eau (type de nappe, mode d'épuisement),
- Les conditions de réemploi des sols extraits (selon typologie) ;
- L'influence des conditions climatiques sur la mise en œuvre des matériaux d'apports préconisés ou sur les conditions des sols extraits ;
- Le positionnement sur :
 - Le principe de conception des ouvrages complémentaires d'accès au site (voiries, murs de soutènement, filets de protection, ...),
 - Les principes généraux d'adaptation au terrain du projet, les recommandations sur les procédés de fondations envisagées et possibles, ainsi que l'évaluation de leurs avantages et inconvénients,
- La description et l'interprétation de la géologie du site avec un profil géotechnique,
- Les incertitudes et aléas qui subsistent et les risques encourus inhérents au projet,
- Une revue des difficultés et la synthèse des informations et résultats obtenus,
- Les investigations complémentaires jugées nécessaires pour réduire ces incertitudes géotechniques prévisibles sur la base de l'interprétation des données recueillies.
- Les résultats des analyses physiques et chimiques effectuées en laboratoire avec :
 - Les procès-verbaux d'essais,
 - La description des matériels utilisés, et les modes opératoires,
- Les coupes des sondages avec la nature des terrains traversés et le nivellement des têtes de sondages

Les rendus demandés comprendront donc :

- Le **rapport de synthèse** visé ci-dessus ;
- Les **cartes** comprenant l'implantation des essais,
- Un **tableur Excel** comprenant ligne à ligne, **par point de mesure/sondage**, les données suivantes :
 - Commune ;
 - Autres informations permettant d'affiner le positionnement (points de repères fixes...) ;
 - Localisation en X, Y et Z (ou profondeur) ;
 - Une colonne par type de mesure effectuée et les résultats/valeurs par type de mesure, profondeur d'investigation...

Mission G2 (AVP et PRO)

Le rendu sera effectué sous la même forme que pour les livrables de la mission G1, et en adoptera la même structure. Les rubriques, par thématique, renverront au rapport G1 (lorsqu'il existe) s'il n'y a aucun nouvel élément, ou préciseront les informations complémentaires obtenues / consolidées si des données complémentaires ont été obtenues.

- **Rapport de synthèse :**

- Choix constructifs des ouvrages (terrassements, soutènements, fondations...)
- Les dispositions à prendre vis-à-vis des existants, des nappes, des avoisinants ;
- Les aspects géotechniques en relation avec l'ouvrage étudié ;
- La nécessité des travaux notamment terrassements et/ou soutènements en relation avec les sous-sols ;
- Les diverses solutions techniques possibles et les choix recommandés ;
- Dans le cas des terrassements :
 - ✓ *Les fouilles à talus (pentes, protections et autres dispositions)*
 - ✓ *Les fouilles à l'abri de soutènements*
 - ✓ *Les méthodes types*
 - ✓ *Le traitement du fond de fouille*
 - ✓ *La maîtrise de la nappe ou des venues d'eau*
- Dans le cas des soutènements :
 - ✓ *La préconisation du type de soutènement à retenir, le phasage d'exécution*
- Dans le cas des fondations :
 - ✓ *Les dispositions à détailler pour les fondations superficielles (semelles isolées ou filantes, radiers) ou les fondations spéciales (puits, pieux, barrettes, parois moulées)*
 - ✓ *Les documents de référence utilisés (normes, recommandations, DTU...)*
 - ✓ *Rappel du programme d'investigations*
 - ✓ *Interprétations et conclusions*
 - ✓ *Recommandations particulières de mise en œuvre (emploi d'un géotextile, hauteur de substitution, etc...)*
- Dispositions particulières concernant les avoisinants et les existants conservés :
 - ✓ *Conséquences sur les choix constructifs : leur présence et leur comportement (stabilité, tassement) peuvent introduire des précautions supplémentaires telles que distances à respecter, influence des pompages ou rabattements, prise en compte de leurs charges (notamment pour la stabilité des talus de fouille et les soutènements) ;*
 - ✓ *Conséquences sur les ouvrages : distances à respecter, impossibilité éventuelle d'un rabattement permanent, prise en compte du report de charge des avoisinants et existants.*
- Un plan masse comprenant :
 - ✓ *L'implantation de l'ensemble des sondages (en reportant les dates de réalisation),*
 - ✓ *La nouvelle délimitation de zones homogènes, mise à jour suite aux résultats des investigations de terrain complémentaires.*

- **Fiches de synthèse par zone homogène :**

- Numéro des sondages concernés par la zone (report X, Y, Z)
- Type de sol
 - ✓ *Variation des faciès horizontalement et verticalement*
 - ✓ *Perméabilité des sols en place si nécessaire*
 - ✓ *Identifier le type de sol rencontré suivant le fascicule 70 et selon la norme NFP 11 – 300.*
 - ✓ *Localiser les aléas géotechniques et les passages difficiles ("points durs")*
- Stabilité générale du site (glissement, fontis, effondrement...)
- Contraintes « eau » (nappe, source...)
- Difficultés d'extraction (ex : présence de roche...) en intégrant l'influence des conditions

- climatiques (gel, sécheresse, précipitation)
- Possibilités de réutilisation des matériaux
 - ✓ *Donner les conditions de réutilisation des matériaux de remblayage de tranchée avec définition des conditions de compactage,*
 - ✓ *Définir, dans le cas où la réutilisation des sols n'est pas possible, la qualité des matériaux de substitution*
- Portance des sols, tassements absolus et différentiels
- Propositions sur les types et les caractéristiques des fondations à envisager (semelles, puits, pieux, ...). Cette proposition comportera, en particulier, les niveaux d'assise, les taux de travail admissible du sol aux E.L.S (états limites de service) et la contrainte de calcul aux E.L.U (états limites ultimes), l'évaluation des tassements absolus et des tassements différentiels, les précautions essentielles à prendre lors de l'exécution des travaux, la structure de chaussée et trottoir...
- Tenue des fouilles / type de blindage
- Risques potentiels (ex : proximité de constructions/ouvrages particuliers...)
- Coupe type de la fouille
- Risques de liquéfaction
- Les **annexes** du rapport :
 - Profil schématique géotechnique
 - Cahier des fiches de coupes de sondages, précisant pour chaque unité :
 - ✓ *Les propriétés géotechniques ainsi que leurs variations géométriques*
 - ✓ *La présence d'eau lors des investigations et le niveau des plus hautes eaux connus (conditions qui influencent les travaux et la stabilité à termes des ouvrages)*
 - ✓ *Il sera mentionné sur les coupes le rattachement au NGF si le levé topographique a été fourni au prestataire.*
 - Les notes techniques et de dimensionnement du projet en annexe, avec les caractéristiques nécessaires au dimensionnement des ouvrages
 - ✓ *Les dispositifs de maîtrise de la nappe ;*
 - ✓ *La stabilité des talus et des soutènements ;*
 - ✓ *La force portante des fondations (sécurité par rapport à la rupture) ;*
 - ✓ *Le comportement des fondations soumises aux diverses sollicitations prévues (déplacements verticaux et horizontaux, moments et autres) ;*
 - ✓ *La stabilité des remblais ou digue à l'érosion interne et externe occasionnée par des arrivées d'eau*
 - ✓ *Les valeurs seuils associées au projet et aux avoisinants, notamment lors de la mise en place de la méthode observationnelle.*
 - Les procès-verbaux d'essais en laboratoire et in situ
 - Les copies des retours de DICT et des plans fournis
- Le **tableur Excel** comprenant ligne à ligne la mise à jour, **par point de mesure/sondage**, des données précisées en G2-AVP.

Mission G4

Les avis rédigés par le titulaire lors de l'exécution de la mission G4 feront apparaître a minima :

- Date de transmission des documents à analyser
- Liste des documents perçus
- Avis motivés du titulaire
- Référence aux rapports G1, G2 ou G3 le cas échéant

Les rapports de visite rédigés par le titulaire lors de l'exécution de la mission G4 feront apparaître a minima :

- Date de la visite
- Liste des éléments investigués
- Rapport photographique le cas échéant
- Avis motivés du titulaire, sur la base de ses observations
- Référence aux rapports G1, G2 ou G3 le cas échéant.

Mission G5

Le rendu sera effectué sous la même forme que pour les livrables de la mission G1/G2, et en adoptera la même structure.

- **Rapport de synthèse :**
 - Présenter les données collectées lors de la réalisation de cette mission ;
 - Identifier et valider les résultats à prendre en compte, issus des études géotechniques préalables ;
 - Fournir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du diagnostic ;
 - Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant ;
 - Le cas échéant, indiquer les principes généraux de solutions ou de construction envisageables (ouvrage sans sinistre) ou encore de réparation envisageable (ouvrage avec sinistre) ;
 - Indiquer les incertitudes et risques qui subsistent, identifiés après cette mission ;
 - Préciser notamment l'influence de cet (ces) élément(s) géotechnique(s) sur les risques géotechniques identifiés pour le projet ou l'ouvrage existant ;
 - Préciser les investigations complémentaires pour réduire ces incertitudes et les conséquences de ces aléas ;
 - Rappeler les missions nécessaires pour la mise au point du projet et sa réalisation. Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

5. Précision sur le contenu des bons de commandes

A titre d'exemples de la façon dont les commandes seront formalisées :

- Pour la pose d'un piézomètre à 8 m de profondeur, la commande sera la suivante :

Fourniture et pose d'un piézomètre	1 u
Profondeur de pose du piézomètre sur la plage 1 m à 10 m	8 ml
Profondeur de pose du piézomètre pour une profondeur supérieure à 11 m	0 ml

- Pour la pose d'un piézomètre à 17 m de profondeur, la commande sera la suivante :

Fourniture et pose d'un piézomètre	1 u
Profondeur de pose du piézomètre sur la plage 1 m à 10 m	10 ml
Profondeur de pose du piézomètre pour une profondeur supérieure à 11 m	7 ml