

Spécifications techniques particulières pour les acquisitions aériennes

1 – Détermination de la période de vol

En fonction des caractéristiques de la zone à couvrir, la période de vol devra respecter un compromis entre la réduction des ombres portées et la minimisation des masques dus au couvert végétal. Elle sera arrêtée en concertation avec Enedis.

Ainsi :

- une zone dite urbaine (c'est-à-dire pour cette spécification : avec des rues étroites, des bâtiments hauts) et peu d'arbres en bordure des voies de circulation favorisera une période de vol limitant les ombres (hauteur solaire minimum de 50°, possibilité de vol « été »)
- une zone peu urbaine, avec de nombreux arbres à feuillage caduque favorisera une période de vol limitant les masques du couvert végétal (hauteur solaire minimum de 30°, possibilité de vol « hiver »)

La hauteur solaire ne pourra dans tous les cas être inférieure à 30°.

Une attention particulière devra être portée pour que les conditions d'ensoleillement soient optimales sur l'ensemble des versants des massifs montagneux quelle que soit leur exposition. Par ailleurs, les conditions de prise de vue doivent être optimisées pour permettre le meilleur traitement radiométrique des ombres.

Le projet de plan de vol devra être établi en conséquence.

2 - Paramètres de prise de vue

Les candidats préciseront dans leur offre, pour chaque zone de vol, les paramètres suivants :

Dm	dévers max dans la partie utile de l'image (%)
B	base intercliché (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 camera (mm)
t	taille du photosite dans le capteur (micron m)

Par ailleurs, le recouvrement longitudinal des clichés sera *a minima* de 70% ; le recouvrement transversal sera *a minima* de 55%.

Les candidats pourront proposer dans leur offre l'acquisition de prises de vues obliques respectant les spécifications de ce document.

2 – Résolution

La prise de vues devra respecter une résolution au sol de 5 cm / pixel avec une tolérance de +/- 1 cm / pixel.

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 - 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, quel que soit leur orientation.

4 – Dévers des orthophotographies

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

Les candidats indiqueront dans leur offre le pourcentage de dévers maximum du produit orthophotographique.

Le pourcentage de dévers devra être inférieur ou égal à 30%.

Sur les parties urbanisées, le pourcentage de dévers devra être inférieur à 18%. Dans les quartiers les plus denses, le pourcentage de dévers devra être limité à 10%.

Ces zones seront définies en concertation avec Enedis.

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 de la zone.

4 – 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. Le Prestataire justifiera de l'exactitude planimétrique de l'orthophotographie avec notamment le détail sur le modèle numérique de terrain utilisé.

5 – Précision

La précision minimale attendue en planimétrie est :

Type de données	PN (cm)	EMQ	S1	S2
		68%	29%	3% ⁽¹⁾
Aérotriangulation	5	5,8	11,7	17,5
Pointé sur couples stéréo	7,5	8,8	17,5	26,3
Orthophotoplan	7,5	8,8	17,5	26,3

La précision minimale attendue en altimétrie est :

	PN (cm)	EMQ	S1	S2
		68%	29%	3%
Couples stéréoscopiques	10,7	12,0	25,3	38,0

⁽¹⁾ Les pourcentages de distribution sont empiriques et approchent une distribution normale.



6 – 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, traitement des ombres...). 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 le Prestataire devra donc permettre de distinguer le maximum d'information. Le choix de la solution se fera en concertation avec Enedis sur la base d'échantillons produits par le Prestataire.

7 – Mosaïquage et dallage

Les lignes de mosaïquage doivent préserver au maximum la continuité de la forme des objets cartographique, la voirie publique, les zones de sursol (bâti, ponts, lignes HT...).

A l'issue du travail de mosaïquage, le découpage de l'image à 5 cm devra être effectué en dalles de dimension 200 m x 200 m avec des hectomètres XXXX et YYYYY pairs, dans la projection Lambert 93 et nommées de la manière suivante :

- AAAA_XXXX_YYYYY_RRRR.ext :
 - 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, ...).

La livraison des orthophotographies devra être proposée en dalles pleines.

Il est demandé au Prestataire un ré-échantillonnage de l'orthophotographie couleur pour permettre l'utilisation des orthos à des échelles différentes de l'échelle de référence cartographique 1/200.

8 – Livrables d'acquisition pour un lever aérien

Plan de vol réel

Plan de vol réel sur support numérique au format PDF et [DGN / SHP / KML].

Tableau de recouvrement

Tableau de recouvrement en % pour chaque couple de clichés.

Rapport de vol

Rapport de vol avec renseignements sur les conditions météorologiques.



Prises de vues

Le Prestataire devra fournir les photographies en TIFF, corrigés des effets de vignettage et des différences d'éclairage, accompagnées des éléments suivants :

- le certificat d'étalonnage de la chambre de prise de vues ;
- un tableau d'assemblage numérique au format PDF et [DGN ou 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 altitude IGN69 et OPK en degrés dans le repère tangent local au cliché

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

Ceci est à fournir dans un délai d'un mois après la fin la prise de vue.

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

Livrables de 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) ;
- 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.

Livrables du Modèle Numérique de Terrain

Le Prestataire livrera le MNT sous la forme d'un fichier ASCII et d'un fichier GRID accompagné d'une donnée vectorielle signalant les secteurs modifiés.

Mosaïquage

Le prestataire remettra le fichier des lignes de mosaïquage au format PDF et [DGN ou SHP].

Orthophoto-plan couleur

Le Prestataire devra fournir à l'Entreprise les orthophotoplans à 5 cm sous la forme de fichiers Geotiff avec les paramètres suivants : compression jpeg (90%) + YCBCR pour l'espace radiométrique + fichier tuilé + 4 niveaux d'aperçus internes compressés en jpeg (+10% du poids du fichier) , ainsi que la projection dans le fichier tfw.

9 – Support de livraison

- Disque dur avec les livrables finaux (orthophotographie + ensemble des livrables). Il est demandé au Prestataire de fournir 3 disques durs ainsi définis.

