



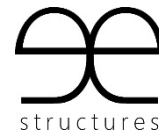
AEGIS-GROUPE
Analyses et Etudes en Géologie, Infrastructure et Sécurisation

____ Olivier SALMON ARCHITECTE ____

Architecte DPLG - Architecte DSA Patrimoine

Architecte en Chef des Monuments Historiques

Master Jardins Historiques et Patrimoine Paysager



CENTRE DES     
MONUMENTS NATIONAUX 



Centre des Monuments Nationaux

Compléments d'instrumentation en forage -

Cahier des Charges - Restauration de la stabilité de la Tour Saint Nicolas



Centre des Monuments Nationaux

62, Rue Saint-Antoine - 75186 - Paris Cedex 04

Compléments d'instrumentation en forage -

Cahier des Charges - Restauration de la stabilité de la Tour Saint Nicolas

Version du document :	Date d'émission :	Commentaires :
Indice 0	01/06/2026	Première émission.
Indice 1	19/06/2026	Modification du programme.
Indice 2	09/07/2026	Modification du programme.
Indice 3	24/07/2026	Intégration remarques MOA.

Numéro d'affaire : 2022-07164

Rédacteurs :

AEGIS GROUPE : M. BARRY – info@aegis-groupe.com ;

Maître d'ouvrage :

Centre des Monuments Nationaux
62, Rue Saint-Antoine - 75186 - Paris Cedex 04

Localisation du Projet : Tour Saint Nicolas – La Rochelle 17000

Nombre de pages du document (hors annexes) : 15

Nombre d'annexes : 2

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION :	3
CONTEXTE GENERAL DU SITE :	4
I. 1. Contexte constructif général :	4
I. 2. Contexte géologique général :	4
I. 3. Spécificités du site :	5
I. 4. Rappel des cotes remarquables du site :	5
II. PORTEE DE L'INSTRUMENTATION :	6
III. EXTENSO-INCLINOMETRES EN FORAGE :	6
III. 1. Identification des équipements :	6
III. 2. Position des points de mesure :	7
III. 3. Prescriptions de mises en œuvre :	7
III. 4. Livrables après installation :	8
III. 5. Tranche optionnelle : fréquence et durée du suivi :	8
IV. CELLULES DE PRESSION INTERSTITIELLE :	9
IV. 1. Identification des équipements :	9
IV. 2. Position des points de mesure :	9
IV. 2. 1. Forage Cpi-3.....	9
IV. 2. 2. Forage Cpi-4.....	9
IV. 3. Prescriptions de mises en œuvre :	9
IV. 4. Livrables après installation :	9
IV. 5. Tranche optionnelle : fréquence et durée du suivi :	10
V. CENTRALES D'ACQUISITION :	10
VI. REALISATION DES FORAGES :	11
VII. CONDITIONS D'INTERVENTION :	11
VII. 1. Cadre général et accessibilité :	11
VII. 2. Sécurité :	12
VIII. LIVRABLES :	12
IX. MAINTENANCE DU SYSTEME :	13
X. IMPLANTATION DES OUVRAGES :	13
XI. ASPECTS LOGISTIQUES ET INSTALLATIONS DE CHANTIER :	13
XII. REMISES EN ETAT :	14

XIII. CONTROLES D'EXECUTIONS :	14
XIII. 1. Généralités :	14
XIII. 2. Recevabilité des interventions :	14
XIV. CHIFFRAGES :	15
XV. DELAIS ET PLANNING :	15

TABLE DES ANNEXES :

ANNEXES :	16
ANNEXE 1 : PLAN D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS :	17
ANNEXE 2 : DECOMPOSITION DU PRIX GLOBAL ET FORFAITAIRE :	18

I. INTRODUCTION :

La Tour Saint Nicolas de La Rochelle est un édifice de défense médiéval, bâti dans le premier tiers du XIV^e siècle en maçonnerie de pierres de taille, à l'entrée du Vieux Port. Classée au titre des Monuments Historiques depuis 1879, elle est propriété de l'État français et sa gestion est assurée par le Centre des Monuments Nationaux. La présente consultation s'inscrit dans l'opération de restauration de la stabilité de l'édifice conduite sous la direction de M. Olivier SALMON, Architecte en Chef des Monuments Historiques, assisté des bureaux d'études structures et géotechnique.

L'ouvrage présente historiquement des désordres importants attribués à un mécanisme de tassement différentiel et de basculement d'ensemble. Il fait l'objet d'un suivi instrumenté depuis plusieurs années : un monitoring automatisé est en place depuis 2019 (fissuromètres, tachéomètre automatisé), complété en 2024 (tachéomètre et fissuromètres complémentaires, distancemètres, extensomètres à corde vibrante, piézomètres, sondes de pression, inclinomètres en forage), suite à une accélération des déplacements.

Les inclinomètres en forage actuellement en place et suivis fournissent les déformations horizontales (X/Y) et permettent d'identifier des mécanismes d'instabilité actifs dans la hauteur du massif de pieux en bois. Ces données restent toutefois aveugles aux déformations verticales.

L'objectif de la présente instrumentation complémentaire est de compléter les données de déformations horizontales X/Y par des données verticales Z (tassements / extensions), de manière à localiser précisément l'origine des déformations verticales : dans les pieux en bois, immédiatement sous leur pointe, dans la couche d'argile sous-jacente ou dans le substratum calcaire. À cette fin, des équipements d'extenso-inclinométrie en forage seront mis en place à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la Tour. Il s'agit également de compléter les connaissances relatives au comportement hydrogéologique du soubassement de l'ouvrage par installation de cellules de pression interstitielle en intérieur.

L'intérieur présente un accès extrêmement contraint et l'extérieur se situe en domaine maritime. L'ouvrage étant par ailleurs très sensible et le siège de pathologies et de mécanismes d'instabilité actifs, l'intervention devra être conçue de manière à en minimiser l'impact sur le bâti.

Le présent cahier des charges prévoit donc l'installation d'équipements complémentaires permettant :

- L'analyse et le suivi des déformations en X/Y/Z en forage, à l'intérieur et à l'extérieur de la Tour ;
- L'analyse et le suivi des variations de pression interstitielle en profondeur dans des zones situées à l'intérieur de la Tour, afin de les comparer aux mesures réalisées à l'extérieur (cellules de pression interstitielle déjà en place et suivies).

CONTEXTE GENERAL DU SITE :

I. 1. Contexte constructif général :

La Tour Saint Nicolas est édifiée en maçonnerie de pierres de taille. Elle est fondée sur un radier de maçonnerie reposant lui-même sur un platelage en bois, supporté par un maillage de pieux en bois de calepinage très dense.

Les reconnaissances antérieures indiquent des pieux de section pouvant atteindre 40 cm, à espacement majoritairement compris entre 10 et 40 cm, pour une hauteur estimée de l'ordre de 4,5 à 5 m.



Figure 1 : Photographie aérienne du site d'étude. La Tour Saint Nicolas est repérée par le cercle rouge.

La Tour Saint Nicolas est propriété de l'Etat et gérée par le Centre des Monuments Nationaux mais les abords et les quais appartiennent à la Ville de La Rochelle. Les façades côté Port sont soumis à la gestion de la capitainerie de La Rochelle.

I. 2. Contexte géologique général :

Le site s'inscrit dans des formations d'alluvions argileuses, surmontées de remblais anthropiques anciens à récents et reposant sur un substratum de calcaire jurassique. La succession lithologique interprétative, de haut en bas, est la suivante :

- Remblais hétérogènes à dominante sablo-graveleuse (épaisseur 4 à 7 m environ) ;
- Argile limoneuse grise vasarde, molle, à matière organique (épaisseur 8 à 11 m environ) ;
- Sable graveleux marron à cailloutis et galets, en couche de transition d'épaisseur métrique en tête du substratum (graves sableuses en tête des calcaires) ;
- Substratum marno-calcaire jurassique (alternance de calcaire et de marnes).

Les pieux en bois de fondation s'ancrent dans les argiles sans atteindre le substratum calcaire. Le site est régi par un contexte hydrogéologique complexe sous influence marine, la base de l'ouvrage étant immergée sur une part importante de son périmètre selon les marées.

I. 3. Spécificités du site :

Le site constitue un environnement à haute valeur patrimoniale, qui devra être préservé au mieux durant l'ensemble des interventions. L'ouvrage est de surcroît sensible et le siège de mécanismes d'instabilité actifs : toute opération devra être pensée pour limiter au strict nécessaire les sollicitations transmises au bâti (vibrations, chocs, injections). L'intérieur de la Tour présente des conditions d'accès très réduites, encombrées par le fretage métallique et l'étalement en bois en place ; l'extérieur se situe en domaine maritime exploité, soumis aux marées.

I. 4. Rappel des cotes remarquables du site :

Les cotes ci-dessous, exprimées en mètres NGF, sont rappelées à titre indicatif pour permettre au candidat d'apprécier le contexte et de dimensionner ses moyens. Elles sont issues des connaissances actuelles et seront à confirmer au droit de chaque forage.

Élément	Cote (m NGF)	Repère
Niveau de la salle basse (intérieur)	≈ +2,6	Référence intérieure
Radier de maçonnerie — cote supérieure	≈ +2,6 à +2,0	Sous salle basse
Radier de maçonnerie — cote inférieure (sous-face du soubassement / tête du platelage bois)	-1,4 à -3,3	—
Pointe des pieux en bois	-4 à -7 (ponct. -8,6)	Dans les argiles
Base des argiles / toit des graves sableuses	-11 à -13	—
Toit du substratum calcaire	≈ -11 à -13,4	—

À titre indicatif, les niveaux marins de référence sont : NPHMA (coef. 120) +3,36 NGF ; niveau moyen +0,39 NGF ; NPBMA (coef. 120) -3,34 NGF, soit un marnage maximal de l'ordre de 6,7 m.

II. PORTEE DE L'INSTRUMENTATION :

L'instrumentation objet du présent cahier des charges présente plusieurs finalités complémentaires :

- Apporter une information complémentaire sur les mécanismes en cours d'analyse pendant la phase d'étude actuelle ;
- Être exploitée en phase travaux dans le cadre de l'auscultation de chantier et du suivi du comportement de l'ouvrage ;
- Être exploitée en phase post-travaux dans le cadre du suivi de la performance des interventions réalisées.

En conséquence, les équipements d'extenso-inclinométrie seront à mesure semi-manuelle : l'extensométrie est automatisée et relevée en continu, tandis que l'inclinométrie est mesurée manuellement. Le dispositif devra néanmoins être conçu de manière à pouvoir être automatisé (pour la partie inclinométrie) dans un second temps, notamment pendant la phase travaux, sans déposer ni reprise du forage.

III. EXTENSO-INCLINOMETRES EN FORAGE :

Il s'agit d'équipements installés en forage permettant d'identifier simultanément les déformations horizontales (inclinométrie) et les déformations verticales (tassements / extensions), avec une résolution inframillimétrique.

Le dispositif attendu est une chaîne de sondes d'extensométrie magnétiques associée à un tube inclinométrique. Le capteur de déplacement vertical est référencé sur des anneaux magnétiques solidaires du tubage et installé dans un tubage inclinométrique ABS.

Les sondes extensométriques seront reliées à une centrale d'acquisition pour mesures automatiques. Les tubes inclinométriques seront relevés manuellement 1 fois par mois. Les tubes inclinométriques pourront être automatisés dans un second temps (pour la phase travaux).

Les caractéristiques métrologiques minimales attendues sont une résolution de l'ordre de 0,03 mm sur le tassement, de 0,0001° sur l'inclinaison, une étanchéité pour l'eau marine et une sortie numérique raccordable à une centrale d'acquisition.

Tout matériel techniquement équivalent répondant à ces objectifs est admis.

III. 1. Identification des équipements :

Les caractéristiques des équipements sont les suivantes :

- **Nombre** : 6 unités, dont 3 à l'intérieur de la Tour et 3 à l'extérieur :
 - Intérieur : E-I 1 / E-I 2 / E-I 3 ;
 - Extérieur : E-I 4 / E-I 5 / E-I 6 ;
- **Profondeur** : 20 m par forage, dont 5 m scellés dans le substratum calcaire ;
- **Espacement entre mesures extensométriques** : le plus faible possible, inférieur ou égal à 1,5 m, sur toute la hauteur instrumentée (le chiffrage est basé sur une pose de 15 points de mesures par forage) ;
- **Tubage inclinométrique** ABS scellé sur toute la hauteur par un coulis adapté, équipé des anneaux magnétiques de référence aux pas requis ;
- **Mesures et comptes rendus** conformes à la norme NF EN ISO 18674-3 (et amendement A1) pour la partie inclinométrique.

Les consommables et frais de maintenance sont réputés compris dans le prix de l'entreprise.

Les équipements inclinométriques seront automatisables dans un second temps (phase travaux).

III. 2. Position des points de mesure :

La chaîne extensométrique étant discontinue ($\text{pas} \leq 1,5 \text{ m}$), l'ensemble de la hauteur du forage est instrumenté. Les horizons ci-après constituent les points de mesure prioritaires devant impérativement être encadrés par des anneaux de référence (d'autres points seront choisis selon les possibilités d'installation). Les cotes, en m NGF, sont indicatives et prévisionnelles ; elles seront ajustées au droit de chaque forage après analyse des coupes, conformément au présent document.

Point de mesure	Cote indicative (m NGF)	Repère
2 points dans l'épaisseur du radier de maçonnerie	$\approx +1,0$ et $-1,0$	radier
Partie haute du massif de pieux en bois	$\approx -2,5$	pieux
Partie médiane du massif de pieux en bois	$\approx -4,5$	pieux
Partie basse du massif de pieux en bois (proche pointe)	$\approx -6,5$	pieux
Partie haute des argiles sous-jacentes	$\approx -7,5$	argiles
Partie médiane des argiles sous-jacentes	$\approx -9,5$	argiles
Partie basse des argiles sous-jacentes	$\approx -11,5$	argiles
Partie haute du calcaire	$\approx -13,0$	calcaire
Fond du dispositif (ancrage en calcaire)	$\approx -16,5$ à $-17,5$	calcaire

Les cotes des forages extérieurs sont référencées dans le même système NGF ; la longueur instrumentée (20 m, dont 5 m d'ancrage dans le calcaire) est identique. L'ancrage inférieur, scellé en partie ferme du calcaire, constitue la référence absolue des déplacements verticaux.

Le chiffrage porte sur 15 points de mesure par forage à répartir en phase d'exécution.

III. 3. Prescriptions de mises en œuvre :

Les forages d'accueil seront réalisés en recherchant la verticalité la plus parfaite et une déviation minimale. Les tubes inclinométriques (ABS ou équivalent) seront mis en place avec étanchéité au droit des manchonnages et bouchon de pied, en veillant à la qualité des jonctions pour permettre le passage de la sonde sans encombre.

Le scellement sera réalisé par injection d'un coulis depuis le fond du forage (tube plongeur) jusqu'à substitution complète du fluide de forage, avec reprise éventuelle en cas de ressuage ou de perte de coulis, l'espace annulaire devant être totalement rempli.

Le tube sera maintenu lesté pendant l'opération ; tout blocage de tête par mise en pression susceptible d'endommager le tube est proscrit. La tête sera protégée par un dispositif verrouillable conforme à la norme. La bonne exécution sera vérifiée sur site, en présence de la maîtrise d'œuvre, par une mesure 0 (fausse sonde puis sonde de mesure).

La qualité du scellement et du montage des tronçons est déterminante pour la réception du dispositif. **Tout dispositif non conforme sera rejeté et réexécuté aux frais de l'entreprise.**

III. 4. Livrables après installation :

L'entreprise doit la mesure 0, le paramétrage des appareillages et la transmission des éléments techniques (fiches techniques, fiches d'étalonnage...).

III. 5. Tranche optionnelle : fréquence et durée du suivi :

Les caractéristiques du suivi sont :

- Mesure continue automatique pour l'extensométrie ;
- Mesure inclinométrique mensuelle ;
- Durée du suivi : 2 x 1 an ;
- Comptes rendus mensuels, comprenant les plans de repérage, les tableaux de synthèse des valeurs relevées et les courbes de déplacements (horizontaux par direction nord-sud et est-ouest, et verticaux), ainsi qu'une interprétation conforme à la norme en vigueur.

IV. CELLULES DE PRESSION INTERSTITIELLE :

Ces équipements permettent de mesurer les variations de pression interstitielle aux profondeurs concernées. L'objectif est d'analyser et de suivre, à l'intérieur de la Tour, l'évolution des pressions en profondeur et de les comparer aux mesures réalisées à l'extérieur (cellules déjà en place et suivies). Les mesures seront conformes à la norme NF P 94-157-2.

L'étanchéité des forages autour des cellules constitue une obligation de résultat. Les forages concernés recevront deux sondes, isolées hydrauliquement l'une de l'autre par des bouchons d'étanchéité (couronnes d'argile / bentonite) dont le nombre et les profondeurs seront définis avec la maîtrise d'œuvre après examen des coupes de forage.

IV. 1. Identification des équipements :

Les caractéristiques des équipements sont les suivantes :

- **Nombre** : 4 cellules, réparties dans deux forages distincts (Cpi-3 et Cpi-4), soit deux cellules par forage ;
- **Calibration initiale de chaque cellule** avant installation et mesure initiale (mesure 0) après pose ;
- **Cellules raccordées à une centrale d'acquisition** et fonctionnant de manière autonome.

Les consommables et frais de maintenance sont réputés compris dans le prix de l'entreprise.

IV. 2. Position des points de mesure :

Les cotes ci-après, en m NGF, sont indicatives et seront confirmées après analyse des coupes de forage.

IV. 2. 1. Forage Cpi-3

- **Profondeur** : 15 m par forage ;
- Une cellule en partie basse des pieux en bois : cote $\approx -6,5$ m NGF ;
- Une cellule en base des argiles, dans la couche de graves sableuses en tête des calcaires : cote $\approx -12,0$ m NGF.

IV. 2. 2. Forage Cpi-4

- **Profondeur** : 15 m par forage ;
- Une cellule en partie basse des pieux en bois : cote $\approx -6,5$ m NGF ;
- Une cellule en base des argiles, dans la couche de graves sableuses en tête des calcaires : cote $\approx -12,0$ m NGF.

IV. 3. Prescriptions de mises en œuvre :

Les forages d'accueil seront réalisés en recherchant la verticalité la plus parfaite et une déviation minimale.

L'implantation définitive des forages, sera arrêtée avec la maîtrise d'œuvre lors de la visite préalable.

La qualité de l'étanchéité et du fonctionnement des CPI est déterminant pour la réception du dispositif. **Tout dispositif non conforme sera rejeté et réexécuté aux frais de l'entreprise.**

IV. 4. Livrables après installation :

L'entreprise doit la mesure 0, le paramétrage des appareillages et la transmission des éléments techniques (fiches techniques, fiches d'étalonnage...).

IV. 5. Tranche optionnelle : fréquence et durée du suivi :

Les caractéristiques du suivi sont :

- Mesure continue automatique ;
- Durée du suivi : 2 x 1 an ;
- Comptes rendus mensuels, comprenant les plans de repérage, les tableaux de synthèse des valeurs relevées et les courbes de variations de la pression interstitielle mise en superposition avec les mesures piézométriques.

V. CENTRALES D'ACQUISITION :

Les centrales d'acquisition, capteurs et câblages seront conçus et installés en tenant compte du caractère hautement agressif du milieu (eau, sel, humidité). Il est rappelé que le quai peut être submergé par l'eau de mer et la salle basse inondée à plusieurs reprises chaque année : les matériels, connectiques et cheminements devront être choisis et positionnés en conséquence (indices de protection élevés, connecteurs étanches, protection contre les surtensions et la foudre, mise hors d'eau des organes sensibles).

Les centrales seront en nombre suffisant pour raccorder l'ensemble des capteurs, avec possibilité d'extension. Elles assureront notamment : l'acquisition simultanée de tous les capteurs, l'enregistrement des données sur une base horaire, le contrôle régulier du dispositif (tension d'alimentation, réponse des capteurs), la transmission des données et le paramétrage à distance. Leur alimentation sera autonome et dimensionnée pour garantir la continuité du fonctionnement. L'implantation des centrales sera choisie aux emplacements les plus discrets possibles, en concertation avec la maîtrise d'œuvre, la maîtrise d'ouvrage et l'occupant.

Les centrales seront reliées à une interface web sécurisée, consultable par la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage, présentant le plan d'implantation des dispositifs, les données brutes sous forme de base de données et de graphiques, avec possibilité d'export (.txt / .xls). L'abonnement et l'archivage des données seront assurés sans limitation de durée.

Les consommables, abonnements et frais de maintenance sont réputés compris dans le prix de l'entreprise.

VI. REALISATION DES FORAGES :

Tous les équipements seront mis en place dans des forages réalisés selon la méthode retenue par l'entreprise (destructif ou carotté), sous sa responsabilité, au regard des conditions du site et de manière à garantir une foration de qualité et adaptée à la pose des équipements. Tout éboulement ou remaniement des parois doit être exclu ; l'emploi et le type de tubage sont laissés au choix de l'entreprise pour atteindre cet objectif.

Quelle que soit la technique employée, les forages seront enregistrés (diagraphie instantanée : vitesse d'avancement, pression sur l'outil, pression d'injection, couple de rotation). Les graphiques et tableaux de valeurs brutes seront fournis.

Les forages ne seront en aucun cas réalisés au marteau fond de trou ni au marteau hors trou.

Les diamètres nécessaires à l'installation des dispositifs sont les suivants :

- ➔ Pour l'installation d'un extenso-inclinomètre magnétique : 125 mm mini ;
- ➔ Pour l'installation de CPI : 140 mm (sauf indication contraire du fournisseur).

Ces diamètres sont à adapter en fonction des nécessités de tubages.

VII. CONDITIONS D'INTERVENTION :

VII. 1. Cadre général et accessibilité :

Les descriptions des prestations renseignent l'entreprise sur la nature, l'importance, les dimensions et les emplacements des prestations à réaliser ; cette description n'a pas un caractère limitatif et l'entreprise devra exécuter, comme étant compris dans son prix, tous les travaux connexes indispensables à l'achèvement complet des prestations. L'entreprise est invitée à visiter les lieux préalablement à la remise de son offre afin d'apprécier les sujétions d'exécution.

L'ensemble des interventions et mesures sera réalisé conformément aux normes en vigueur en France à la date de l'appel d'offre. Toute intervention sur site fera l'objet d'une demande d'accès préalable et devra s'inscrire dans les amplitudes horaires autorisées par la maîtrise d'ouvrage. La Tour est fermée au public depuis l'été 2025.

L'accès principal s'effectue par les portes de la salle basse, accessibles depuis le quai. Les conditions d'accès à l'intérieur sont très réduites (marches, coude à angle droit) et encombrées par le fretage métallique et l'étalement bois en place : tout démontage de ces dispositifs est exclu. En conséquence, les forages intérieurs ne pourront être réalisés qu'avec des machines démontables et de petite dimension, de préférence électriques afin d'éviter les gaz d'échappement en milieu confiné ; l'emploi d'extracteurs d'air et de détecteurs de gaz (dont H₂S) est obligatoire. Les accès extérieurs au quai sont compatibles avec des véhicules et engins de chantier sous réserve des autorisations de voirie nécessaires ; les zones immergées ou transitoirement immergées par les marées nécessiteront des dispositifs adaptés.

L'entreprise prendra toutes les dispositions pour éviter les nuisances et pollutions, notamment toute pollution du milieu aquatique : protection étanche sous les engins, décantation des eaux de forage avant rejet (rejet direct au port interdit), gestion et évacuation des cuttings en filière agréée.

Les vibrations seront minimisées pour préserver le Monument. L'entreprise réalisera les DICT et procédera au repérage et au piquetage des réseaux avant tout commencement. Un constat d'huissier contradictoire de l'état des existants pourra être établi avant et après intervention.

VII. 2. Sécurité :

Les prestations du présent marché se situent dans un environnement présentant des risques importants pour les travailleurs et l'entourage. En particulier, les travaux :

- Sont réalisés à proximité de plans d'eau ;
- Sont réalisés dans le milieu confiné de l'intérieur de la Tour avec les problématiques de gaz d'échappement mais aussi de libérations d'H₂S ;
- Génèrent potentiellement des risques pour les tiers et usagers (infrastructures, personnes, biens, etc.), en raison de la chute potentielle d'éléments pendant les phases de grutage, d'approvisionnement...
- Génèrent potentiellement des risques pour les tiers et usagers (infrastructures, personnes, biens, etc.), en raison de la mobilisation d'engins de travaux conséquents.

Il conviendra que les travaux fassent l'objet d'une analyse de risques, qui définira entre autres les mesures de protection individuelles et collectives à réaliser ainsi que la mise en sécurité des postes de travail et des accès au regard des méthodologies d'accès et d'approvisionnement retenues par l'Entreprise ainsi qu'aux risques inhérents du site : H₂S, matière organique, domaine maritime...

Les personnels ne seront jamais en situation de travailleur isolé.

Une visite d'inspection commune aura lieu entre l'Entreprise et chacun de ces sous-traitants/co-traitants avec le CSPS.

L'Entreprise établira un PPSPS qui devra être validé avant le démarrage des prestations. Ce PPSPS sera soumis au CSPS et à l'équipe de Maîtrise d'œuvre.

VIII. LIVRABLES :

L'entreprise produira l'ensemble des documents permettant la traçabilité et l'exploitation de l'instrumentation, et notamment :

- Les PV des forages (coupe sondeur, enregistrement des paramètres, géométrie, venues d'eau, anomalies, volumes de coulis et de matériaux mis en œuvre) ;
- Les fiches techniques de tous les équipements installés (typologie, précision, étalonnage...) ;
- Un rapport d'installation comprenant, pour chaque appareil : sa numérotation, son type et sa fiche technique, sa date de pose, sa localisation, des photographies d'implantation, les repères et conventions de signe, la fréquence de mesure, les observations de pose et les modalités d'accès à l'interface web ;
- La mesure 0 de l'ensemble des dispositifs ;
- Comptes rendus ;
- Le dossier des ouvrages exécutés (DOE), incluant le plan de récolement topographique (XYZ) des dispositifs et cheminements de câbles et les recommandations de maintenance.

IX. MAINTENANCE DU SYSTEME :

Le titulaire s'engage à assurer un suivi de son installation afin d'en garantir le bon fonctionnement continu sur toute la durée de son engagement de deux années. Il interviendra en cas de défaillance du système sous 3 jours ouvrés et remettra en service tout appareil défaillant sous 7 jours ouvrés maximum.

La maintenance des centrales d'acquisition et des dispositifs d'alimentation est comprise dans la mission sur toute la période. Le matériel d'instrumentation (capteurs, câbles, connectiques) sera garanti, main-d'œuvre comprise, et les logiciels nécessaires fournis avec licence et mises à jour.

X. IMPLANTATION DES OUVRAGES :

La maîtrise d'œuvre se réserve la possibilité de modifier l'implantation des dispositifs en fonction des résultats des investigations sur site afin d'assurer la pertinence des résultats : l'implantation indiquée est donc donnée à titre indicatif et prévisionnel, et sera arrêtée lors d'une visite sur site en présence de l'entreprise et de la maîtrise d'œuvre au commencement des prestations.

XI. ASPECTS LOGISTIQUES ET INSTALLATIONS DE CHANTIER :

L'entreprise devra disposer de ses propres installations de chantier et mettre en place tous les éléments provisoires nécessaires à sa base vie et à la réalisation de ses prestations. La maîtrise d'ouvrage ne met à disposition ni zone d'installation, ni zone de dépôt ou de stationnement : la recherche des emplacements pour les installations et le stockage est à la charge de l'entreprise, de même que les éventuels frais d'aménagement des accès et les redevances correspondantes.

Il appartiendra au titulaire de réaliser les installations provisoires nécessaires à la desserte et à la mise en place de son matériel (plates-formes de travail, nacelles, pontons, échafaudages, moyens d'accès cordistes selon les zones) et d'en assurer le démontage et l'évacuation en fin d'intervention. Le stockage des matériels sera réalisé proprement, à l'abri des intempéries, en containers ou emplacements délimités par clôtures et palissades de chantier. Un plan d'installation de chantier sera établi pendant la période de préparation et soumis à validation de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre.

Les approvisionnements en eau et en électricité ne sont pas mis à disposition ; le cas échéant, une demande de compteur provisoire pourra être établie auprès des services compétents.

La zone de chantier sera balisée et clôturée conformément à la réglementation en vigueur ; la signalisation, son maintien et sa dépose sont à la charge de l'entreprise. À la fin du chantier, l'ensemble des éléments sera retiré.

XII. REMISES EN ETAT :

Compte tenu de la très haute valeur patrimoniale du site et de la sensibilité de l'ouvrage, l'entreprise apportera un soin particulier aux remises en état, qui porteront sur l'ensemble des éléments consécutifs aux travaux de forage, au passage des engins et aux salissures diverses. Toutes les protections inhérentes à la préservation du bâti et des abords devront être incluses dans la prestation.

Sans que cette liste soit limitative, les remises en état comprendront : l'évacuation de la totalité des gravats et des cuttings ; le nettoyage complet des zones d'intervention et de mise en place des appareils ; le rebouchage soigné de tout trou ou fixation non conservé ; la reconstitution des revêtements et dallages avec des matériaux et des niveaux de finition identiques aux existants ; le nettoyage des voiries et accès empruntés, y compris en cours de chantier ; ainsi que la réparation de tout ouvrage public ou privé qui aurait été modifié ou dégradé du fait des travaux. Toute dégradation imputable à l'entreprise sera reprise à ses frais.

XIII. CONTROLES D'EXECUTIONS :

XIII. 1. Généralités :

Le contrôle portera essentiellement sur les matériaux utilisés et les techniques de mise en œuvre adoptées pour la réalisation des forages et l'installation des équipements. Le respect des normes sera obligatoire.

XIII. 2. Recevabilité des interventions :

Les forages seront réalisés et les équipements seront installés conformément aux règles de l'art, aux normes, aux spécificités décrites dans le présent document et aux indications des fournisseurs.

Si ces conditions d'exécution ne sont pas respectées ou si les objectifs de performance exigés ne sont pas atteints ou pour tout autre incident ne permettant pas d'atteindre les objectifs, le Maître d'œuvre pourra exiger la réfection des forages ou installations d'équipements concernés aux seuls frais de l'Entreprise.

Avant la pose de tout équipement, l'Entreprise s'assurera que le forage est conforme au projet qui lui a été soumis, en contrôlant notamment sa position et sa profondeur.

Le Maître d'œuvre effectuera un contrôle et une mesure de tous les équipements suite à leur mise en service afin de prononcer leur réception ou non.

La réception définitive pourra être prononcée après analyse des documents de synthèse.

XIV. CHIFFRAGES :

L'entreprise sera invitée à renseigner la DPGF présentée en annexe.

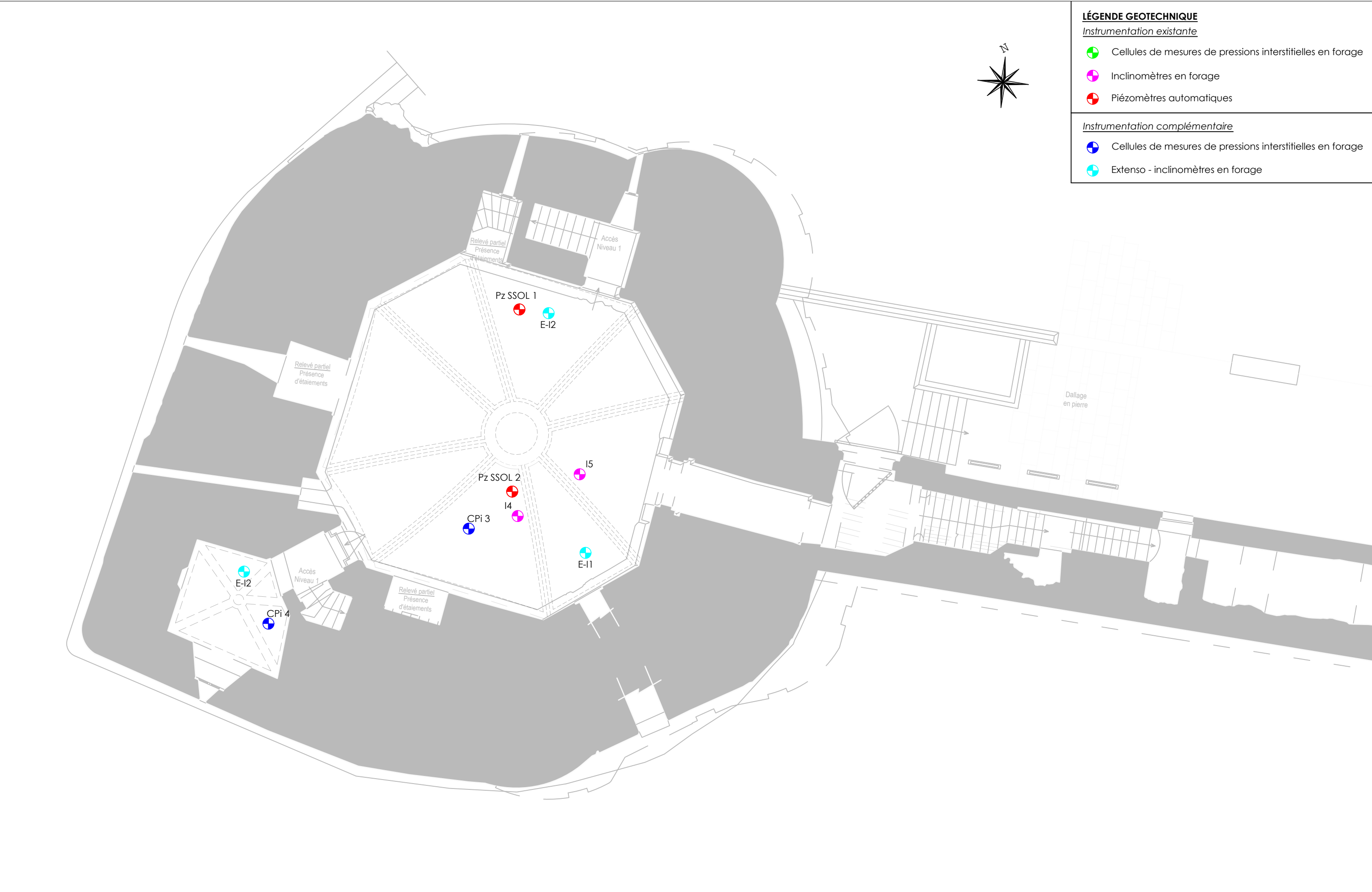
XV. DELAIS ET PLANNING :

L'entreprise transmettra dans son offre un planning d'intervention détaillé, décrivant la durée de chacune des tâches (amenée, forages, équipement, mise en service, première mesure) jusqu'à la remise du rapport d'installation.

Elle précisera le délai nécessaire avant démarrage des prestations à compter de la commande (ordre de service) par la maîtrise d'ouvrage, ainsi que la durée de la période de préparation. Le planning aura une valeur contractuelle.

Annexes :

Annexe 1 : Plan d'implantation des équipements :

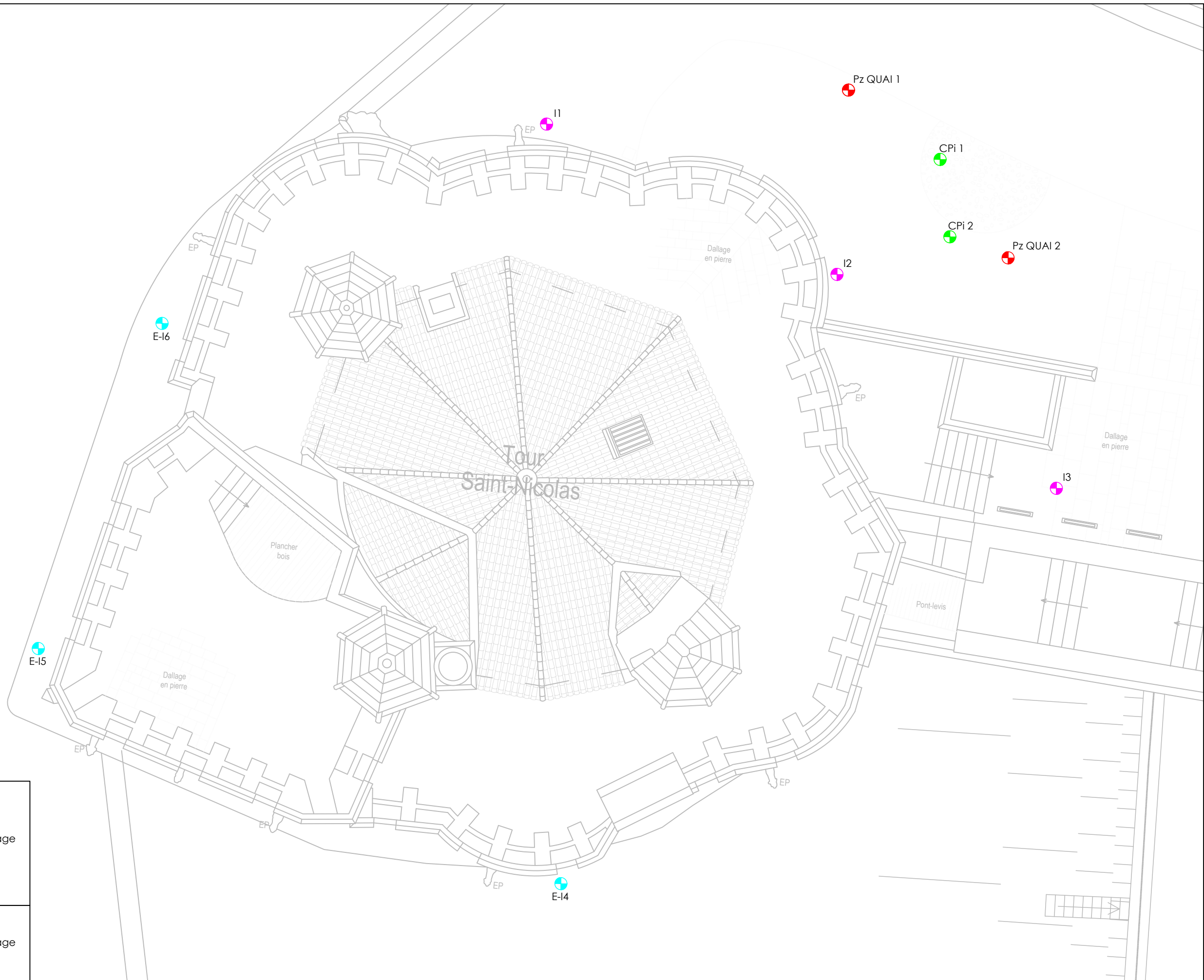
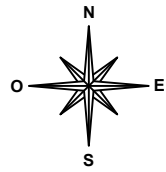


LÉGENDE GEOTECHNIQUE
Instrumentation existante

- Cellules de mesures de pressions interstitielles en forage
- Inclinomètres en forage
- Piézomètres automatiques

Instrumentation complémentaire

- Cellules de mesures de pressions interstitielles en forage
- Extensio - inclinomètres en forage



LÉGENDE GEOTECHNIQUE

Instrumentation existante

-  Cellules de mesures de pressions interstitielles en forage
-  Inclinomètres en forage
-  Piézomètres automatiques

Instrumentation complémentaire

-  Cellules de mesures de pressions interstitielles en forage
-  Extenso - inclinomètres en forage

Maître d'ouvrage

Centre des monuments Nationaux
Hôtel de Sully
Rue de la Mairie
75186 PARIS Cedex

Architecte

Olivier SALMON ARCHITECTE
Architecte en chef des Monuments Historiques
22 place Gambetta
33000 BORDEAUX

B.E.T. Structure

Equilibre Structures
10 rue Saint Nicolas
75012 PARIS

Plan d'implantation des sondages

Plan d'implantation des compléments d'instrumentation
Echelle : 1/100

Annexe 2 : Décomposition du Prix Global et Forfaitaire :

Centre des Monuments Nationaux

Restauration de la stabilité de la Tour Saint Nicolas de La Rochelle

Décomposition du Prix Global et Forfaitaire - **Compléments d'instrumentation en forage**

N°.	Designation des ouvrages :	Unité	Qté	Prix H.T.	TOT H.T.
100	Postes généraux :				
101	Préparation du chantier / amenée et repliement / installations de chantier / création des accès / signalisation / intervention en milieu maritime / intervention en milieu confiné / demandes d'autorisations / interface avec les exploitants (ville, capitainerie...) / nettoyage / remises en état :	F	1		
102	Constat contradictoire avec huissier :	F	1		
200	Extensio-Inclinomètres en forage : EI1 à EI6				
201	Réalisation du forage préalable à l'équipement d'un extensio-inclinomètre en forage intérieur : EI1, EI2 et EI3 conformément au cahier des charges	U	3		
202	Réalisation du forage préalable à l'équipement d'un extensio-inclinomètre en forage extérieur : EI4, EI5 et EI6 conformément au cahier des charges	U	3		
203	Fourniture et installation d'un extensio-inclinomètre en forage + rapport d'installation conformément au cahier des charges (mesure inclinométrique manuelle et mesure extensométrique automatique) (15 points de mesures extensométrique par forage)	U	6		
300	Sondes CPI : CPI3 et CPI4				
301	Réalisation du forage préalable à l'équipement des sondes CPI + rapport de forage	U	2		
302	Fourniture et installation d'une sonde dans un forage + rapport d'installation conformément au cahier des charges (2 sondes par forage)	U	4		
400	Centrales d'acquisition :				
401	Fourniture, installation et paramétrage d'une centrale d'acquisition pour les données extensométriques	F	1		
402	Fourniture, installation et paramétrage d'une centrale d'acquisition pour les données des CPI	F	1		
Tranche optionnelle :					
500	Suivi des équipements :				
501	Suivi manuel des inclinomètres à raison d'une mesure mensuelle + suivi automatisé des extensomètres + CR mensuel (2 x 12 mois)	U	24		
502	Suivi automatisé des Cellules de pression interstitielle + CR mensuel (2 x 12 mois)	U	24		

Tranche ferme TF :	TOTAL H.T.	
	TVA 20%	
	TOTAL T.T.C.	

Tranche optionnelle :	TOTAL H.T.	
	TVA 20%	
	TOTAL T.T.C.	



AEGIS-GROUPE

Analyses et Etudes en Géologie, Infrastructure et Sécurisation

SARL AEGIS GROUPE

39 Avenue Teiras, 06300 NICE – info@aegis-groupe.com – www.aegis-groupe.com

RCS NICE 891 542 730 – SIRET 891 542 730 00017 – APE 71.12B – TVA Intracomm. FR 60891542730

SARL au capital de 5000 euros.