

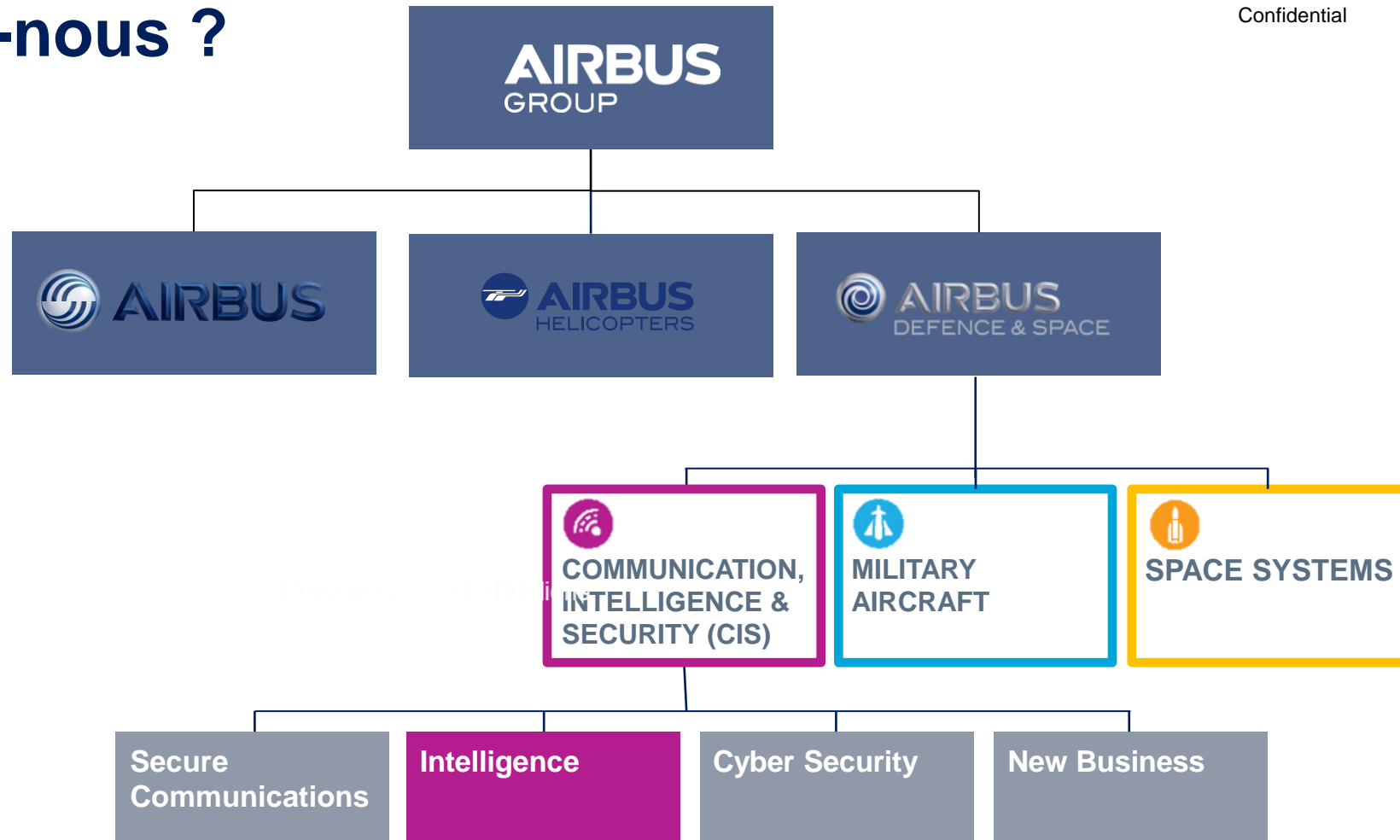
Positionner une image spatiale partout dans le monde : problématique et solutions industrielles d'Airbus DS

Michaël TONON

6 octobre 2016

Qui sommes-nous ?

Confidential

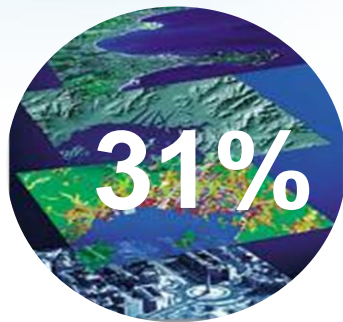


© 2014 Airbus Defence and Space - All rights reserved. The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without express authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

1

Produits Standard

Imagerie Optique & Radar,
Traitements et Produits

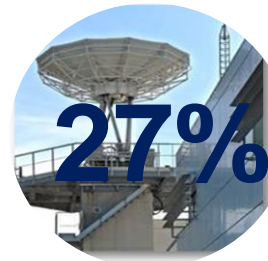


- Affaires : de **qques k€ à plusieurs M€**
- Cycles de vente courts
- Principales zones ciblées: **Monde** (actif dans ~ 100 pays)

Commercial et Institutionnel

2

Télémessure, Stations de Réception Directe Projet



- Affaires: de **qques M€ à plusieurs dizaines de M€**
- Projets sur 3-5 ans
- Principales zones ciblées : hors EU (actif dans ~ 30 pays) avec 38 SRD dans le monde
- Contrats de longue durée

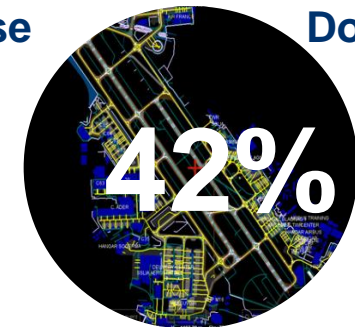
Institutionnel

3

Solutions, Systèmes et Services

a) Systèmes
Intégrés de
Défense

b) Gestion
Imagerie &
Données



- Affaires: de **qques 100's k€ à plusieurs dizaines M€**
- Projets sur plusieurs années
- Principales zones ciblées : **principalement les pays où AD&S est installé (Allemagne, Angleterre, ...) Export**

Défense, Commercial
et Institutionnel

Une constellation unique de satellites



PAZ

Jumeau de TerraSAR-X pour **une capacité de revisite quotidienne améliorée**
Date de lancement **SPOT 5**

TerraSAR-X
TanDEM-X

Formation de satellites radar
Garantie d'acquisition par tous temps

Différentes résolutions [0,25m à 40m] & tailles de scènes
600 km de fauchée pour des couvertures rapides et une grande capacité de revisite sur de grands territoires

DEIMOS-1
Pléiades 1B

Pléiades 1B

SPOT 5

TerraSAR-X
TanDEM-X

DEIMOS-1

SPOT 6

SPOT 7

PAZ

VHR2020

Pléiades

Satellites jumeaux Très Haute Résolution [produits 50 cm]
Constellation pour revisite quotidienne en tout point du Globe
Système **hautement réactif**

VHR2020

4 Satellites jumeaux Très Haute Résolution
Plus performants que Pléiades dans tous les domaines
Date de lancement : 2020 et 2021

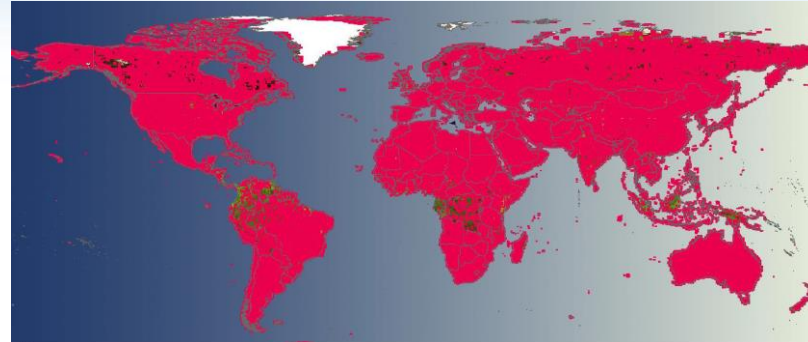
SPOT 6 & 7

Satellites jumeaux Haute Résolution [produits 1,5 m]
Sécurisation et **continuité de la mission SPOT** (depuis 1990)
60 km de fauchée pour les grandes couvertures

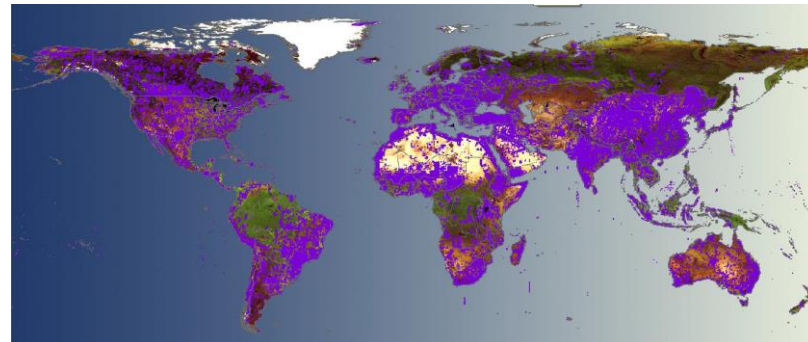
Problématique du Géopositionnement

- ✓ Une quantité énorme de données
 - 1 à 2 fois le monde par an (CN<15%)
- ✓ Une localisation native moins bonne que certains concurrents
 - SPOT6/7 : 15 m CE90
 - Pléiades : 8,5 m CE90
- ✓ Un besoin croissant de précision couplé avec des angles de prise de vue variés (rapidité) pour les services
- ✓ Des données situées sur toute la planète

=> Corrections géométriques automatisées



=> Corrections planimétriques a posteriori nécessaires (points d'appui nécessaires)



=> Corrections altimétriques nécessaires (MNE)

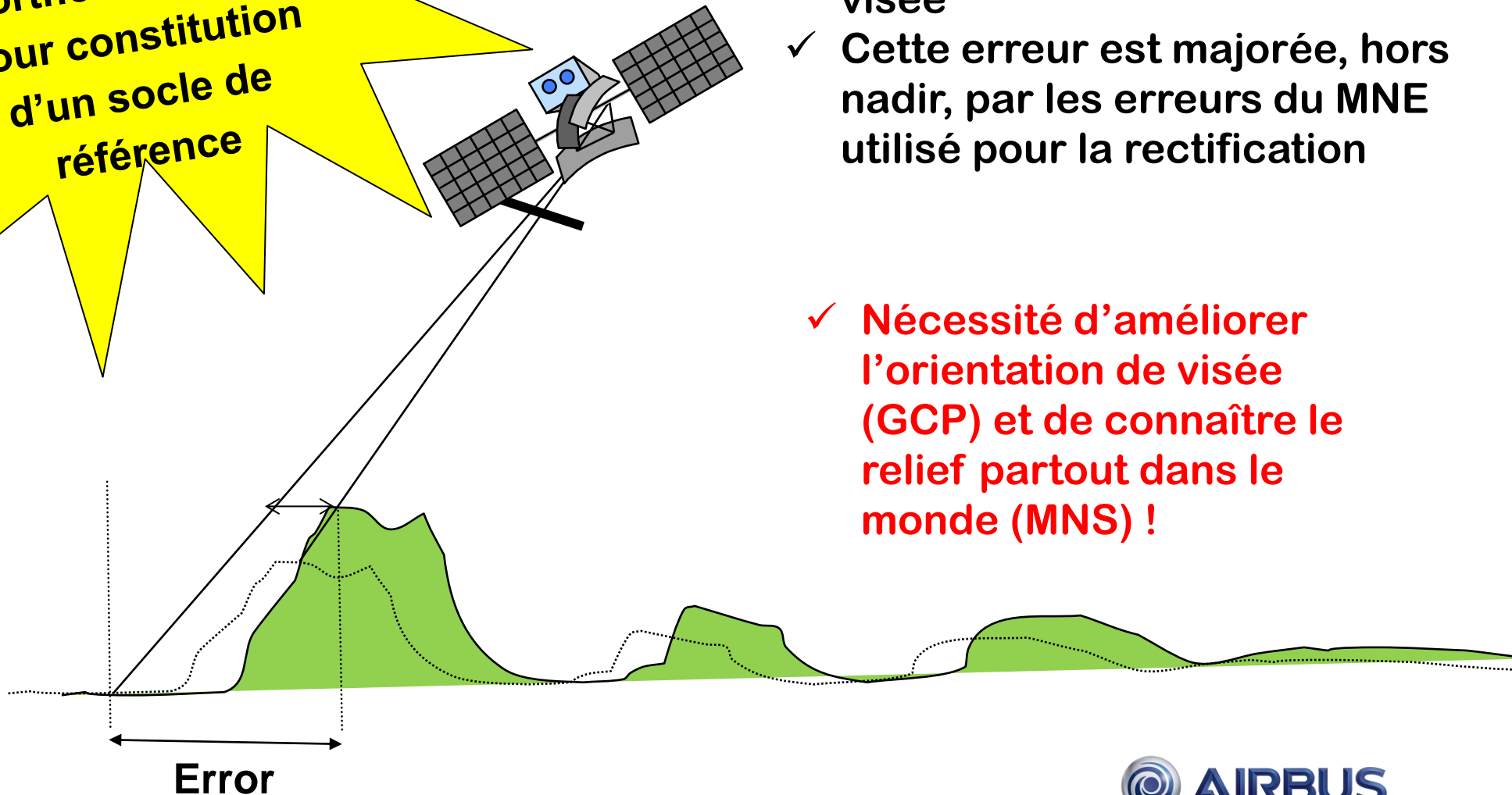
=> Bases de calage (alti / plani) mondiales précises

Localisation native vs distorsions

Production mondiale de MNE et d'ortho-mosaïque pour constitution d'un socle de référence

- ✓ Erreur d'attitude (surtout) entraîne une erreur sur l'orientation de la direction de visée
- ✓ Cette erreur est majorée, hors nadir, par les erreurs du MNE utilisé pour la rectification

- ✓ **Nécessité d'améliorer l'orientation de visée (GCP) et de connaître le relief partout dans le monde (MNS) !**



Testée sur plusieurs sites, la précision planimétrie sans points d'appui de SPOT 6/7 est $< 15\text{m CE90 @}30^\circ$ (vs 50m dans les spécifications avant lancement)

Précision horizontale avec points d'appui et MNE de précision :

- Spécifications avant lancement « <1 pixel CE90 »
- Mesurées sur le site de Ste Victoire (100+ points contrôle) et Melbourne (199 PC) : 1.20m CE90

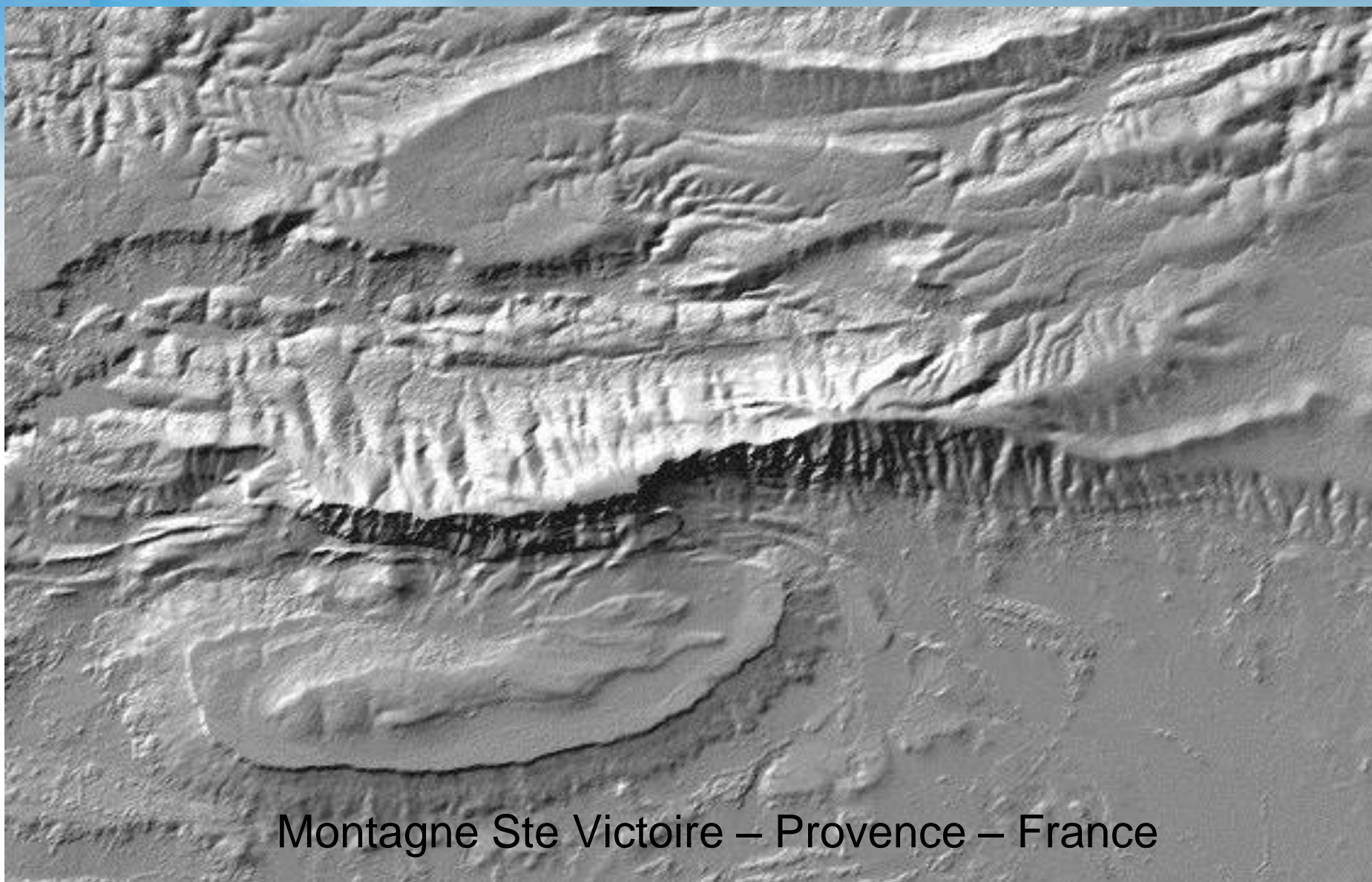
MNE extrait de couples stereo SPOT 6 : précision verticale $<2\text{m LE90}$ (vs. 100+ GCPs) et jusqu'à 1,5 m LE90 dans les meilleures conditions.

Meilleurs B/H ratios entre 0.45 et plus. B/H < 0.25 - 0.3 ne sont pas optimaux.

Horizontal & vertical accuracy of SPOT 6

Evaluation sur la montagne Sainte Victoire

	Check	Mean (m)	LE90 (m)	B/H
VIC 0	113	0.1	1.3	0.53
VIC 1	113	0.2	1.7	0.36
VIC 2	113	-0.2	1.8	0.36
VIC 3	113	0.5	3.1	0.17
2+3	113	0.0	2.0	0.17+0.36
2 pairs	113	0.0	1.4	0.36+0.36



Montagne Ste Victoire – Provence – France

Horizontal & vertical accuracy of Pléiades

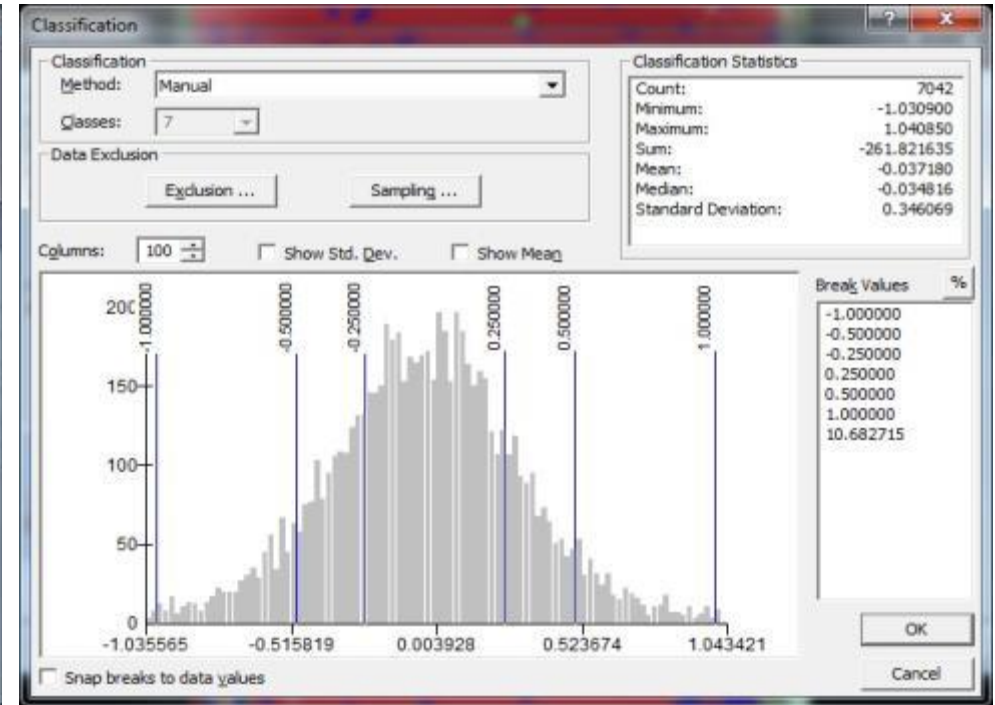
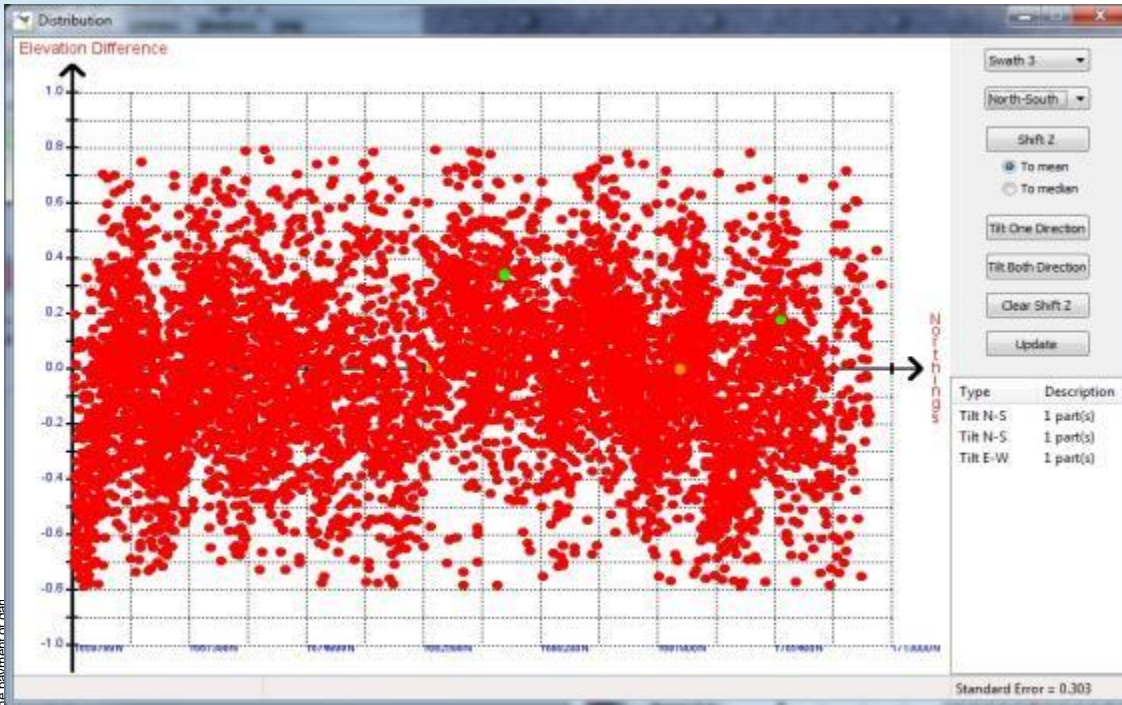
Testée sur différents sites, la précision planimétrique de Pléiades sans PA est **< 8,5m CE90 @30°** (vs 12m spécifications avant lancement)
Avec PA et MNE de précision : **<0,8 m CE90@30°**

Précision altimétrique de Pléiades avec PA de précision: **<1m LE90**

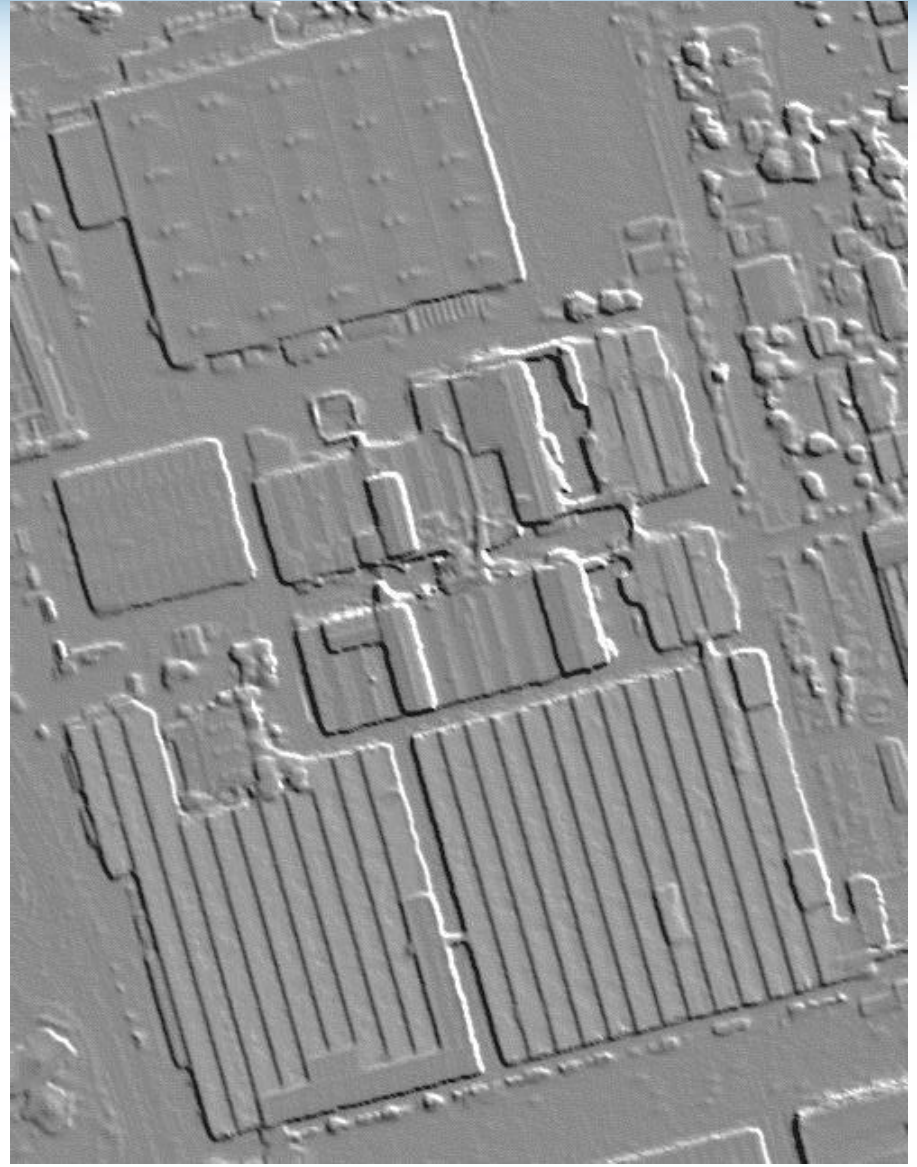
Tests sur Melbourne :

Incidences	Stereo	Images	Bias	RMS	LE90
-16°....16°	Wide	3	0.24	0.52	0.84
-11°....10°	Narrow		0.37	0.68	1.15
-22°....21°	Wide	7	0.25	0.49	0.80
-16°....16°	Narrow		0.37	0.61	1.00
-28°....27°	Wide	9	0.27	0.49	0.78
-21°....20°	Narrow		0.38	0.62	0.96

Etude d'évaluation des performance de la stereo Pléiades menée par PhotoSat 45,000 points de contrôle, Asmara Eritrea



MNE E1 produit avec un PA. La quality alti obeteneue est **0,34m rms** ou **0,60m LE90**
Estimation faite à partir **45 000 GCPs** (2cmLE90)

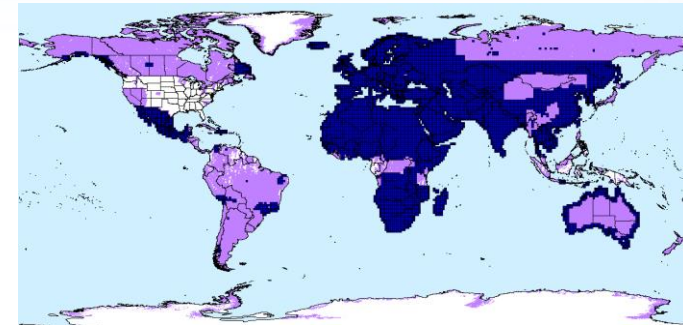




Les couches de référence développées par Airbus DS

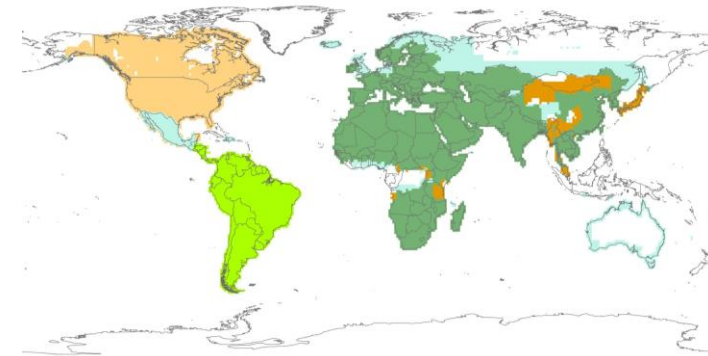
✓ Reference3D : développé pour la Défense Française

- dalles de 1° X 1°
- co-production Airbus DS et IGN
- couche ortho-mosaïque (HRS SPOT5) de 5 m de résolution, panchro
- couche alti : MNE HRS DTED2 30 m de résolution
- extension : 80 M km²
- produit commercial (co-édité Airbus DS et IGN)
- précision : <10 m CE90, <10 m LE90



✓ Premium Accuracy Service (PAS)

- dalles de 1° X 1°
- co-production Airbus DS et IGN
- couche ortho-mosaïque (HRG SPOT5 ou SPOT6/7) de 2,5 m de résolution, panchro
- couche alti : MNE HRS DTED2 ou SRTM 30 m de résolution
- extension : 115 M km²
- produit interne ou pour DRS
- précision : <5 m CE90, <10 m LE90



Les systèmes de production internes Airbus DS

✓ **Besoin : production **de masse**, chez Airbus DS ou déportée en pied d'antenne (DRS) chez nos clients**

- génération des Primary SPOT6/7 ou Pléiades
- génération automatique des ortho-images (unitaires)
- génération automatique d'ortho-mosaïques mono-pass



Terminal Multi Mission
(SPOT, Pléiades, TSX)

Pixel Factory™: moyen d'ortho-rectification de masse « classique »

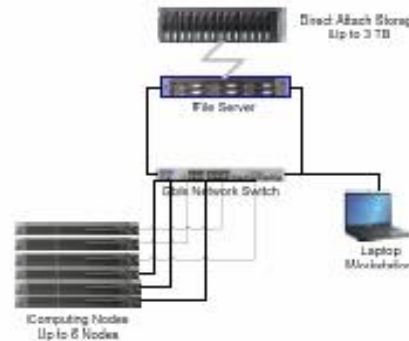
■ Mobile Pixel Factory

- 4TB – DAS (Direct Attach storage)
- (RAID 5)
- 1 file server biproc (RAID1)
- 4 to 6 nodes
- 1 ou 2 WS



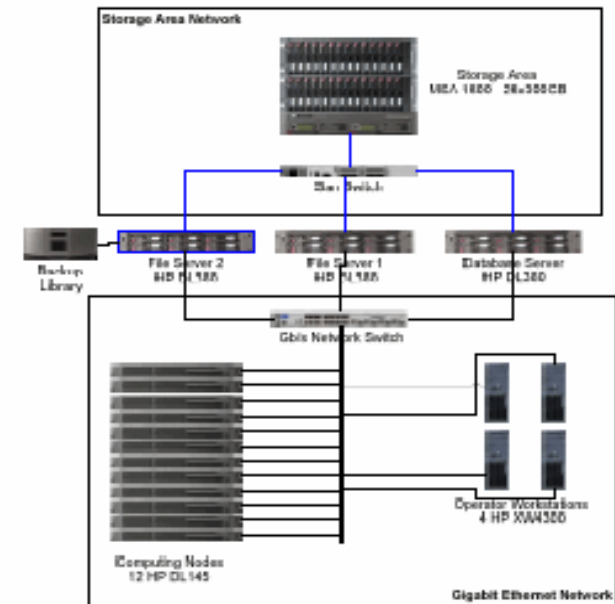
■ Medium Pixel Factory

- 3 to 10TB - MSA or EVA (RAID 5)
- 2 file server bi-proc
- + 1 server BD (RAID 1)
- 6 to 12 nodes
- 2 to 6 WS
- SAN (Storage Area Network)



■ Large Pixel Factory

- 6 to X TB – EVA (RAID 5)
- 2 files server quadri-proc
- + 1 server BD (RAID 1)
- 10 to X nodes
- 2 to X WS
- SAN (Storage Area Network)



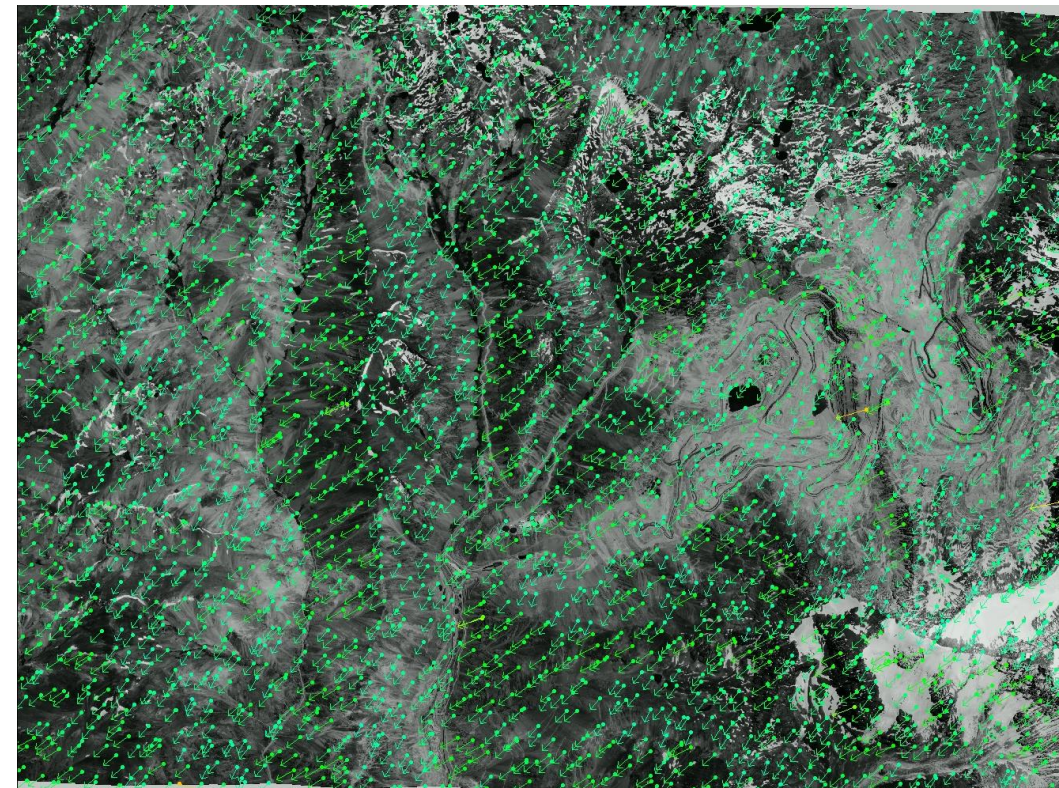
✓ Référence => existence massive de points d'appui

- des centaines voire des milliers de GCPs peuvent être pris par scène (corrélation)
- la précision relative entre scènes adjacentes est assurée par la cohérence de la référence commune (pas de points de liaison)

➔ - la spatio-triangulation (plus longue à mettre en œuvre et qui nécessite d'avoir toutes les images disponibles à l'instant t) n'est pas utilisée dans la production standard d'ortho.

- le produit de base n'est plus le Primary (brut) mais l'ortho-image

- la vitesse de traitement « suit » la vitesse d'acquisition : possibilité de mettre à disposition (cloud) des bases de données ortho énormes



Ortho-images par streaming : One Atlas

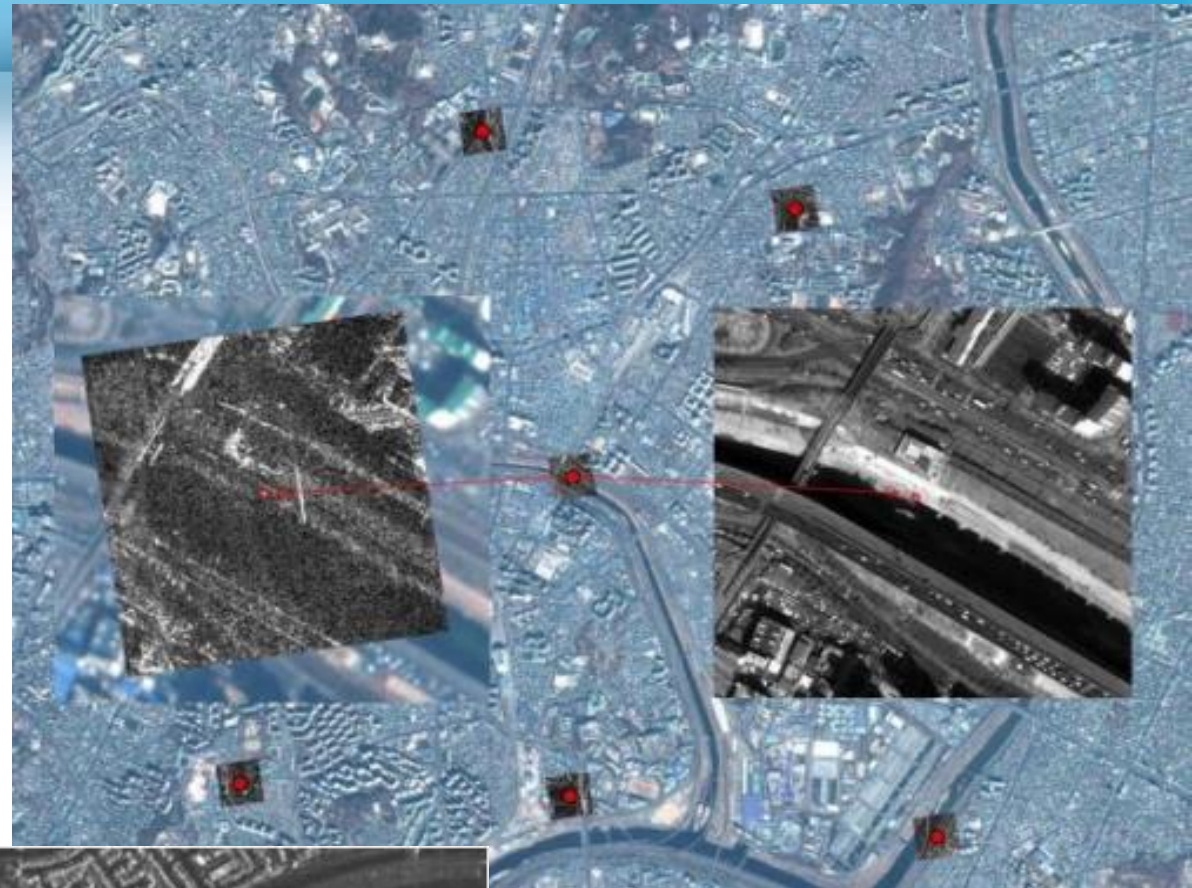
✓ One Atlas

- banque de données d'ortho-images mondiale mise sur le cloud, disponible en streaming (abonnement)
- l'ensemble des terres émergées à disposition et mis à jour chaque année (SPOT6 + 3000 villes Pléiades)
- 2 M km² mise à jour par semaine (4 X Espagne)
- 500 To par an



GEO GCPs

- A partir d'images TerraSarX / TandemX
- Disponibles (pas sur étagère !)
- n'importe où, quel que soit le climat
- Discrets, non intrusifs, parfaits pour les endroits « interdits »
- Précision < 0,5 m CE90
- Applications
 - Ortho-rectification Pléiades
 - Modèles 3D Pléiades



Pourquoi le radar est plus performant en géo-localisation native ?

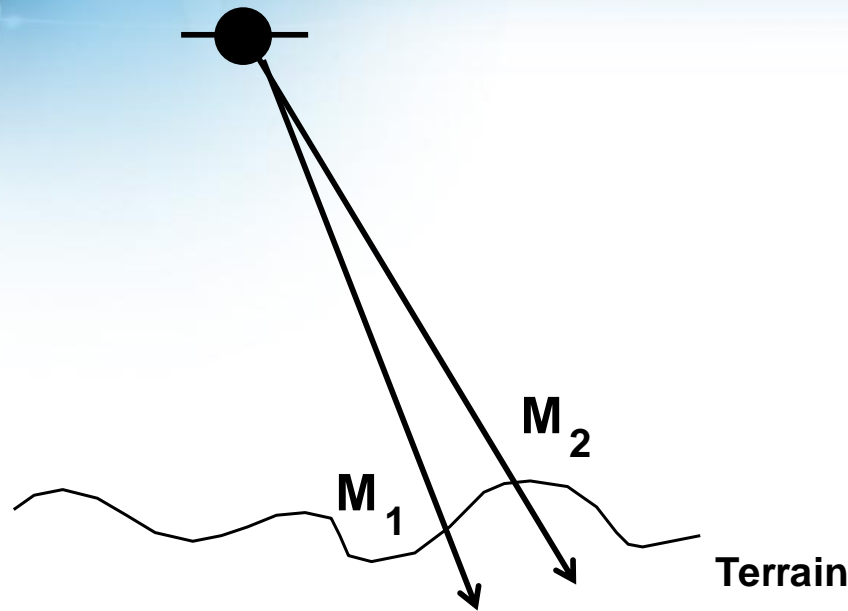
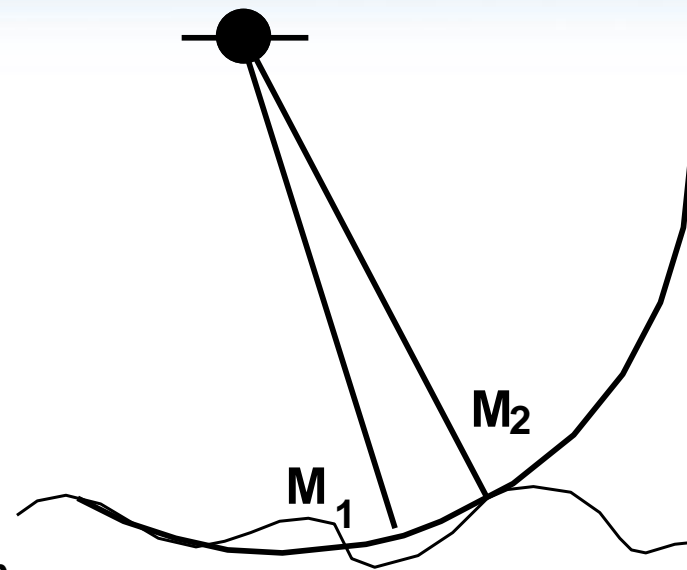


Image optique : directions de visée



Images radar : cercles de visée (distances)

Pleiades airports premium products

Product	Specifications
Premium Ortho-images	<i>AOI: Airport area (*)</i> <i>Resolution: 50cm</i> <i>Geo-accuracy (**):</i> <i>XY: 1m CE90 over airport area</i>
Digital Surface Model (DSM) Elevation 1	<i>AOI: Airport area (*)</i> <i>Geo-accuracy (**):</i> <i>XY: 1.5m CE90</i> <i>Z: 1.5m CE90</i> <i>Post-spacing: 1m</i>
Digital Terrain Model (DTM)	<i>AOI: Airport area (*)</i> <i>Geo-accuracy (**):</i> <i>XY: 1.5m CE90</i> <i>Z: 1,5m LE90</i> <i>Post-Spacing: 5m</i>



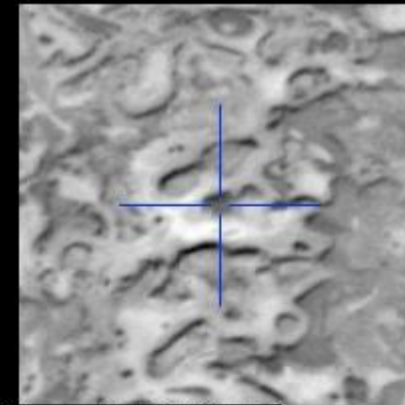
(*) Area Of Interest (AOI) is limited to the airport area (including runways, taxiways and buildings infrastructure) + buffer margin all around

(**) Geo-accuracy performances mentioned herein can be reached wherever Ground Control Points at a 20cm accuracy are available

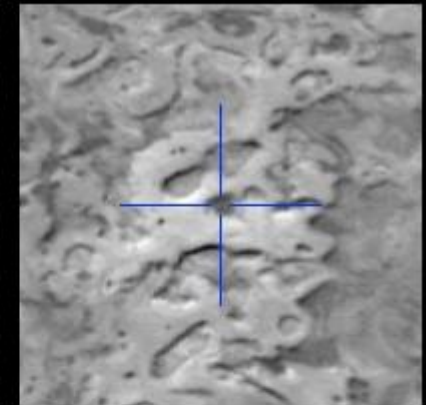
Nouvelle base de données pour la Défense française : la BD Amer

- Un réseau de points d'appui couvrant > 80 M km²
- Densité : environ 22 points par 1/16 de degré carré (environ 350 par degré carré)
- Vignette d'images SPOT5 HRS ortho-rectifiées (Pan, 5 m de résolution, 1 km²)
- Chaque point a ses propres métadonnées qualifiées
- Qualité : < 3 m CE90
- Vignettes centrées sur des points „SURF“
- Filtrage pour garder les points pérennes du paysage
- Vignettes ortho-rectifiées à l'altitude du point central mesurée dans les couples stereo HRS (pas de MNE)
- Chaque point est visible dans toutes les vues disponibles (au moins deux, mais cela peut-être plus).

GEOSOCLE



X = 41.9644015 m
Y = 29.7367881 m
h = 560.229 m



S7PX--2015011627145131CP



dX = -0.64 m
dY = 1.29 m
dh = 1.77 m

S7PX--2015011627196882CP



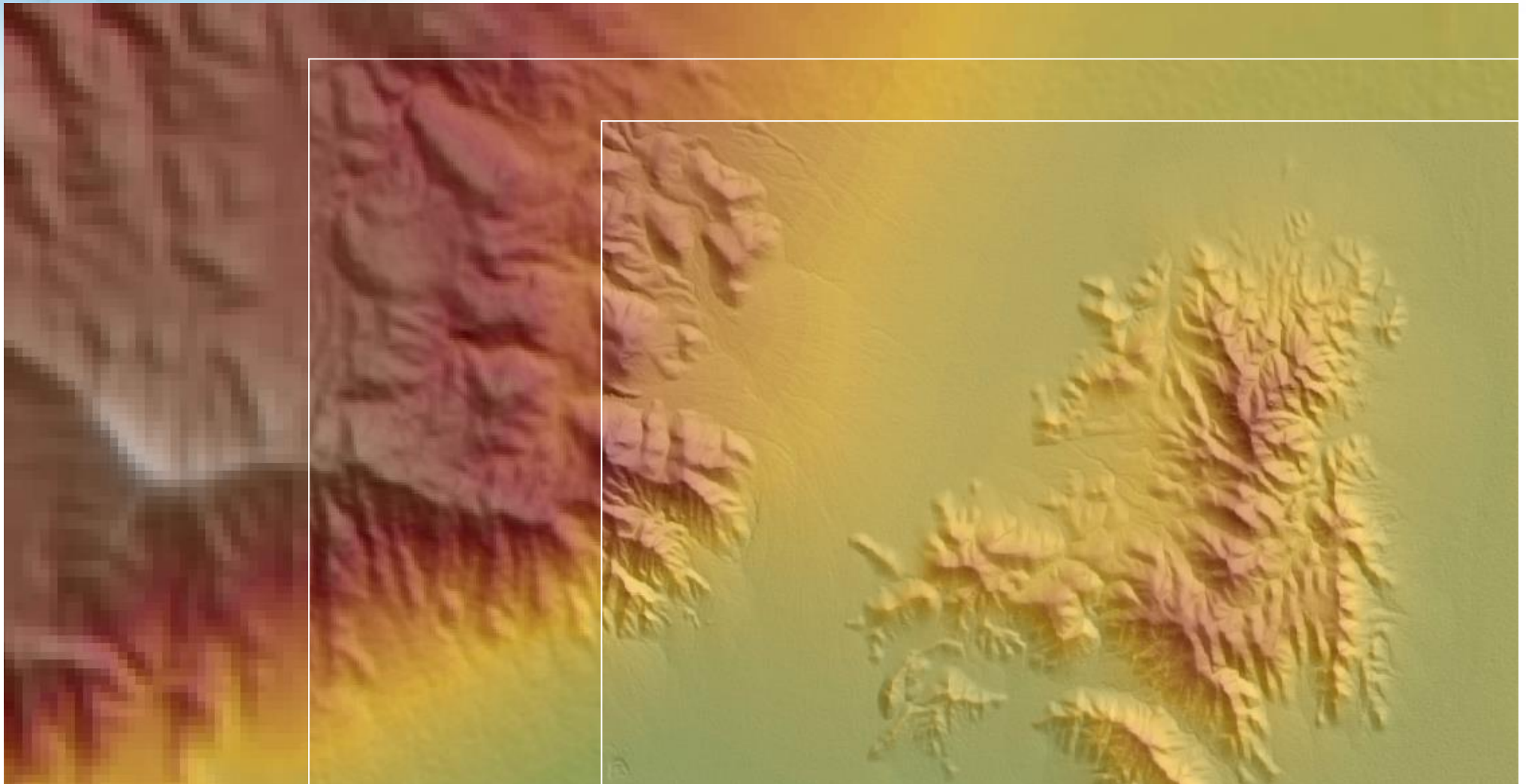
dX = -0.21 m
dY = 1.32 m
dh = 1.77 m

Nouvelle base de données altimétrique mondiale (MNS) d'airbus DS : WorldDEM

SRTM 90

Reference3D

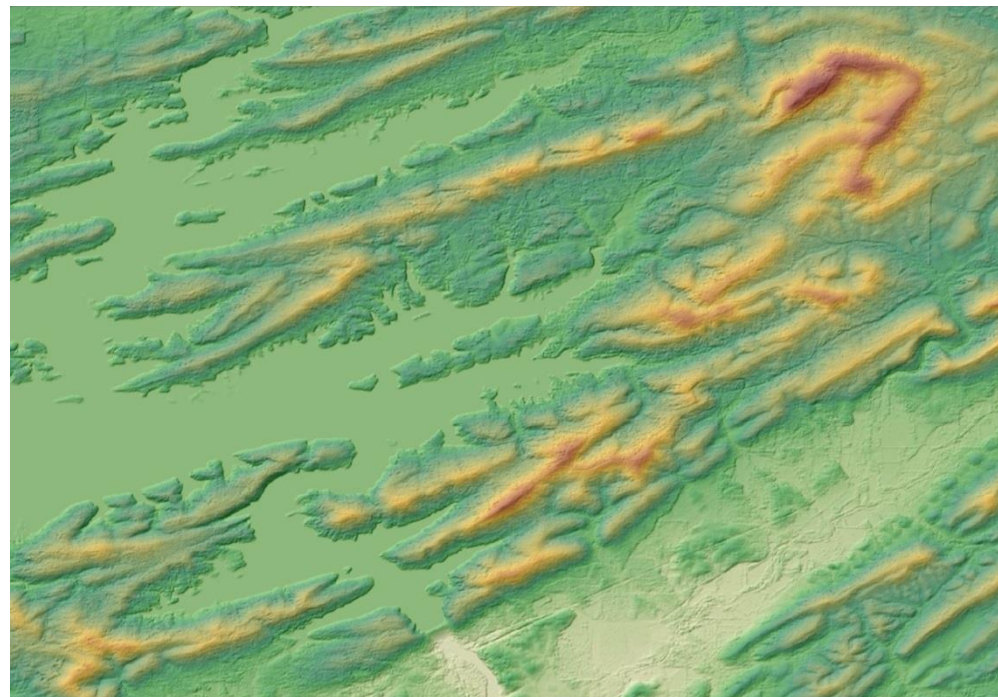
WorldDEM



© 2014 Airbus Defence and Space - All rights reserved. The reproduction, distribution and use of this information is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages.

Principales Spécifications de WorldDEM™

Produits		MNS
Précision altimétrique	Abs.	4m (LE90)
	Rel.*	<2m (slope ≤20%) (LE90) <4m (slope >20%) (LE90)
Précision planimétrique	Abs.	<10m (CE90)
Résolution		Latitude: 0.4" (~ 12m) Longitude: selon la Latitude (~12m)
Format du fichier		GeoTIFF
Type de données		32-bit floating
Unité des altitudes		Mètre
Projection		Coordonnées Géographiques
Systèmes de Référence		<ul style="list-style-type: none"> • Horizontal reference datum: WGS84 • Vertical reference datum: EGM2008
Metadonnées		XML-Format, compatible ISO 19115
Optionnel : Couches qualité		Masque des Sources, Masque des bouchages, masque des Editions, masque des surfaces en eau, image d'amplitude



* Erreur linéaire point-à-point à 90% dans une surface de 1° x 1°

✓ Base de référence versus précision *a priori*

- le positionnement natif de plus en plus précis des capteurs va rendre l'utilisation de bases de calage plani moins intéressant (versus les coûts de réalisation) mais...

✓ PAS++

- Images SPOT6/7 (fraîcheur)
- résolution 1,5 m + couleurs
- utilisation du MNE mondial WorldDEM (4 m LE90)
- précision plani 3m CE90 ?

✓ BD Amer++

- Images SPOT6/7 (fraîcheur)
- résolution 1,5 m + couleurs
- précision plani 2 m LE90 ?



Michaël TONON

Senior adviser, Intelligence
Toulouse, France

Michael.tonon@airbus.com