

M A Î T R E D ' O U V R A G E  
AGENCE PUBLIQUE POUR L'IMMOBILIER DE LA JUSTICE

7 5 - P A R I S 1<sup>ER</sup> A R R O N D I S S E M E N T  
P A L A I S D E J U S T I C E

RESTRUCTURATION DU BÂTIMENT 5 ET UNE PARTIE DU BÂTIMENT 6



JANVIER 2025

PRO / DCE

## NOTE SUR LES DEPLACEMENTS STRUCTURELS ADMISSIBLES EN PHASE CHANTIER ET L'INSTRUMENTATION

2BDM – Equilibre Structures – Khephren – LBA - Terrasol



## **Annexe du CCTP du lot 04**

La présente note a été corédigée par 2BDM, les bureaux d'étude Equilibre, Khephren, LBA architecture et ingénierie pour la Maîtrise d'Œuvre ainsi que le géotechnicien Terrasol mandaté par la Maîtrise d'Ouvrage. Elle est intégrée aux additifs du DCE modificatif publié en février 2025. Elle revêt la même importance que le Cahier des Clauses Techniques Particulière du lot 04 dans la hiérarchie des pièces contractuelles, dont elle est une annexe.

## INTRODUCTION

La présente note fixe les seuils contractuels des déplacements et des déformations structurelles admissibles dans le cadre général des travaux, propose des seuils de pilotage en phase chantier, précise les attendus en termes de protocoles à mettre en place par l'entreprise en cas de dépassement de ces seuils de pilotage, et définit les objectifs de l'instrumentation à mettre en place. **L'entreprise titulaire du lot 04 aura remis au stade de l'offre un *mémoire spécifique relatif à l'instrumentation, au contrôle et à la gestion des déplacements structurels en phase chantier*, qui précise les moyens mis en œuvre pour répondre aux objectifs de la présente note. Les attendus pour ce mémoire sont repris en fin de note.**

Il convient bien de différencier le **seuil contractuel**, dont la vocation est de définir les conditions d'exécution du marché de travaux, des **seuils de pilotage**, qui sont eux relatifs à l'exécution des travaux.

## 1. SEUILS

### 1.1 Définition du seuil contractuel

Le seuil contractuel permet de répartir la responsabilité d'éventuels dommages sur les bâtiments existants entre la Maîtrise d'Ouvrage et l'entreprise titulaire du lot 04. **La responsabilité de l'entreprise est engagée dès lors que les déformations sont supérieures à celles définies par le seuil contractuel.** Les travaux de réparation éventuels ainsi que les conséquences sur le déroulement du chantier (planning, méthodologie d'exécution...) sont alors, par conséquent, à la charge de l'entreprise.

Elle doit ainsi définir et intégrer dans ses prix toutes les dispositions adéquates pour protéger ou renforcer préalablement les bâtiments existants, qui pourraient être endommagés par des mouvements supérieurs à ce seuil.

**Ce seuil restera inchangé tout au long de l'exécution des travaux, sauf décision expresse de la Maîtrise d'Ouvrage notifiée par ordre de service.** La Maîtrise d'Ouvrage pourra également notifier l'arrêt des travaux si les déformations observées tendent vers un dépassement prévisible de ce seuil. Le seuil contractuel est défini pour les paramètres suivants :

- La valeur de tassement absolu en surface des appuis du bâtiment
- Le tassement différentiel en surface des appuis du bâtiment
- Le déplacement horizontal des appuis du bâtiment
- L'élongation horizontale ou la déformation horizontale entre 2 façades ou 2 murs porteurs d'un même bâtiment.

Les seuils contractuels pour les fondations et les façades **existantes** sont définis comme suit :

- Tassement absolu : 10 mm
- Tassement différentiel : 0,75 ‰ [tassement différentiel de 6mm env. sur une distance de 7,5m]
- Déplacement horizontal absolu des fondations : 10 mm
- Déformation horizontale des façades existantes : 1/750
- Mise en pente de la façade : 0,75‰

Les seuils contractuels pour les fondations et les façades **neuves** sont définis comme suit :

- Tassement absolu : 5 mm
- Tassement différentiel : 0,75 ‰ [tassement différentiel de 6mm env. sur une distance de 7.5m]
- Déplacement horizontal absolu : 10 mm
- Déformation latérale à mi-hauteur des parois de soutènement est limité à 12 mm

Les seuils contractuels pour les travaux de substitution des poteaux existants et de **reprises en sous-œuvre et de dans la zone dite « façade occidentale »** (travaux insécables) :

- Tassement vertical absolu au niveau + 30.30 NGF : 5 mm
- Tassement horizontal absolu au niveau + 30.30 NGF : 10 mm
- Déformation verticale absolue au niveau de la sous-face du plancher E01 (niveau +39.50 NGF, à mi travée, sous poutre longitudinale actuellement portée par poteaux métalliques supprimés dans le projet) : 1/500 de la portée sous charges permanentes, soit environ 15 mm

L'entreprise proposera, sur la base de ses études, une répartition des déplacements pour définir les seuils de pilotage par phase de travaux.

*Nota* : concernant les soulèvements des structures qui pourraient être occasionnés par les travaux, il sera retenu les valeurs suivantes (voir la définition des seuils de pilotage dans la partie qui suit) :

- 5 mm en seuil d'alerte
- 8 mm en seuil d'arrêt

## 1.2 Définition des seuils de pilotage

L'entreprise mettra en œuvre des procédures de pilotage qu'elle détaillera dans son *mémoire spécifique relatif à l'instrumentation, au contrôle et à la gestion des déplacements structurels en phase chantier*. Elle définira des seuils de pilotage (seuil de vigilance, seuil d'alerte, seuil d'arrêt) en fonction du seuil contractuel précédemment défini. Le programme d'auscultation devra être défini afin de garantir le suivi des déplacements et des déformations des ouvrages pendant toute la durée du chantier (y compris sur une période antérieure au démarrage des travaux structurels, permettant la prise en compte des effets thermiques ou saisonniers). Ce suivi sera corrélé aux valeurs des seuils limites et de pilotage.

Pour l'application pratique de ces seuils, l'entreprise mesurera les déformations différentielles en surface et entre appuis des différents bâtis. Il les analysera et fournira des prévisions sur les valeurs finales des déformations, qu'il soumettra régulièrement à la Maîtrise d'Œuvre. Ce sont ces prévisions qui seront comparées aux seuils de pilotage intermédiaires ci-après définis.

En particulier, pour les ouvrages réalisés par phases ou dans les zones soumises au cumul des déformations de plusieurs ouvrages, des seuils intermédiaires seront à définir pour chaque grande phase de travaux. A l'issue de chaque phase, l'entreprise analysera les déformations et proposera une estimation des déformations cumulées à terminaison, qui devra respecter le seuil contractuel fixé pour l'ensemble des phases. Cette analyse nécessitera de fournir des relevés précis et datés de l'avancement des travaux, des terrains reconnus et des niveaux de nappe relevés dans les piézomètres.

Les documents détaillant ces seuils intermédiaires seront proposés par l'entreprise au visa de la Maîtrise d'Œuvre et à l'avis du géotechnicien mandaté par la Maîtrise d'Ouvrage, avant le démarrage des travaux. Les valeurs de ces seuils seront proposées par l'entreprise sur la base de ses études d'exécution, lesquelles constituent le scénario de référence. Ils pourront être adaptés en cours de travaux.

Les trois seuils de pilotage sont les suivants :

- Seuil de vigilance = 60% du scénario de référence

Ce seuil est défini sur la base d'un pourcentage du scénario de référence. Il a pour objet :

- de vérifier la conformité entre les prévisions d'étude et le comportement constaté
- d'analyser finement les résultats en relation avec le contexte rencontré

Dans la situation où le seuil n'est pas atteint, l'entreprise appliquera les procédures courantes d'auscultation et de contrôle. Au-delà, l'entreprise sera tenue de renforcer le nombre et la fréquence des mesures, mais également l'analyse des résultats en relation avec le contexte rencontré. Une réflexion sera lancée pour convenir des mesures à mettre en œuvre en cas de poursuite des déformations et à l'atteinte du seuil d'alerte.

- Seuil d'alerte = 80% du scénario de référence

Sa valeur est plafonnée pour garantir une marge suffisante par rapport au seuil contractuel, afin de déclencher la mise en place de contre-mesures décidées après le dépassement du seuil de vigilance, destinées à éviter la poursuite des déformations jusqu'à l'atteinte du seuil intermédiaire. Ces contre-mesures seront proposées par l'entreprise au visa de la Maîtrise d'Œuvre et à l'avis du géotechnicien mandaté par la Maîtrise d'Ouvrage. Dans la mesure du possible elles seront prédéfinies de manière anticipée dans le mémoire spécifique remis au stade de l'offre. Une adaptation de la méthode d'exécution sera à mettre en place (par exemple, adaptation des terrassements et du butonnage, adaptation des paramètres de *jet-grouting*...) afin de rester en-deçà du seuil limite.

- Seuil d'arrêt = dépassement du scénario de référence

Si cette situation est atteinte, des mesures drastiques et de portée immédiate seront à mettre en place, de l'arrêt du chantier à l'évacuation des parties du bâtiment. Dès lors que le seuil limite est dépassé et en l'absence de désordres structurels, il conviendra de s'interroger sur la pertinence du seuil limite retenu et des dispositions constructives mises en place pour ne pas dépasser ce seuil. L'entreprise proposera à la Maîtrise d'Œuvre et au géotechnicien mandaté par le Maître d'Ouvrage des actions correctives.

Les seuils de pilotage sont définis par rapport à l'amplitude des mouvements déduite principalement des mesures topographiques. Toutefois, chaque situation devra aussi être appréciée au regard des vitesses des mouvements observés et de l'évolution de l'ensemble de l'instrumentation mise en place.

Il est à noter que le dépassement d'un seuil n'a pas la même signification s'il est dû à la réalisation de puits blindés, du *jet-grouting* ou à la réalisation de l'ouvrage à ciel ouvert dans la Cour de la Conciergerie :

- Concernant la réalisation du *jet-grouting* :

Les valeurs mesurées seront directement comparées aux seuils des mouvements des façades existantes (tassements, soulèvement, déplacement horizontal, rotation). Une analyse comparative avec les résultats

obtenus par le plot d'essai sera à mener pour vérifier la bonne conformité des paramètres de *jet-grouting* retenus.

- Concernant la réalisation de l'ouvrage à ciel ouvert :  
Les valeurs mesurées seront directement comparées aux seuils des déformées de paroi et des mouvements des façades existantes (tassements, déplacement horizontal, rotation).
- Concernant la réalisation des puits blindés :  
Les valeurs mesurées seront directement comparées aux seuils des déformées de paroi (profilés) et des mouvements des structures existantes (tassements, déplacement horizontal, rotation).

## 2. MANAGEMENT DU RISQUE

Des incertitudes subsistent à ce stade, relatives à la connaissance des fondations (base, épaisseur, état...), la connaissance de la superstructure (raideur des superstructures des différents bâtiments, interaction entre les bâtiments...), la connaissance du sol (état de consolidation des sols sous les fondations, présence de vestiges archéologiques...) : elles sont notamment détaillées dans les rapports G2PRO du présent dossier. Si l'entreprise ne pourra raisonnablement toutes les lever à l'occasion de ses études d'exécution, il devra prévoir dans son offre des moyens d'auscultation et de reconnaissance (diagnostics, sondages...) spécifiques des ouvrages existants, afin de minimiser tant que possible les risques liés à ces incertitudes.

Le mémoire technique remis par le Titulaire explicitera clairement les moyens d'auscultation et de reconnaissance prévus.

L'entreprise aura identifié les risques liés à ses différents travaux au stade de l'offre, exprimés sous la forme de scénarios détaillés illustrant les dommages qui pourraient être causés au Monument, hiérarchisés selon leur niveau de gravité. Elle intégrera à ces scénarios des dispositions de confortement, sur la base des dépassement des seuils de pilotage précédemment définis, dans les différentes zones et phases de travaux, qui permettront de garantir le respect final des seuils contractuels et d'éviter tout dommage sur le Monument.

## 3. AUSCULTATION

Les moyens d'auscultation que l'entreprise aura à mettre en place auront deux objectifs :

- **Assurer la sécurité des personnes et du Monument en phase chantier**, grâce au suivi en continu des déplacements et des déformations des bâtiments, et la mise en place des procédures de pilotage précédemment décrites : l'entreprise devra mesurer le risque d'atteinte à la sécurité des personnes et du Monument à l'aune des travaux qu'elle doit réaliser, et prendre toutes les mesures d'instrumentation qu'elle aura jugé nécessaires afin de garantir l'efficacité de ce suivi en continu.
- **Assurer le bon respect des seuils contractuels par l'entreprise** : à défaut de pouvoir justifier de façon incontestable du respect des seuils contractuels définis dans la présente note, l'entreprise sera tenue responsable de l'ensemble des dommages qui seraient occasionnés par ses travaux sur le Monument, quels

que soient leur nature et leur degrés, liés à des déplacements ou des déformations structurelles qu'ils auraient causé.

Les moyens d'auscultation et d'instrumentation à charge de l'entreprise seront définis par elle afin de satisfaire à ces deux objectifs, qui prévalent sur les moyens décrits dans les Cahiers des Clauses Techniques Particulières des différents lots. Ils devront être définis afin de garantir le suivi des déplacements et des déformations des ouvrages pendant toute la durée du chantier (y compris une période antérieure au démarrage des travaux structurels permettant la prise en compte des effets thermiques ou saisonniers).

Parallèlement aux moyens d'instrumentation mis en place par l'entreprise, cette dernière est informée qu'une instrumentation sur le « temps long » est mise en place par la Maîtrise d'Ouvrage dans certaines zones sensibles du Monument, destinée à suivre l'évolution des désordres structurels connus sur une durée outrepassant celle de la présente opération.

#### 4. ATTENDUS DU MEMOIRE ENTREPRISE

*Le mémoire spécifique relatif à l'instrumentation, au contrôle et à la gestion des déplacements structurels en phase chantier* qu'aura remis l'entreprise au stade de l'offre devra détailler l'ensemble des moyens qu'elle aura prévu pour répondre aux différentes exigences de la présente note. Il devra notamment préciser :

- Les moyens d'auscultation et de reconnaissance complémentaires qu'elle prévoit de mettre en œuvre dans le cadre de ses études d'exécution
- Les procédures de pilotage qui seront mises en place
- Les risques qu'elle aura identifiés à l'aune de sa connaissance du dossier au stade de l'offre, illustrés sous la forme de scénarios détaillés
- Les mesures correctives envisagées en cas de dépassements des seuils de pilotage. Ces mesures seront intégrées aux différents scénarios, à chaque risque identifié devant correspondre une mesure corrective
- Les moyens d'instrumentation qu'elle aura prévu de déployer, comprenant le détail des différents instruments envisagés, l'implantation précise en plan et en élévation des cibles et des instruments sur l'ensemble de l'édifice, les méthodes de relevé et de suivi ; **la solution proposée au stade de l'offre devra être opérationnelle, pour une mise en place dès le démarrage du chantier.**