



**BD ORTHO® IGN à  
40 cm**

# SOMMAIRE

<b><u>11 - REALISATION DE LA PRISE DE VUES ARIENNES</u></b> .....	<b>3</b>
1.1.1. Paramètres de la prise de vues numériques.....	3
1.1.2 Processus de traitement et de géoréférencement des images .....	3
2.a) Prétraitements de bas niveau.....	4
2.b) Prétraitements géométriques .....	4
2.c) Prétraitements radiométriques .....	5
2.d) Le canevas photogrammétrique .....	5
2.e) L'aérotriangulation .....	5
2.f) Qualité Géométrique de l'orthophotographie IGN à 40 cm .....	6
1.1.3 Caractéristique technique du matériel .....	6
1.1.4 Conditions atmosphériques .....	8
<b><u>12 - REALISATION DE L'ORTHOPHOTOGRAPHIE</u></b> .....	<b>9</b>
1.2.1 Spécifications techniques .....	9
1.2.2 Traitements radiométriques .....	9
1.2.3 Processus d'orthorectification.....	10
1.2.4 Mosaïquage.....	11
1.2.5 Traitement des zones interdites .....	11
<b><u>II - ORGANISATION DE LA QUALITE POUR LA REALISATION</u></b>	
<b><u>DE L'ORTHOPHOTOGRAPHIE IGN</u></b> .....	<b>12</b>
111 L'Equipe de production.....	12
112 La Charte Qualité IGN .....	13
<b><i>Annexe 1 : Spécifications de la caméra utilisée par l'IGN</i></b> .....	<b>15</b>
<b><i>Annexe 2 : Le Service des Activités Aériennes (SAA)</i></b> .....	<b>16</b>
<b><i>Annexe 3 : Le Service des Bases Images (SBI)</i></b> .....	<b>18</b>

Cette note méthodologique décrit la fabrication de l'Orthophotographie IGN à 40 cm, solution technique proposée par l'IGN pour répondre aux spécifications du cahier des charges (CCTP).

## Réalisation de la prise de vues aériennes

### 1.1.1. Paramètres de la prise de vues numérique

L'IGN fait sa proposition avec la caméra numérique Ultracam XP de Vexcel (voir caractéristiques en annexe I), spécialement adaptée à la prise de vues aériennes couleur haute résolution, avec les paramètres techniques suivants, garantissant une qualité d'acquisition nécessaire à la production de l'orthophotographie demandée :

- résolution moyenne 40 cm
- distance focale : 33 mm sur les images couleur, **100 mm** pour les images panchro.
- matrice **de17310x11310** pixels de 6x6  $\mu\text{m}^2$  ;
- chaque pixel est codé sur 4 canaux (RVB et IR);
- recouvrement longitudinal 60 % ( $\pm 5\%$ ) ;
- recouvrement latéral 20 % ( $\pm 5\%$ ) ;
- trajectographie GPS ;

#### Traitement des zones littorales (estran) :

prises de vues à marée équivalente sur le littoral et les estuaires  
prise de vues à marée basse pour le bassin d'Arcachon

### 1.1.2. Processus de traitement et de géoréférencement des images

Les images brutes obtenues à l'issue d'une prise de vues ne sont pas, en général, directement exploitables par l'utilisateur final. En fonction des utilisations, différents prétraitements peuvent être appliqués aux images.

Les images acquises avec la caméra numérique seront prétraitées de la manière suivante :

- Correction des défauts du capteur
- Recalage des canaux
- Correction du vignettage
- Correction de la distorsion
- Fusion des images Panchro et XS

## 2.a) Pré-traitements de bas niveau

### Correction du courant d'obscurité

Le courant d'obscurité est généré par l'électronique de la caméra. A cause de ce courant d'obscurité, les pixels qui doivent être normalement complètement noirs ne le sont pas. Ce courant d'obscurité peut être mesuré dans chaque image et sa valeur peut être soustraite à tous les pixels de l'image.

### Correction des défauts des matrices CCD

Les matrices CCD utilisées dans les caméras peuvent contenir des pixels morts ou des pixels ayant une sensibilité anormale. Ces défauts sont des défauts de construction qui n'évoluent pas dans le temps. L'étalonnage des caméras permet de connaître très précisément ces défauts et donc il est possible de les corriger.

### Application d'un champ uniforme

Un champ uniforme est une image qui traduit la sensibilité relative de chaque pixel. Ce champ uniforme est obtenu en laboratoire lors de l'étalonnage des caméras. On peut donc corriger la différence de sensibilité relative qui existe entre les différents pixels des images.

### Superposition des canaux

## 2.b) Pré - traitements géométriques



Chaque bande spectrale étant acquise par une tête de caméra différente, il est nécessaire de superposer les images obtenues pour chaque bande spectrale. La superposition des canaux doit être meilleure que deux dixièmes de pixel (emq). Elle se fait par la mesure en 25 points de l'image par corrélation des décalages entre un plan et les deux autres, le calcul par moindres carrés de la meilleure homographie corrigeant ces décalages, le rééchantillonnage de l'image composite par rapport au plan de référence (le bleu en l'occurrence).

### Correction de la distorsion

Elle n'est pas faite en standard mais peut être réalisée si des spécifications particulières le requièrent.

## 2.c) Pré - traitements radiométriques

### Correction du voile

Le voile atmosphérique nuit à la qualité esthétique des images issues de prises de vues aériennes. Une partie du voile atmosphérique peut être retirée des images pour améliorer le rendu de ces images.

### Conversion de 12 bits vers 8 bits des pixels

La dynamique des capteurs est supérieure à 2000 niveaux ce qui oblige à stocker les valeurs de pixels sur 12 bits. Pour certains utilisateurs, l'utilisation d'images codées sur plus de 8 bits par canal est problématique. Il peut donc être nécessaire de convertir les valeurs de pixels d'une valeur codée sur 12 bits vers une valeur codée sur 8 bits. Cette conversion impose de choisir deux paramètres : le niveau maximum utile dans l'image 12 bits et un gamma permettant d'améliorer la perception des parties sombres dans l'image. Par défaut le gamma est fixé à 1. Le niveau maximum est fixé en fonction de la valeur de pixel maximum observée sur l'ensemble des images d'une même journée de prise de vues sur le chantier considéré.

## 2.d) Le canevas photogrammétrique

Pour la réaliser l'orthophotographie IGN on utilise les meilleurs points d'appuis disponibles dans les archives de l'IGN ; il s'agit, par ordre de qualité décroissante :

- de stéréopréparation spécifique pour la BD TOPO® (exactitude planimétrique environ 50 centimètres)
- de repiquage d'une stéréopréparation récente réalisée pour la constitution de la BD TOPO® (exactitude planimétrique environ 80 centimètres)
- de repiquage d'une PVA ancienne à moyenne échelle - 1 : 25 000 à 1 : 30 000 - (exactitude planimétrique : environ 1,80 mètres).

Ces données sont pour la plupart calculées sur le découpage des feuilles au 1 : 50 000. Il est donc vraisemblable que plusieurs sources de points d'appuis différentes soient utilisées pour un département donné

## 2.e) L'aérotriangulation

Elle consiste à orienter les différents clichés de la prise de vue, et permet de passer des coordonnées image d'un point à ses coordonnées terrain.

### **Cette étape se décompose en 3 phases :**

- Equipement photogrammétrique de la prise de vue (voir § précédent 2.d). Ceci fournit des points d'appui, identifiés sur la prise de vues et dont les coordonnées terrain en planimétrie et/ou altimétrie sont connues.
- Calcul du canevas photogrammétrique. Il s'agit d'orienter les clichés les uns par rapport aux autres, grâce à l'identification de points de liaison entre clichés (environ 100 points par cliché). La recherche des points de liaison est faite de manière automatique par corrélation. Les points ainsi obtenus sont filtrés et contrôlés pour éliminer les fausses corrélations et complétés si nécessaire par des pointés manuels.  
L'équipement des bandes transversales nécessite un minimum de trois points de liaison par nadir, mesurés sur tous les clichés où ils sont visibles et au minimum sur 2 couples de 2 bandes différentes.
- Calcul de l'aérotriangulation. A partir des points d'appui, des points de liaison et de la trajectographie GPS, le programme TOPAéroPC calcule une compensation permettant

de connaître la position de l'ensemble des clichés du bloc. Ainsi pour chaque cliché, on connaît la correspondance coordonnées image - coordonnées terrain.

Le logiciel IGN de calcul d'aérotriangulation permet de calculer l'aérotriangulation en un seul bloc, ce qui évite les éventuels problèmes de raccords géométriques entre blocs.

**Matériel et logiciel utilisés** : logiciels IGN (saisie des points d'appui et de liaison : Ptliaison, calcul de compensation : TOPAéroPC) sur PC.

## 2.f) Qualité géométrique de l'orthophotographie IGN à 40 cm

L'exactitude planimétrique du produit dépend des paramètres mentionnés ci-dessus. Elle est chiffrée par un EMQ<sub>xy</sub> : **Écart Moyen Quadratique en x,y.**

**Cette exactitude dépend à la fois de la qualité de l'aérotriangulation et de la qualité du MNT utilisé.** Elle est donnée par la formule suivante :

$$EMQ_{XY} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

L'EMQMNT d'une orthophotographie en fonction de l'EMQz du MNT est donnée par la formule suivante :

Avec : F = focale

EMQ<sub>z</sub> = erreur moyenne quadratique altimétrique du MNT

$r_3 = \frac{1}{2} \sqrt{4r_1^2 + 4r_2^2}$ , avec  $r_1 \times r_2$  surface utile du cliché ( $r_3$  est fonction de la taille du capteur et du recouvrement)

Par ailleurs, le dévers maximum se calcule par la formule : Dévers<sub>max</sub> =  $\frac{EMQ_z}{r_3}$  L'EMQ du cisaillement sur des points au sol le long des lignes de mosaïquage est tel que

$$a_{\text{te}} < 2 \cdot EMQ_z$$

Les valeurs théoriques d'exactitude résultante pour l'orthophotographie IGN sont données dans le « descriptif technique » annexé à la présente offre.

### 1.1.3. Caractéristiques techniques du matériel

#### **Description de l'équipement**

L'IGN réalise ses vols photogrammétriques en utilisant 4 Beechcraft King Air 200 T, équipés avec deux trappes à caméras. Les caractéristiques de ces appareils sont les suivantes :

### Beechcraft super King Air 200 T

nombre :2

Immatriculations : F GALN - F GALP

### Beechcraft super King Air B 200 T

nombre :1

Immatriculation: F GMLT



### Beechcraft super King Air B 200

nombre :1

Immatriculation : F GMGB



## Super King Air 200 T et B 200 T

Constructeur: Beechcraft

Année de construction: 1976 (200T), 1992 (B 200T)

Envergure	17,25 m
Longueur	13,34 m
Moteurs	2 PT 6 A 41 (200 T)- A 42 (B 200 T)
Poids maxi au décollage	6350 Kg
Capacité totale des réservoirs	2460 l
Type de carburant	Jet A1
Consommation moyenne horaire	272 l/h
Autonomie	7 h 30
Distance de décollage à poids maxi	1400 m
Vitesse de croisière	509 km/h
Plafond	9450 m ( 200 T)- 10650 m (B 200 T)
Distance d'atterrissage	800 m
Equipage	2

## Super King Air B 200

Constructeur: Beechcraft

Année de construction: 1990

Envergure	16,57 m
Longueur	13,34 m
Moteurs	2 PT 6 A 42
Poids maxi au décollage	6350 Kg
Capacité totale des réservoirs	2059 l
Type de carburant	Jet A1
Consommation moyenne horaire	272 l/h
Autonomie	
Distance de décollage à poids maxi	1400 m
Vitesse de croisière	509 km/h
Plafond	10650 m
Distance d'atterrissage	800 m
Equipage	2

### **Equipement GPS**

#### **Aide à la navigation**

Chaque avion est équipé d'un récepteur GPS system 500 bi-fréquence de Leica (modèles SR520 et 3 modèles SR530) connecté à un ordinateur portable. Un programme spécial écrit par l'IGN est utilisé pour gérer sur ce portable les plans de vol (position du début et de la fin d'une bande, axes de vol ...). Ces informations sont transmises directement au pilote, en particulier, les écarts à la trajectoire programmée. Sont enregistrés les instants de prise de vue la position du centre de l'antenne GPS à cet instant. Ce temps est utilisé en différé pour le calcul des coordonnées précises par GPS différentiel.

#### **Trajectographie et GPS différentiel**

Pour connaître précisément les coordonnées du centre de l'antenne GPS au moment de la prise de vue, on effectue des mesures par GPS différentiel. L'IGN a développé un programme utilisant le récepteur GPS system 500 bi-fréquence de Leica (modèles SR520 et 3 modèles SR530) installé dans l'avion.

Une station GPS fixe permettant la mise en œuvre d'observations différentielles (distance maximale entre GPS : 500 km) est installée sur la base de Creil pour des missions en France. Les calculs de trajectographies sont faits en différé à partir des informations enregistrées pendant le vol par ces différents récepteurs.

Ces données injectées dans un programme développé par l'IGN permettent la détermination des coordonnées des centres de cliché avec une précision de quelques dizaines de centimètres.

#### **I.1.4. Conditions atmosphériques**

Le couvert nuageux doit être inférieur à 5% de la surface d'un cliché isolé, et inférieur à 1% de la surface totale de la mission.

### 1.2.1. Spécifications techniques

Le produit proposé est une orthophotographie numérique couleur à la résolution 40 cm, en projection Lambert 93, Lambert II étendu et Lambert zone, réalisé à partir des données d'une prise de vues numérique à la même résolution (cf. ci-dessus).

Les principales spécifications sont les suivantes :

- Résolution native : 40 centimètres.
- Emprise de base : département
- Le taux de recouvrement minimum entre cliché de 60% minimum en longitudinal et 20% minimum en latéral

**Qualité géométrique :**

- Classe de précision planimétrique totale applicable pour les éléments au sol : EMQ < 2m en plaine et < 3m en milieu montagneux

**Qualité image :**

- aucune lacune, nuage, ombres de nuages, de fumée ou de brume.
- minimisation du phénomène des ombres portées
- continuité et intégrité, sans flou, cisaillement, coupure ni duplication
- couverture homogène sur l'ensemble de la zone
- les PVA devront être postérieures ou égales à l'année 2009

### 1.2.2. Traitements radiométriques

Sur l'ensemble de la zone couverte, les clichés pourront présenter des disparités d'ensoleillement, d'apparence colorée, de paysage, de comportement d'objets (carrières, sables, surfaces d'eau, ...). Ces défauts d'égalisation doivent être corrigés afin de générer une mosaïque d'ortho - images avec des raccords peu ou pas visibles pour obtenir « une couverture homogène sur l'ensemble de la zone », comme il est demandé dans le cahier des charges.

Pour cela, la qualité image des clichés est améliorée par les trois traitements radiométriques suivants :

1. Réduction des anomalies de contraste et de couleur liées à l'angle d'incidence des rayons solaires, aux conditions atmosphériques, harmonisation radiométrique entre images
2. Retouches locales pour corriger des phénomènes liés aux conditions atmosphériques (brumes, voile atmosphériques évolutif...)
3. Rehaussement global en couleur de l'orthophotographie

Le traitement 1 vise à réduire les différences de radiométrie de part et d'autre des lignes de mosaïquage et à harmoniser les clichés tout en préservant au maximum l'information radiométrique initiale des images numériques.

Pour cela, l'IGN a développé un outil **d'égalisation physique** qui prend en compte la position du sommet de prise de vue et la position du soleil (modélisation du hot spot) pour corriger chacune des images, contrairement à l'égalisation statistique qui vise à ramener l'ensemble des images à des valeurs radiométriques moyennes.

L'outil d'égalisation physique corrige les deux sources majeures d'hétérogénéité :

- effet de hot spot lié à la position relative du soleil et du point de vue : il se produit un basculement en luminosité (principalement) dans chaque image
- variation du voile atmosphérique : le voile atmosphérique est présent dans toutes les images aériennes mais varie selon les conditions météorologiques d'un jour à l'autre voire d'une heure à l'autre

Ces deux phénomènes sont corrigés en utilisant une modélisation physique paramétrique. Les paramètres sont estimés par une compensation par moindres carrés sur des points de liaisons entre les images. Ce processus est réalisé sur les images corrigées des prétraitements de bas niveaux.

Les défauts de hot spot sont corrigés à cette étape.

Pour le traitement 2, des retouches manuelles sont effectuées lorsque des phénomènes liés aux conditions atmosphériques ne sont pas modélisés par l'outil d'égalisation physique.

L'étape 3, qui a lieu après le mosaïquage, est obtenue par application de fonctions Photoshop (courbes, gamma, etc..) permettant d'obtenir un bon contraste et un rendu satisfaisant sans saturation ni dominante colorée sur l'ensemble du chantier.

Aucun traitement de compression, risquant de dégrader la qualité finale, ne sera appliqué sur les images durant cette phase.

**Matériel et logiciel utilisés** : logiciels IGN et du commerce (traitement 1 : TA + Pépita, traitement 2 : TA + Photoshop d'Adobe, traitement 3 : Photoshop d'Adobe) sur PC.

### **I.2.3. Processus d'orthorectification**

L'orthorectification des images est faite cliché par cliché, en utilisant le MNT et les paramètres d'orientation issus de l'aérotriangulation. Le rééchantillonnage des images est également effectué lors de l'orthorectification pour fournir des orthophotos de résolution terrain 40 cm.

L'algorithme de ré-échantillonnage utilisé est le bicubique.

Aucun traitement de compression, risquant de dégrader la qualité finale, ne sera appliqué sur les images durant cette phase.

Pour réaliser le redressement des images, on utilise les fichiers MNT, BD TOPO® MNT ou BD ALTI®, qui se présentent sous la forme d'une grille régulière, au pas de 25m.

- BD TOPO® MNT est issu de la restitution photogrammétrique des courbes de niveau et des points cotés à partir de prises de vue récentes (depuis 1990 environ).
- BD ALTI® est issue de la numérisation de courbes de niveau et de points cotés sur des cartes existantes (cartes au 1/ 25 000 en général).

L'exactitude attendue du MNT dépend à la fois de son origine (BD TOPO® MNT ou BD ALTI®) et de l'équidistance des courbes de niveau ayant servi à son calcul.

Origine du MNT	Exactitude attendue
BD TOPO® MNT (équidistance = 5m)	1,5 m
BD TOPO® MNT (équidistance = 10 m)	2,1 m
BD ALTI® (équidistance = 5 m)	1,5 m

Des données d'entrée différentes et/ou complémentaires peuvent être utilisées si elles sont disponibles et si elles permettent de respecter les critères qualité de l'orthophotographie IGN.

**Matériel et logiciel utilisés** : logiciel IGN (OIPIC) sur PC.

#### **I.2.4. Mosaïquage**

Cette opération consiste à produire une seule image à partir de l'ensemble des clichés aériens ortho-rectifiés nécessaires pour couvrir le chantier.

Afin de limiter les dévers dus au élément du sursol et les déformations dues aux imprécisions du MNT, les lignes de mosaïquage privilégient les points de vue les plus verticaux : chaque pixel des orthophotographies est issu du cliché dont le nadir est le plus proche du pixel, avec utilisation de tous les clichés pour conserver un recouvrement longitudinal minimum de 60% et latéral de 65%.

Les lignes de mosaïquage entre orthoimages sont calculées de manière à être peu visibles (par exemple en passant là où l'écart des valeurs radiométriques des images à mosaïquer est minimal ou sur une zone de fort contraste), tout en favorisant le point de vue le plus vertical afin de limiter les phénomènes de dévers et les effets dus à l'imprécision du MNT qui sont d'autant plus importants que l'on s'éloigne du centre des images.

Ces lignes font ensuite l'objet de contrôles ciblés sur les objets en sursol pour corriger les cisaillements éventuels. Les réflexions spéculaires seront corrigées, si possible, à cette étape en déplaçant la ligne de mosaïquage pour éviter ces défauts.

Ces retouches sont faites en respectant au mieux le diagramme de Voronoï.

Aucun traitement de compression, risquant de dégrader la qualité finale, ne sera appliqué sur les images à cette étape.

**Matériel et logiciel utilisés** : logiciel IGN (Mosaïque) sur PC. Le logiciel « IGN MAP » pour le mosaïquage régional et départemental dans le cadre du présent marché (réalisé par le service IGN Conseil et Application)

#### **I.2.5. Traitement des zones interdites**

Sur les zones faisant l'objet d'une interdiction de diffusion à pleine résolution, les images initiales sont sous-échantillonnées. Le pixel final de ces zones est obtenu par ré-échantillonnage en mode bi-cubique.

## II. Organisation de la qualité pour la réalisation de l'orthophotographie IGN

On présente dans cette partie l'organisation que l'IGN met en place pour assurer la qualité, le contrôle et le suivi de la prestation pour la réalisation son orthophotographie.

Les prises de vues aériennes sont réalisées par le Service des Activités Aériennes (SAA) de IGN. Le bon déroulement des opérations et la programmation des vols sont coordonnés par le chef de ce service, Didier MOISSET en concertation avec le responsable général des travaux affecté à cette mission. Le potentiel et l'organisation du SAA sont donnés en annexe 2.

L'Orthophotographie est produite par le Service des Bases Images (SBI) de la Direction de la Production de l'IGN. L'annexe 3 présente les moyens humains et matériels de ce service.

### II.1. L'équipe de production:

**J.F. Hangouet** : Chef de produit ortho

Année d'entrée à l'IGN : 1990

Diplôme : ITGCE (Ingénieur des Travaux Géographiques et Cartographiques de l'État)

Expérience dans le domaine photogrammétrie et traitements d'images : 10 ans

**B. Bidault** : Chef de LPI ortho depuis 2002

Année d'entrée à l'IGN : 1985

Diplôme : ITGCE (Ingénieur des Travaux Géographiques et Cartographiques de l'État)

Expérience dans le domaine photogrammétrie et traitements d'images : 18 ans

**J. Désir** : Support technique en LPI ortho depuis 2002

Année d'entrée à l'IGN : 2000

Diplôme : Technicien Géomètre (ENSG)

Expérience dans le domaine photogrammétrie et radiométrie : 5 ans

**P. Valentin** : Technicien photogrammètre en LPI ortho depuis 2006

Année d'entrée à l'IGN : 2004 Diplôme : Technicien Géomètre (ENSG)

Expérience dans le domaine photogrammétrie : 2 ans

**C. Sanglier** : Responsable chantier en LPI ortho depuis 2000

Année d'entrée à l'IGN : 1977

Diplôme : DRPI

Expérience dans le domaine ortho : 8 ans

**M. Badin** : opératrice en LPI ortho depuis 2002 au SBI

Année d'entrée à l'IGN : 1993

Diplôme : DRPI

Expérience dans le domaine ortho : 6 ans

**C. Moretto** : opérateur radiométrie en LPI ortho depuis 2002 au SBI

Année d'entrée à l'IGN : 1976

Diplôme : DRPI

Expérience dans le domaine radiométrie : 6 ans

## **II.2. La charte qualité IGN :**

La Charte Qualité de l'IGN en date du 1<sup>er</sup> septembre 1996 a été le coup d'envoi d'une démarche qualité structurée ayant pour finalité la satisfaction du client en livrant des produits conformes aux spécifications.

Chaque filière de production, notamment la filière ORTHO, est dotée :

- d'un plan d'assurance qualité (PAQ) rédigé conformément aux normes ISO 9000-2000 et ISO 9001-2000
- des spécifications du produit
- des spécifications de processus
- d'un dossier qualité (traçabilité du produit)

Le responsable de la production de l'Orthophotographie veille à la conformité des produits ortho avec les spécifications.

Pour cela il réalise des contrôles qualité géométriques par une série de mesures sur un échantillon (extrait d'un chantier), mesures issues d'un processus indépendant de celui de la filière de production et quantifié en écart-type à rapprocher de l'écart type des spécifications.

La qualité radiométrique du produit est validée par le chef de produit et l'ingénieur d'étude spécialisé dans ce domaine (contrôles visuels, contrôles d'histogrammes...).

Les chargés de qualité de production ont pour tâche particulière la mise à jour de la documentation liée au processus de production (modes opératoires, consignes) et à ses évolutions

En production : des contrôles sont exercés à des étapes clés :

- > contrôles de la qualité géométrique et radiométrique des images originales fournies par le SAA.
- > contrôle et validation de l'aérotriangulation : conformité avec les spécifications du produit canevas photogrammétriques, EMQ planimétrique et altimétrique sur les points d'appuis et les points de contrôle.
- > contrôle des traitements radiométriques (élimination du hot spot, du vignettage, du voile) par les supports techniques (techniciens supérieurs) qui relaient l'ingénieur d'étude au quotidien
- > contrôle du mosaïquage automatique et corrections de raccords géométriques et radiométriques hors tolérances et de superstructures déformées le cas échéant sous la responsabilité du responsable chantier.
- > validation du "réhaussement radiométrique final" de la mosaïque complète du chantier par le chef de produit ou l'ingénieur d'étude spécialisé.

Ces contrôles sont mémorisés sur des fiches-type (fiche de suivi de chantier) visées par les responsables qui les ont exercés et sont versées au dossier qualité.

# ORGANIGRAMME Qualité

---

Directeur de la Qualité  
Mission Qualité

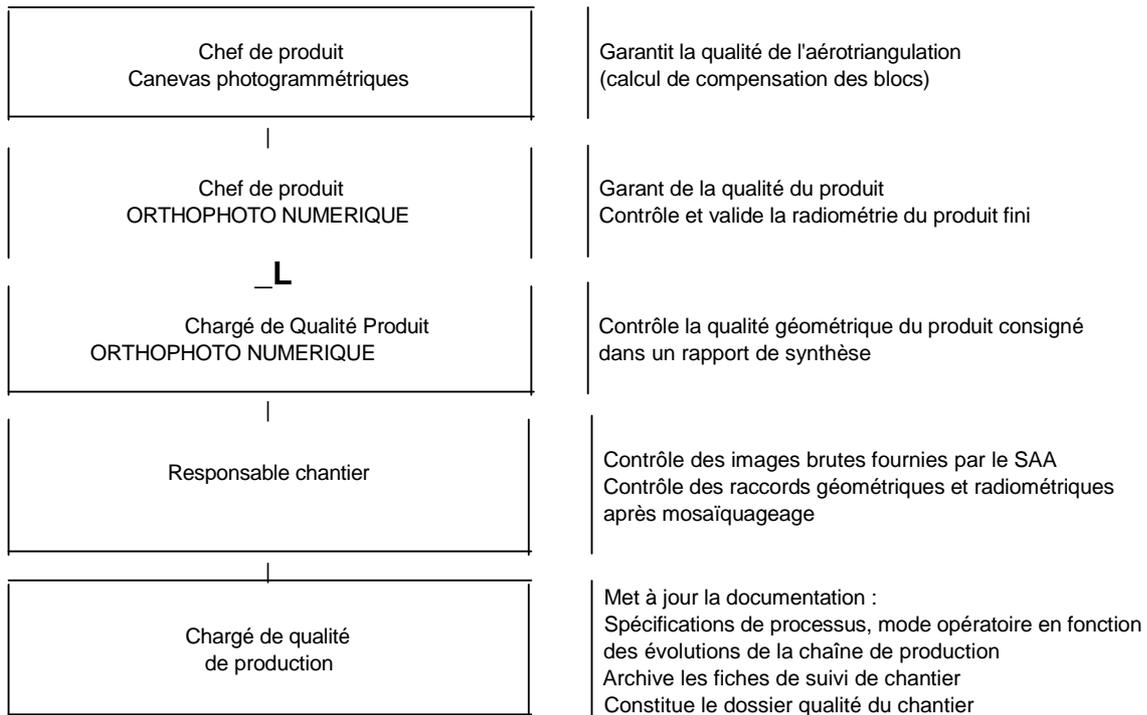
---

Direction de la Production  
RQD Responsable  
Qualité de Direction

---

Service de Production  
RQS Responsable  
Qualité du Service

---



### VAXCEL ULTRACAM XP



- Résolution moyenne 40 cm
- Distance focale : 33 mm sur les images couleur, **100** mm pour les images panchromatiques.
- Matrice de **17310x 11310** pixels de 6 x 6  $\mu\text{m}^2$
- Chaque pixel est codé sur 4 canaux (RVB et IR)
- Recouvrement longitudinal 60 % ( $\pm 5\%$ )
- Recouvrement latéral 20 % ( $\pm 5\%$ )
- Trajectographie GPS

## ANNEXE 2 : Le service des activités aériennes (SAA)

### MISSIONS ET ORGANISATION DU SERVICE

Depuis plus de 45 ans, l'IGN possède un ensemble unique de moyens consacrés à la prise de vues aériennes : le Service des Activités Aériennes, installé sur la base de Creil, dans l'Oise, et profitant de ses pistes et de son équipement radio.

Ce service est composé de 80 personnes environ réparties en :

- **une unité de commandement**, en charge de la programmation et du suivi des opérations, du choix des équipements, de la gestion du personnel et de la gestion économique du service ;  
  
**un atelier de maintenance des appareils** : la révision simultanée de deux ou trois appareils peut avoir lieu dans le hangar principal de 1 500 m<sup>2</sup>. Des ateliers secondaires sont utilisés pour la maintenance des radios et des équipements électriques, des équipements de pilotage et de navigation, des hélices, des moteurs, etc.
- **un atelier de maintenance des caméras analogiques** (les caméras numériques sont entretenues au LOEMI à Saint-Mandé).
- **une unité de scannage haute résolution** des négatifs et contretypes.
- **des laboratoires photographiques**, utilisés pour le traitement des films, les tirages et agrandissements de tous types de films.
- **une équipe de 15 navigants (pilotes, mécaniciens et photographes)**, en charge de la réalisation de missions en France ou à l'étranger, permettant de faire voler 6 appareils simultanément.

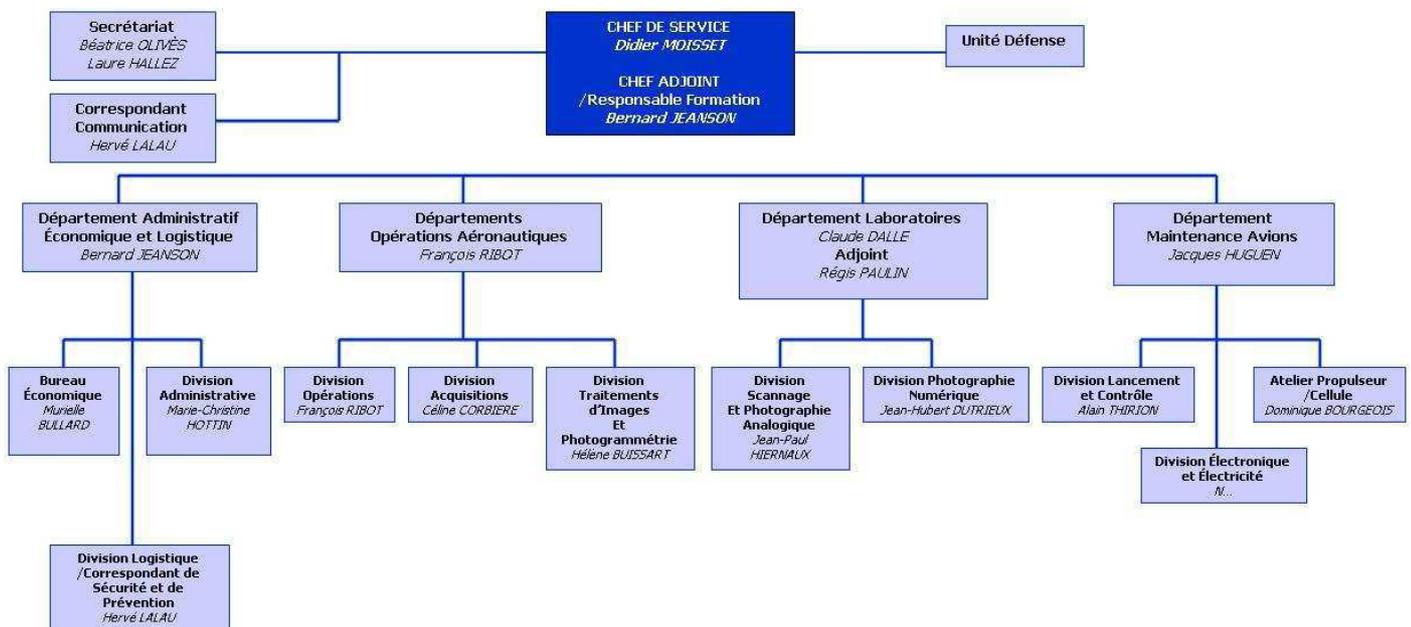
Une des principales activités du SAA est la prise de vues aériennes pour les besoins de l'IGN producteur de cartographie, de bases de données mais surtout d'orthophotographies. Chaque année, environ 120 000 km<sup>2</sup> sont couverts en France par les avions du SAA.

# DEPARTEMENT OPERATIONS AERONAUTIQUES

Cette unité assure toutes les tâches directement liées aux vols.

- > Préparation des plans de vol et collecte de toutes les autorisations nécessaires.
- > Gestion des vols
- > Vérification et validation des missions.

## ORGANIGRAMME



## ANNEXE 3 : Le Service des Bases Images (SBI)

### MISSIONS ET ORGANISATION DU SERVICE

Le Service des Bases de données Images (SBI) doté d'un effectif de 133 agents a pour mission essentielle la constitution, la mise à jour et la diffusion de 2 des 4 composantes du Référentiel à Grande Echelle (RGE®) : la composante orthophotographique et la composante parcellaire dénommées respectivement BD ORTHO® et BD Parcellaire®.

Par ailleurs, le SBI réalise les canevas photogrammétriques nécessaires à la réalisation de la BD ORTHO® et de la BD TOPO®, ainsi que des travaux à façon d'orthophotographies (haute résolution) ou de topo-carto numérique à grande échelle (prestations facturées commandées par la direction commerciale et IGN FI, filiale de l'IGN à l'exportation).

Pour remplir ses missions, le SBI dispose de moyens humains et matériels.

Les moyens humains (voir organigramme détaillé) se répartissent par activité de la manière suivante :

Encadrement :	4 agents
Qualité :	3 agents
ORTHO :	41 agents
BD Parcellaire :	73 agents
TOPO Carto Numérique :	12 agents

La répartition, par catégorie d'agents et par compétence est la suivante :

Ingénieurs :	17
Techniciens supérieurs :	24
Restituteurs :	10
Agents de production informatique :	81
Secrétaire administratif :	1

Les moyens matériels sont essentiellement constitués de :

- > postes de travail
  - 128 postes de travail informatique, dont 10 équipés d'écrans calibrables pour les traitements radiométriques
  - 12 stations de restitution numérique + 2 stations d'Infographie
  - 37 postes de bureautique
  - 6 récepteurs GPS system 500 bi-fréquence de Leica (3 modèles SR520 et 3 modèles SR530).
  
- > et de logiciels qui sont de deux ordres :
  - logiciels du commerce tels que : Arc Info, Arc Editor, Geoconcept, Photoshop, Dodger Image Equalizer, Microstation, Geomedia.
  - Logiciels développés par l'IGN : Geoview 3D, Top Aéro, chaînes canevas numériques, chaîne de production ORTHO, chaîne de production BD Parcellaire.

