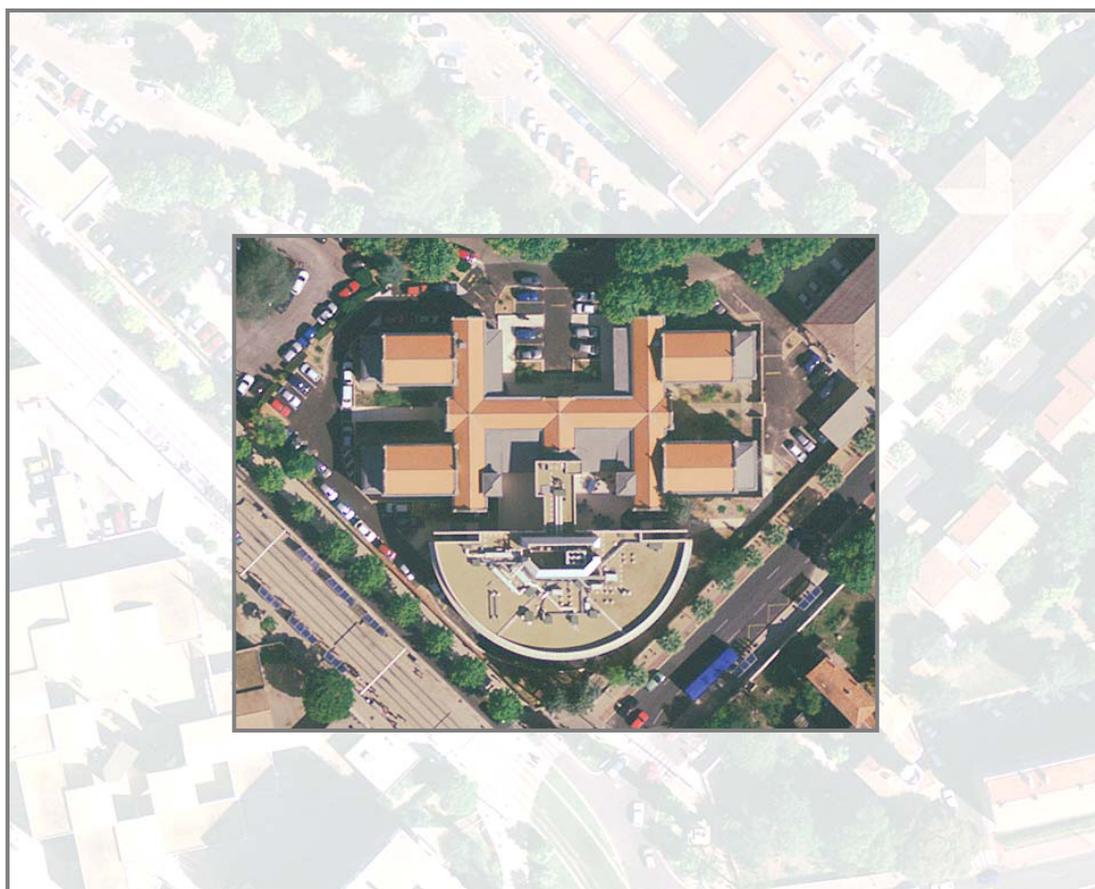


Acquérir un orthophotoplan numérique
Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP



Contact : Serge Mang – GAIAGO

s.mang@gaiago.fr 04 37 45 29 93

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	GAIAGO 31 mars 2010
Document ressource	Page 2 sur 2

SOMMAIRE

1	<i>Introduction</i>	3
2	<i>La résolution</i>	4
2.1	L'évolution technologique	4
2.2	La résolution native	4
2.3	Le rééchantillonnage	6
3	<i>La précision</i>	7
3.1	L'exercice croissant de la responsabilité	7
3.2	Quelques éléments de « précision »	7
3.3	Le redressement des ouvrages	10
4	<i>Le dévers maximal des bâtiments</i>	12
4.1	Origine du phénomène	12
4.2	Comment réduire le dévers ?	12
4.3	Les limites de l'ortho vraie	13
4.4	Les compromis possibles	15
5	<i>Les conditions de la prise de vue</i>	17
5.1	La saison de la prise de vue	17
5.2	Les hauteurs solaires de la prise de vue	18
5.3	Les contraintes de marées	19
5.4	Les autres contraintes	19
6	<i>Les couleur et la radiométrie</i>	21
6.1	Les canaux d'acquisition	21
6.2	Les contrastes colorimétriques	21
6.3	Les contrastes radiométriques	22
6.4	Les nuages et les ombres portées des nuages	24
6.5	Le mosaïquage	24
7	<i>Les formats</i>	25
8	<i>Les métadonnées</i>	26
9	<i>Les livrables</i>	27

<p>Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 3 sur 3

1 Introduction

Une orthophotographie, aussi appelée orthophotoplan (orthophoto dans la suite de ce document), est souvent caractérisée en premier lieu par son échelle d'utilisation, et maintenant, par sa résolution, c'est-à-dire la taille réelle sur le terrain que représente chaque pixel des images. On parle alors de GSD (Ground Sample Distance). Cette caractérisation a parfois tendance à occulter partiellement, voire totalement, les autres caractéristiques d'une orthophoto, notamment la précision, le dévers des bâtiments, les qualités radiométriques, les hauteurs solaires de la prise de vue, les métadonnées, les droits d'utilisation, la date et la saison de la prise de vue, etc...

Les cahiers des charges d'acquisition d'orthophoto peuvent parfois négliger certaines de ces caractéristiques, et inciter les producteurs de données à interpréter les spécifications non pas en fonction de critères de qualité, mais en fonction de leurs seules contraintes de coût de production.

Par exemple, un cahier des charges ne spécifiant pas assez précisément les aspects liés aux hauteurs solaires lors de la prise de vue (angle des rayons du soleil avec l'horizontale) mais demandant simplement que la prise de vue soit effectuée au plus près du solstice d'été, peut donner toute latitude au producteur pour voler toute la journée, jusqu'à 21 heure le 21 juin, ce qui ne remettra pas en cause sa bonne foi, mais ce qui risquera de produire des photographies avec des ombres très allongées. Ce cas n'est qu'un exemple des risques pris à ne pas produire un cahier des charges suffisamment cadré. La bonne spécification aurait été de préciser plutôt une hauteur solaire que des critères liés entre dates et heures.

Parallèlement, le contexte français de l'information géographique change, avec l'apparition depuis quelques années des plate-formes publiques régionales et départementales, l'arrivée de la directive européenne INSPIRE, et l'émergence de la donnée libre. Le marché particulier de la photographie aérienne a été bouleversé par deux éléments clé : la démocratisation des orthophotos, que ce soit auprès des professionnels qu'auprès du grand public, et les révolutions technologiques des caméras numériques, modifiant considérablement la profession du fait des investissements initiaux importants, et de la baisse constante du coût de main d'œuvre. Les outils de visualisation, de diffusion et d'analyse ont également fortement évolué, permettant, grâce au haut débit et à l'interopérabilité, de servir des images haute résolution directement en mode ASP, ou sous la forme de Web Services. Ce progrès technique a permis d'accroître la demande.

Technicité du produit et évolution rapide du marché sont deux bonnes raisons de proposer quelques conseils aux maîtres d'ouvrage pour leur futur CCTP d'acquisition ou de renouvellement d'une orthophoto. Cette fiche vise à présenter un par un les critères techniques qui caractérisent une orthophoto en précisant pour chacun d'eux la motivation du conseil, une formulation de la spécification, l'importance du critère, et les outils de contrôle existants.

La lecture de ce document peut être complétée du document suivant « Acquérir un orthophotoplan / Modèle de Cahier des Charges », qui propose, à la lumière des éléments techniques présentés ici, un cahier des charges type, directement utilisable pour passer un marché d'acquisition d'orthophoto.

2 La résolution

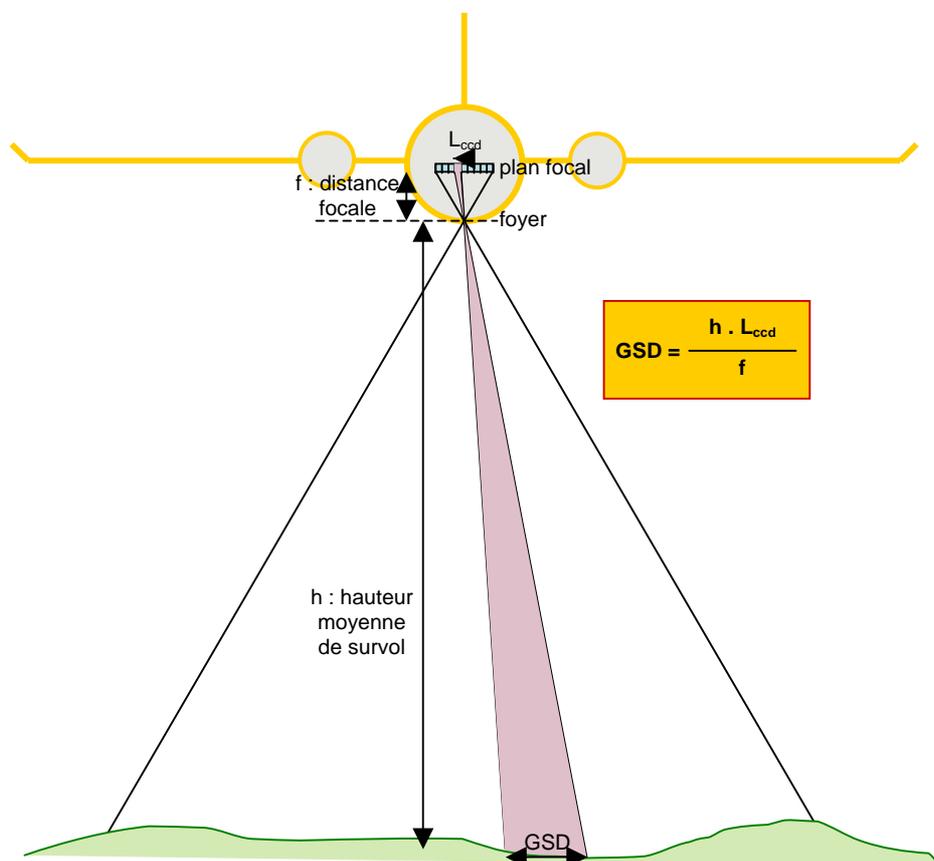
2.1 L'évolution technologique

Jusqu'au début des années 2000, on ne parlait pas de résolution pour une photographie aérienne, mais d'échelle de la prise de vue. Désormais, l'avènement de l'ère du numérique change la donne. La notion d'échelle n'est plus pertinente, car elle dépend du support de la projection de l'image : écran de téléphone portable, rétroprojection sur écran géant, écran d'ordinateur, impression au format A3 d'une image très agrandie, etc... Un cm mesuré sur un écran géant ne correspondra pas à la même distance sur le terrain qu'un cm mesuré sur un écran de téléphone portable.

En revanche, on parle maintenant de résolution, c'est à dire la dimension que représente sur le terrain un pixel de l'image (quelle portion du terrain a été « vue » par chaque capteur élémentaire de mon appareil photo numérique ?). On distingue la résolution native et la résolution rééchantillonnée, encore appelée résolution finale.

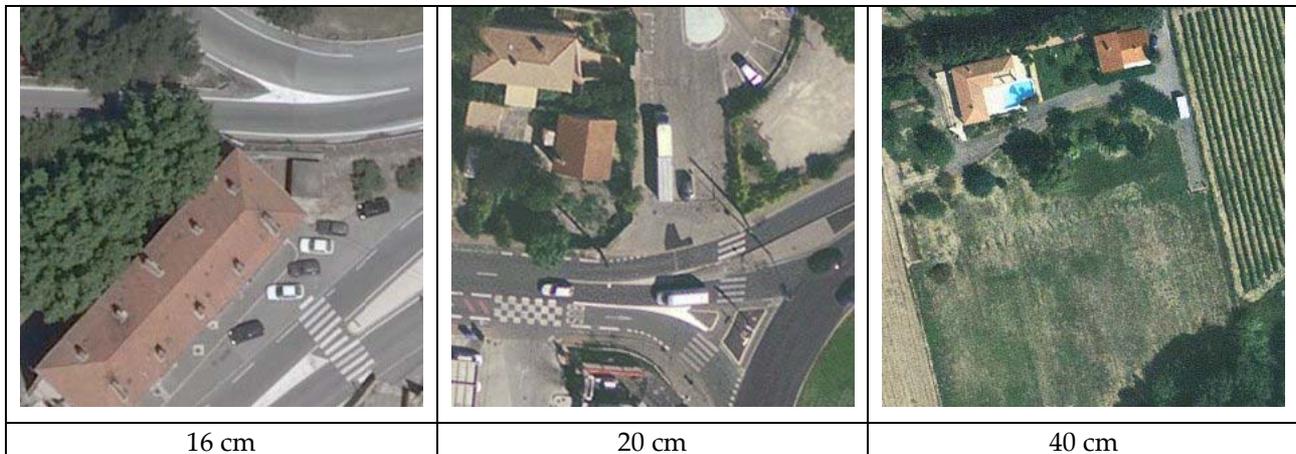
2.2 La résolution native

La résolution native, c'est-à-dire la résolution des clichés bruts ne dépend que de la focale de l'objectif de la caméra, de la taille des capteurs CCD du plan focal (les capteurs élémentaires de l'appareil photo numérique), et de la hauteur de survol. C'est-à-dire de deux paramètres provenant de la caméra elle-même, et d'un paramètre associé à la prise de vue.



Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	GAIAGO 31 mars 2010
Document ressource	Page 5 sur 5

Exemples de clichés à différentes résolutions :



Plusieurs résolutions peuvent également être demandées. Par exemple, on peut souhaiter obtenir l'orthophoto rééchantillonnée à 40 cm (alors qu'elle était de résolution native de 16 cm au départ) pour des affichages volontairement dégradés ou plus rapides pour certaines applications.

Si l'on souhaite une résolution « basse » (c'est à dire correspondant à une taille de pixel élevée, comme 1 m par exemple), il est préférable de s'orienter vers des orthophotos satellitaires, moins chères à résolution équivalente.

CRITERE	RESOLUTION NATIVE
Importance	A préciser obligatoirement
Exemple de formulation	« La résolution native moyenne ne devra pas être supérieure à X cm. La résolution native pourra être supérieure à cette valeur sur au plus 10% du territoire. Elle ne pourra en aucun cas être supérieure à 25% de la résolution moyenne. »
Moyens de contrôle	1) Calcul de la hauteur standard nécessaire à l'acquisition d'images à la résolution spécifiée en fonction du certificat de calibration de la caméra (à demander dans les livrables, même pour des données sur étagère) et des spécifications constructeur de la caméra. Le premier fournit la distance focale réelle de la caméra utilisée (souvent différente de plusieurs pour cents de la focale théorique), et le second donne la taille des capteurs CCD élémentaires. 2) Analyse du rapport de vol (à demander dans les livrables également), 3) Soustraction entre les altitudes de vol et les altitudes du modèle numérique de terrain (celui du producteur, si c'est un livrable, le MNT du maître d'ouvrage ou de la NASA sinon), pour connaître les hauteurs réelles de survol. 4) Comparaison de ces hauteurs avec la hauteur standard calculée en 1.

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	GAIAGO 31 mars 2010
Document ressource	Page 6 sur 6

2.3 Le rééchantillonnage

Le rééchantillonnage est une pratique courante et dangereuse. Courante parce que la plupart des producteurs y ont recours, et dangereuse parce qu'ils ne communiquent pas systématiquement sur le rééchantillonnage des images. Il convient d'anticiper ce danger dans le cahier des charges.

Le traitement numérique des images permet en effet facilement de convertir un pixel initial de X cm en un pixel de 2/3 de X, voir 1/2 de X pour augmenter artificiellement la résolution des images. Il en résulte une dégradation de la lisibilité de l'image, donc de son exploitation dans le SIG.

Dans le cas d'un sous échantillonnage des pixels chaque pixel initial est divisé en pixels plus petits, la couleur de ces nouveaux pixels étant extrapolée de ses voisins.

Image issue d'une prise de vue. Le pointillé représente la limite réelle de l'objet. Ex. : pixel de 1 m	Image sous échantillonnée (pixel divisé par 4). La limite devient plus floue à la même échelle de représentation. Ex. : pixel restitué de 50 cm.
Résolution native de la prise de vue	Résolution finale de l'orthophoto

Le rééchantillonnage ne réinvente pas l'information qui n'existait pas dans les pixels d'origine.

Les écarts entre résolution native et résolution livrée peuvent être supérieurs à 33%. Par exemple, la BD ORTHO® (IGN), vendue comme étant de résolution 50 cm, a une résolution native, sur de nombreux départements, de 70 cm. Le produit IA-DEP® (InterAtlas), réalisé en 30 cm est ensuite rééchantillonné à 25.

CRITERE	REECHANTILLONNAGE
Importance	A préciser obligatoirement
Exemple de formulation	« La résolution finale n'excèdera pas X cm. » (ou « ...Z% de la résolution native »).
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ● Mesure directe des pixels dans son SIG. ● Nombre de pixels par dalle de 1 km x 1 km. Par exemple, une ortho rééchantillonnée à 20 cm (ou directement en 20 cm) doit comporter 5 pixels par côté d'un mètre, soit 25 pixels par m², soit encore 25 millions de pixels par fichier si les fichiers sont des dalles de 1 km x 1 km.

<p>Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Éléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	<p>GAIAGO 31 mars 2010</p>
<p>Document ressource</p>	<p>Page 7 sur 7</p>

3 La précision

3.1 *L'exercice croissant de la responsabilité*

La responsabilité du maître d'ouvrage vis à vis des données géographique est de plus en plus évoquée. Le maître d'ouvrage, lorsqu'il commande une orthophoto, et qu'il la met à disposition d'usages sensibles, est responsable de sa qualité. La qualité d'une orthophoto, dans ce cadre là, s'exprime d'abord et surtout par le critère de la précision géométrique du produit.

L'arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision concerne la précision des données topographiques, et notamment des orthophotos acquises par les Maîtres d'Ouvrage publics ou délégataires de service public. Il modifie le cadre juridique des marchés d'acquisition, car le Maître d'Ouvrage ne peut plus imposer au Maître d'œuvre des moyens de production mais des résultats. Il devient illégal, par exemple, d'imposer une caméra donnée. En revanche, le Maître d'Ouvrage doit pouvoir fournir des informations de précision à ses utilisateurs (métadonnées), de manière à fixer le cadre de l'utilisation des données (exemple extrême : on n'utilisera pas une orthophoto de précision 70 cm pour réaliser des travaux impliquant des réseaux de gaz à proximité).

3.2 *Quelques éléments de « précision »*

La résolution au sol donne une mesure de la lisibilité de l'image et non de sa précision. Plus la résolution au sol est grande (et à condition que les pixels ne soient pas ré-échantillonnés), moins il sera possible de distinguer le détail des objets. L'échelle limite d'affichage, au-delà de laquelle l'image n'est plus lisible, sera d'autant plus petite.

Avec un pixel de 20 cm, l'image reste lisible au-delà du 1/1.000. Avec un pixel de 2 m, l'image n'est plus lisible au-delà du 1/10.000.

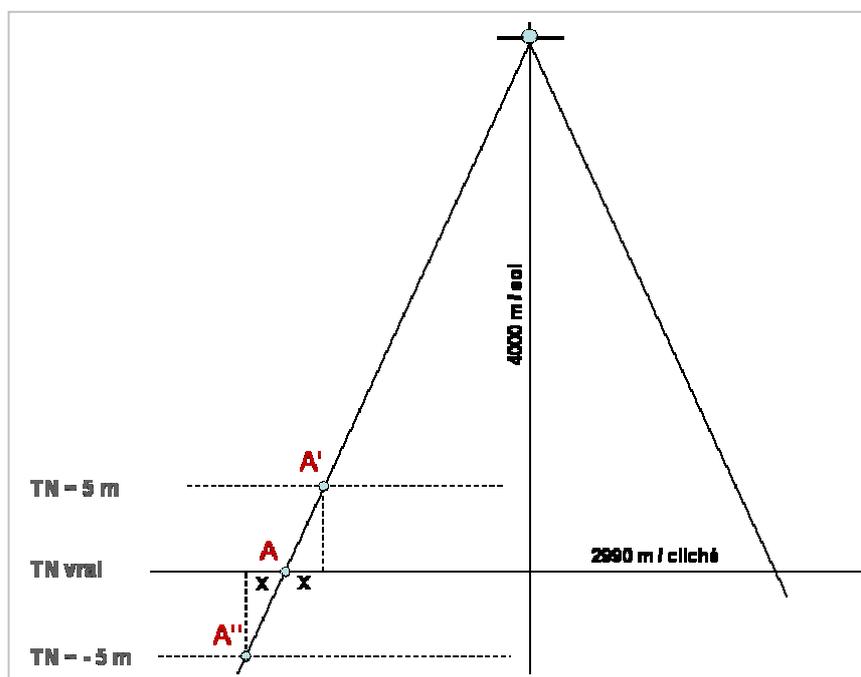
Mais **l'orthophotoplan est aussi un plan**. Sa précision géométrique sera donc essentielle pour effectuer des mesures de longueur, d'angles ou de surfaces directement sur l'orthophotoplan, ou pour superposer l'image avec des données vectorielles.

Il y a souvent confusion dans la communication relative à la qualité d'une orthophoto entre la précision et la résolution.

La résolution n'impacte que la lisibilité de l'image. Par principe, on considère que la taille minimum d'un objet pour qu'il soit visible sur une orthophoto nécessite la présence d'au moins 4 pixels. Cela signifie que sur une orthophoto de 20 cm de résolution au sol, on est sûr de distinguer un objet de 40 cm x 40 cm, et que sur une orthophoto de 50 cm de résolution au sol, on est sûr de distinguer un objet de 1 m x 1m. Concrètement, dans le premier cas, on pourra distinguer 80 % du marquage au sol d'une voie, contre 40 % dans le deuxième cas.

La précision géométrique, en revanche, ne se voit pas directement, sauf lorsqu'on superpose l'orthophoto avec une couverture vectorielle dont on connaît la précision. Elle définit l'écart en XY entre l'image et la réalité du terrain. Les conséquences d'une mauvaise précision, et surtout d'une précision qu'on ne connaît pas, peuvent rendre pour le moins hasardeuse l'utilisation de la donnée.

La correction de l'image issue de la prise de vue pour tenir compte des déformations dues au relief du sol se fait par projection de l'image sur un modèle numérique de terrain. Cette étape s'appelle l'orthorectification. Cette projection sur une représentation approchée du sol génère des écarts planimétriques selon le schéma suivant :



Pour un MNT supposé à 5 m de précision en Z, le pixel photographié en A sera projeté soit en A', soit en A'' selon le sens du MNT, selon la formule suivante :

$$X_{\max} = \Delta_{TN} \cdot L_{\max} / h_{\text{moy}}$$

Dans le cas de la figure précédente, l'application numérique donne $X = (5 \times 2990) / 4000 = 3,73\text{m}$.

L'écart planimétrique sera ici de plus ou moins 3,73m (pour un pixel de 50 cm au sol dans cet exemple).

En fonction de la qualité du MNT cette précision devient :

Précision du MNT (en m)	Précision de l'orthophotoplan (en m)
± 1,00	± 0,75
± 2,00	± 1,50
± 5,00	± 3,75

Exemple d'une prise de vue 20 cm réalisée avec une caméra UltraCam X et orthorectifiée sur un MNT d'une précision de 50 cm :

$$\Delta_{TN} = 0,5 \text{ m}$$

$L_{\max} = N_{\text{ccd}} \cdot R / 2 = 14430 \times 0,20 / 2 = 1443 \text{ m}$ (N_{ccd} est le nombre de capteurs CCD sur la largeur de l'image, laquelle est plus importante que sa longueur : 9420 capteurs CCD, et R est la résolution de l'image)

$$h_{\text{moy}} = R \cdot f / L_{\text{ccd}} = 2770 \text{ m} \text{ (} f = 100 \text{ mm et } L_{\text{ccd}} = 7,2 \text{ } \mu\text{m)}$$

$$X = (0,5 \times 1443) / 2770 = 0,26 \text{ m.}$$

- Résolution au sol : 20 cm
- Précision du MNT : 50 cm
- Précision géométrique : 26 cm

L'écart calculé ici dépend d'une part de la précision en Z des points du MNT, mais également du pas de ce MNT, étant donné que les altitudes calculées entre chaque point du MNT ne sont que des interpolations, et que ces interpolations ne correspondent pas au terrain réel. Par exemple, un MNT au pas de 25 m peut, selon

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	GAIAGO 31 mars 2010
Document ressource	Page 9 sur 9

l'emplacement des points, éviter un fossé important ou une élévation ponctuelle du terrain. Si tel est le cas, l'orthorectification n'en sera que moins précise.

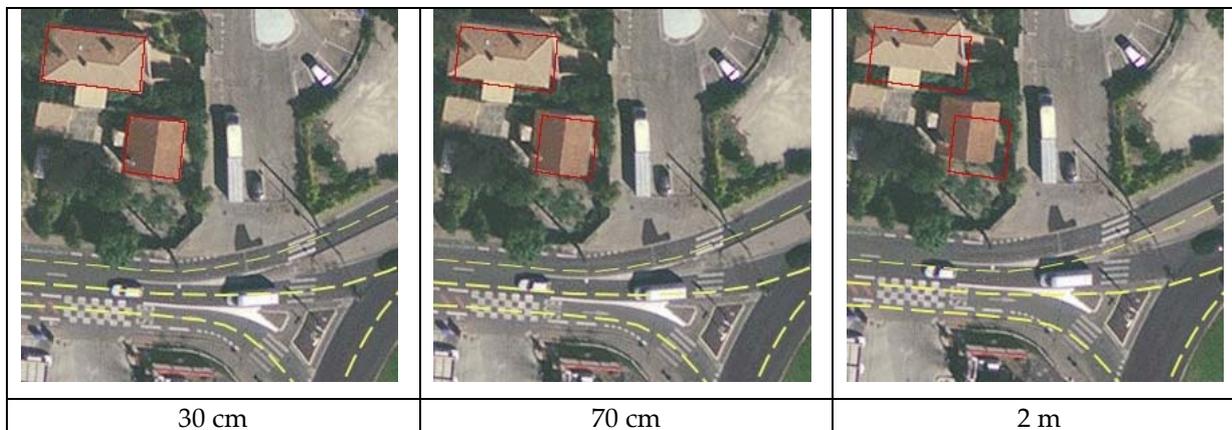
Il faut ajouter que moins on utilise les bords des clichés, plus la photo est « vue » verticalement, et donc, moins les imprécisions d'altitude induisent de déformation lors de la projection (cf. figure précédente). Par conséquent, augmenter le recouvrement (entre les axes de vol et entre les clichés) améliore de fait la précision.

Enfin, la précision dépend également de la qualité optique des appareils de prise de vue utilisés. En effet, si les lentilles sont de mauvaises qualité, les rayons lumineux peuvent être légèrement déviés et déformer les images.

Pour résumer, la précision de l'orthophoto dépend principalement :

- De la qualité de l'aérotriangulation et du rattachement (recalage des images entre elles et par rapport à des points connus avec une précision centimétrique)
- De la précision du MNT (incertitude d'altitude de chaque point)
- Du pas du MNT (distance entre les points de la grille)
- Du recouvrement entre les bandes de vol et entre les clichés
- De la qualité optique des capteurs

Exemples d'orthophotos avec différentes précisions :



Une orthophoto de résolution 20 cm à la précision géométrique moyenne de 30 cm est plus exploitable qu'une orthophoto de résolution 12 cm à la précision géométrique moyenne d'1 m.

La précision géométrique ne peut pas être meilleure que 1,5 fois la résolution.

CRITERE	PRECISION GEOMETRIQUE
Importance	Obligatoire, sauf pour des utilisations purement orientées communication
Exemple de formulation	« La classe de précision demandée est au plus de [X cm]. » Depuis l'arrêté sur les classes de précision, le maître d'ouvrage n'a plus la possibilité d'imposer au producteur les moyens, il peut seulement imposer les

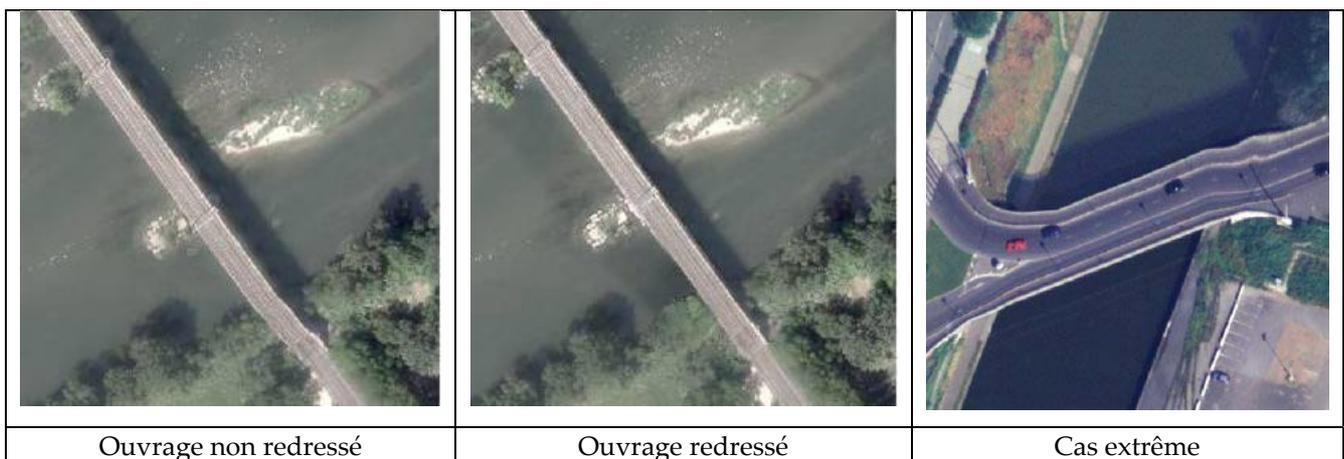
Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	GAIAGO 31 mars 2010
Document ressource	Page 10 sur 10

	<p>résultats. Néanmoins, le maître d'ouvrage a un droit de regard sur les moyens mis en œuvre (caméra utilisée, GPS, station embarquée, plate-forme gyrostabilisée, logiciels de traitement, MNT utilisé, réseau géodésique de rattachement, etc...). Il peut s'assurer que le MNT sera d'une précision analogue en exigeant que ce MNT soit issu de la même prise de vue, au même titre que l'orthophoto, calculé par corrélation automatique (plus contrôle et corrections manuelles) et demander à ce que ce MNT soit un livrable.</p>
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle du dossier de rattachement ● Analyse des résultats de l'aérotriangulation ● Contrôle de la précision altimétrique du MNT ● Echantillonnage en mesurant des points sur le terrain et vérification de la conformité de la classe de précision annoncée du produit. Le nombre minimal de points de contrôle est imposé par le décret. ● Superposition d'une couche de données vectorielles dont on connaît parfaitement la précision, et comparaison visuelle

3.3 Le redressement des ouvrages

Cette opération constitue un cas particulier.

Si le MNT (modèle numérique de terrain) utilisé pour l'orthorectification n'intègre pas les tabliers des ouvrages, le pont est projeté sur le terrain naturel. Il apparaît donc comme étant « tordu », et il n'est pas à sa vraie place géographique. Il faut donc faire figurer dans le MNE (modèle numérique d'élévation) le tablier du pont afin d'obtenir sa rectification.



Il faut donc disposer d'un MNE particulièrement dense et précis, de façon à utiliser les lignes de rupture que constituent les tabliers. Ce rendu typique d'une image déformée se produit plus généralement dès qu'on ne prend pas en compte les cassures nettes du terrain (fils d'eau, lignes de crêtes, haut et bas de talus, de falaises, de digues, etc...)

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 11 sur 11

CRITERE	REDRESSEMENT DES OUVRAGES
Importance	Obligatoire, que ce soit pour des usages de communication (aspects esthétiques non négligeables) ou pour des usages techniques (la précision géométrique est alors primordiale).
Exemple de formulation	<p>« L'orthorectification devra s'appuyer sur un MNT enrichi des lignes de ruptures définies par les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Géométrie de tous les ouvrages d'art ● Haut et bas de tous les talus de hauteur supérieure à 2 m ou de longueur supérieure à 50 m ● Fils d'eau des rivières de plus de 3 m de large et surfaces d'eau de plus de 50 m² ● Lignes de crêtes et bords de falaises comportant des cassures du terrain d'angle de pente supérieur à 45° sur moins d'un mètre de terrain. »
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ● Demander à ce que les lignes de rupture soient des livrables et les superposer sur l'ortho. Contrôler visuellement les zones accidentées ou comportant des ouvrages d'art. Vérifier visuellement que l'image ne « coule » pas. ● L'utilisation d'un modèle 3D intégrant l'ortho, le MNT et les lignes de rupture dans un viewer 3D augmente nettement l'efficacité du contrôle visuel. Les anomalies « sautent immédiatement aux yeux ».

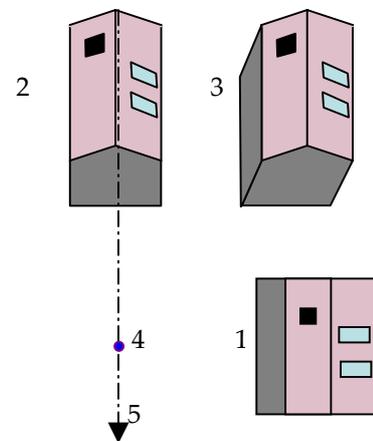
4 Le dévers maximal des bâtiments

4.1 Origine du phénomène

Du fait que les photos ne sont pas prises depuis un point infiniment éloigné, les bâtiments présentent du dévers s'ils ne sont pas situés exactement à la verticale du cliché (au nadir).

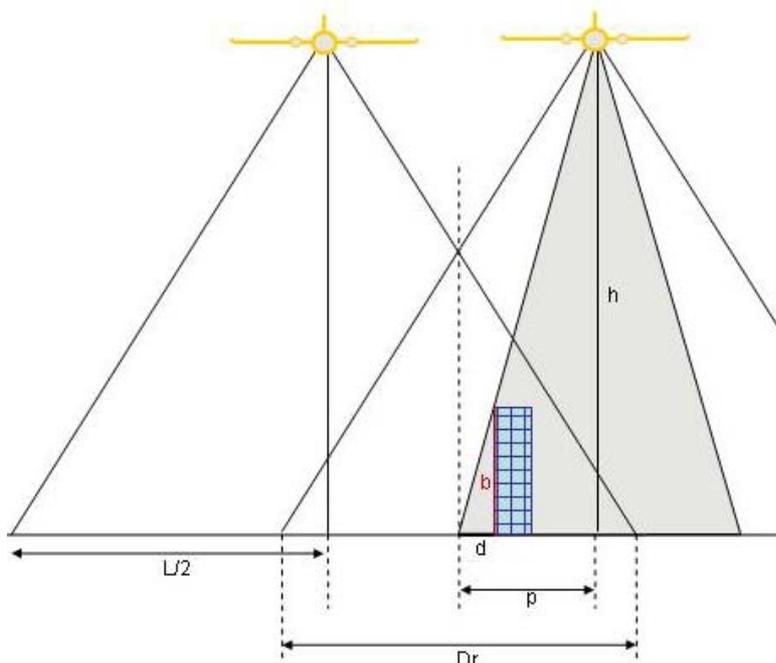
Plus l'angle de la fauchée est important, plus les bâtiments situés en bordure de cliché sont vus de « travers ». Ils présentent du dévers latéral au voisinage des bordures parallèles à l'axe de vol, et du dévers longitudinal au voisinage des bordures perpendiculaires à l'axe de vol. Ils présentent les deux (on parle de dévers transversal) lorsqu'ils sont situés à proximité des coins du cliché.

- 1 : Bâtiment ne présentant que du dévers latéral
- 2 : Bâtiment ne présentant que du dévers longitudinal
- 3 : Bâtiment présentant du dévers latéral et longitudinal (cas le plus courant)
- 4 : nadir
- 5 : axe de vol



4.2 Comment réduire le dévers ?

Pour réduire cet effet de dévers, il faut d'une part un recouvrement important des axes de vol (recouvrement latéral) d'autre part un fort recouvrement entre deux clichés successifs dans un même axe de vol (recouvrement longitudinal).



Le dévers latéral maximal se calcule ainsi :
 $dev_1 = d/b = p/h$

Par ailleurs, p est la demie distance entre les axes de vol, par construction géométrique (voir ce dessin). Cette demie distance équivaut à la partie de la largeur des clichés non recouverte par la bande voisine, c'est-à-dire à : $(1-rec_1).L$. Donc $p = (1-rec_1).L/2$

$$dev_1 = (1-rec_1).L/(2h)$$

De la même façon, le dévers longitudinal maximal s'exprime en fonction du recouvrement longitudinal rec_2 :

$$dev_2 = (1-rec_2).l/(2h)$$

Le dévers total maximal, lui, correspond à la diagonale entre le dévers latéral maximal et le dévers longitudinal maximal, c'est-à-dire :

$$\text{dev} = \sqrt{(\text{dev}_1^2 + \text{dev}_2^2)}$$

Les paramètres influant sur le dévers maximal sont donc :

- Les rapports L/h et l/h , intrinsèques à la caméra ($L/h = N_{\text{ccd}}/f$ et $l/h = N'_{\text{ccd}}/f$, où N_{ccd} et N'_{ccd} sont respectivement le nombre de capteurs CCD en largeur et en longueur de la caméra).
- Les recouvrements latéraux et longitudinaux retenus pour le vol. Ce sont des paramètres relatifs à la prise de vue.

En augmentant suffisamment les recouvrements, il est même possible de supprimer le dévers des bâtiments en les redressant individuellement un par un. Dans ce cas, on parle d'ortho vraie.

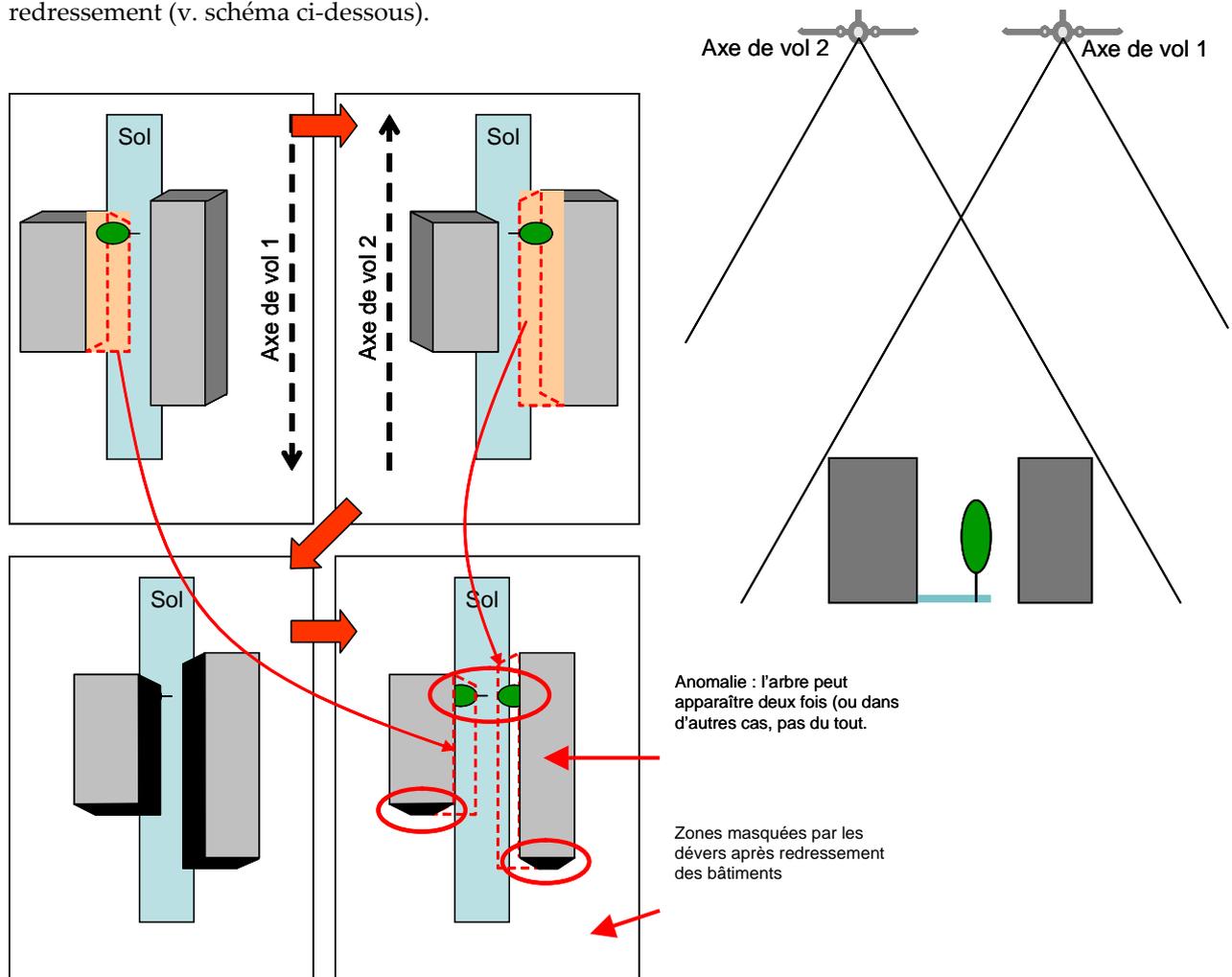
4.3 Les limites de l'ortho vraie

Qu'est ce qu'une orthophoto dite « vraie » ?

On appelle ortho vraie une orthophoto dont tous les bâtiments ont été redressés, c'est-à-dire que les bâtiments ne présentent plus aucun dévers. Les toits sont exactement situés au-dessus du sol, on ne voit plus les façades. Ceci permet d'avoir la position exacte des emprises des bâtiments.

Comment réalise-t-on une ortho « vraie » ?

Pour redresser les bâtiments, il faut connaître les pixels masqués par leur dévers sur tous leurs côtés, de façon, par la suite, à recoller cette information manquante sur les zones dites noires laissées par le redressement (v. schéma ci-dessous).



<p>Acquérir un orthophotoplan numérique</p> <p><i>Éléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	<p>GAIAGO</p> <p>31 mars 2010</p>
<p>Document ressource</p>	<p>Page 14 sur 14</p>

Pour augmenter les chances de « voir » le terrain situé au pied des édifices, il est nécessaire de densifier les axes de vols pour augmenter le recouvrement latéral. Pour les mêmes raisons, on raccourcit la distance entre chaque cliché au sein d'un même axe de vol de façon à avoir plus de recouvrement longitudinal. De cette façon, théoriquement, chaque bâtiment sera vu de tous ses côtés, découvrant ainsi le sol situé à son pied tout autour de sa base.

De plus, augmenter les recouvrements permet de réduire les dévers, et donc, d'avoir moins de zones masquées pour chaque bâtiment.

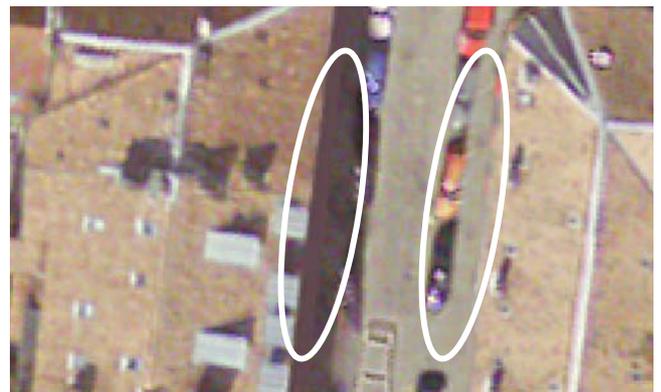
Inconvénients des ortho-vraies

Dans le schéma précédent, on peut voir que les traitements de redressement des bâtiments peuvent présenter des anomalies, notamment si des arbres ou des constructions plus petites sont situés au pied d'édifices de grande hauteur qui pourraient les masquer. Ceci se produit fréquemment en centre-ville.

Par ailleurs, si théoriquement, le fait d'augmenter les recouvrements permet de redresser plus facilement les bâtiments, dans la pratique, on constate que l'ortho « vraie » n'est pas toujours possible.

Si l'on prend l'exemple d'une rue étroite et sinueuse, il y aura toujours des portions de la ruelle en « biais » par rapport aux axes de vol : ni parallèles, ni perpendiculaires.

La combinaison de cette caractéristique et de l'étroitesse de la ruelle impliquera que le sol pourra ne jamais être vu, sur aucun cliché, même avec des recouvrements supérieurs à 90%. Certaines zones seront forcément masquées. Le même phénomène se produira dans les cours étroites d'immeubles hauts (en centre ville, notamment). Dans ces cas là, soit l'orthophoto comporte des zones « noires », peu esthétiques, soit il faut réinventer l'information, ce qui peut donner des résultats insatisfaisants, comme le montre l'image n°1 ci-contre.



1) Deux exemples de zones « réinventées ».

Le traitement peut se faire automatiquement, mais il peut générer des anomalies, comme le montre l'image n°2 ci-contre, où l'information manquante a été remplacée par un simple copier-coller de la zone voisine, ce qui donne deux rangées identiques de voitures garées.



2) Exemple d'anomalie de traitement automatique.

<p>Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	<p>GAIAGO 31 mars 2010</p>
<p>Document ressource</p>	<p>Page 15 sur 15</p>

Ce genre de traitements peut parfois induire des anomalies géométriques dans le cas de groupements d'immeubles imbriqués, conduisant à des défauts de lisibilité (image n°3 ci-contre).



3) Exemple de géométrie complexe peu lisible.

Les forts recouvrements imposés pour réaliser une ortho vraie impliquent de jeter la quasi-totalité de l'image, à part le centre (image n°4). Pour information, passer d'un recouvrement latéral de 60% à un recouvrement latéral de 80% double le nombre d'axes de vol, et donc double l'ordre de grandeur du coût de la prise de vue.



4) Empreinte utile pour la réalisation d'une ortho vraie sur un seul cliché (recouvrements 80% - 80%).

Parfois, la rectification du bâti va encore plus loin : certains Maîtres d'Ouvrage vont même jusqu'à demander que la végétation et les pylônes soient redressés selon les mêmes principes techniques.

Malheureusement, ces objets contiennent une certaine transparence, et ce qui sera vu entre les branches, ou entre les croisées métalliques des pylônes ne pourra pas être reprojeté comme il faut. Le résultat ne pourra que difficilement donner des images compréhensibles.

Le surcoût engendré par l'ortho vraie vient en grande partie du coût important de restitution des toitures des bâtiments de manière à recréer un modèle numérique d'élévation, étape préalable pour redresser les images. Ce surcoût est de plus en plus souvent mutualisé avec d'autres projets, notamment la réalisation d'une maquette 3D.

4.4 Les compromis possibles

Exemples d'orthophotos dont les bâtiments présentent des dévers différents :

<p>50%</p>	<p>30%</p>	<p>0% - ortho vraie</p>

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 16 sur 16

Lorsqu'on souhaite éviter des dévers trop importants, on peut privilégier des recouvrements forts sans pour autant qu'il en résulte le surcoût d'une ortho vraie. En milieu urbain dense, des recouvrements de 60% / 80% (respectivement latéraux et longitudinaux) suffisent à limiter considérablement le dévers. Redresser le bâti apporte surtout un surcoût et des aberrations picturales sans pour autant apporter une plus value notable sur le plan des applications. En milieu rural ou péri-urbain pavillonnaire et commercial, des recouvrements de 30% / 60% suffisent largement.

Exemple de dévers calculés en fonction des recouvrements pour une prise de vue réalisée à partir d'une caméra UltraCam X :

recouvrement longitudinal	60	60	60	80
recouvrement latéral	30	50	60	60
dévers longitudinal maxi	14%	14%	14%	7%
dévers latéral maxi	36%	26%	21%	21%
dévers maxi	39%	29%	25%	22%

Un dévers maxi de 29% signifiera que les bords des toits des bâtiments de 10 m (trois étages) seront décalés de leur position réelle d'au plus 2,9 m sur l'orthophoto (15 pixels sur une orthophoto de résolution 20 cm).

CRITERE	DEVERS
Importance	Obligatoire
Exemple de formulation	Là encore, le maître d'ouvrage ne peut imposer des moyens (recouvrements, fortement dépendants du choix de la caméra), mais des résultats : « les bâtiments ne devront pas avoir un dévers de plus de 30% ». Au producteur, ensuite, de choisir ses recouvrements en fonction de la spécification de ce critère.
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse du rapport de vol et calcul des dévers à partir des recouvrements latéraux et longitudinaux calculés. • Mesure du décalage des toits des bâtiments apparaissant comme déversant le plus, et dont on connaît la hauteur. • Superposition de données topo du bâti dont on connaît la précision (et dont la précision est jugée très bonne).

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 17 sur 17

5 Les conditions de la prise de vue

5.1 La saison de la prise de vue

Les prises de vue hiver, où la végétation est dégarnie et ne masque donc pas le sol, où l'air est souvent plus pur et où les contrastes sont plus doux, permettent d'avoir des images plus claires mais paradoxalement moins esthétiques (souvent plus grises et rougeâtres). Les applications de ces produits sont plutôt techniques (gestion de réseau ou de mobilier urbain, travaux, connaissance du territoire, inventaire des piscines...). Sur les hauteurs, les risques d'avoir de la neige sont inévitables, et peuvent donner des résultats surprenants qu'il convient d'anticiper : la neige masque la vraie nature du sol et du relief et sa réverbération est très forte (l'image peut être localement surexposée). Néanmoins, on peut spécifier une surface enneigée maximale possible.

En revanche, les prises de vue printemps ou été permettent d'avoir des images très belles, avec des verts puissants, qui rendent le terrain très attractif. La végétation touffue masque des proportions importantes du sol, notamment des petites routes en forêt, des portions de rues, des jardins, des habitations basses, etc... Les ombres sont moins étendues mais plus contrastées, donc plus sombres. Ces orthophotos sont alors plutôt destinées à des usages de communication (projets d'aménagement, marketing territorial, tourisme, immobilier, concertation...).

Les prises de vue automne sont souvent très esthétiques, et à ranger plutôt dans la seconde catégorie. Les couleurs sont particulières (ocres, jaunes, oranges, rouges de la végétation) et portent, en elles-mêmes, un message, qui peut nuire ou au contraire renforcer un usage.

Ce qu'il faut absolument éviter, c'est d'avoir une prise de vue étalée, qui risquerait de donner un rendu hétérogène (parties du territoire photographiées en février et d'autres en fin avril). L'effet est une compilation des inconvénients de chaque saison (peu esthétique et peu lisible) sans les avantages.

Enfin, il faut savoir qu'une prise de vue hiver peut coûter plus cher étant donné que :

- Moins d'acteurs sur le même territoire pourraient être intéressés pour l'acheter (potentiel de mutualisation des coûts moindre)
- Les journées sont plus courtes, ce qui a pour effet que les coûts fixes liés notamment à la mobilisation de l'avion et de la caméra sont répercutés sur moins d'heures utiles (et donc moins de surface utile de territoire couvert).

CRITERE	SAISON DE LA PRISE DE VUE
Importance	Obligatoire
Exemple de formulation	« La prise de vue devra être réalisée entre les dates D0 et D0 + 2 mois. Ce délais peut être dépassé en cas de force majeure (mauvaises conditions météorologiques durant toute la période, éruption volcanique, incendie de forêt, problèmes exceptionnels et non anticipables d'autorisations de survol, enneigement trop important), sous réserve que le producteur produise la preuve de ces conditions particulières (rapports météo, dossiers administratifs de demandes d'autorisation de survol indiquant les difficultés rencontrées et les démarches anticipées, rapports des vols indiquant les refus d'autorisation de survol notifiés en vol), et sous réserve que le producteur s'engage à terminer la prise de vue en priorité sur ses autres chantiers »

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Éléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	GAIAGO 31 mars 2010
Document ressource	Page 18 sur 18

Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse des rapports de vol.
--------------------	--

5.2 Les hauteurs solaires de la prise de vue

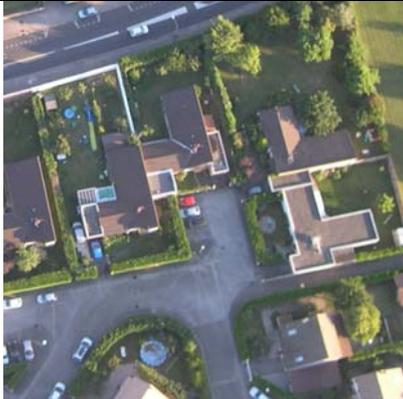
Une autre caractéristique des orthophotos est la hauteur solaire de la prise de vue. Les ombres portées des objets tridimensionnels tels les arbres et surtout, les constructions, ou encore les reliefs peuvent diminuer la lisibilité de l'information, voire la masquer.

Il convient donc de s'assurer que ces ombres soient minimales en surface (hauteur solaire importante), ou bien peu influentes sur la radiométrie (bons contrastes, effets d'ombres peu marqués).

En France, au solstice d'été, environ vers 14h00, la hauteur solaire est maximale. Dans le Nord, elle atteint 64 degrés, et dans le Sud, 70 degrés. Etant donné que la France n'est pas située entre les deux tropiques, à aucun moment, le soleil ne peut être totalement au zénith, ce qui provoque forcément des ombres portées.

En général, plus le soleil est haut, plus les zones exposées à l'incidence de ses rayons sont lumineuses, et donc, plus les ombres, par contraste, apparaissent sombres. Il convient alors d'utiliser des capteurs sensibles, proposant une dynamique des images importante, codant les informations d'intensité lumineuse sur plus de 8 bits (12, voire 16 bits), de façon à assurer que les informations présentes dans les ombres seront effectivement photographiées, et qu'un post-traitement de l'image permettra de les faire ressurgir à l'œil humain par correction des contrastes dans les ombres.

Voici deux exemples d'orthophotos prises avec des hauteurs solaires différentes :

	
60° de hauteur solaire	15° de hauteur solaire
Ombres très noires mais peu nombreuses	Ombres très lisibles mais très étendues

Selon les usages, ce critère peut être d'importance relativement basse, surtout avec les possibilités de post-traitement (relèvement des contrastes) offertes par les technologies numériques. Il peut être plus judicieux d'imposer une certaine lisibilité dans les ombres que des hauteurs solaires pour limiter les ombres, car, au final, c'est bien la lisibilité de l'image qui importe. Respecter les hauteurs solaires imposées par le Maître d'Ouvrage peut s'avérer extrêmement contraignant pour le producteur, qui doit déjà jongler entre les contraintes mécaniques (entretiens des 50 heures, des 100 heures, ennuis mécaniques, ravitaillements toutes les 4 à 6 heures, ainsi que les contraintes météorologiques, administratives (autorisations de survol) et altimétriques (changement des altitudes du sol en terrain accidenté, imposant des réajustements des altitudes de vol). A ces contraintes s'ajoutent éventuellement les contraintes de marée pour les photos littorales (hors Méditerranée), et les contraintes de saison. Moins la prise de vue a de contraintes, moins son coût est élevé.

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 19 sur 19

CRITERE	HAUTEURS SOLAIRES
Importance	Recommandé
Exemple de formulation	« Il doit être possible de distinguer les éléments suivants, même dans les ombres portées : regards d'assainissement, lampadaire, arrêt de bus, personne, véhicule, jardin, auvent, marquage au sol, rivière, route, voie ferrée »
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôles visuels là où les ombres sont marquées et/ou étendues. • Rapport de vol et comparaison avec les éphémérides du soleil si l'on tient absolument à ce que le producteur respecte des hauteurs solaires.

5.3 Les contraintes de marées

Dans le cas particulier des orthophotos couvrant des territoires maritimes, et notamment océaniques, une contrainte spécifique peut intervenir, celle des marées. L'objectif, le plus souvent, est de photographier le territoire le plus possible en laisse de basse mer, de manière à voir le plus possible la zone intertidale (entre les marées basse et haute). On peut donc imposer des contraintes sur les marées, mais le risque est grand de transformer la prise de vue en défi technique, à force de devoir intersecter des contraintes de survol (météo, surtout en bordure océanique, autorisations de survol, vent, marées, contraintes techniques liées à l'avion, etc...). Il faut donc admettre une certaine souplesse, à moins de faire produire un produit technique spécifique (et plus coûteux), du type l'ORTHO LITTORALE de l'IGN.

CRITERE	CONSTRAINTES DE MAREES
Importance	Recommandé uniquement en cas d'usage spécifique, attention aux surcoût et au temps de délais supplémentaire dans ce cas.
Exemple de formulation	« Les clichés incluant la zone littorale devront être réalisés à plus ou moins une heure de la marée basse. Aucun cliché adjacent de la zone littorale ne devra comporter plus d'une heure de décalage ».
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôles visuels le long du rivage pour vérifier qu'il n'y a pas de « sauts de mer » (un écart de plus d'une heure entre deux clichés adjacents peut avoir une incidence importante en terme de différence de position de la mer, créant un effet visuel gênant en plein milieu d'une plage). • Rapport de vol. Théoriquement, au moins une passe spécifique doit être faite le long du littoral, en une fois, pour garantir le respect des contraintes de marée (sur un département maritime, cette passe se fait en environ vingt minutes maxi, voire beaucoup moins avec un bimoteur).

5.4 Les autres contraintes

Certaines prises de vue très spécifiques peuvent comporter d'autres contraintes. Il convient alors au Maître d'Ouvrage de bien les spécifier, et de s'assurer des moyens de contrôler le résultat. Exemples :

- Dates restreintes de prise de vue (liées à des contraintes administrativo-agricoles comme les arrachages de vignes, ou liées à des phénomènes événementiels particuliers : catastrophe industrielle)

<p style="text-align: center;">Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	<p style="text-align: center;">GAIAGO 31 mars 2010</p>
Document ressource	Page 20 sur 20

ou naturelle, guerre, grand événement culturel, politique ou sportif à portée nationale ou internationale, etc...)

- Absence de voitures sur les parkings des zones commerciales (usage très spécifique), ce qui impose des prises de vue le dimanche (et encore...)
- D'autres contraintes encore plus spécifiques, voire folkloriques, peuvent être exprimées. A chaque fois, les surcoûts et les délais importants générés par ces besoins doivent être correctement évalués.

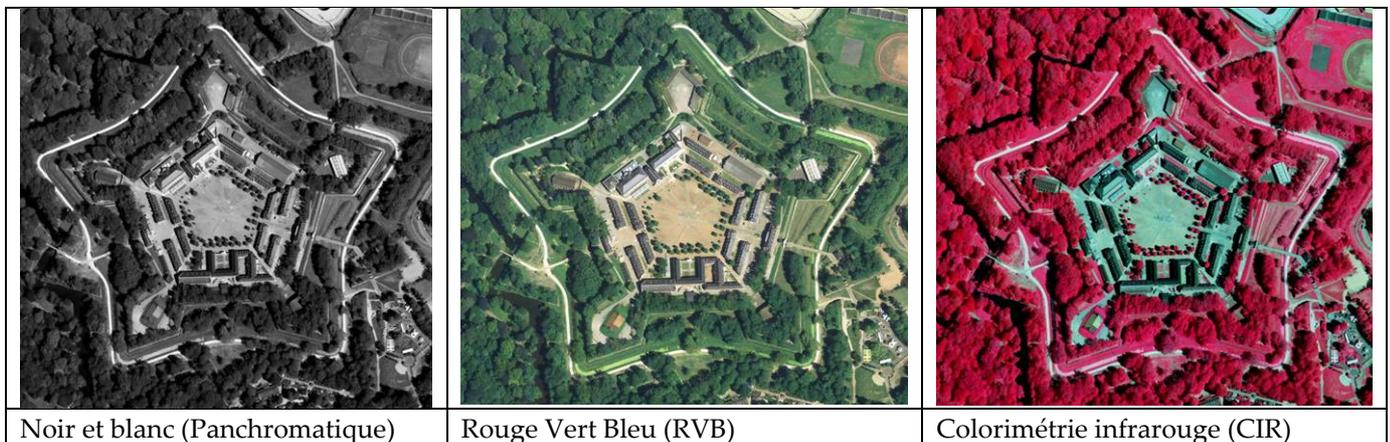
<p>Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	<p>GAIAGO 31 mars 2010</p>
<p>Document ressource</p>	<p>Page 21 sur 21</p>

6 Les couleur et la radiométrie

6.1 Les canaux d'acquisition

Les capteurs peuvent acquérir un ou plusieurs « canaux » chromatiques, c'est à dire une ou plusieurs « plages » de couleurs (rouge, vert, bleu, infrarouge), ou bien au contraire ne mesurer que les niveaux de gris (du plus clair au plus sombre), ou encore combiner l'ensemble.

A titre d'exemples, les trois couvertures noir et blanc seront le support idéal pour réaliser de la restitution vectorielle de précision, la couverture RGB (Rouge Vert Bleu) va permettre de faciliter la localisation sur le territoire et donnera une information très riche sur l'occupation du sol, enfin la couverture proche infrarouge permettra des analyses de l'état de la couverture végétale et du proche sous-sol.

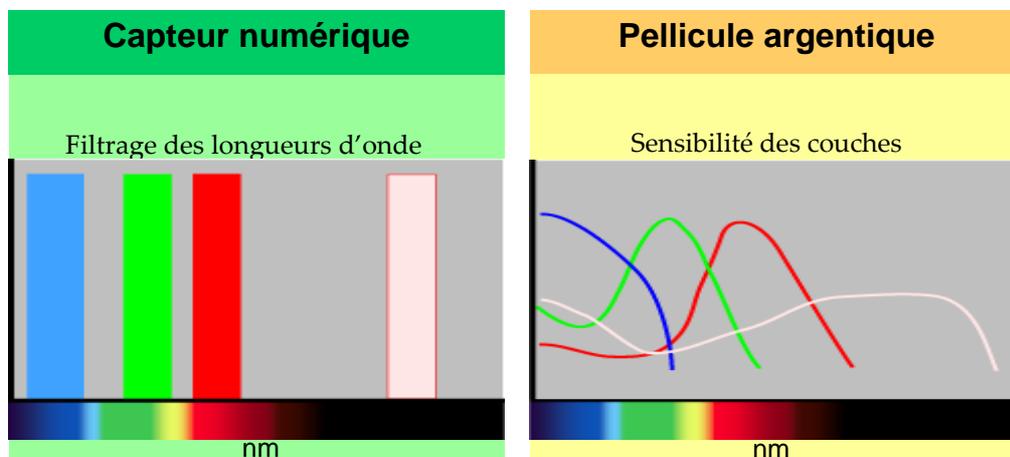


Désormais, grâce aux caméras numériques, on dispose pour une même prise de vue des canaux couleurs (rouge, vert et bleu), du noir et blanc (aussi appelé panchromatique) et du canal infrarouge proche. Ce critère n'est donc plus fondamental. Le Maître d'Ouvrage peut spécifier qu'il souhaite son orthophoto classiquement en RVB uniquement, ou qu'il désire acquérir également son orthophoto en colorimétrie IR (canaux IR, R et V décalés respectivement vers RVB). Il est recommandé dans ce cas de laisser aux producteurs la possibilité de répondre avec des options ou des variantes.

6.2 Les contrastes colorimétriques

Dans les caméras numériques, la séparation des couleurs se fait à la source par filtrage optique avant que la lumière n'arrive sur les capteurs CCD. Cette séparation des couleurs primaires pour chaque pixel donne un contraste colorimétrique beaucoup plus élevé que la chimie des pellicules argentiques. Dans le cas d'une prise de vue argentique, il y a superposition des couleurs pour une même longueur d'onde, ce qui provoque une légère pollution d'une couleur par une autre. Il en résulte une perte de contraste colorimétrique.

<p>Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Éléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i></p>	<p>GAIAGO 31 mars 2010</p>
<p>Document ressource</p>	<p>Page 22 sur 22</p>

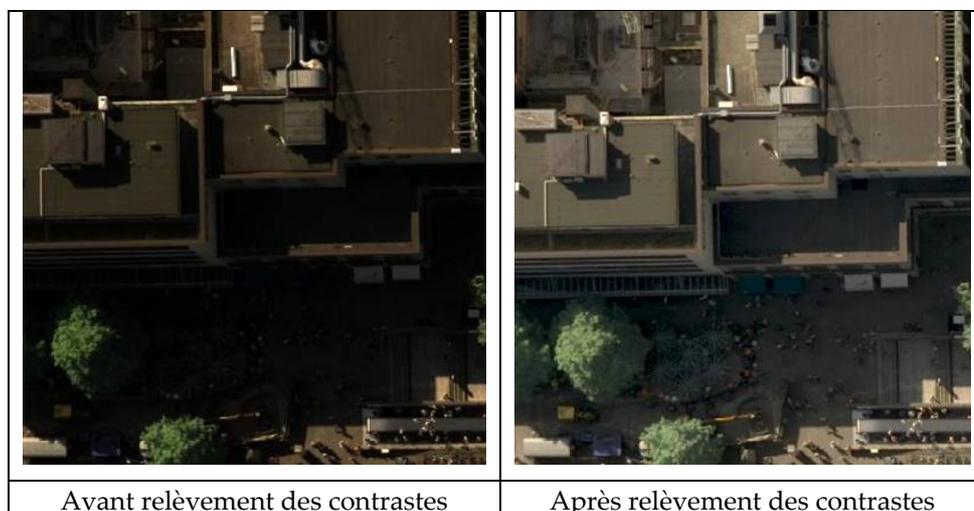


Il n'est donc plus nécessaire d'imposer des contraintes sur le filtrage des longueurs d'onde, cette caractéristique étant directement acquise par l'utilisation de la technologie numérique.

En revanche, dans le cas d'une production spécifique, le Maître d'Ouvrage peut interagir avec le producteur pour effectuer les réglages colorimétriques à partir d'un échantillon, de manière à ce que le rendu final corresponde au mieux aux couleurs naturelles du territoire. Cette possibilité n'est pas permise dans le cas de l'acquisition d'une orthophoto sur étagère.

6.3 Les contrastes radiométriques

La dynamique des images numériques est plus grande. Les clichés argentiques ne permettent pas d'enregistrer aussi finement les informations de niveaux de gris, du plus clair au plus sombre. Avec les technologies numériques actuelles classiques, chaque canal est enregistré sur 12 bits, voire 16 bits, c'est-à-dire sur 4096 niveaux de gris (voire 65000), bien plus que ce que l'œil peut déceler. Ainsi, il est possible d'affiner les traitements radiométriques sur les images de façon à faire ressortir ce qui était a priori « caché » dans les ombres, pour de meilleurs contrastes radiométriques.



Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 23 sur 23

CRITERE	RADIOMETRIE
Importance	Obligatoire
Exemple de formulation	<p>« Il doit être possible de distinguer les éléments suivants, même dans les ombres portées : regards d'assainissement, lampadaire, arrêt de bus, personne, véhicule, jardin, auvent, marquage au sol, rivière, route, voie ferrée...</p> <p>Les couleurs doivent correspondre à la réalité. [Dans le cas d'une production d'orthophoto nécessitant une prise de vue spécifique,] elles seront réglées grâce aux échantillons d'orthophotographie que le prestataire mettra à disposition du maître d'ouvrage avant de lancer la production sur l'ensemble du territoire demandé.</p> <p>Artefacts : l'image ne devra comporter aucun artefact du type : éclats trop brillants, phénomène de hotspot, ombres trop sombres, surfaces éclairées trop blanches. Les aberrations optiques ne seront pas tolérées (lumières anormales, véhicules fantômes, etc...).</p> <p>Eau : les reflets sur les surfaces d'eau dépendent de l'heure de la prise de vue et des conditions de vent et peuvent empêcher un rendu homogène de ces surfaces d'eau. Il conviendra donc d'utiliser au maximum les ponts ou les contours des ombres portées de la végétation ou des bâtiments sur l'eau pour faire passer les lignes de mosaïquage (cf. § 6.5) de manière à limiter au maximum les changements de texture d'une même surface d'eau.</p> <p>Homogénéité radiométrique sur l'ensemble du territoire : le réglage de la radiométrie devra rendre invisible les écarts radiométriques entre les bandes de vol de telle sorte que l'ensemble du territoire soit homogène. »</p>
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôles visuels là où les ombres sont marquées, là où la lumière est très forte (sable, toits blancs, eau, neige, métal) et là où il y a des surfaces d'eau. ● Contrôles visuels en affichant le territoire en vue d'ensemble, pour voir si toutes les parties du territoire sont radiométriquement homogènes.

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Éléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 24 sur 24

6.4 Les nuages et les ombres portées des nuages

Les nuages ou les ombres portées des nuages peuvent rendre l'image localement illisible ou esthétiquement très dégradée. Néanmoins, si quelques cumulus masquent très localement des zones naturelles peu fréquentées, ou si l'ombre d'un cumulus assombrit la moitié d'un village, les conséquences en terme d'usage ne sont pas rédhibitoires.

On peut donc tolérer quelques nuages et quelques ombres portées, tant qu'ils ne masquent pas ou ne dégradent pas des zones sensibles.

CRITERE	COUVERTURE NUAGEUSE
Importance	Recommandé
Exemple de formulation	« L'orthophoto ne devra contenir aucun nuage et aucune ombre portée de nuage sur les zones habitées, et dans tous les cas, l'ensemble de l'image ne devra pas contenir plus de 5% de nuages (en proportion de la surface) »
Moyens de contrôle	Contrôle visuel directement sur l'orthophoto. Contrôle du dossier météorologique du rapport de vol (nébulosité égale à 0 ou 1 octat).

6.5 Le mosaïquage

Les images sont reconstituées à partir de plusieurs clichés, qui peuvent avoir été pris dans des conditions différentes de végétation, d'angle de vue, et d'éclairage du soleil (heures différentes, journées différentes, mois différents). Le choix des lignes de mosaïquage qui séparent les pixels venant d'un cliché de ceux venant d'un autre cliché sur l'image reconstituée doit être tel que la ligne soit la moins visible possible en l'appuyant sur des éléments naturels ou artificiels tels que :

Chemins, haies, routes, bordures de parcelle agricole, rivières (un côté ou l'autre de la rivière), voies ferrée, murs, palissades, enclos...

CRITERE	MOSAIQUAGE
Importance	Recommandé
Exemple de formulation	« Les lignes de mosaïquage devront s'appuyer au maximum sur des éléments visibles du terrain (axe de communication, haie, bord de rivières, limites de parcelle, limite de forêt...) »
Moyens de contrôle	Contrôle visuel en superposant les lignes de mosaïquage directement sur l'orthophoto (demander à ce que ces lignes constituent un livrable).

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 25 sur 25

7 Les formats

Les formats, au sens large, incluent non seulement les formats des fichiers, mais les noms et tailles des dalles, ainsi que les systèmes de référence utilisés pour le géoréférencement.

CRITERE	FORMATS DES LIVRABLES
Importance	Obligatoire
Exemple de formulation	<p>« Formats des fichiers :</p> <p>Natif : TIF 24 bits (3x8 bits/canal) et fichiers de géoréférencement associés (TFW)</p> <p>Compressé : ECW – taux de compression de 10 (l'image ne fait plus que 10% de son poids initial)</p> <p>Taille des dalles : format TIF : 1 km x 1 km, format ECW : 5 km x 5 km ; [ou demander un ECW unique dans le cas d'un territoire inférieur à 100 km²].</p> <p>Les pixels sans couleurs devront être déclarés en NODATA, et apparaître en blanc dans les dalles TIF et transparents dans les ECW. »</p> <p>Dans le cas où son logiciel ne lise pas l'ECW, demander du JPEG2000 et les fichiers de géoréférencement associés.</p> <p>Noms des dalles : préciser éventuellement comment les dalles doivent être nommées. Exemple : 2009_20_RVB_0615_0147_L3.tif indiquant l'année de la prise de vue, la résolution en cm, les couleurs, le couple de coordonnées haut gauche de la dalle dans le système de référence choisi, le système de référence.</p>
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ● Vérifier que le taux de compression est bien de 10 en regardant le ratio entre les tailles des fichiers TIF et ECW de dalles ECW pleines (pas de NODATA). Logiquement, une dalle ECW couvrant 25 fois plus de surface qu'une dalle TIF doit avoir un poids de 2,5 fois celui de chaque dalle TIF. Les dalles TIF doivent avoir toutes le même poids. ● Ouvrir toutes les dalles ECW d'un coup dans un SIG. ● Ouvrir les dalles TIF au maximum 10 par 10.

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 26 sur 26

8 Les métadonnées

La prise de conscience de la nécessité des métadonnées connaît une importance croissante. L'acquisition d'une orthophoto ne peut plus faire l'économie de l'acquisition, en parallèle, d'un fichier d'informations structurées sur le produit. Ces informations doivent être telles qu'elles puissent être lues par des applications distantes, et donc, respecter une interopérabilité forte.

Cette interopérabilité est imposée par la directive européenne INSPIRE, et permise par le respect de la norme ISO 19115 et de sa déclinaison physique (concernant les fichiers XML) ISO 19139.

Les principaux enjeux sont les suivants :

- Qualité et traçabilité des données (limites d'utilisation de l'outil que représente l'orthophoto)
- Performance de l'utilisation de l'information géographique par le catalogage des données (qu'est ce qui existe, où, comment, combien, quand, à qui, par qui ?).
- Mutualisation des données entre les différents services utilisateurs d'une même structure, ou entre les différentes structures agissant sur un même territoire.

Les informations de date, de précision et de résolution de l'orthophoto sont indispensables à sa bonne utilisation. A cela, s'ajoutent des informations plus pratiques, et plus spécifiques aux lots de données voire aux dalles elles-mêmes.

CRITERE	METADONNEES
Importance	Obligatoire
Exemple de formulation	<p>« Les informations sont exigées ou souhaitées pour au moins les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour chaque dalle : <ul style="list-style-type: none"> - Nom de la dalle - Nom du (ou des) fichiers de géoréférencement associés - Précision planimétrique (en erreur moyenne quadratique) - Résolution native - Résolution finale - Source(s) (ou généalogie) - Date et heure de la prise de vue de chaque cliché utilisé pour la fabrication de l'ortho (souhaité) - Date de création de la dalle • Pour l'ensemble d'un lot de données (ex de lot de données : toutes les dalles ECW de la zone demandée en Lambert 93 non rééchantillonné) : <ul style="list-style-type: none"> - Format (et taux de compression dans le cas d'un format compressé) - Système de référence - Le document en format SIG du tuilage (appelé aussi carroyage) correspondant au découpage des dalles, dans le même système de

Acquérir un orthophotoplan numérique <i>Eléments techniques en vue de rédiger un CCTP</i>	 31 mars 2010
Document ressource	Page 27 sur 27

	référence, comportant le nom et le contour de chaque dalle <ul style="list-style-type: none"> • Pour l'ensemble des données : <ul style="list-style-type: none"> - Identification - Droits d'utilisation - Producteur des données (raison sociale, adresse, personne référente) - Les documents techniques (spécifications de contenu, spécifications du MNT utilisé pour l'orthorectification), juridiques (droits d'utilisation) et commerciaux associés aux données • Pour les métadonnées : <ul style="list-style-type: none"> - Point de contact des métadonnées - Date des métadonnées - Langue des métadonnées »
Moyens de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la conformité à la norme XML par des outils de validation du fichier xml (contrôle de la forme) • Contrôle de l'exhaustivité du contenu demandé en intégrant les données dans un outil de catalogage capable d'interpréter la norme ISO 19139. • Contrôle de l'exactitude du contenu par rapport aux spécifications annoncées par le producteur (et évidemment aux spécifications demandées dans le CCTP).

9 Les livrables

A demander systématiquement	<ul style="list-style-type: none"> • Les fichiers images de l'orthophoto RVB aux résolutions, formats et systèmes de projection souhaités et fichiers de géoréférencement associés si besoin. • Fichiers de métadonnées, incluant le carroyage avec les contours des dalles et leurs noms.
A demander obligatoirement dans le cadre d'une prise de vue spécifique	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport de vol. • Lignes de mozaïquage. • Rapport d'aérotriangulation. • Dossier de rattachement.
Optionnel (surcoût plus ou moins important)	<ul style="list-style-type: none"> • Orthophoto CIR et fichiers de géoréférencement associés. • MNT. • Couples stéréoscopiques (les clichés bruts). • Lignes de rupture.