



Marché Public de Services

N° 2021	PCRS
---------	------

ACCORD-CADRE POUR L'ACQUISITION ET LA REALISATION D'UN PLAN CORPS DE RUE SIMPLIFIE (PCRS)

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Procédure d'appel d'offres ouvert en application des articles L. 2124-1, L. 2124-2, R. 2124-1, R. 2124-2, R 2121-8, et R. 2162-1 à R. 2162-14 du code la commande publique

MAITRE D'OUVRAGE : Syndicat Intercommunal d'Energies de la Marne
2 place de la Libération
BP 352
51022 Châlons en Champagne Cedex

SOMMAIRE

Marché Public de Services	1
ACCORD-CADRE POUR L'ACQUISITION ET LA REALISATION D'UN PLAN CORPS DE RUE SIMPLIFIE (PCRS).....	1
Chapitre 1 - Territoire à couvrir, décomposition en secteur et en zone et description sommaire des travaux à effectuer et planning prévisionnel d'exécution.....	5
1-1 - Définition et répartition géographique des secteurs	5
1-2 - Travaux à réaliser dans le cadre de l'acquisition initiale du PCRS	7
1-2-1 Zone « a »	7
1-2-2 Zone « b »	7
1-4 - Planning de réalisation	9
Chapitre 2 - Spécifications générales des prises de vues	9
2-1 - Programmation des prises de vues	9
a) Angle solaire	9
b) Couvert nuageux	9
2-2 - Matériels mis en œuvre	9
2-3 - Autorisations de vol.....	10
2-4 - Plans de vol.....	10
Chapitre 3 - Spécifications techniques relatives aux orthophotoplans.	11
3-1 - Paramètres de prise de vue.....	11
3-2 - Résolution.....	11
3-3 - Classe de précision du produit	11
3-4 - Recouvrement et visualisation des objets au niveau du sol dans les couples stéréoscopiques.....	12
3-5 - Dévers.....	12
3-6 Orthorectification	12
3-7 - Traitement radiométrique.....	12
3-8 - Mosaïquage et dallage.....	13
Chapitre 4 - Spécifications générales du PCRS Vecteur	14
4-1 - Emprise de la production	14
4-2 - Structuration générale	14
4-3 - Nomenclature.....	15
4-4 - Habillage PCRS.....	15
4-5 - Points levés.....	16
4-6 - Règles de géométrie et de topologie	16
4.7 - Référentiel géodésique, projections et référentiel altimétrique.....	16
4-8 - Précision géométrique	17
4-9 - Niveau d'exhaustivité	17
4-10 - Éléments à restituer à titre indicatif.....	17
Chapitre 5 - Livrables attendus dans le cadre d'un PCRS image	19
5-1 - Mission de prise de vues	19
5-2 - Prise de vues aériennes.....	19
5-3 - Stéréopréparation et aérotriangulation.....	19
5-4 - Modèle Numérique de Terrain.....	20
5-5 - Lignes de mosaïquage	20
5-6 - Photographies et Orthophotographies couleur	20

5-8 - Support de livraison du PCRS Image.....	20
Chapitre 6 - Livrables attendus dans le cadre d'un PCRS vecteur	21
6-1 - Formats des livrables.....	21
Chapitre 7 – Structuration de la livraison	22
Chapitre 8 – Contrôle des livrables	24
Chapitre 9 - Propriété et usage des données.....	25
9-1 - Métadonnées	25
9-2 - Délais de réalisation	25
9-3 - Garantie.....	25
Annexe 1 : Liste des communes et des zones.....	26
Annexe 2 : nomenclature PCRS.....	26
Annexe 3 : Rapport de Production	26
Annexe 4 : Cadrage pour la fiche de point d'appui.....	26

Objet du Cahier des Charges Techniques Particulières

Le présent document fournit des préconisations techniques pour la production d'un Plan Corps de Rue Simplifié (ci-après dénommé PCRS) sur le territoire du département de la Marne.

Les prestations attendues se composent en :

- L'acquisition initiale de type image sur les secteurs définis.
- La production de la meilleure orthophotographie à partir de l'acquisition initiale sur les secteurs définis.
- La production de plans vecteurs au format CNIG sur les zones agglomérées.

Le marché est divisé en 3 secteurs géographiques, subdivisés chacun en 3 zones en fonction de leur degré d'urbanisation (voir article 1 du présent document)

Le PCRS Image attendu correspond à **un orthophotoplan hiver d'une résolution de 5 cm / pixel et d'une classe de précision planimétrique de 10 cm**. Ce sont les caractéristiques d'un orthophotoplan suffisamment précis pour :

- Disposer d'un fond de plan d'une classe de précision compatible à la classe A (voir Article 1 de l'Arrêté du 15 février 2012 pris en application du chapitre IV du titre V du livre V du code de l'environnement) sur toutes les zones susceptibles de faire l'objet d'une réponse à une DT/DICT.
- Recaler et géoréférencer des plans de réseaux souterrains (et des fonds de plans) dans la classe de précision réglementaire via la technique de photogrammétrie aérienne

La prise de vue réalisée et les taux de recouvrement proposés par le candidat **doivent donc garantir une exploitation stéréoscopique** des images par photogrammétrie sur le territoire couvert défini à l'article 1 afin de permettre sur les zones agglomérées de constituer un PCRS vecteur.

Le PCRS Vecteur, devra être **conforme aux spécifications définies dans le présent CCTP basées sur le Géo-standard d'échange PCRS du CNIG en vigueur au moment de l'exécution du marché** (standard actuel : version 2 du 21 Septembre 2017 et respecter le modèle conceptuel de données (MCD) qui en découle). Le format CNIG n'est ici qu'une référence de base minimale et le pouvoir adjudicateur peut demander des éléments complémentaires qui, de fait, ne sont pas en phase avec la base CNIG.

Le document du CNIG est disponible via le lien suivant à titre indicatif :

http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2019/02/CNIG_RTGE_PCRS_v2.0_r1.pdf.

Chapitre 1 - Territoire à couvrir, décomposition en secteur et en zone et description sommaire des travaux à effectuer et planning prévisionnel d'exécution

L'acquisition du PCRS concerne l'ensemble du département de la Marne soit **8200 km²** environ.

Le présent marché est décomposé en 3 secteurs définis dans les paragraphes suivants qui se subdivisent eux-mêmes en zone dite urbaine et zone dite rurale.

Les travaux à réaliser dans ce marché sont :

- Acquisition initiale d'un PCRS Image sur l'ensemble du territoire
- Acquisition initiale d'un PCRS vecteur sur la liste des communes définie en annexe 1.

Ce document définit les différents secteurs et zones, ainsi que les travaux d'acquisition à réaliser sur chaque zone.

Un planning de réalisation et de livraison est établi par secteur et s'échelonne jusqu'en 2024.

1-1 - Définition et répartition géographique des secteurs

Le département de la Marne a été divisé en 3 secteurs géographiques. Ils sont respectivement nommés :

- Secteur Centre,
- Secteur Ouest
- Secteur Est

Chacun de ces trois secteurs est subdivisé en 2 zones distinctes en fonction de leur caractère plus ou moins urbain.

Ces zones sont appelées et définies comme suit :

- Zone « **a** » : zone rurale.
- Zone « **b** » : zone urbaine

Figure 1 : Répartition géographique des secteurs

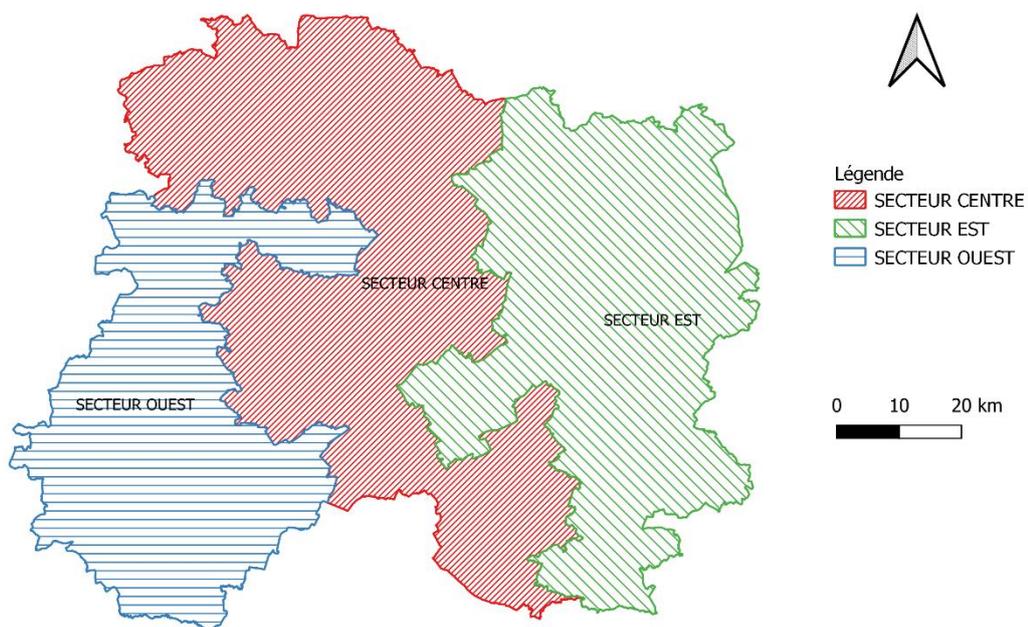
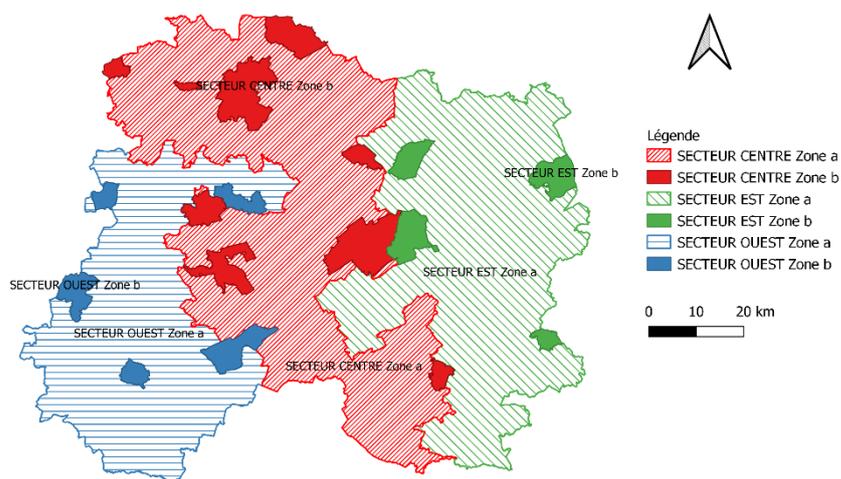


Figure 2 : Décomposition et spécificités des secteurs (sous découpage)



Secteurs	Zone a Superficie en km ²	Zone b Superficie en km ²	Zone b km de voirie	Superficie Totale en km ²	Km de voirie total
Secteur Centre	2873	489	1184	3362	1184
Secteur Ouest	1944	196	274	2140	274
Secteur Est	2512	184	216	2696	216
TOTAL	7329	869	1674	8198	1674

1-2 - Travaux à réaliser dans le cadre de l'acquisition initiale du PCRS

1-2-1 Zone « a »

- Acquisition d'un PCRS Image comprenant :

- La réalisation d'une couverture photographique aérienne numérique couleur,
- La réalisation d'une aérotriangulation de géoréférencement des images avec la fourniture des données nécessaires à l'exploitation des images en stéréoscopie,
- La livraison des données de positionnement de chacune des images,
- La confection ou la révision du modèle numérique de terrain nécessaire à l'orthorectification des images,
- Les corrections géométriques et radiométriques des images numériques,
- Le mosaïquage des orthophotographies unitaires,
- La livraison des fichiers.

1-2-2 Zone « b »

- Acquisition d'un PCRS Image comprenant :

- La réalisation d'une couverture photographique aérienne numérique couleur,
- La réalisation d'une aérotriangulation de géoréférencement des images avec la fourniture des données nécessaires à l'exploitation des images en stéréoscopie,
- La livraison des données de positionnement de chacune des images,
- La confection ou la révision du modèle numérique de terrain nécessaire à l'orthorectification des images,
- Les corrections géométriques et radiométriques des images numériques,
- Le mosaïquage des orthophotographies unitaires,
- La livraison des fichiers.

- Constitution d'un PCRS Vecteur

Faute de précision complémentaires ou d'options de la part du SIEM, confection d'un PCRS Vecteur **conforme aux spécifications définies dans le présent CCTP basées sur le Géo-standard d'échange PCRS du CNIG en vigueur au moment de l'exécution du marché** (standard actuel : version 2 du 21 Septembre 2017 et respecter le Modèle Conceptuel de Données (MCD) qui en découle). Le PCRS Vecteur sera réalisé à **partir des clichés orientés par stéréo restitution**. **Ce PCRS sera livré au SIEM.**

Récapitulatif des travaux à réaliser par secteur et par zone dans le cadre de l'acquisition initiale du PCRS

Secteurs	Zone a		Zone b			Superficie totale en km ²	Longueur de voirie total en km
	Prestation	Superficie en km ²	Prestation	Superficie en km ²	km de voirie		
Secteur Centre	Acquisition d'un PCRS Image	2873	Acquisition d'un PCRS Image et confection d'un PCRS vecteur	489	1184	3362	1184
Secteur Ouest	Acquisition d'un PCRS Image	1944	Acquisition d'un PCRS Image et confection d'un PCRS vecteur	196	274	2140	274
Secteur Est	Acquisition d'un PCRS Image	2512	Acquisition d'un PCRS Image et confection d'un PCRS vecteur	184	216	2696	216
TOTAL		7329		869	1674	8198	1674

1-4 - Planning de réalisation

Le planning d'acquisition du PCRS sur l'ensemble du département est échelonné sur une période de 4 ans.

Planning de réalisation prévisionnel et indicatif, il pourra être adapté :

2021	2021	2022	2023	2024
Lancement du marché	Acquisition aérienne sur secteur centre zone a et b . Vectorisation de la zone b			
		Acquisition aérienne sur secteur ouest zone a et b . Vectorisation de la zone b		
			Acquisition aérienne sur secteur est zone a et b . Vectorisation de la zone b	

Chapitre 2 - Spécifications générales des prises de vues

2-1 - Programmation des prises de vues

La plage de temps pour les prises de vues devra être comprise préférentiellement entre le 15 mars et le 25 mai de chacune des années de marché.

Les conditions de prises de vue doivent être optimisées pour permettre le meilleur traitement radiométrique des ombres.

La période de vol devra respecter un compromis entre la réduction des ombres portées et la minimisation des masques dus aux couvertures végétales. Elle sera arrêtée en concertation avec le SIEM.

Toutefois, si les vols n'étaient pas possibles durant la plage définie, (conditions météorologiques défavorables ou autre...) la période pourrait être étendue en fonction des conditions d'ensoleillement et dans le respect des prescriptions du CCTP en concertation avec le SIEM (surtout pour la première année de marché).

Le projet de plan de vol devra être établi en conséquence et communiqué au SIEM pour validation.

a) Angle solaire

La prise de vue sera réalisée préférentiellement au printemps afin de limiter les ombres portées et le couvert végétal trop important. **Les clichés seront réalisés avec une hauteur solaire minimum de 50° sur les zones urbaines denses (c'est-à-dire pour cette spécification, avec des rues étroites et des bâtiments hauts).**

Hors zones urbaines, la hauteur solaire pourra être abaissée sans toutefois être inférieure à 40°. **La réalisation des prises de vues pourra s'échelonner dans le temps de façon à respecter ces contraintes de hauteur solaire. La hauteur solaire ne pourra pas être inférieure à 40°, dans tous les cas.**

b) Couvert nuageux

Afin de ne pas limiter les créneaux de vols déjà restreints, le prestataire est autorisé à réaliser des vols sous couvert nuageux **hors zones urbaines** dans une limite de 5 % de la surface à couvrir. Dans un contexte météorologique exceptionnel, le vol d'acquisition peut se réaliser sous cirrus ou cirro-stratus ce qui présente l'avantage d'éliminer les ombres portées.

Il est impératif que les orthophotographies produites soient totalement sans présence de nuages et d'ombres de nuages.

2-2 - Matériels mis en œuvre

La prise de vue aérienne devra être réalisée à partir d'une caméra numérique.

Le maître d'ouvrage se fonde sur une obligation de résultats plus qu'une obligation de moyen, néanmoins le matériel utilisé doit permettre de correspondre aux standards des livrables attendus en termes de qualité, de précision et d'usages.

2-3 - Autorisations de vol

Le prestataire se chargera d'obtenir auprès de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) et des services préfectoraux, notamment les autorisations de vols, les autorisations de survol et les autorisations de photographier nécessaires aux prises de vues.

Le prestataire informera le SIEM de l'attestation de dossier complet émanant de la DGAC avant de procéder aux différentes prises de vue.

2-4 - Plans de vol

La(les) entreprise(s) retenue(s) doit(doivent) remettre en amont au SIEM les projets des plans de vol, accompagnés des paramètres des prises de vues, pour validation.

Chapitre 3 - Spécifications techniques relatives aux orthophotoplans.

3-1 - Paramètres de prise de vue

Les valeurs des paramètres ci-dessous sont celles indiquées par l'opérateur économique dans le cadre réponse, pour chaque zone en fonction de son degré d'urbanisation :

Dm	Dévers max dans la partie utile de l'image (%)
B	Base inter cliché (m)
B'	Base interbande (m)
H	Hauteur de vol (m)
R	Résolution du pixel terrain (cm)
RLG	Recouvrement longitudinal (%)
cc	Coté court de l'image complète en nb de pixels
RLT	Recouvrement latéral (%)
cl	Coté long de l'image complète en nb de pixels
f	Focale de la caméra (mm)
t	Taille du photosite dans le capteur (μm)

D'une manière générale, le recouvrement longitudinal des clichés sera à *minima* de 70% ; le recouvrement transversal sera à minima de 55%.

3-2 - Résolution

La prise de vues devra respecter une résolution au sol de 5 cm / pixel strictement, et l'orthophotographie devra respecter une **résolution (non-sur-échantillonnée) de 5 cm**.

La résolution et l'aspect de l'image sur les zones à réglementation spécifique devra être traitée d'une manière conforme à la réglementation.

3-3 - Classe de précision du produit

La précision minimale attendue en planimétrie est en cm :

Type de données	Classe de précision	EM	S1	S2
Aérotriangulation	5	5,63	13.7	20.5
Pointé sur couples stéréo	7,5	8,44	20.5	30.75
Orthophotoplan	7,5	8,44	20.5	30.75

La précision minimale attendue en altimétrie est en cm :

Type de données	Classe de précision	EM	S1	S2
Pointé sur couples stéréo	10	11.25	36.34	54.51

EM : exprime l'erreur moyenne

S1 exprime la valeur du premier seuil au-delà duquel on ne tolère qu'un nombre limité de mesures. S2 exprime la valeur du seuil au-delà duquel on ne tolère aucune mesure.

Dans tous les cas, la classe de précision sera à minima celle définie dans l'arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques (<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000794936>)

Le contrôle qualité sera réalisé selon le modèle standard défini par la réglementation sur les classes de précision de l'arrêté précité.

Les aérotriangulations seront livrées dans le système de projection RGF93 : EPSG 2154 (Lambert 93) et Lambert zone 1 (EPSG :27561)

Dans tous les cas, l'exactitude planimétrique devra être produite et justifiée par l'opérateur économique avec notamment le détail sur le Modèle Numérique de Terrain (MNT) ad hoc.

Dans les zones où un modèle numérique de terrain existe déjà (campagnes de vol ENEDIS par exemple), l'opérateur économique pourra l'utiliser en le densifiant si nécessaire lors du vol. Si le MNT n'existe pas, l'opérateur économique devra en prévoir la réalisation de sorte qu'il soit adapté aux exigences de précisions.

3-4 - Recouvrement et visualisation des objets au niveau du sol dans les couples stéréoscopiques.

Les paramètres de prise de vue devront permettre le pointage dans les couples stéréoscopiques dans les 3 dimensions d'un maximum d'objets au niveau du sol (notamment les pieds de bâtiments en zone urbaine). Le choix de la caméra et de sa focale, de la hauteur de vol et des taux de recouvrement en latéral et longitudinal doivent garantir la visualisation en stéréoscopie de pieds de bâtiment avec un débord de toit mesurant 10% de la hauteur des bâtiments, quelle que soit leur orientation. [Les taux de recouvrement longitudinal minimal et de recouvrement latéral minimal devront être explicitement mentionnés.](#)

3-5 - Dévers

Les candidats préciseront, dans leur offre, les éléments techniques permettant de réduire les dévers dans la zone utile des images en indiquant les paramètres pour les calculer (en degré et en pourcentage).

Les candidats préciseront également le pourcentage de dévers maximum du produit orthophotographique.

Le pourcentage de dévers devra être inférieur ou égal à 30% sur les zones dites rurales (zone a).

Sur les parties urbanisées (zone b), le pourcentage de dévers devra être inférieur à 18%.

Dans les quartiers les plus denses, le pourcentage de dévers devra être inférieur ou égal à 10% (zonage fourni en annexe du présent CCTP).

Dans le cadre des limites ci-dessus, il n'est toutefois pas imposé de limiter le dévers au minimum que permettraient de forts taux de recouvrements qui ont pu être rendus nécessaires pour la visualisation des pieds de bâtiments en stéréoscopie.

Par exemple, si le taux de recouvrement permet de réduire les dévers à 5%, il est permis de ne produire des orthophotographies qu'avec un dévers de 10%, 18% ou 30% en fonction des caractéristiques attendues sur le territoire.

Les caractéristiques de la prise de vues seront à détailler, par le candidat, pour chaque zone et secteur dans le cadre réponse.

3-6 Orthorectification

La production d'un MNT compatible avec la précision géométrique demandée de l'orthophotographie est un préalable à l'orthorectification de la prise de vue. L'opérateur économique justifiera de l'exactitude planimétrique de l'orthophotographie avec notamment le détail sur le modèle numérique de terrain utilisé. Le modèle sera enrichi des points masses nécessaires à la fiabilisation de la modélisation et des lignes de rupture naturelles ou artificielles correspondant à des infrastructures. Les ouvrages d'art seront redressés.

3-7 - Traitement radiométrique

Deux étapes composent le traitement radiométrique :

- La correction des anomalies dues aux conditions de la prise de vue (ensoleillement, variation de contraste et d'intensité sur les bords de l'image, ...). Cette étape concerne donc les corrections à effectuer sur chaque photographie.
- L'homogénéisation de l'ensemble des dalles et le rehaussement des couleurs.

Il est à noter que lors du traitement radiométrique, il conviendra d'apporter une attention particulière pour limiter les plages hyper-lumineuses (hot spot) et les ombres portées en milieu urbain.

Avant même d'être un outil de communication, l'orthophotographie est d'abord considérée comme un outil de travail dans le cadre des « métiers » des différents utilisateurs.

Le traitement proposé par l'opérateur économique devra permettre de distinguer le maximum d'informations **au sol et dans les ombres portées** en privilégiant la visibilité des objets à l'esthétique du produit final. Une attention particulière sera portée à la visibilité des objets suivants : trottoirs, affleurants de réseaux, candélabre, marquage au sol, route...

Sur la zone d'exécution, le prestataire propose un traitement spécifique (manuel ou automatisé) d'amélioration de la visibilité dans les zones d'ombres sans altérer les autres parties des photos. Le prestataire devra documenter sa méthode.

Le choix de la solution se fera en concertation avec le SIEM sur la **base d'échantillons produits par le prestataire.**

3-8 - Mosaïquage et dallage

Les lignes de mosaïquage doivent préserver au maximum la continuité de la forme des objets cartographiques du sol (la voirie, les trottoirs, le marquage au sol) et ensuite prendre en considération la continuité des zones de sursol (bâti, ponts, lignes HT...).

À l'issue du travail de mosaïquage, le découpage de l'image à 5 cm devra être effectué en dalles de dimensions 200 m x 200 m avec des hectomètres XXXX et YYYYY pairs dans les projections Lambert93 et Lambert zone 1 et nommées de la manière suivante :

AAAA_XXXX_YYYYY_RRR.ext, avec :

- AAAA : Année de la prise de vue ;
- XXXX : Abscisse du coin Nord-Ouest de l'image, exprimées en hectomètres sur 4 caractères ;
- YYYYY: Ordonnée du coin Nord-Ouest de l'image, exprimées en hectomètre sur 5 caractères ;
- RRR : taille terrain du pixel (résolution), exprimée en dixième de centimètres sur 3 caractères (par exemple 075 correspondra à 7,5 cm) ;
- .ext : Extension des fichiers de format (tif pour le format TIF, etc...).

Sur le territoire de la Marne, au niveau des zones « c », un découpage de l'image à 5 cm en dalles de dimensions 200 m x 200 m avec des hectomètres XXXX et YYYYY pairs dans les projections Lambert93 et Lambert zone 1 ont déjà été effectué lors de campagnes antérieures. Les entreprises veilleront donc à ce que le dallage proposé sur la zone c ainsi que sur le reste du territoire à couvrir par le présent marché soit en cohérence avec les travaux antérieurs.

La livraison des orthophotographies devra être proposée en dalles pleines.

Il est demandé à l'opérateur économique un rééchantillonnage de l'orthophotographie couleur à 20 cm pixel et à 1 m pixel pour permettre l'utilisation des orthophotographies à des échelles différentes de l'échelle de référence cartographique 1/200^{ème}.

Chapitre 4 - Spécifications générales du PCRS Vecteur

4-1 - Emprise de la production

Le PCRS vecteur devra respecter les spécifications du présent CCTP qui suivent en partie le format d'échange PCRS du CNIG en vigueur au moment de l'exécution du marché. Pour information le standard actuel est disponible en téléchargement à l'adresse suivante : http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2019/02/CNIG_RTGE_PCRS_v2.0_r1.pdf. En effet, le cahier des charges du CNIG tout comme celui du SIEM est susceptible d'évoluer. Le prestataire est invité à respecter toute version ultérieure des spécifications techniques du CNIG et du SIEM.

Le PCRS vecteur sera produit sur les zones urbaines définie à l'article 1-1 du présent document et pourra être réalisé à partir des données issues de l'acquisition aérienne.

Dans les secteurs où les photographies aériennes ne permettent pas d'identifier suffisamment le corps de rue et/ou les éléments le constituant, malgré les traitements d'amélioration d'image, le fond de plan sera complété d'éléments vectoriels recueillis **sur le terrain avec accord préalable du SIEM**, dans une classe de précision suffisante et compatible avec le présent Cahier des Charges et ses objectifs.

La base de données vectorielle sera constituée de l'ensemble des éléments apparents listés dans la nomenclature présente en annexe 2. La production des données vectorielles comprendra les classes du standard national PCRS avec ou sans les affleurants en fonction de la commande.

4-2 - Structuration générale

Les éléments constitutifs de la base de données vectorielles seront modélisés et livrés en format shape et en format GML.

Les règles générales décrites ci-dessous seront à respecter :

- Sauf impossibilité, toutes les entités dessinées seront représentées par une seule géométrie (par exemple : une seule polyligne pour une bordure de trottoir ou un polygone et un seul, pour un bâti, etc.).
- **Les objets ponctuels** seront à restituer sous forme de points munis de coordonnées planimétriques (x,y) et altimétriques (z).
- **Les objets linéaires** seront à restituer sous forme de polygones. Chaque objet linéaire doit être représenté par un nombre minimum de polygones 3D, sauf impossibilité. Deux polygones restitués séparément et représentant le même objet doivent être jointes pour n'en former qu'une. Par exemple, dans le cas des bordures de trottoirs en centre-ville, une seule polygone devra décrire les bordures autour d'un même îlot de bâtiments si le trottoir est continu. Cette règle permet de limiter le nombre d'objets et facilite les reprises et corrections. L'espacement entre les nœuds ou sommets d'une polygone devra être homogène et régulier le long de celle-ci (sauf cas de décrochements où la polygone suit la morphologie des éléments). Il est admis cependant, qu'un même objet continu soit localement représenté par plusieurs entités de même type partageant une extrémité commune de même planimétrie et altimétrie (nœud, sommet, point), dans le but de limiter les longueurs de segments trop importantes comme par exemple les lignes décrivant des quais ou des rails de très grande longueur.
- **Les objets surfaciques** seront à restituer sous forme de Polygones 3D fermés. Les polygones à trous sont acceptés.
- **Les entités arcs seront interdites**, elles seront discrétisées et remplacées par des polygones. La discrétisation ne devra pas être trop dense pour limiter le nombre de points tout en représentant fidèlement l'objet saisi dans le respect de la classe de précision attendue. Ainsi, la densité de points le long des surfaces ou linéaires arrondis ne pourra être inférieure à un point tous les 10 cm (La valeur de la flèche de discrétisation des arcs sera de 0,01 m), et sera limitée au maximum en s'adaptant au mieux à la forme de l'objet.

- Les entités multipoints sont interdites.
- Les entités de type texte seront « accrochées » ou « snappées » à des points ou des objets du lever et compléteront le dessin pour renseigner diverses informations liées aux objets (nom de voie, nature affleurant, numéro voirie, etc.). Les éléments suivants devront faire l'objet d'informations textuelles (nom de la voie, numéro de voirie, stations de levers, type d'affleurant, habillages divers).

4-3 - Nomenclature

La base de données vectorielles produite devra suivre et être conforme à la nomenclature fournie en annexe 2 du présent CCTP. La nomenclature du pouvoir adjudicateur a pour base les nomenclatures du PCRS CNIG en vigueur (V2.0) à laquelle sont ajoutés des éléments complémentaires.

Les objets vecteurs du PCRS seront caractérisés **par une classe de précision d'au moins 10 cm** de façon à servir de support à une cotation des réseaux de classe de précision A.

Les objets seront stockés en calques SIG .shp ou en classes (GML) nommées de la façon suivante :

Nature	Calque
Seuil	PCRS_BATI_SEUIL_L PCRS_HABILLAGE_BATI_P pour le symbole d'habillage
Façade	PCRS_BATI_FACADES_L
Proéminence du bâti	PCRS_BATI_PROEMINENCE_L
Marche d'escalier	PCRS_ESCALIER_MARCHE_L PCRS_HABILLAGE_VOIRIE_P pour le symbole d'habillage
Mur	PCRS_CLOTURE_MUR_L
Pilier rond	PCRS_CLOTURE_PILIER_P
Pilier carré	PCRS_CLOTURE_PILIER_P
Pilier rectangulaire	PCRS_CLOTURE_PILIER_P
Pilier à autre forme de section	PCRS_CLOTURE_PILIER_L
Limite de voirie	PCRS_VOIRIE_REVET_L
Rail	PCRS_FERROVIAIRE_RAIL_L
Arbre	PCRS_VEGET_ARBRE_P
Pile de pont	PCRS_OUV_PILE_PONT_L
Affleurants	PCRS_AFFLEURANT_<réseau>

Un fichier qml pourra être fourni avec le shape afin de tenir compte des préconisations de représentation suivantes :

Les objets qui héritent de la classe ObjetPCRS seront représentés en une couleur unique : noir (0,0,0) sur fond blanc. Couleur visualisable de la même manière avec un fond PCRS Image et sans PCRS Image, qu'il soit imprimé en couleur ou en Noir et blanc.

L'épaisseur est de 0.5 pour toutes les classes ObjetPCRS sauf pour « FacadePCRS » de la thématique « PCRS Bâti » qui est en 1.5.

4-4 - Habillage PCRS

Les identifiants de voirie et les numéros de voirie seront saisis en s'appuyant sur la BAN (Base Adresse Nationale).

Illustration



4-5 - Points levés

La représentation des points levés est à adapter selon l'échelle de représentation. De plus, en fonction de la densité de ces points, le choix pourra être fait de ne pas représenter une partie des points.

Symbole circulaire jusqu'à 1/200 ^{ème}	Au-delà du 1/200 ^{ème} :

La nomenclature PCRS pourra évoluer. En conséquence, des modifications pourront être apportées à la nomenclature du pouvoir adjudicateur au cours du marché.

Dans ces deux cas, la nomenclature modifiée sera notifiée au titulaire du présent marché.

Les affichages seront à adapter en fonction de l'échelle.

4-6 - Règles de géométrie et de topologie

Les objets du PCRS vecteur seront caractérisés par une géométrie vectorielle simple (lignes, points, surfaces essentiellement), dont la localisation est connue avec une précision (cf. précision requise) de façon à servir de support à une cotation des réseaux en classe de précision A du décret DT-DICT.

La géométrie des objets constitutifs du PCRS vecteur sera représentée en 3 dimensions.

Chaque objet devra être identifié avec des coordonnées planimétriques (x, y) et altimétriques (z). L'altimétrie est exigée pour les objets PCRS et, en premier lieu, au niveau des PointLevePCRS et si possible pour chaque ObjetVecteurPCRS.

Les objets du PCRS devront s'appuyer, sur des points identifiés et faisant office de points de levés (exemple de points isolés dans un nuage de point Lidar, etc.).

Les affleurants seront représentés par des polygones.

Les segments constituant les objets linéaires ne peuvent pas être de longueur nulle, c'est-à-dire qu'un segment ne peut s'appuyer sur deux points identiques ou confondus.

4.7 - Référentiel géodésique, projections et référentiel altimétrique

Les référentiels géodésiques, projections et référentiels altimétriques à utiliser sont les suivants :

- Référentiel géodésique :

Le titulaire du présent marché utilisera systématiquement les systèmes géodésiques de rattachement suivants pour la métropole : système RGF 93 et système NTF.

- Projections :

Le titulaire du présent marché livrera les données dans une projection du système RGF93 : Lambert 93 (EPSG : 2154) et une projection du système NTF Lambert zone I (EPSG : 27561)

- Référentiel altimétrique :

Le titulaire du présent marché utilisera pour la France Métropolitaine, le système de référence de rattachement altimétrique suivant : système NGF - IGN 1969.

Les unités seront exprimées en mètres.

4-8 - Précision géométrique

En application de l'arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précisions applicables aux catégories de travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités territoriales et leurs établissements publics ou exécutés pour leur compte, il est demandé au prestataire de respecter les prescriptions définies ci-après.

La classe de précision recherchée pour répondre à la classe de précision A, sera de 10 cm maximum. Dans son mémoire technique, le candidat estimera la précision de la donnée qu'il lui sera possible de restituer, néanmoins la précision planimétrique et altimétrique ne sera pas inférieure à 10 cm.

Cette classe de précision est définie suivant le modèle standard proposé par l'arrêté du 16 septembre 2003. L'échantillon de contrôle devra donc respecter les critères définis à l'article 5 de cet arrêté, avec un coefficient de sécurité égal à 2.

4-9 - Niveau d'exhaustivité

Le critère d'exhaustivité mesure la présence ou l'absence d'objets levés ainsi que leur conformité géométrique par rapport à la réalité du terrain. Dans le cadre de ce marché, c'est un niveau maximum d'exhaustivité qui est attendu. Le niveau minimum d'exhaustivité exigé est de 90% par rapport aux clichés. Il est ainsi imposé que les objets produits par le titulaire du marché soient bien relevés et conformes à la réalité du terrain.

Le pouvoir adjudicateur réalisera des contrôles par sondage pour vérifier le niveau d'exhaustivité des plans livrés.

4-10 - Eléments à restituer à titre indicatif

Le plan représentera tous les objets apparents à la surface du sol ou situés au-dessus du sol sur les images aériennes :

- Les clôtures, murs de clôtures et haies formant clôtures en recherchant leur axe. Ces éléments pourront être placés dans une couche « indéfini » s'ils ne peuvent être identifiés.
- Les bâtiments (saisis au niveau des débords des toits et avec des points d'altitude indiquant le point le plus haut du faîtage et de l'égout ;
- D'une manière générale, les limites apparentes du domaine public ;
- Les limites des trottoirs au niveau des fils d'eau ;
- Des points cotés seront restitués à l'axe des carrefours et à l'axe des voies tous les 10 mètres. Quand cela est possible, un point coté sera restitué au seuil des bâtiments (à quelques centimètres à l'extérieur de la façade).
- Emprise des escaliers par des lignes continues
- Les éléments de signalisation verticale seront restitués sous forme de cercle de même taille ;
- Les abris bus, kiosques, constructions légères, seront restitués sous forme d'emprises hors tout ;

- Les avaloirs, grilles avaloirs, caniveaux à grilles et gargouilles d'eau pluviale seront restitués s'ils sont visibles.
- Les bouches incendie, poteaux (éclairage public, électricité et télécom), potelets, d'emprise au sol circulaire seront restitués sous forme de disques dont la taille correspond à l'emprise au sol ou d'un point ;
- Les tampons sur voiries (eaux pluviales et eaux usées), bouches à clé (eau potable et gaz), regards (électricité et éclairage public) seront restitués sous forme de disques dont la taille correspond à l'emprise au sol ou d'un point mais pourront ne pas être affectés à un réseau.

Chapitre 5 - Livrables attendus dans le cadre d'un PCRS image

5-1 - Mission de prise de vues

Avant exécution de la prise de vue :

- Le projet de plan de vol sur support numérique au format shp
- Le tableau de recouvrements en % en amont de la prise de vue en XLS
- Les autorisations et habilitations de vol en PDF
- Le(s) certificat(s) de calibration de(s) la caméra(s) en PDF

Après exécution de la prise de vue :

- Le plan de vol réel sur support numérique au format shp
- Le tableau de recouvrement en % pour chaque couple de clichés en XLS
- Le rapport de vol et les renseignements sur les conditions météorologiques en PDF
- Le certificat d'étalonnage de la chambre de prise de vues en PDF
- L'horodatage des clichés en XLS

5-2 - Prise de vues aériennes

Les clichés seront livrés en format tif compressé afin de faciliter l'exploitation en stéréo, corrigés des effets de vignettage et des différences d'éclairément, accompagnés des éléments suivants :

- Le certificat d'étalonnage de la chambre de prise de vues en PDF;
- Un tableau d'assemblage numérique au format PDF et SHP ;
- Un fichier (Excel) détaillant, cliché par cliché, l'orientation la plus précise possible des images (position des sommets, angles de la prise de vue), avec l'estimation de la précision de cette orientation ;
- La calibration de la caméra.

Caméra	Certificat de calibration	En format PDF
Géoréférencement	Fichier d'orientation au format texte « IDImage XYZ OPK IDCaméra »	XYZ en Lambert-93 et en Lambert zone I et altitude IGN69 et OPK en degrés dans le repère tangent local au cliché

La cohérence des informations sera scrupuleusement respectée (exemple : identifiant du cliché dans le géoréférencement porte exactement le nom du fichier photo).

Les zones du territoire soumises à réglementation spécifique devront apparaître sur les images qui les montrent d'une manière conforme à ladite réglementation.

5-3 - Stéréopréparation et aérotriangulation

Le Prestataire remettra à l'issue des travaux de stéréopréparation et d'aérotriangulation :

- Les éléments de trajectographie (données de la centrale inertielle) de la forme IDCliche,Time,X,Y,Z,O,P,K ;
- Un rapport sur la conduite des opérations ;
- Un rapport des résultats issus du calcul d'aérotriangulation (format bingo ou inpho) **pour chacun des systèmes de projection demandés** ;
- La liste des coordonnées clichés et terrain de tous les points d'appui, de liaison et de contrôle issus de la stéréopréparation et de l'aérotriangulation ;
- Les fiches signalétiques et la nature des points d'appui et de contrôle stéréopréparés comportant les photos et croquis de repérage. (annexe 4)

5-4 - Modèle Numérique de Terrain

Le pouvoir adjudicateur laisse au prestataire l'initiative du MNT qu'il explicitera et justifiera dans le mémoire technique.

La méthodologie choisie devra garantir la classe de précision demandée pour la confection des orthophotoplans.

Le MNT sera enrichi des points masses nécessaires à la fiabilisation de la modélisation et des lignes de rupture naturelles ou artificielles correspondant à des infrastructures. Les ouvrages d'art seront redressés.

Le MNT produit sera livré sous la forme d'un fichier ASCII, d'un fichier GRID et d'un fichier xyz accompagné d'une donnée vectorielle signalant les secteurs modifiés. Les lignes de forces et points de masses seront également livrées ainsi que les lignes de rupture, le tout dans les systèmes de projection Lambert 93 (EPSG 2154) et Lambert Zone 1 (EPSG :27561).

5-5 - Lignes de mosaïquage

Le prestataire produira le fichier des lignes de mosaïquage dans un format PDF et SHP.

5-6 - Photographies et Orthophotographies couleur

Les photographies aériennes ayant servi de base à la réalisation des orthophotoplans seront livrées en 8 bits au format Tiff et compressés (même compression que les orthophotoplans).

Les orthophotoplans à 5 cm pixel, et les orthophotoplans rééchantillonnés à 20cm et 1 m pixel seront fournis dans les systèmes de projection Lambert 93 (EPSG 2154) et Lambert Zone 1 (EPSG :27561). **Les éléments relatifs au géoréférencement et au système de projection sont inclus dans les fichiers images.**

Les formats attendus sont les suivants :

- Jpeg 2000 compressé (90%) contenant le géoréférencement et le SRID avec fichier jgw associé.
- YCBCR pour l'espace radiométrique + fichier tuilé + 4 niveaux d'aperçus internes compressés en jpeg (+10% du poids du fichier) ainsi que le géoréférencement dans le fichier image et le SRID, accompagné d'un tfw Contenant le géoréférencement.

5-8 - Support de livraison du PCRS Image

- **Double livraison** sur disques OU NAS suivant les volumes avec les livrables anticipés pour la photogrammétrie.
- **Double livraison sur disques durs** avec les livrables finaux (orthophotographies + ensemble des livrables restants).

Les supports sont fournis par l'opérateur économique. Les supports deviennent propriété du SIEM à la livraison.

Chapitre 6 - Livrables attendus dans le cadre d'un PCRS vecteur

6-1 - Formats des livrables

Le prestataire livrera une version SIG du plan photogrammétrique aux formats SIG Shape et GML, conformément à la nomenclature décrite dans l'annexe 2 (le GML devra être conforme au modèle PCRS du CNIG et le format shape devra être conforme au gabarit fourni par le pouvoir adjudicateur, les fichiers shapes pourront être accompagnés de fichiers QML permettant de définir l'habillage et le style d'affichage), dans les systèmes de projection RGF93 / Lambert 93 (EPSG:2154) et Lambert zone I associée au système géodésique NTF (EPSG :27561), par commune et par EPCI. La livraison de ces fichiers pourra se faire en fonction du volume sur clef USB ou sur disque dur.

Les fichiers GML

Exemple : **51_2021_L93_51363** :

- 51 désigne le département de la Marne,
- 2021 est l'année de la prise de vue,
- L93 correspond à la projection ici Lambert 93 (EPSG 2154)
- 51363 est le code INSEE de la zone survolée

Les fichiers shape seront livrés par commune sous la forme d'un dossier nommé de la façon suivante :

51_AAAA_PROJ_xxxxx

Exemple : **51_2021_L93_51363** :

- 51 désigne le département de la Marne,
- 2021 est l'année de la prise de vue, 2021
- L93 correspond à la projection ici Lambert 93 (EPSG 2154)
- 51363 est le code INSEE de la zone survolée

Dans ce dossier, seront placés tous les fichiers shape correspondant à la commune.

Des fichiers QML pourront les accompagner, le maître d'ouvrage pourra les valider.

Pour chaque territoire livré au pouvoir adjudicateur, le titulaire fournira un rapport conforme à l'annexe 3.

Avant livraison, les fichiers devront subir des contrôles de structure et d'exhaustivité de la part du titulaire du présent marché afin de respecter les spécifications du présent document et ses annexes. Ces rapports de contrôles devront être fournis.

Les supports sont fournis par le maître d'œuvre. Les supports restent propriété du SIEM.

Chapitre 7 – Structuration Générale de la livraison

Les livrables seront organisés en suivant l'arborescence de répertoire suivante :

Données	Format	Dossier à livrer	Livraison
Le projet de plan de vol	SHP	1-Projet-de-plan-de-vol	Plan de vol théorique Avant exécution de la prise de vue
Le tableau des recouvrements théoriques	XLSX	2-Tableaux-de-recouvrements-theoriques	
Autorisations et habilitations de vol	PDF/DOC	3-Autorisations-et-habilitations-de-vol	
Certificat(s) de calibration de(s) la caméra(s)	PDF	4-Certificat-de-calibration-de-la-camera-et-certificat-etalonage	
Plan de vol réel	SHP	5-Plan-de-vol-réel	Plan de vol réel Après exécution de la prise de vue
Certificat d'étalonnage de la chambre de prises de vues	PDF	4-Certificat-de-calibration-de-la-camera-et-certificat-etalonage	
Horodatage des clichés	XLS	5-Plan-de-vol-réel	
Tableau de recouvrement en % pour chaque couple de clichés	XLSX	6-Tableaux-de-recouvrements-reels	
Rapport de vol et renseignements sur les conditions météorologiques	PDF	7-Rapports-de-vol	
Tableau d'assemblage des emprises au sol	SHP	5-Plan-de-vol-reel	Clichés bruts Après la fin de la prise de vue
Certificat d'étalonnage de la chambre de prises de vues	PDF	4-Certificat-de-calibration-de-la-camera-et-certificat-etalonage	
Photographies unitaires couleur	TIFF	8-Photos-brutes-couleurs-naturelles-RVB-8bits	
Fichier d'orientation (X, Y, Z, O, P, K, ID Camera) en degré ou grade	XLS/TXT	9-Trajectographies-brutes-GNSS-IMU	
Certificat(s) de calibration de(s) la caméra(s)	PDF	4-Certificat-de-calibration-de-la-camera-et-certificat-etalonage	
Données de la centrale inertielle (ID cliché, Time, X,Y,Z,O,P,K,ID Camera)	XLS	10-Aerotriangulation	Aerotriangulation et Stéréopréparation
Rapport sur l'aerotriangulation et résidus observés	PDF	10-Aerotriangulation	
Rapport des résultats issus du calcul d'aerotriangulation	Bingo ou Inpho	10-Aerotriangulation	
Fiches signalétiques des points de stéréopréparation	PDF	11-Stereopréparation	
Liste des coordonnées cliché et terrain des points d'appui, de liaison	XLS	11-Stereopréparation	

et de contrôle issus de la stéréopréparation et de l'aérotriangulation			
Les fiches signalétiques et la nature des points d'appui et de contrôle stéréopréparés comportant les photos et les croquis de repérage (annexe3)	PDF	11-Stereopréparation	
MNT	XYZ/GRID/ASCII	12-MNT	
MNT-secteurs modifiés	SHP	12-MNT	
Lignes de forces, lignes de ruptures, points de masses	SHP	12-MNT	
Orthophotoplans à 5cm/pixel	Jpeg2000 et TIFF	13-Orthophoto/LZI/5cm/JPEG et 13-Orthophoto/LZI/5cm/YCBB	Orthophotographies
Orthophotoplans à 5cm/pixel	Jpeg2000 et TIFF	13-Orthophoto/LZI/5cm/JPEG et 13-Orthophoto/LZI/5cm/YCBB	
Orthophotoplans à 20cm/pixel	Jpeg2000 et TIFF	13-Orthophoto/LZI/5cm/JPEG et 13-Orthophoto/LZI/5cm/YCBB	
Orthophotoplans à 20cm/pixel	Jpeg2000 et TIFF	13-Orthophoto/LZI/20cm/JPEG et 13-Orthophoto/LZI/20cm/YCBB	
Orthophotoplans à 100cm/pixel	Jpeg2000 et TIFF	13-Orthophoto/LZI/100cm/JPEG et 13-Orthophoto/LZI/100cm/YCBB	
Orthophotoplans à 100cm/pixel	Jpeg2000 et TIFF	13-Orthophoto/LZI/5cm/JPEG et 13-Orthophoto/LZI/5cm/YCBB	
Lignes de mosaïquage	PDF et SHP	14-Lignes-de-Mosaïcage	
Dallage	SHP	15-dallage	
Fichiers vecteurs par commune	GML/SHP/QML	16-Vecteurs/INSEE/SHP et 16-Vecteurs/INSEE/GML	Fichiers vecteurs

Chapitre 8 – Contrôle des livrables

Après chaque livraison d'une partie de territoire, le SIEM vérifiera le respect :

- Des contraintes techniques du présent CCTP et de ses annexes ;
- Des prescriptions du mémoire cadre remis par le titulaire du marché dans le cadre de son offre.

Les contrôles des données livrées par le prestataire s'effectueront sur les points suivants :

A la réception de l'aérotriangulation et des clichés orientés :

- Contrôle des résultats de l'aérotriangulation (précision, homogénéité, trajectographie, ...).
- Comparaison des points topographiques levés et des points photo stéréo restitués.

A la réception des orthophotos :

- Comparaison des points topographiques levés et des points vus sur l'orthophotographie
- La vérification du respect du gabarit d'erreurs.

Seront également contrôlé notamment :

- La lisibilité des supports,
- La conformité des livrables,
- L'exhaustivité,
- Le respect des règles de nommage et de la charte graphique,
- La précision sémantique,
- La structuration des données,
- La cohérence avec l'existant,
- La qualité du trait.

Le respect des classes de précision attendues sera contrôlé selon les règles définies par l'arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques.

En cas d'écarts, d'absences, d'éléments ou de codification erronés, le prestataire livrera un nouveau fichier numérique conforme sans frais supplémentaires. De plus, s'il s'avère que le fichier n'est pas compatible avec les SIG des partenaires, le prestataire fournira un nouveau fichier intégrant les corrections nécessaires à sa mise en conformité.

Chapitre 9 - Propriété et usage des données

Les droits de propriété des données produites (images, vecteurs, données d'aérotriangulation, orthophotographie, MNT et nuage de points...) seront intégralement transférés au SIEM.

9-1 - Métadonnées

A l'issue des travaux, les métadonnées relatives aux orthophotographies, aux vecteurs et MNT devront être renseignées sur la base des principaux champs de la norme ISO19115 (ceux obligatoires de la Directive INSPIRE).

9-2 - Délais de réalisation

Le prestataire proposera un planning de réalisation réaliste et détaillera ses délais de livraison en fonction de la méthode utilisée et des moyens mis en œuvre. Sa proposition de planning fera apparaître les opérations éventuellement réalisées en parallèle.

La prise de vue doit être réalisée en une seule fois dans l'année en cours de la commande et non étalée dans le temps. Le délai entre la fin de la prise de vue, la livraison de l'orthophotographie et la livraison de vecteurs devra être précisé. Pour rappel, les livrables intermédiaires seront à fournir deux mois après la prise de vue.

9-3 - Garantie

Une garantie est demandée sur l'ensemble des données livrées. Celle-ci permettra de faire corriger par le titulaire les éventuelles anomalies détectées par les utilisateurs des données.

La durée de la garantie sera de **2 ans. La date d'effet de la garantie pour chaque commande sera celle du PV de réception globale rédigé par le SIEM et remis au prestataire.**

Le prestataire s'engage par ailleurs à conserver les données durant une période de 3 ans à compter de la date d'effet de la garantie.

En cas d'anomalie(s) constatée(s) le SIEM la signalera au prestataire à l'aide d'un PV d'anomalie. Le prestataire relivrera les anomalies transmises, corrigées dans un délai de 2 semaines à compter de la date du PV d'anomalie rédigé par le SIEM durant toute la période couverte par la garantie.

Annexe 1 : Liste des communes et des zones

Voir fichier Annexe 1 – Liste des communes par zone et secteur. Zip contenant :

- Annexe 1 - liste communes secteur zone.shp,
- Annexe 1 - liste communes secteur zone.shx,
- Annexe 1 - liste communes secteur zone.dbf,
- Annexe 1 - liste communes secteur zone.prj

Annexe 2 : nomenclature PCRS

Voir fichier Annexe 2 -Nomenclature PCRS.xlsx

Annexe 3 : Rapport de Production

Voir Annexe 3 _rapport de production.pdf

Annexe 4 : Cadrage pour la fiche de point d'appui

Voir Annexe 4_cadrage_fiche_point_appui.pdf

Annexe 5 : Zones urbaines denses

Voir fichier Annexe 4 – zones_urbaines_denses. Zip contenant :

- zones_urbaines_denses.shp,
- zones_urbaines_denses.shx,
- zones_urbaines_denses.dbf,
- zones_urbaines_denses.prj