

**MAITRE D’OUVRAGE**

**CENTRE DES MONUMENTS NATIONAUX**

**HOTEL DE SULLY**

**62, RUE SAINT-ANTOINE**

**75186 PARIS CEDEX 04**

|  |
| --- |
| ***MONUMENT***  ***Opération*** |

|  |
| --- |
| NUMERISATION 3D |

|  |
| --- |
| **Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)** |

**Personne en charge du suivi**

*[Nom, titre et mail de la personne en charge du dossier]*

Table des matières

[**1.** **CONTEXTE DE L’OPERATION** 4](#_Toc167184038)

[**2.** **PERIMETRE DE L’ACQUISITION** 4](#_Toc167184039)

[2.1. Objectif général de l’acquisition 4](#_Toc167184040)

[2.2. Périmètre de l’acquisition et résolutions attendues 4](#_Toc167184041)

[**3.** **CONDITIONS D’EXECUTION** 8](#_Toc167184042)

[3.1. Sécurité 8](#_Toc167184044)

[**3.1.1.** **Conditions générales** 8](#_Toc167184045)

[3.1.2. Spécificités liées au monument 8](#_Toc167184046)

[3.2. Confidentialité 9](#_Toc167184047)

[3.3. Politique RSE (Responsabilité sociétale des entreprises) 9](#_Toc167184048)

[**4.** **METHODOLOGIE** 9](#_Toc167184049)

[4.1. Calage des prestations 9](#_Toc167184050)

[4.2. Suivi de l’avancement 10](#_Toc167184051)

[**5.** **PRECONISATIONS** 10](#_Toc167184052)

[5.1. Principe d’incrémentation – réutilisation des nuages de points 10](#_Toc167184053)

[5.2. Géoréférencement 10](#_Toc167184054)

[5.3. Acquisition 11](#_Toc167184055)

[5.3.1. Spécifications générales 11](#_Toc167184056)

[5.3.2. Lasergrammétrie 12](#_Toc167184057)

[5.3.3. Photogrammétrie 12](#_Toc167184058)

[5.4. Reconstruction 3D 13](#_Toc167184059)

[5.5. Ortho-images 13](#_Toc167184060)

[5.6. Restitutions graphiques et géométraux 14](#_Toc167184061)

[5.7. Reportage photographique 14](#_Toc167184062)

[5.8. Intégration d’autres types de relevés 14](#_Toc167184063)

[**6.** **LIVRABLES & VALIDATION DES PRESTATIONS** 15](#_Toc167184064)

[6.1. Formats des livrables, métadonnées et arborescence 15](#_Toc167184065)

[6.1.1. Types de rendus 15](#_Toc167184066)

[6.1.2. Livrables 15](#_Toc167184067)

[6.2. Procédures de livraison 17](#_Toc167184068)

[6.3. Contrôle et validation des prestations 17](#_Toc167184069)

[6.4. Conservation des prestations 18](#_Toc167184070)

[**7.** **DROITS D’EXPLOITATION** 18](#_Toc167184071)

[**8.** **DELAIS** 20](#_Toc167184072)

[**9.** **CONTENU DE LA PROPOSITION** 20](#_Toc167184073)

[9.1. Proposition technique 20](#_Toc167184074)

[9.2. Proposition financière 21](#_Toc167184075)

[**10.** **METADONNEES** 22](#_Toc167184076)

## **CONTEXTE DE L’OPERATION**

*[Description de l’opération et du site]*

## **PERIMETRE DE L’ACQUISITION**

* 1. Objectif général de l’acquisition

*[Décrire ici l’objectif général de l’acquisition :*

* *Objectif d’archivage*
* *Objectif de conservation*
* *Objectif de recherche*
* *Objectif de médiation et de valorisation*
* *…*

*Donner le principal livrable attendu : nuage de points, plan, maquette, modèle 3D]*

* 1. Périmètre de l’acquisition et résolutions attendues

L’acquisition d’architecture porte sur les bâtiments et les ouvrages suivants :

*[Indiquer le périmètre général du relevé des bâtiments, les bâtiments concernés avec leur nom, la délimitation de la parcelle, les zones de terrains, les cours ou les espaces intérieurs, les caves et sous-sols, les toitures et cheminées, les ouvrages divers et les infrastructures à relever, les plans de détails souhaités, indiquer quels ouvrages techniques sont à relever, précisez si les pathologies visibles sont à relever, fissures, déformations…*

*Indiquer les résolutions attendues*

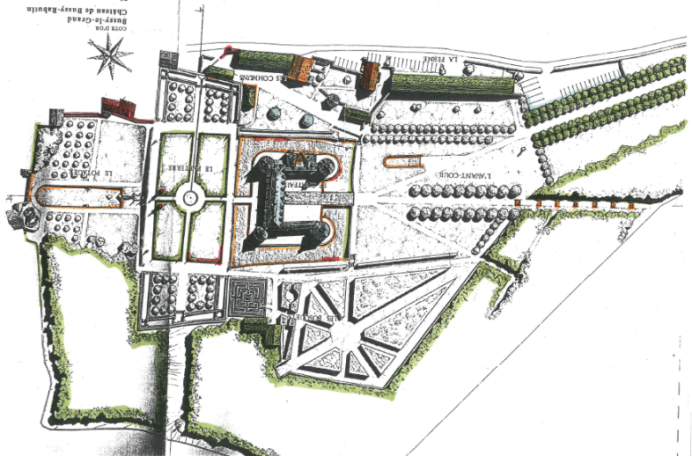
*Préciser quels sont les documents et acquisitions fournies par la maîtrise d’ouvrage à intégrer à la nouvelle acquisition :*

*- Récupération des données des fonds marins (nuage de points, cartes marines...).*

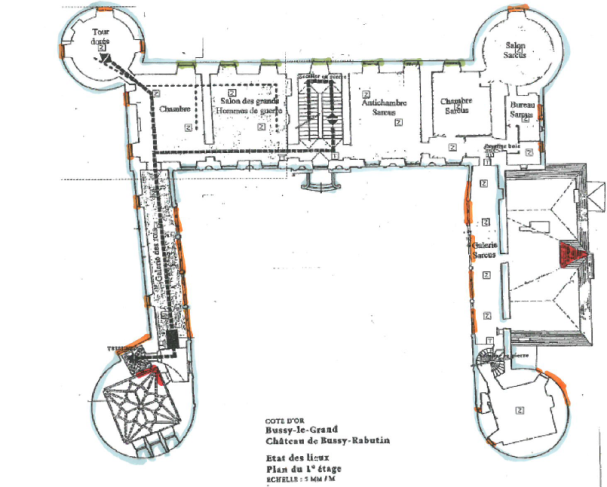
*- Récupération des diagnostics effectués par les bureaux d'études ou archéologues, composition du sol, données issues des forages…*

|  |
| --- |
| ***Pour caractériser le périmètre :***   * ***Insérer des plans même sommaires délimitant le périmètre (voir exemple ci-dessous)*** * ***Donner des informations de superficie***   ***Insérer des photos, surtout des parties plus détaillées ou nécessitant un traitement spécifique*** |

*Exemple de périmètre pour l’acquisition d’architecture*

****

*Exemple de repérage des coupes transversales et longitudinales (si demandées), dans le cadre du relevé d’architecture :]*

****

L’acquisition topographique porte sur les espaces suivants :

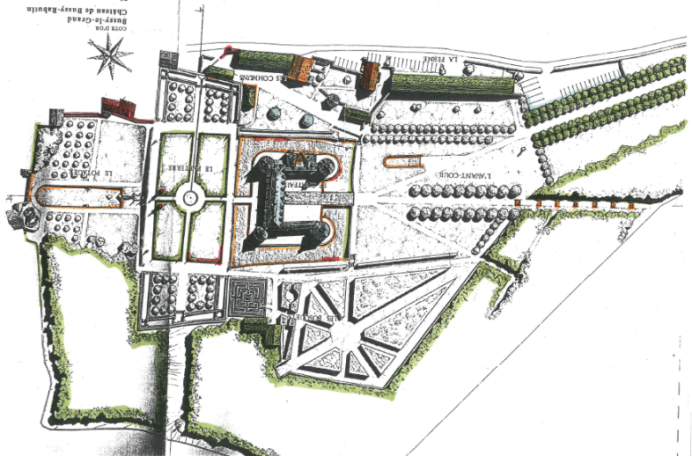
*[Indiquer le périmètre général du relevé topographique, précisez les surfaces et les prestations attendues par exemple : la parcelle, les ébauches des fonds voisins, les plans de masse et les plans de cadastres, les voiries et les réseaux, l’hydraulique et les fils d’eau, le niveau de détails attendus pour les plantations et les jardins, les coupes de terrains, les limites de mitoyenneté, le réseau de transport d’énergie, les conduites, les bâtiments et autres constructions, la végétation arborée, l’orographie décrivant des ruptures de pentes et les toponymes relatifs au relief…*

*Préciser ce qui est nécessaire :*

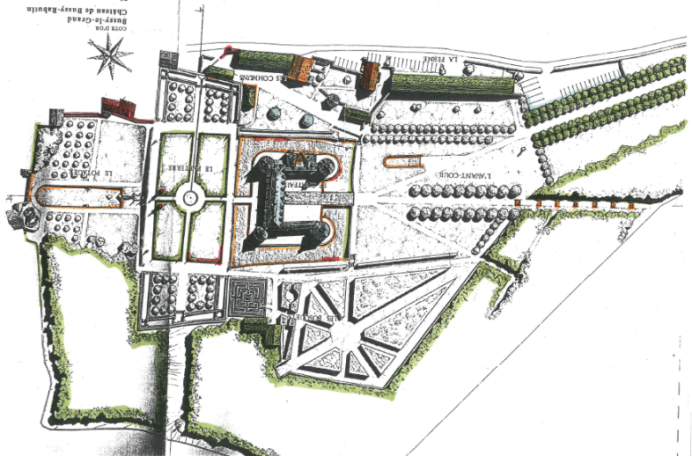
* *MNS (Modèle Numérique de Surface) : Maillage complet*
* *MNT (Modèle Numérique de Terrain) : Maillage résultant du retrait de la végétation, des sursols, du bâti… peut être utilisé dans le cas d’opérations à thématiques d’archéologie sédimentaire où en cas de zone particulièrement boisée.*

|  |
| --- |
| ***Pour caractériser le périmètre :***   * ***Insérer des plans même sommaires délimitant le périmètre (voir exemple ci-dessous)*** * ***Donner des informations de superficie*** * ***Insérer des photos ou un extrait de Google Maps permettant de localiser les espaces et d’en appréhender la complexité*** |

*Exemple de périmètre de l’acquisition topographique :*

****

*Exemple de repérage des coupes de terrain (si demandées) :*

****

Découpage en tranches de l’*acquisition*:

*[Préciser si un découpage en tranches du relevé est nécessaire (monuments de grande taille ou nécessité opérationnelle), en indiquant clairement les différents périmètres d’acquisition, en nommant les salles, le tout pouvant être complété de pièces graphiques, plans, coupes, élévations, photographies…*

*Préciser si une première tranche doit servir d’essai témoin pour validation par la MOA de la méthodologie d’acquisition sur les tranches suivantes.]*

Périmètre du reportage photographique :

Sans objet

ou

L’acquisition sera complétée par la réalisation d’un reportage photographique :

*[Indiquer le périmètre général du reportage photographique, précisez les zones, les espaces, les élévations et les bâtiments concernés : la parcelle, les cours ou les espaces intérieurs et extérieurs, les caves et sous-sols, les toitures et cheminées, les ouvrages divers, les façades, les infrastructures et les détails à photographier, indiquer approximativement le nombre de photos attendu, et le nombre de photos par espace ou par façade…*

***Noter que le reportage pourra être réalisé avec des panoramas 360° qui offrent l'avantage de ne laisser aucun angle mort et qui maintenant proposent des résolutions équivalentes aux APN****]*

Ortho-images :

Sans objet

ou

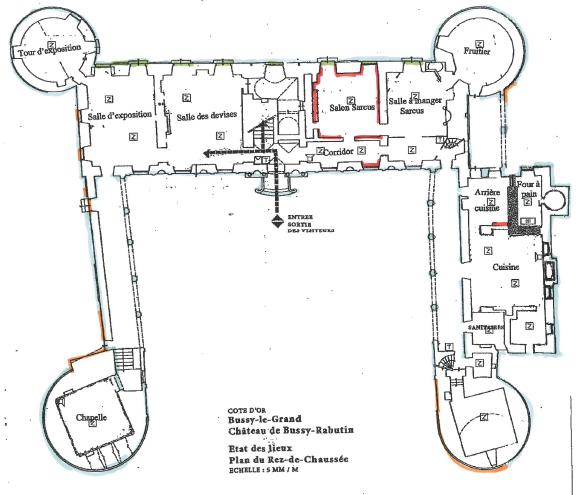
L’acquisition sera complétée par la réalisation d’ortho-images :

*[Indiquer le principe général des ortho-images à réaliser, précisez les surfaces concernées, les façades, les murs ou pignons, les peintures murales, les lambris les élévations intérieures et extérieures, les détails concernés,* ***liste*r *le nombre de photos attendues****, et le nombre de photos par espace ou par façade… et les préciser en annexe]*

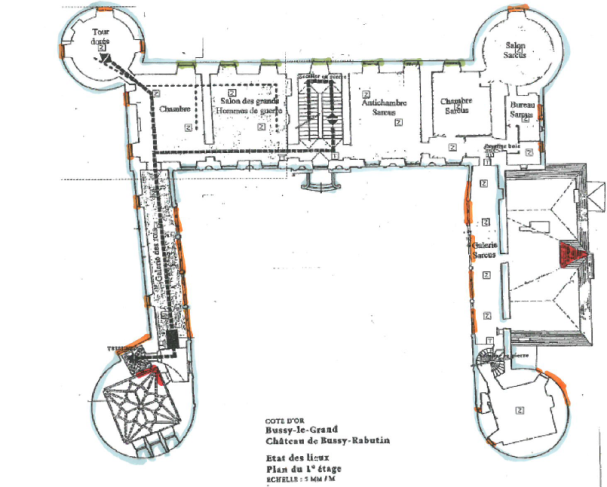
*Exemple de repérage des ortho-images*

*La zone d’acquisition des ortho-images porte sur les pièces suivantes :*

*REZ DE CHAUSSEE : ….*

****

*PREMIER ETAGE : …*

****

## **CONDITIONS D’EXECUTION**

1. 1. Sécurité

### **Conditions générales**

Le Titulaire devra se conformer aux préconisations du Centre des monuments nationaux, mises en application par le personnel travaillant dans le monument.

Le personnel du Titulaire doit observer les règles de tenue et de comportement spécifiques à la nature patrimoniale du site, et à son ouverture au public.

Il devra respecter les interdictions de fumer et de vapoter.

Le Titulaire se doit d’interdire l’accès à toute personne autre que celles listées dans le dossier de candidature remis.

Le Titulaire devra présenter des profils de personnel spécifiquement formé pour la gestion temporaire de la voirie lorsque l’intervention le nécessite.

L’acquisition des données aériennes sera impérativement précédée de toutes les demandes d’autorisation de survol transmises aux autorités compétentes. Les conditions météorologiques devront être examinée en amont du vol afin de garantir la sécurité du public et la qualité de l’acquisition. Le Titulaire devra mentionner les alternatives au cas où les acquisitions aériennes ne peuvent être réalisées.

Les prises de vues par drone seront réalisées par un télé pilote certifié (DGAC).

Les zones de survol et les zones d’intervention pour les prises de vues terrestres et via mâts télescopiques feront l’objet de mises à distance et balisages clairement signalées vis-à-vis du public. La préparation de l*’*acquisition, mise en place de cible, installation de mâts, géo référencement, etc. devront éviter toute coactivité avec le public.

Le Titulaire fournira un planning détaillé, heure par heure si besoin, permettant d’évaluer les impacts de l’acquisition sur la sécurité et la coactivité avec le public ou d’autres intervenants.

* + 1. Spécificités liées au monument

*[Pour les* ***grottes****, ajouter les conditions spécifiques figurant en commentaire.]*

*[Indiquer le nombre de jours maximal de captation compatible avec la vie du monument]*

* 1. Confidentialité

Le Titulaire est tenu au secret professionnel et à l’obligation de discrétion pendant toute la durée d’exécution de l’opération.

* 1. Politique RSE (Responsabilité sociétale des entreprises)

Le Titulaire devra se conformer à la politique RSE qu’il aura fournie dans son dossier et en respecter les engagements tout au long de sa prestation.

Cette politique devra aborder les points environnementaux suivants :

* Efforts de diminution de l’impact carbone : transport (flotte de véhicules électriques), consommation d’énergie, politique de stockage de données du Titulaire et de ses fournisseurs impliqués dans la prestation). Le Titulaire devra a minima préciser ceux avec lesquels il collaborera dans le cadre de la prestation.
* Préservation des ressources : politique de réemploi en amont et en aval de son activité, recyclage du matériel obsolète, politique en matière de gestion de l’eau (récupérateur d’eau de pluie, mousseur, réducteur de débit)
* Biodiversité : quels moyens mis en œuvre pour adresser des problématiques de préservation des espèces vivant sur le site numérisé (exemple : périodes de nidification, nuisances sonores ou visuelles…)
* Préservation des fonctions écologiques des sols (exemple : lambricomposteur dans les locaux, panier de fruits bio pour les salariés…)
* Pollution : gestion des déchets avec le mode 5 flux ou tri 8 flux, limitation du plastique
* Autres actions ou sensibilisation des salariés : MOOC Numérique Responsable, réalisation de fresque du numérique/climat, norme ISO 26000, réalisation d’éco-challenges…
* Utilisation de référentiels (exemple : référentiel NIG), labels obtenus, intégration de clauses environnementales dans les appels d’offres du Titulaire…

Et les points sociaux suivants :

* Enjeux égalité femme-homme (label, suivi), politique de recrutement, mise en place d’un congé menstruel
* Diversité : RTT solidaire, inclusion des personnes en situation de handicap et politique d’inclusion des prestataires du Titulaire impliqués dans la prestation
* Transparence des pratiques : charte fournisseur
* Dialogue social : représentant du personnel, CSE…
* Politique de mécénat

Elle devra indiquer sa déclinaison pratique pour la prestation.

## **METHODOLOGIE**

* 1. Calage des prestations

Il est prévu au minimum une **réunion de calage** pour validation technique des prestations et calage précis des périmètres d’intervention avant exécution des prestations.

Cette réunion définira :

* Le **planning détaillé** des interventions prenant en compte les impératifs de sécurité, de conservation et de coactivité, notamment avec le public. Elle permettra de déterminer notamment les besoins en balisage ou en agents volontaires en cas d’acquisition en dehors des horaires de travail du monument. Le Titulaire fera une proposition qui sera revue par le CMN.
* Le **découpage (segmentation) des assemblages** en fonction des spécificités du site, ainsi que le **nommage** des différentes parties. Le CMN fera une proposition qui sera revue avec le Titulaire pour prendre en compte ses contraintes techniques et qui sera matérialisé par un **plan** de segmentation.
* Les **outils** utilisés pour suivre l’avancement et visualiser les livrables

La réunion déterminera aussi si :

* Un **essai témoin** est nécessaire pour valider la méthodologie d’acquisition. Cet essai témoin pourra avoir lieu sur la première tranche définie par l’article 2.2 du présent document, ou à défaut lors d’une mise au point entre la maîtrise d’ouvrage, la maîtrise d’œuvre et le titulaire avant le démarrage de l’acquisition.
* Un test **colorimétrique** est nécessaire pour détermine la référence à appliquer.
* La création d’une **visite virtuelle** de repérage est nécessaire. Selon la complexité et l’accessibilité des lieux à acquérir, une telle visite pourra être pertinente pour suivre l’avancement et vérifier la complétude des livrables. Elle devra être mise en correspondance avec le plan de segmentation.
* La création d’une **acquisition maîtresse** est nécessaire. Il s’agit d’une acquisition de moindre résolution qui servira de référence pour les acquisitions ultérieures, c’est particulièrement utile par exemple si les acquisitions sont complexes, vont s’étaler dans le temps ou faire appel à des intervenants différents.
  1. Suivi de l’avancement

Des réunions à distance ainsi qu’éventuellement une réunion en **présentiel** seront fixées selon les besoins et les progrès de l’avancement.

Elles se baseront sur le plan de segmentation et donneront lieu si besoin à une annotation de la visite virtuelle de repérage.

La recette des livrables donnera lieu à une réunion en présentiel, avec présentation et revue des divers éléments.

## **PRECONISATIONS**

* 1. Principe d’incrémentation – réutilisation des nuages de points

Le Titulaire devra garantir la possibilité pour le CMN de compléter ou mettre à jour ultérieurement l’acquisition de la présente opération afin de pouvoir disposer de la représentation la plus complète du monument.

Dans le cas où des acquisitions antérieures sont fournies par le CMN, il s’agira de s’appuyer sur les rendus existants, d’en utiliser les mêmes critères de précision et de résolution, afin de pouvoir intégrer les nouvelles acquisitions dans une même représentation. Le titulaire devra ainsi veiller à la cohérence des formats choisis.

Ainsi pour faciliter le recollement avec des acquisitions existantes ou à venir, le Titulaire devra :

* S’inscrire dans le même système de coordonnées (projection Lambert93) et de nivellement topographique NGF) que les prestations existantes. Si une polygonale topographique a déjà été créée, le Titulaire devra l’utiliser et si besoin la compléter.
* Structurer et segmenter les nouveaux nuages de points en respectant le même découpage et la même nomenclature pour l’ensemble des zones intérieures et extérieures concernées (toitures comprises).
* Anticiper un recouvrement partiel avec les acquisitions à venir (exemple : seuils de porte), prévoir les **repères visuels** (exemple : zone colorée) permettant le recollement et les documenter très précisément.

Si d’autres acquisitions sont déjà prévues, il est bon de prévoir en plus une **acquisition maîtresse** pour faciliter les recollements ultérieurs.

Si le recollement avec les acquisitions existantes n’est pas faisable, le Titulaire devra en documenter les raisons.

* 1. Géoréférencement

Afin de simplifier la réutilisation de données de numérisation au cours de la vie d’un monument, et permettre ainsi la comparaison de données de scan 3D acquises à différentes périodes, il est impératif que le Titulaire assure une livraison de données géoréférencées dans un système de coordonnées standard. Les coordonnées seront définies dans le système RGF 93 Conique Conforme (projection Lambert 93) (RGF93, code EPSG:2154). Le cas échéant, la conversion entre les systèmes existants des acquisitions fournies avec le système RGF 93 sera à réaliser pour la mise en cohérence des données.

Les altitudes doivent être décrites dans le système de nivellement en vigueur, NGF-IGN69 (ou IGN-78 pour la Corse), qui permet la conversion de hauteurs par rapport à l'ellipsoïde de référence WGS84 en altitudes par rapport au niveau de la mer, corrigé par des surfaces de conversions décrites par l’IGN. Le cas échéant, la conversion entre les systèmes existants vers le nivellement NGF IGN 69.

**La tolérance de précision souhaitée pour le géoréférencement est de 5mm.**

* 1. Acquisition 
     1. Spécifications générales

**Densité**

Les résolutions spatiales suivantes devront être appliquées :

|  |
| --- |
| ***[Préciser ici les résolutions souhaitées en cm ou mm par pixel***   * ***Détailler par zone : bâtiment principal, toits, faitages, mobilier intérieur, parc…*** * ***Distinguer les zones qui ne seront captées que par voie aérienne, dans ce cas la résolution est appelée Ground Sampling Distance (GSD).*** * ***Dans le cas de zones boisées, la résolution ne s’applique pas aux arbres*** * ***Veiller à ce que chaque zone soit illustrée par une photo, soit ici soit au 2.2 (périmètre)*** * ***Respecter le découpage de zones fait en 2.2***   ***Voir recommandations en commentaire, la résolution doit correspondre à la taille du plus petit détail qui devra être visible sur le modèle. Comme la durée d’acquisition est fonction de la résolution, il est recommandé de découper en zones pour isoler les parties requérant un niveau de détail plus élevé plutôt que d’aligner tout sur le plus haut niveau de détail.***  ***Pour les zones acquises au drone, il faudra voir avec le titulaire comment procéder selon la configuration des lieux car un drone ne peut pas changer de GSD en cours de vol : il faudra soit dupliquer la zone nécessitant plus de détails, soit tout aligner sur le niveau de détail le plus élevé.]*** |

Si une résolution ne peut être respectée (exemple : elle nécessiterait de voler trop près du monument ou des autorisations trop complexes à obtenir, ou bien a zone est trop exigüe), le Titulaire devra l’indiquer dans les **réserves** de son dossier de réponse et proposer des alternatives.

**Textures**

Une attention particulière devra être apportée à la représentation des textures du site, qui informent sur les conditions de surface des structures bâties ou sur l’état des décors et des mobiliers.

Afin d’assurer qualité des textures, le Titulaire devra :

* Combiner ses données acquises par lasergrammétrie à des relevés acquis par photogrammétrie ou par simple photographie de haute qualité
* Utiliser en intérieur des éclairages complémentaires conformes aux rendus souhaités. Il prendra soin d’en documenter les caractéristiques techniques dans son dossier de réponse.

Les textures devront être carrées et avoir une résolution minimum de 4K.

|  |
| --- |
| ***[Préciser la résolution souhaitée qui doit être comprise entre 4K et 16K selon l’usage souhaité. Comme le bon compromis peut être difficile à anticiper, il peut être judicieux d’inclure plusieurs tests.***  ***Préciser si les textures doivent être tuilables et ne comporte qu’un seul motif (exemple : gravier), c’est pertinent si elles doivent servir pour une application de médiation temps réel]*** |

**Colorimétrie**

La fidélité colorimétrique est capitale pour l’exploitation des représentations créées. Afin de l’assurer, le Titulaire devra :

* Choisir pour les acquisitions photographiques en extérieur les conditions atmosphériques qui éviteront de trop grandes distorsions entre les différentes prises de vues
* Respecter pour les intérieurs les recommandations spécifiques aux usages souhaités
* Respecter la même charte colorimétrique

|  |
| --- |
| ***[En intérieur, plusieurs cas :***   * ***Respecter un éclairage d’ambiance qui devra être retranscrit le plus fidèlement, dans ce cas le préciser et si possible fournir des exemples visuels. Il faut accepter dans ce cas de perdre des détails*** * ***Respecter pour des raisons de conservation l’éclairage ambiant mais ensuite nécessiter de ré-éclairer, typiquement pour une application de médiation. Dans ceas , préciser quel type de ré-éclairage sera souhaiter pour que le titulaire identifie les zones problématiques et prennent des références.*** * ***Par défaut, demander un éclairage similaire partout. Dans ce cas demander une température de couleur comprise entre 5500 et 6000K avec un IRC > 90% pour s’approcher de la lumière du jour.***   ***Indiquer si une échelle colorimétrique sera fournie pour référence au Titulaire. Elle servira à vérifier la fidélité des livrables.]*** |

En intérieur, les éclairages complémentaires utilisés devront respecter les contraintes de conservation indiquées par le CMN. *[Exemple : lampes qui ne chauffent pas]*

* + 1. Lasergrammétrie

D’une manière générale, les matériels utilisés devront permettre le respect des critères techniques suivants :

* Format : Cf chapitre.6.1. Exportables dans tous les types de formats universels. Les fichiers bruts au format du scanner seront également livrés.
* Résolution : Comprise entre 11 millions et 176 millions de point par position de scan en fonction de leur emplacement et de la distance des surfaces à numériser. Possibilité de réaliser une maquette numérique avec le niveau de détail « LOD200 »
* Zone de cache : Multi-positionnement des stations par pièces pour supprimer les zones de cache ou de non recouvrement. Pour cela, des stations en hauteur devront être prévues dans les volumes de grande hauteur, compris combles et toiture. Le titulaire ne pourra se prévaloir d’une quelconque impossibilité technique liée au travail en hauteur, il sera force de proposition sur ces points et proposera des méthodes éprouvées. Le positionnement de chaque station de scan 3D devra être réalisé afin que l'ensemble se recoupe parfaitement et ne laisse pas de trous, masques et occlusions dans le nuage final. Le nombre de stations devra être prévu pour éviter les manques et les ombres dues à l’encombrement des pièces, il en est de même pour les parties hautes (voussures, plafond…) pouvant être cachées par les saillies d’éléments architecturaux et de mobiliers présent.

**Les stations de scan devront être nommées et localisées sur le plan de segmentation décidé en réunion de calage.**

Les nuages de points structurés issus de l’acquisition in situ seront filtrés avec suppression des points parasites, triés, nettoyés, assemblés, classés et hiérarchisés par ensembles ou sous-ensembles par zones ou ensemble architecturaux cohérents.

* + 1. Photogrammétrie

Ces acquisitions pourront être conduites en intérieur ou en extérieur.

Dans le cadre d’acquisitions en extérieur et pour certaines acquisitions intérieures dans des espaces de grande hauteur, elles devront pouvoir être réalisées par drone afin de permettre l’acquisition d’espaces difficilement accessibles (toiture…)

Dans le cadre d’acquisitions en intérieur ne pouvant être faites à hauteur d’homme (lustre par exemple), le titulaire devra apporter le matériel nécessaire (gazelle, escabeau…) et s’assurer que son usage est compatible avec les contraintes de conservation (protection des pieds).

Pour rappel du chapitre 3, la prestation comprendra l’ensemble des démarches (constitution de dossiers, dépôt du dossier…) nécessaires à l’obtention des autorisations concernant le vol de drone.

Les principales étapes de traitement des images doivent notamment inclure **leur** **orientation et leur mise à l’échelle** sur les points topographiques servant de repères.

* 1. Reconstruction 3D

L’ensemble des nuages de points et photographies orientées en 3D devront être assemblés dans un même système de référencement géométrique.

Les nuages de points et les jeux d’images photographiques (si acquisition photogrammétrique prévue) seront géoréférencés avec précision dans un système reconnu et aisément identifiable.

La segmentation éventuelle et la nomenclature définies lors de la réunion de calage devront être respectées.

Un soin particulier sera apporté à la qualité des assemblages géométriques et visuels (éviter les effets de double peau ou de déviation, garantir la cohérence des assemblages intérieurs/extérieurs par exemple).

L’assemblage des relevés doit être échantillonné et filtré afin de réduire les incohérences et les redondances et/ou d’améliorer la lisibilité des espaces numérisés.

Les techniques de reconstruction des volumes doivent permettre de répondre à la plus grande cohérence géométrique possible avec l'objet réel. Il appartient également au titulaire de proposer la définition des mailles en fonction de la meilleure adéquation possible entre les images et le maillage pour répondre aux objectifs définis. Le maillage devra être adapté à la précision demandée et les méthodes de filtrage / optimisation employées devront être explicitées par le titulaire.

Les arbres devront être conservés, même si peu lisibles, et les plans d’eau simulés afin d’éviter toute lacune dans le modèle qui le rendrait inexploitable. De façon générale, le CMN précisera lors de la visite de calage quels éléments pourront être effacés dans la restitution et quels autres éléments devront être conservés.

Le modèle sera livré en plusieurs versions correspondant à des niveaux d’échantillonnage (décimation) et à des usages différents. La détermination de ces niveaux d’échantillonnage pourra se faire de façon itérative de façon à identifier les meilleurs compromis entre :

* Visualisation des détails
* Facilité de navigation
* Poids du modèle et facilité de manipulation par rapport aux matériels disponibles au CMN (outils muséographiques de type tables taciles, PC, tablettes…)

Dans son dossier de réponse, le Titulaire devra détailler les moyens mis en œuvre pour réaliser cette phase de traitement, la méthodologie d’interpolation et d’édition des modèles maillés, la chronologie des opérations, les précisions attendues.

* 1. Ortho-images
* Objectifs de documentation :
* La réalisation d’ortho-images dans le périmètre indiqué au chapitre 2.2 doit permettre d’évaluer très précisément l’état des ouvrages à la date de prise de vue.
* Création de documents immédiatement exploitables sur le chantier (se rapprocher d’une logique de lecture classique de dessin géométral : pas de transparence, coupes clairement lisibles, …)
* Les masques doivent être limités autant que possible.
* Création des supports géométriques et visuels permettant la réalisation de restitutions graphiques par dessin vectoriel au 1/100 détaillé.
* Prescriptions générales :
* Les ortho-images doivent provenir de nuages parfaitement assemblés et géoréférencés.
* Leur définition doit être équivalente
* Les ortho-images fournies doivent permettre une lecture de l’espace et des parements horizontaux ou verticaux. Par exemple, une coupe à l’axe des voûtes devra suivre l’axe réel des voûtains et des baies qu’elle traverse (réalisation de coupes en baïonnette autant que de besoin).
* Les plans seront fournis à plusieurs altimétries (e.g. permettant de lire les accès, les baies hautes et basses, les sols, les couvrements).
* Les coupes seront fournies à plusieurs profondeurs, permettant de lire et de comprendre l’espace qu’elles traversent.
* Prescriptions sur l’élaboration des ortho-images :
* Les documents produits seront de qualité suffisante pour permettre la lecture des appareillages de pierre, des déformations et des pathologies (en évitant les différences de teintes par exemple). Précision souhaitée pour les déformations (e.g. 0,5 à 1 cm).
* Les plans et épaisseurs de coupe doivent être clairement repérés sur chacun des documents suivants : plan de synthèse repérant l’ensemble des coupes fournies et plan de situation sur chacune des coupes.
* Prescriptions sur la mise en page des rendus :
* Les profils de coupe doivent être systématiquement reportés sur les images afin que les parties coupées soient clairement identifiables.
* Chaque ortho-image doit être datée (date du scan et d’édition), à l'échelle (+ échelle graphique).
* Prescriptions pour l’intégration des rendus au sein de la plateforme de centralisation des données du CMN (perspective expérimentale)
* Les coordonnées 3D des quatre extrémités de la projection orthographique calculée (ainsi que les informations sur la profondeur de champ - épaisseur du plan de projection) doivent accompagner chaque ortho-image et doivent être exprimées dans le système de coordonnées définis en phase d’assemblage.
  1. Restitutions graphiques et géométraux
  2. Reportage photographique

La réalisation d’un reportage photographique dans le périmètre indiqué au chapitre 2.2 doit permettre de compléter le relevé architectural et de documenter l’état des ouvrages à la date de prise de vue.

Ce reportage est destiné à compléter les données acquises par le relevé architectural. Le reportage photo sera réalisé sur l'ensemble des surfaces, pièces, bâtiments et espaces indiqués au chapitre 2. Il devra permettre **une vision sphérique 360° de chacune des pièces sans angle mort**. A l'intérieur, il fera apparaître pour chaque pièce l'ensemble des murs, des sols, des plafonds et des éléments architecturaux (cheminée, menuiserie, lustres, ...). A l'extérieur, l'ensemble des parements et des couvrements et des éléments architecturaux (lucarnes, oculi, éléments sculptés, souches de cheminées, ...).

**Pour pouvoir zoomer sur les détails, chaque image devra avoir une définition d’au moins 25K**.

Les zooms sont autorisés afin de pouvoir photographier les détails architecturaux inaccessibles. Les balances des blancs seront équilibrées et le rendu des couleurs sera harmonisé sur l’ensemble des photos du reportage : les mêmes prescriptions que pour l’acquisition s’appliquent en terme de colorimétrie.

*[Préciser si besoin comment doivent être nommées les photographies]*

* 1. Intégration d’autres types de relevés

Sans objet

ou

L’objectif est de prévoir l’intégration dans les relevés de relevés réalisés précédemment (liste non exhaustive) :

* Relevés terrestres permettant notamment d’établir des plans topographiques ;
* Relevés des réseaux (aériens, souterrains, …) afin de connaître la nature des réseaux et leurs positions.

Ces relevés permettront aussi d’apporter des précisions techniques sur ces derniers (diamètre, fil d’eau…) :

* Relevés pré-existants de façades, d’espaces intérieurs ;
* Relevés manuels, minutes

Et tout autre type de relevés.

L’ensemble des données issues de ces relevés est à intégrer dans une base de données. Chaque intégration de relevé pré existant est à indiquer clairement par sa source (archive, investigation in situ), sa date etc. et les éventuels différences et décalages avec les acquisitions du présent marché doivent être identifiées.

## **LIVRABLES & VALIDATION DES PRESTATIONS**

Pour faciliter la validation des prestations, le Titulaire devra découper les assemblages et nommer les données conformément à la **segmentation** définie lors de la réunion de calage. Il devra organiser les différents livrables en suivant l’arborescence explicitée aux paragraphes suivants.

* 1. Formats des livrables, métadonnées et arborescence
     1. Types de rendus
* **[R1]** ***Sources*** (données brutes) des relevés par lasergrammétrie (nuages de points 3D) et photogrammétrie (photographies acquises en configuration terrestre et aérienne) sur site.
* **[R2]** Données résultantes de l’***assemblage des relevés*** sur site (consolidation des nuages de points réalisés par lasergrammétrie et photogrammétrie, calcul des orientations des images photographiques acquises par configuration terrestre et aérienne).
* **[R3]** ***Ortho-images*** - projections orthographiques des nuages de points 3D (et éventuellement des photographies orientées) extraites de l’assemblage sur la base d’une liste de plans, élévations et coupes (voir annexe).
* **[R4]** ***Restitutions graphiques*** par dessin géométral élaborées à partir des ortho images sur la base d’une liste de plans, élévations et coupes (voir annexe)
* **[R5]** Reportage photographique
  + 1. Livrables

Les livrables suivants sont demandés **:**

1. **Sources des relevés [R1]**

* Toutes les données brutes des relevés doivent être livrées au format natif, sans aucun traitement, telles que issues des capteurs.
  + - * FLS, ZFS ou LGS pour les nuages de points 3D selon la marque des scanners utilisés, avec le logiciel de visualisation correspondant (exemple : Truview ou Faroscene)
      * RAW pour les photographies.

Les fichiers doivent être structurés au sein d’une arborescence décrivant le déroulé des opérations de relevé (jour, opérateur, capteur, station).

Les stations de scan doivent être nommées et identifiables sur le plan de segmentation.

* Chaque objet numérique doit être livré avec les métadonnées techniques du fabricant du capteur qui l’a produit. Les photographies devront avoir leurs EXIFs.

1. **Assemblage des relevés [R2]**

* Assemblages photogrammétrique et lasergrammétrique seront livrés dans des répertoires séparés.
* Nuage de points aux formats ascii (x, y, z, i, r, g, b), e57 et PTX
* Liste des points de géoréférencement et de leurs coordonnées (format ascii) avec plan de localisation (format dwg et dxf)
* 3 versions du modèle 3D maillé texturé au formats OBJ et FBX
  + Si possible, modèle de résolution maximale éventuellement segmenté selon le découpage décidé en réunion de calage
  + Modèle scientifique avec la plus haute définition nécessaire pour des usages scientifiques ou de conservation, des détails de type fissure ou gravure doivent y être visibles
  + Modèle de médiation qui ne doit pas être segmenté et doit pouvoir être ouvert par le plus grand nombre. Il doit permettre de visualiser l’ensemble du site.

De façon indicative, le modèle scientifique correspondra à un échantillonnage compris entre 75% et 50% et le modèle de médiation à un échantillonnage compris entre 25% et 10%. Selon les spécificités du site, **les % exacts pourront être déterminés de façon itérative**.

* Version du modèle 3D maillé texturé complètement hermétique au format STL pour les impressions 3D
* Une capture d’écran de chaque modèle 3D livré, nommée de la même façon, afin de pouvoir vérifier rapidement si le modèle ouvert est bien le modèle livré
* Cartes des **normales**, de **diffusion** et de **profondeur** au format PNG
* Textures au format PNG avec une résolution minimale de 4K, un mappage occupant toute la surface et un dépliage d’UV
* Fichier de calage photogrammétrique au format txt pour les clichés ayant nécessité un calage pour l’orientation
* Profil ICC
* 3 versions des images photographiques compressées (résolution maximale, échantillonnées à 50 % et à 10%) en format JPG accompagnés des paramètres d’orientation externe et interne issues des calculs photogrammétriques - exprimés dans le système de référence [R2] - en format XML pour chaque image ou sous forme d’un tableau CSV (e.g. dimensions du capteur, point principal, centre optique, longueur de focale, paramètres de distorsion, matrice de transformation exprimée dans le repère [R2]). Les photographies devront avoir leurs EXIFs.

1. **Ortho-images [R3]**

* Les ortho-images doivent être fournies aux formats PNG, JPG et PDF (échelle 1/1 ou échelle claire pour les png et jpg), ainsi qu'insérées dans des fichiers DWG.
* Les coordonnées 3D des extrémités de chaque ortho-image (A: haut-gauche, B: haut-droite, C: bas-droite, D: bas-gauche), ainsi que la valeur d’épaisseur du plan d’extraction pour les coupes, doivent être fournies sous forme d’un tableau CSV.
* Le positionnement dans l’édifice sera à indiquer dans le nom du fichier

1. **Restitutions graphiques par dessin géométral [R4]**

* Toutes les représentations (voir liste en annexe) doivent être fournies au format DWG et PDF (en deux résolutions)
* Les documents produits doivent être exploitables « bruts », sous forme de tirage, pour le chantier et les études.
* Éventuellement > Tirages à l'échelle (1/200 mini) en 2 exemplaires (cahiers A3 ou formats papier normalisés A2, A1, A0, ...).

1. **Reportage photographique [R5]**

* Les photos seront livrées numérotées et datées
* Les photos doivent être structurées dans une arborescence qui distingue photos, panoramas 360° et captations par drone.
  + - * + Les sous-dossiers doivent respecter le découpage défini lors de la réunion de calage. En cas de complexité dans le repérage des photos, chaque numéro de photo peut renvoyer à une légende reprise sur les plans d’architecture et les plans topographiques.
        + En cas d’utilisation de plusieurs drones, les dossiers doivent les différencier
        + Les images équirectangulaires des panoramiques 360° doivent être livrées sans tuilage

|  |
| --- |
| ***[Si le reportage photo est livré sous forme de visite virtuelle, il doit être livré au format Virtual Tour Pro de 3DVista (à défaut krpano) en 2 versions :***   * + ***Exécutable embarqué et lançable sur une clé USB***   + ***Archive consolidée]*** |

* Les champs IPTC doivent être renseignés avec : localisation, date de prise de vues, copyright et toutes mentions légales à faire apparaitre lors des exploitations, « © Nom de l’auteur de la photo/CMN ».
* Les fichiers natifs auront comme dimensions minimales 4000x6000 pixels
* Les Exif doivent être présents et non modifiés.
* La résolution est au minimum de 300 dpi.
* Le format sera JPEG ou TIFF ; 8 bits ; sans calque, sans masque, sans règle ; profil Adobe RGB (1998)

1. **Rapport**

Un rapport, complété d’un tableau récapitulatif et du tableau de métadonnées du chapitre 10, décrira :

* + - Le flux global et les temps de traitement
    - Les opérations d’acquisitions, en incluant les noms des intervenants, les dates d’intervention, les spécifications techniques des capteurs utilisés, ainsi que d’autres éléments susceptibles de renseigner sur les choix méthodologiques et techniques faits, ….
    - Les rapports d’assemblage pour la photogrammétrie et la lasergrammétrie
    - Les choix techniques et les processus de traitement (logiciels et méthodes utilisées) faisant référence aux sources de relevé utilisées [R1] et incluant des informations sur les résultats obtenus (incertitude de mesure, résidus quantifiés, …),
    - Les disparités de traitement en fonction des secteurs
    - Les éventuels problèmes survenus en phase d’assemblage
    - Le système de coordonnées géographiques défini\*
    - Les actions mises en œuvre lors de la prestation pour décliner la politique RSE présentée dans l’offre

Le rapport sera illustré de schémas et de visuels permettant la bonne compréhension de ce qui est décrit. Une première livraison partielle permettra au CMN d’apprécier et de valider le niveau de détail du rapport avant complétion et remise définitive.

Il sera assorti de la visite virtuelle de repérage annotée si elle a été faite et du plan de segmentation annoté avec les stations de scan dûment nommées.

* 1. Procédures de livraison

Seront livrés en deux exemplaires sur des disques durs de type SSD fournis par le Titulaire :

* Les sources des relevés [R1] ainsi que le rapport sur un premier disque avec l‘arborescence indiquée
* Les autres données de façon séparée sur un autre disque.

En vue du bon archivage des acquisitions et de leur exploitation, les métadonnées de chaque fichier d’acquisition produit seront renseignées impérativement par le titulaire dans le cadre disponible au chapitre 10 du présent document.

* 1. Contrôle et validation des prestations

Une validation des rendus sera effectuée dans un délai de 30 jours calendaires et consistera en les analyses suivantes :

* Vérification des formats et de la cohérence de la structure d’archive
* Vérification de la complétude du relevé
* Vérification du respect des prescriptions
* Inspection des numérisations 3D
  + Cohérence métrique (assemblage des données)
  + Cohérence géométrique (e.g. homogénéité des maillages, …)
  + Cohérence visuelle (aberrations chromatiques dans les images ou dans les textures)
* Vérification que les modèles sont bien imprimables en 3D (création de prototypes)

Le rapport sera lui aussi soumis à validation lors de la livraison.

* 1. Conservation des prestations

Les données d’acquisitions seront conservées par le titulaire du contrat pendant une durée minimale de 5 années. Le CMN assurera la conservation et l’archivage des documents imprimés et des fichiers numériques dans le cadre de sa mission de conservation des monuments et des collections.

## **DROITS D’EXPLOITATION**

Le Cahier des Clauses Administratives Générales applicable aux marchés publics de Prestations intellectuelles (C.C.A.G.-P.I.) approuvé par l’arrêté du 30 mars 2021 est applicable à cette consultation et au bon de commande afférent.

Par dérogation à l’article 35.2.1 du C.C.A.G.P.I, le Titulaire cèdera au Centre des monuments nationaux, à titre non exclusif, l’intégralité des droits de propriété intellectuelle (droit de représentation, droit de reproduction et droit d’adaptation) afférents aux résultats et productions remis au Centre des monuments nationaux dans le cadre de cette prestation conformément aux articles L.122-2 et L.122-3 du code de la propriété intellectuelle. La rémunération de la cession de droits est réputée incluse dans la prestation du Titulaire.

Les résultats et productions correspondent à l’intégralité des livrables cités au chapitre 6.1.2.

Cette cession sera consentie, à compter de la remise par le Titulaire des résultats et productions, pour la France et le monde entier, pour toute exploitation commerciale et non commerciale, pour la durée légale de protection des droits d’auteur telle que définie par l’article L.123-1 du code de la propriété intellectuelle y compris en cas de prolongation de cette durée.

Le Centre des monuments nationaux pourra exploiter et adapter directement ou dans le cadre de rétrocessions à tout tiers de son choix les résultats et productions pour les besoins liés à l’objet du présent marché et/ou de futures productions culturelles, touristiques et/ou pédagogiques à titre commercial ou non commercial.

Le Centre des monuments nationaux pourra ainsi exploiter et/ou autoriser l’exploitation des résultats et productions, sur les supports ci-après précisés ainsi que sur tout support connu ou inconnu à ce jour, à des fins de promotion du CMN et des monuments, dans le cadre de ses activités et/ou pour l’accomplissement de ses missions statutaires (que cette promotion soit réalisée par le CMN ou ses partenaires et mécènes), qui inclut la possibilité de rétrocéder ces droits à toute personne de son choix et notamment à tout organisme à vocation culturelle, éducative, touristique, scientifique, pédagogique, muséologique ou sociale. Le Centre des monuments nationaux peut procéder et/ou faire procéder aux exploitations commerciales et non commerciales suivantes des résultats et productions en tout ou partie :

* Exploitation sur tout support actuel et/ou à venir (papier, électronique, chimique, numérique, magnétique, audiovisuel, multimédia, dématérialisés, notamment film, vidéo, édition-électronique, CD, CD-Rom, CDI, DVD, poste d’ordinateur, appareils de projection, bornes interactives multimédia, ordinateurs, tablettes numériques, smartphones, applications, etc.), au sein du parcours de visite du Monument, dont l’accès est payant, et/ou au sein d’autres monuments gérés par le Centre des monuments nationaux ou par ses partenaires, notamment dans le cadre d’expositions temporaires ;
* Exploitation et diffusion de tout ou partie des résultats et productions pour la réalisation de médiations à distance (visites commentées virtuelles pour groupes ou individuels, ateliers commentés virtuels pour scolaires, etc.) produites et commercialisées par le CMN ou ses partenaires, sur tout type de support numérique (application pour tablettes numériques, Smartphones, outils multimédia, outils de réalité augmentée, etc.) ou en ligne (site Internet du CMN ou de ses partenaires, réseaux sociaux (Facebook, Instagram, Twitter, etc.), blogs, etc.). Le Centre des monuments nationaux est libre du choix et du nombre des extraits des résultats et productions qu’il souhaite exploiter ;
* Reproduction des résultats et productions pour la réalisation de documents d’information et/ou pédagogiques, en tout format, et toutes dimensions, sur tout support connu ou inconnu à ce jour, et notamment papier, carton, dépliant, plexi, transparent, alu, panneaux de médiation, affiches, kakemonos, documents d’aide à la visite, dossiers pédagogiques, CD, DVD, dossier de presse, reportage d’information pour les médias, articles de presse, outils multimédias, etc. ;
* Diffusion en ligne sur le réseau Internet via le site du Centre des monuments nationaux ou tout site consacré au monument ou à sa promotion, ou tout site, notamment du ministère de la Culture, ainsi que sur les réseaux sociaux (Facebook, Instagram, Twitter, etc.), blogs, etc. ;
* Diffusion sur tout type de supports numériques et/ou multimédia, sur toute application pour tablettes numériques, Smartphones, outils multimédia, outils de réalité augmentée, etc. ;
* Consultation gratuite sur place (dans l’enceinte du CMN et/ou des monuments) par le public, ou encore consultation à l’extérieur sous forme de prêts gratuits à des fins exclusivement documentaires, scientifiques, pédagogiques, muséologique ou d’usage strictement privé excluant pour l’emprunteur le droit de les reproduire et/ou de les dupliquer ;
* Intégration dans le cadre d’œuvres audiovisuelles court et/ou long format destinées ou non à la vente ;
* Extraction pour des consultations ultérieures ;
* Édition dans le rapport d’activité du Centre des monuments nationaux et/ou de ses tutelles et/ou de ses partenaires, ou dans toute revue scientifique ou culturelle à laquelle le CMN ou l’un de ses partenaires s'associeraient ;
* Dans le cadre de l'archivage.

Dans le cadre de ces exploitations, le CMN pourra notamment procéder à la réutilisation, à l’adaptation et/ou à la traduction des résultats et productions sur tous les supports indiqués ci-dessus, y compris sous la forme d’œuvres composites, collectives et/ou de collaboration.

Il est entendu que l’ensemble des droits seront cédés par le Titulaire au CMN à titre entièrement gracieux, y compris pour les exploitations commerciales indiquées ci-dessus. Le Titulaire ne percevra aucune rémunération proportionnelle pour toutes les exploitations prévues par la consultation présente et effectuées directement par le CMN, notamment dans le cadre de l’exploitation des différents outils de médiation.

Toute exploitation commerciale non prévue par la consultation présente fera l’objet d’une rémunération proportionnelle fixée dans une convention ad hoc.

Les utilisations et exploitations des droits d'auteur afférents aux résultats et productions concédés par le CMN à un tiers, notamment dans le cadre de la Photothèque du CMN, donneront lieu au versement par le CMN au Titulaire d'une rémunération calculée au prorata du montant des droits perçus par le CMN, conformément aux dispositions de l'article L.131-4, 1er alinéa du C.P.I., dans les conditions ci-après précisées :

* Dans le cadre d'une rétrocession à titre onéreux, le CMN reversera au Titulaire 30 % (trente pour cent) du montant de la rémunération hors taxes qu’il perçoit lui-même de ce tiers ;
* En cas de co-exploitation des droits par le CMN et un tiers dans le cadre d'une exploitation à caractère commercial, comme en cas de rétrocession à titre gratuit en vue d'une telle exploitation, le contrat entre le CMN et le tiers fixera le montant des droits apportés ou cédés par le CMN. Le Titulaire percevra du CMN une rémunération égale à 15 % (quinze pour cent) de ce montant HT, à proportion de la quote-part des résultats et productions du Titulaire dans l'apport du CMN ou dans les droits dont l'exploitation a été concédée à titre gratuit par celle-ci ; le CMN s'obligera à procéder à une juste valorisation des droits apportés ou concédés, conformément aux usages ou pratiques en vigueur ; en tant que de besoin, le CMN fournit au Titulaire toutes précisions sur les modalités selon lesquelles il a été procédé à cette valorisation.

Il est entendu que l’ensemble de la cession vaudra tant pour les droits d’auteurs, que les droits voisins et le droit à l’image.

Le Centre des monuments nationaux pourra rétrocéder et/ou concéder à titre non exclusif certains droits d’exploitation au bénéfice du Titulaire dans des conditions qui sont définies dans le cadre d’une convention ad hoc qui précise la durée, l’étendue et la nature des exploitations ainsi que le montant des redevances éventuelles revenant au Centre des monuments nationaux. En l’absence d’une telle convention, le Titulaire s’interdira toute exploitation des résultats et productions ainsi que de tous les éléments (notamment fichiers sources) produits en lien avec le présent marché que ce soit à titre non commercial ou commercial.

Toutes les exploitations des résultats et productions par le Centre des monuments nationaux et/ou le Titulaire devront, dans la mesure du possible, faire apparaitre la mention suivante : « © Nom du Titulaire - Centre des monuments nationaux ».

Dans le cas où la mise en place d’une plateforme d’échange collaborative ou de simple visualisation est demandée par la maîtrise d’ouvrage, le stockage devra impérativement être réalisé sur les serveurs du titulaire ou de la maîtrise d’ouvrage, le stockage sur des serveurs externes est exclu sauf demande particulière. L’accès aux plateformes sera sécurisé par un compte dédié.

## **DELAIS**

Les délais d’exécutions des prestations et de remise des livrables du présent marché sont les suivants :

* Réalisation de l’**acquisition** [à compter de la notification du Titulaire] : *x jours* sous réserve de conditions météorologiques favorables.
* Traitement et **reconstruction** avec mise au point itérative des modèles [à compter de la date de démarrage de l’acquisition] *: x semaines*
* **Remise des livrables** [à compter de la date de démarrage de l’acquisition] : *x semaines*

## **CONTENU DE LA PROPOSITION**

La proposition devra comporter :

* Une proposition technique incluant un argumentaire sur les éventuelles réserves et la déclinaison de la politique RSE du Titulaire lors de la prestation
* Une proposition financière.
  1. Proposition technique

La proposition devra préciser les éléments suivants :

* Les matériels utilisés pour les captations au sol et aérienne, et le recalage topographique, en précisant les modèles prévus, leurs focales, la taille et la résolution des capteurs,
* La justification des technologies utilisées (laser, photo, lumière structurée, combinaisons…)
* Les résolutions par pixel proposées et motivées pour les différentes zones,
* Pour les captations aériennes, les distances maximales de vol prévues selon les zones,
* Une estimation du nombre total d’images,
* Le taux de recouvrement des images pour la photogrammétrie,
* Le flux global de traitement envisagé,
* La méthode de géoréférencement privilégiée avec le nombre de stations envisagé,
* La méthode utilisée pour garantir une bonne texture des surfaces
* La méthode utilisée pour garantir la fidélité colorimétrique
* Tout support méthodologique spécifique à la géométrie du monument (courant pour les zones difficiles d’accès)
* Le calendrier prévisionnel avec
  + Les hypothèses considérées,
  + Les durées prévues pour l’acquisition sur site, le traitement des données et la création itérative du modèle, en incluant la détermination itérative des bons niveaux d’échantillonnage
  + La date de livraison finale
  + La prise en compte des contraintes de sécurité, de conservation et de co-activité.
* Le nombre de personnes prévues pour la captation, leurs compétences et la façon dont elles seront mises en œuvre selon les phases du projet
* Les éventuelles réserves par rapport aux besoins exprimés,
* La description explicite de la prise en compte des spécificités du monument,
* Les références de projets similaires réalisés dans le monde du patrimoine historique avec :
  + Un échantillon
  + Le calendrier de réalisation
* La déclinaison de la politique RSE lors de cette prestation
  1. Proposition financière

La proposition financière détaillera les postes suivants :

* Préparation
* Acquisition sur site
* Traitement des données et création itérative des modèles
* Exports & documentation

## **METADONNEES**

*Cadre à renseigner par le Titulaire pour chaque fichier d’acquisition produit.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FICHIER : GÉNÉRALITÉS** | | | |
| **Fichier** | Nom |  |  |
| Date(s) |  |  |
| Auteur(s) |  |  |
| **LOCALISATION** | | | |
| **Monument** | Nom |  |  |
| Type de site |  |  |
| Lieux |  |  |
| **ACQUISITION** | | | |
| **Topographie** | Matériel |  |  |
| Nombre de stations |  |  |
| Croquis de repérage | Oui |  |
| Non |  |
| Coordonnées GPS des stations | |  |
| **Photographie** | Matériel |  |  |
| Capteur |  |  |
| Format des photos |  |  |
| Dimensions des photos |  |  |
| Nombre de photos |  |  |
| Méthode de nommage des photos | |  |
| Géoréférencement | A postériori sur un nuage de points | |
| A postériori par acquisition topographique | |
| Par position du scanner | |
| Pas de géoréférencement | |
| Traitement éventuel | Nature du traitement |  |
| Logiciel utilisé |  |
| **Lasergrammétrie** | Matériel |  |  |
| Méthode métrologique | Temps de vol |  |
| Décalage de phase |  |
| Triangulation optique |  |
| Nombre total de stations |  |  |
| Résolution angulaire |  |  |
| Résolution spatiale (distance cartésienne entre deux points successifs sur l'objet) | | |
| Densité de points moyenne | |  |
| Qualité Q des données (selon l'équation de Barber, Mills et Bryan):  Q=(1-(m/h)) avec m Résolution spatiale et h la plus petite entité à numériser. | | |
| Couverture |  |  |
| Modèles bruts : pointclouds | Architecture des fichiers | |
| Format de fichier |  |
|  |  |  |  |
|  | Modèles extraits (pointclouds) | Nombre de fichiers |  |
|  | Architecture des fichiers | |
|  | Format de fichier |  |
|  |  |  |  |
| **Photogrammétrie** | Matériel |  |  |
| Capteur |  |  |
| Type d'acquisition | Mono |  |
| Stéréo |  |
| Multi-stéréo |  |
| Type de fichiers images brutes | |  |
| Type de fichiers images traitées | |  |
| Nombre de photos |  |  |
| Logiciel utilisé |  |  |
| Type de restitution photogrammétrique | Redressement d'image | |
| Corrélation dense stéréo | |
| corrélation dense multi-stéréo | |
| Type de référencement sur les nuages (ou maillages) | Caméra intégrée |  |
| Résection spatiale mono-image | |
| Calcul d'orientation d'images basé sur des repères | |
| Résolution angulaire |  |  |
| Résolution spatiale |  |  |
| Densité de points moyenne | |  |
| Qualité Q des données (selon l'équation de I.Bryan) | | |
| Couverture |  |  |
| Modèles bruts : pointclouds | Architecture des fichiers | |
| Format de fichier |  |
| **RECONSTRUCTION 3D** | | | |
| **Reconstruction de surface** | Méthode de maillage |  |  |
| Densité moyenne du maillage | |  |
| Pourcentage de décimation | |  |
| Carte de normales |  |  |
| Format(s) des fichiers |  |  |
| **ENRICHISSEMENT VISUEL** | | | |
| **Méthode de texturage** | Texturage par projection fine de photographies orientées sur la numérisation 3D (couplage Laser/Photo) | | |
| Texturage par échantillons photographiques de matériaux ou de parties de l'objet numérisé | | |
| Texturage par échantillons photographiques de matériaux génériques | | |
| Matériaux de synthèse |  |  |
| **Type de textures** | Diffuse map |  |  |
| Normal map |  |  |
| Displacement map |  |  |
| Bump map |  |  |
| Autre |  |  |
| **Projection 2D/3D de textures** | Carte UV unique |  |  |
| Série d'images |  |  |
| Vertex-coloring |  |  |
| **Format des fichiers de textures** | |  |  |