



Journées de travail internationales TRAIL 2016

17-20 mai 2016 Domaine national de Chambord (France)

TRAIL 2016

Du 17 au 20 Mai 2016

Cécile MÉCHIN
Maxime ROUSSEAU

PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Le LiDAR

Light Detection And Ranging

Maxime ROUSSEAU
Cécile MÉCHIN

Sommaire

1- Présentation de SINTEGRA

2- Préparation de l'acquisition

- Le système d'acquisition
- Organisation de la mission
- La technique
- Principe de la mesure

3- Traitement des données

- Traitement de la trajectoire
- Calcul du semis de points
- Calibration du semis de points
- Classification sol sursol
- Rattachement au système géodésique

4- Réalisation des produits finaux

- Semis brut, MNT, MNS, MKP, Image Intensité
- Profils en long, en travers, courbes de niveaux, plan topographique

- 1 -

Présentation de SINTEGRA

PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Présentation de Sintegra

- Société inscrite à l'Ordre des Géomètres-Experts
- Depuis plus de 60 ans, Sintegra est pionnière dans le domaine de la photogrammétrie, du Lidar et de la géo-information
- Ses compétences et ses domaines d'intervention se sont élargis et lui permettent de répondre aux demandes les plus diverses et les plus exigeantes, émanant des collectivités, des bureaux d'études et des particuliers, aussi bien en France qu'à l'étranger.

Capital social :	110 016 €
Président :	Lionel BRAT – Géomètre Expert DPLG
Directeur Général :	Jérôme CROCE – Géomètre Expert DPLG Jérôme LEBOURG – Géomètre Expert ESGT
Effectifs :	86 emplois 6 Géomètres-Experts / 12 Ingénieurs Topographes 57 Techniciens 10 Administratifs



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Domaines d'activité

- **Prise de Vues Aériennes**

Visible, Proche IR et Thermique ; Verticales ou obliques ; Par avion ou hélicoptère

- **Orthophotographies et Plans Photogrammétriques**

Echelle du 1/200e au 1/5000e ; ORTHOPHOTOPLANS ; Résolution : de 5 à 50 cm/pixel

- **Relevés LiDAR**

MNT ; MNE ; MNS ; Volumétrie ; Profils

- **Scanner laser terrestre**

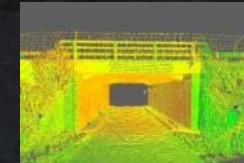
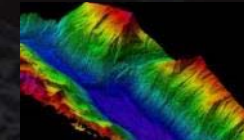
Génie civil ; Patrimoine ; Contrôles géométriques ; Installations industrielles

- **Levers topographiques**

Voirie ; Corps de rue ; Récolement réseaux ; Bâti ; Parcellaire ; Voies ferrées ; Sites industriel

- **Travaux topométriques et géodésiques, Mesures GPS**

Contrôles et implantations ; Assistance à MO ; Canevas de référence ; Suivi d'ouvrages d'art et de glissements de terrain



Domaines d'activité

- **MAQUETTES 3D VIRTUELLES**

Technologie SKYLINE ; TerraExplorer, TerraBuilder, TerraGate ; Photoshop et 3DS

- **RELEVES BATHYMETRIQUES**

Production de cartes isobathes, maillages 3D, coupes et profils

- **TRAVAUX FONCIERS, URBANISME**

Bornages, Divisions de propriétés, Plans d'alignements

- **ETUDES D'AMENAGEMENT, VRD**

Lotissements ; Ensembles immobiliers ; Aménagement de voiries publiques



- 2 -

Préparation de l'acquisition

PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Le système d'acquisition

Le système d'acquisition comprend :

- Le Laser
- La centrale inertielle
- Un GPS embarqué
- Un disque dur pour stocker les données
- La caméra photo (Hasselblad ou Leica-RCD 30)
- La valise d'alimentation
- L'écran pilote
- L'ordinateur pour piloter le scanner



L'organisation de la mission

La phase de préparation de la mission terrain comprend :

- La récupération de la zone à couvrir auprès du client
- La réalisation d'un plan de vol

Le plan de vol doit prendre en compte différentes contraintes :

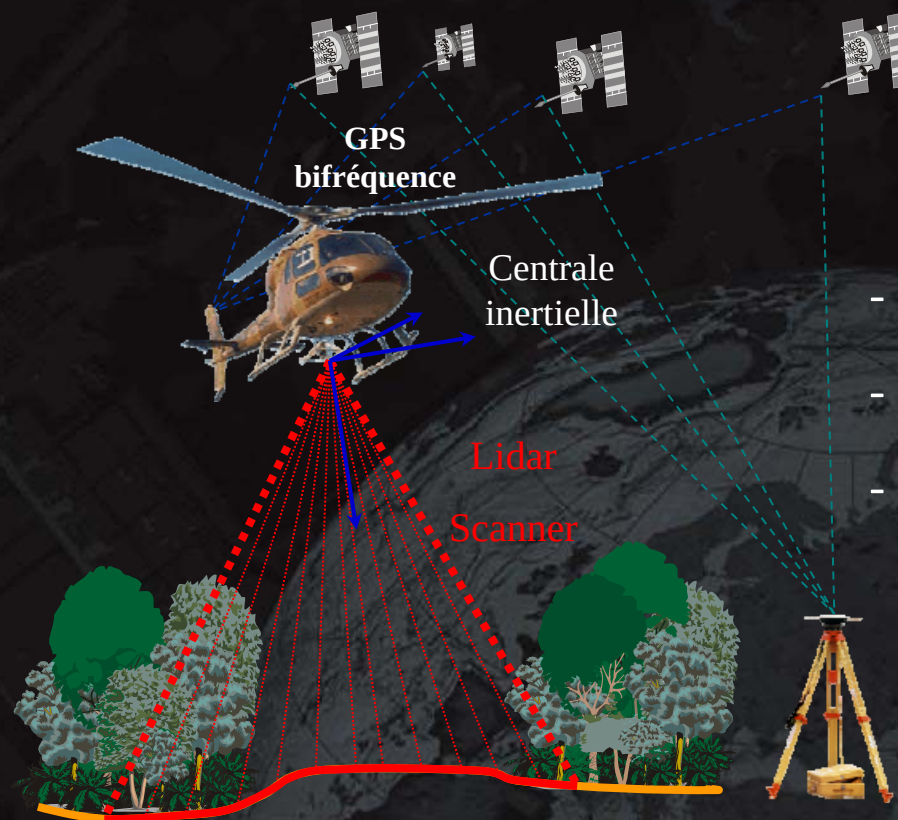
- La densité de points demandée et la précision attendue
- La zone à couvrir
- Les contraintes liées au relief et à la végétation
- La visibilité des constellations GNSS



Spécificités du LiDAR archéologique

- Favoriser la pénétration du signal à travers la végétation :
 - Densité d'émission importante
 - Acquisition hivernale
 - Recouvrements supérieurs à 50%
 - Axes croisés
 - Système de qualité pour minimiser le bruit de mesure

La technique



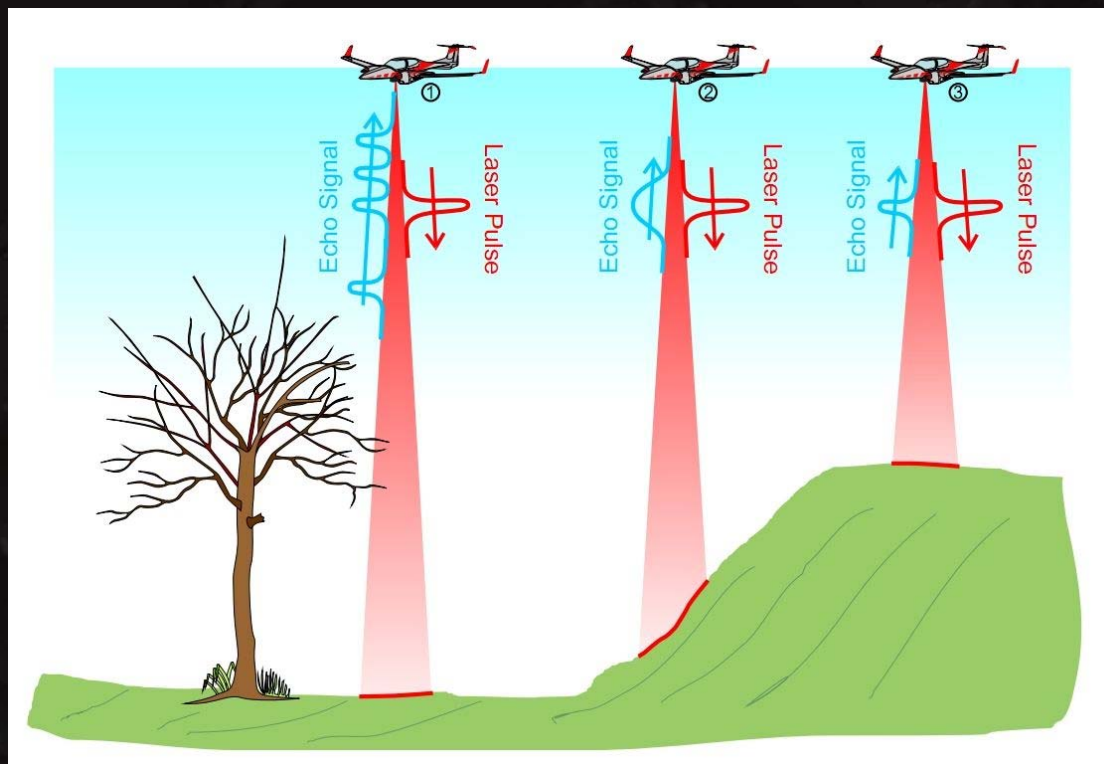
- GPS
- Centrale inertielle
- Lidar

Station GPS
bifréquence de
référence au sol.

PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
 ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
 TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
 MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
 MODÉLISATION 3D
 MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
 11 chemin des Prés - CS 3003
 38241 MEYLAN Cedex
 Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
 Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Principe de la mesure



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

- 3 -

Traitement des données

PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

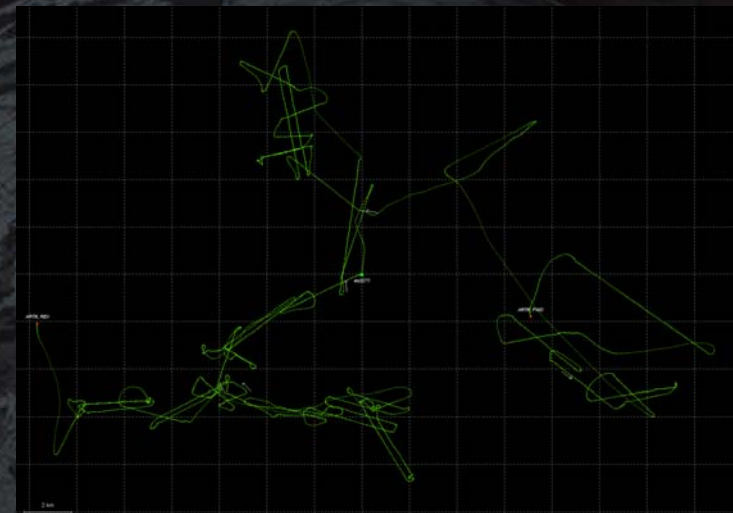
SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Traitement de la trajectoire

Au retour de la mission terrain, les données brutes se présentent sous le format fullwave form (sdf).

La première étape revient à calculer la trajectoire GPS à partir du GPS embarqué et des stations GPS au sol ou virtuelles à l'aide du logiciel GrafNav (Waypoint).

Précision : 4 à 8 cm



Traitement de la trajectoire

La trajectoire inertielle est calculée à l'aide du logiciel DelphINS (IXSEA) en utilisant les données de la centrale inertielle et le résultat de la trajectoire GPS.

Précision : 3 à 6 cm et une précision angulaire minimum de 0.01°

Ces calculs de trajectographie permettent de connaître les positions et orientations dans l'espace du scanner laser.



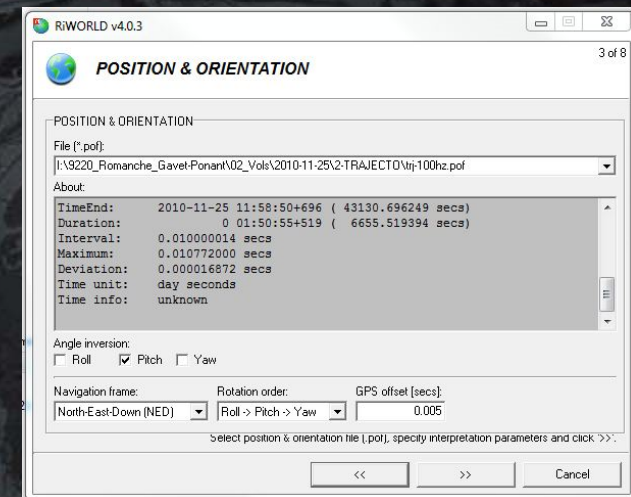
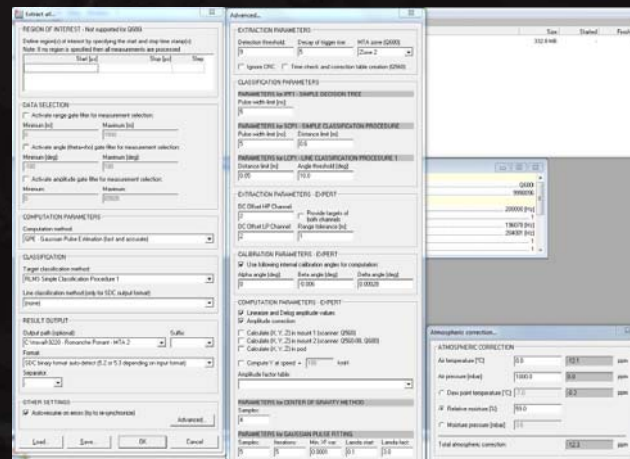
PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Calcul du semis de points

Les coordonnées des points sont calculés à l'aide du logiciel RiProcess (Riegl) en exploitant :

- La trajectoire de l'aéronef
- Les valeurs angulaires et les distances mesurées par le scanner laser



Calibration du semis de points

La calibration des semis est effectuée à l'aide d'axes de vol qui se croisent.

Cette calibration permet de déterminer les angles entre le laser et la centrale inertielle (logiciel TerraMatch).

L'observation des toitures permet de contrôler la qualité des angles obtenus.



Classification Sol / Sursol

Pour le reste du traitement, nous utilisons la suite Terrasolid et notamment les modules Terrascan et Terramodeler.

Étapes de traitement :

- *Classification automatique :*

Isolation des points qui se trouve de façon certaine dans le sol en fonction de la nature de l'écho puis analyse morphologique du terrain à l'aide d'un filtre spécifique

- *Contrôle et édition manuelle :*

Contrôle effectué par un technicien spécialisé pour corriger les erreurs de classification automatique



Rattachement au système géodésique

Le traitement du semis de points se fait directement en Lambert93 – Hauteur ellipsoïdale.

Le passage en IGN69 est effectué en appliquant la grille altimétrique RAF 09, fournie par l'IGN.

Les surfaces de contrôle nous permettent de contrôler et de valider la précision absolue du semis. Elles sont réparties de manière homogène sur la totalité de la zone.



- 4 -

Réalisation des produits finaux

PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Les différents livrables

Les deux catégories de livrables :

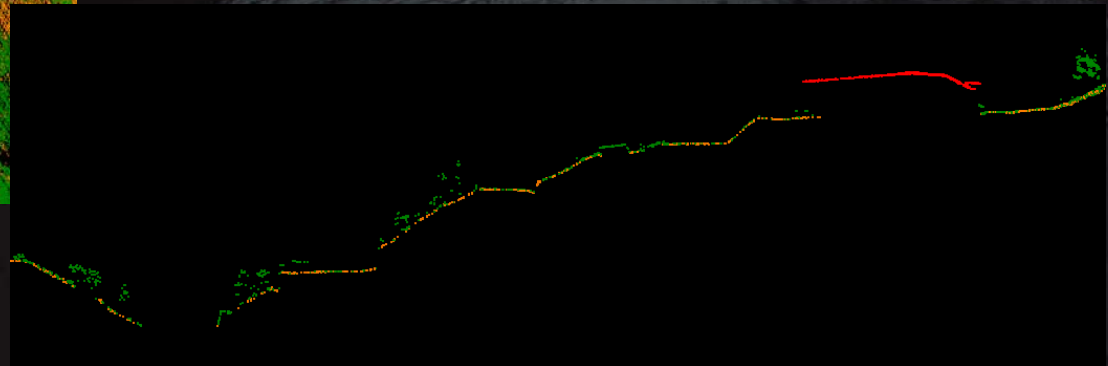
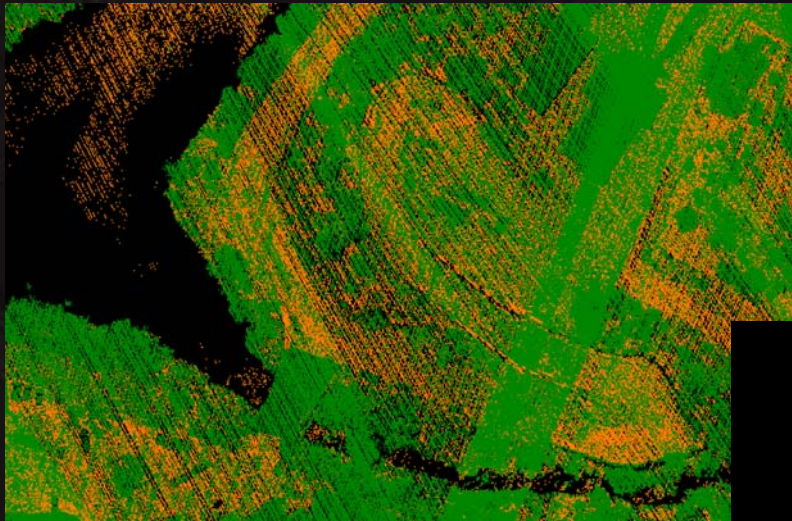
1. Les livrables Lidar :

- Les semis de points « brut »
- Les MNT grille
- Les MNS grille
- Les Model Key Points (MKP)
- Images Intensité

2. Les livrables Topographiques (interprétation topographique à partir des données Lidar) :

- Les profils en long
- Les profils en travers
- Et autres : courbes de niveaux, plans topographiques... etc.

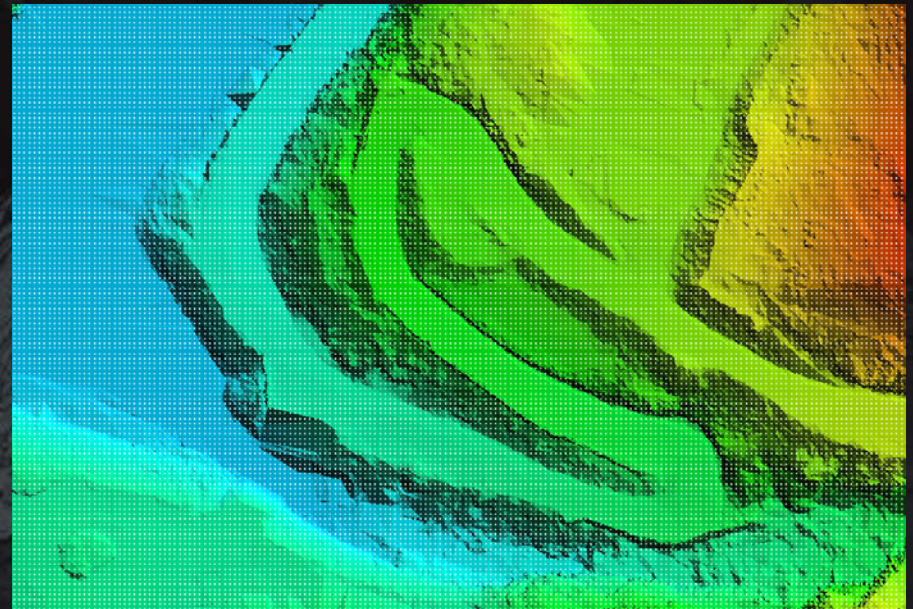
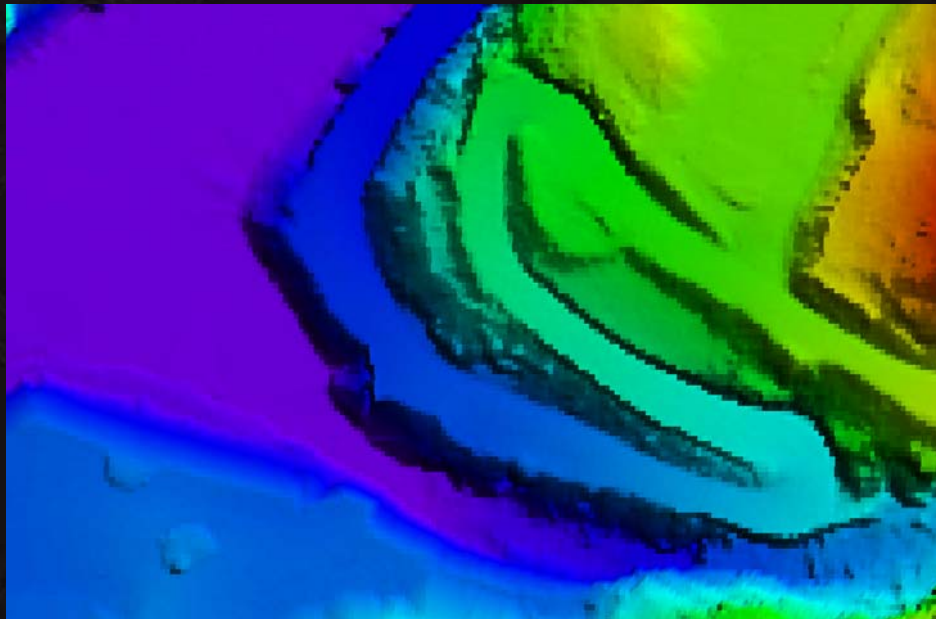
Semis de points brut



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

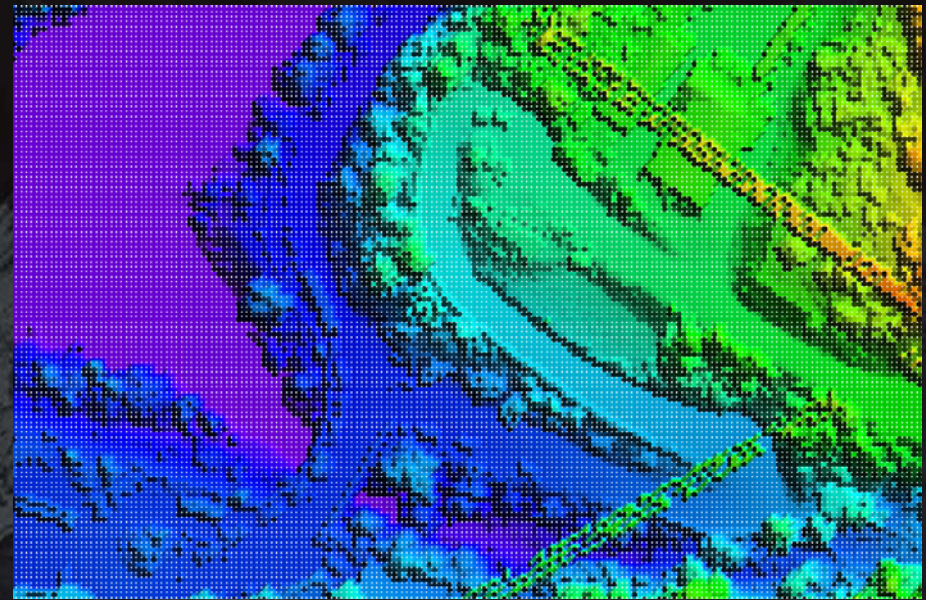
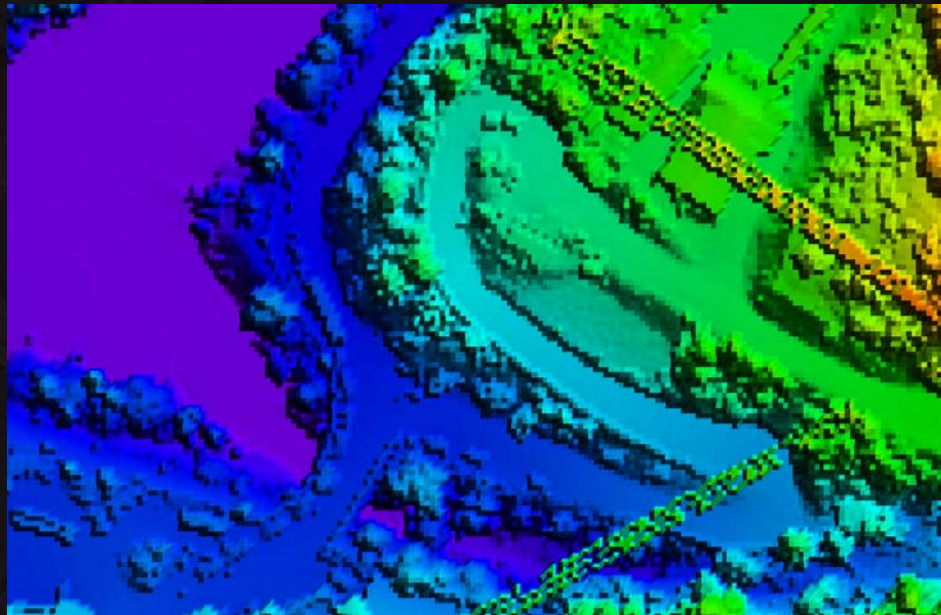
MNT grille



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

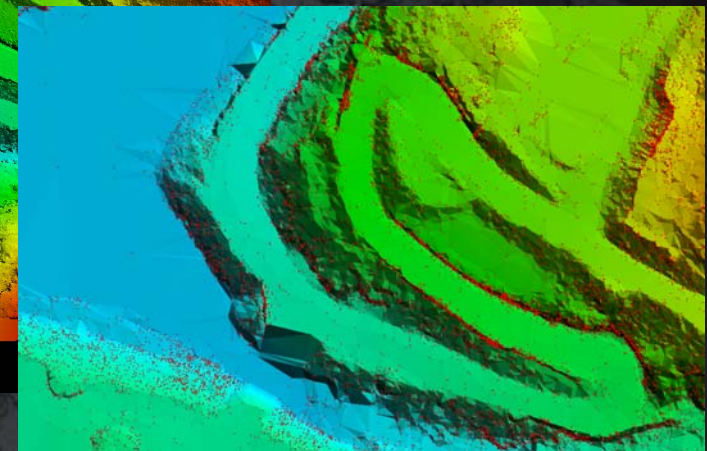
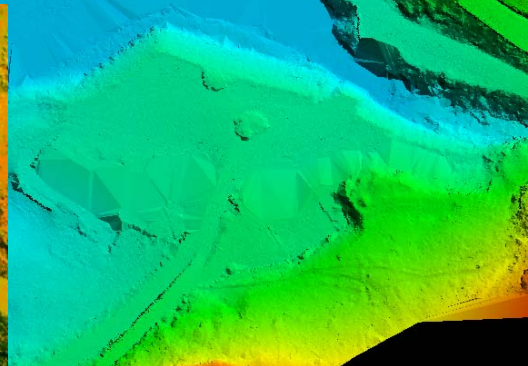
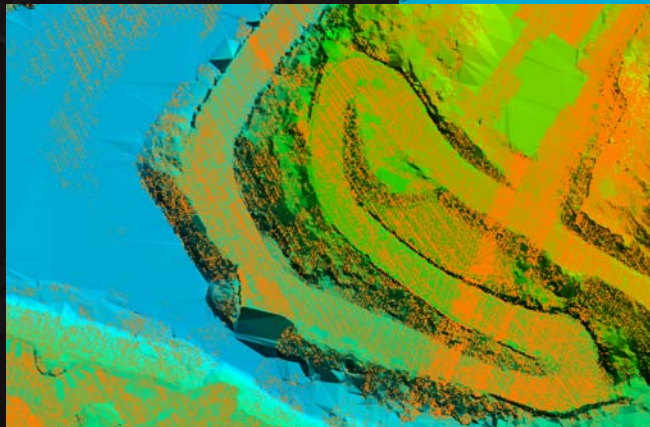
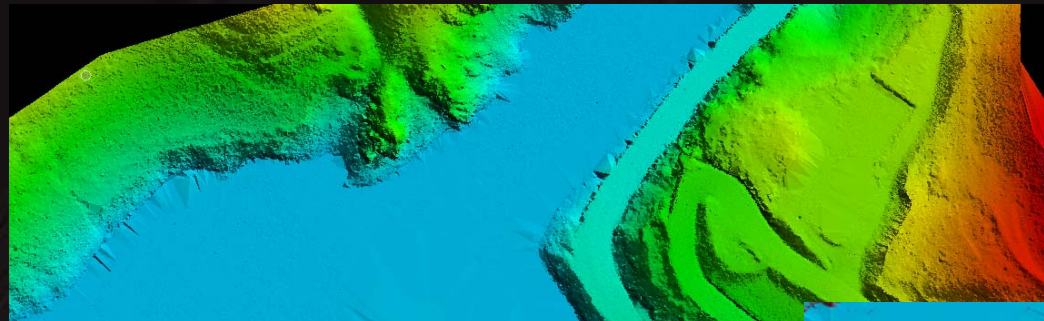
MNS grille



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

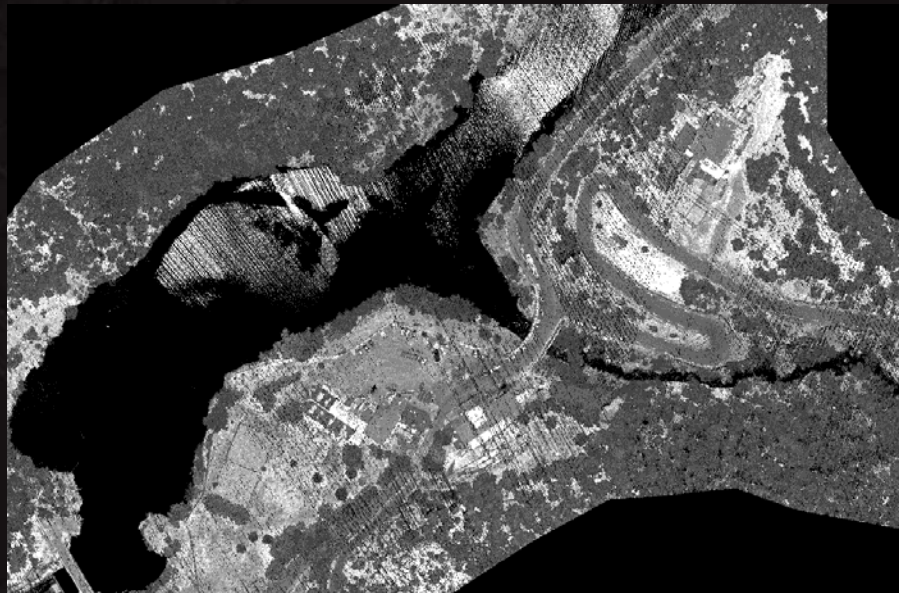
Model Key Point (MKP)



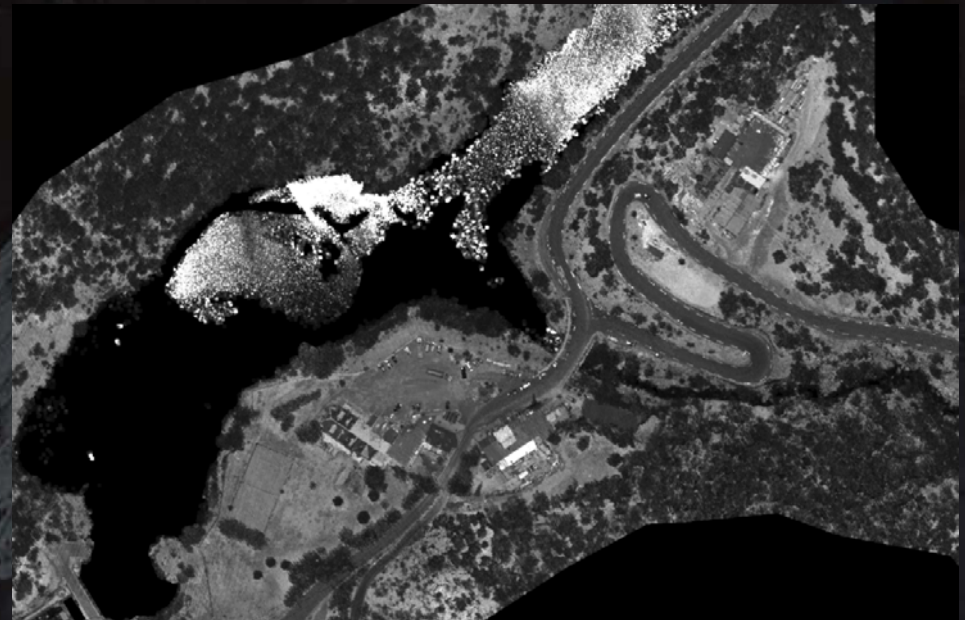
PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Image Intensité



Semis de points affiché par Intensité

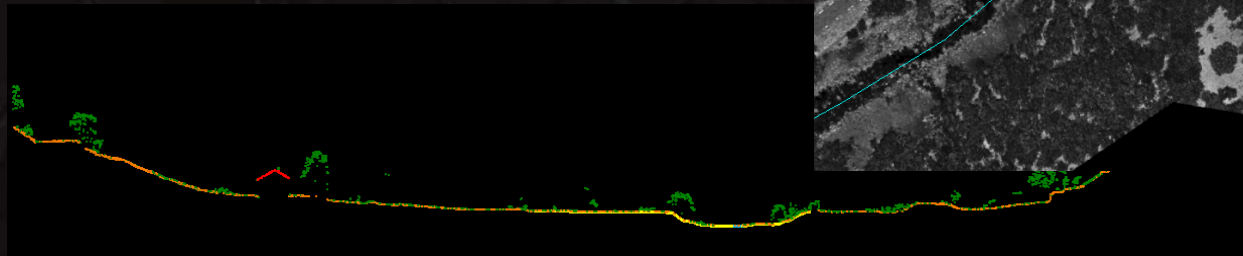
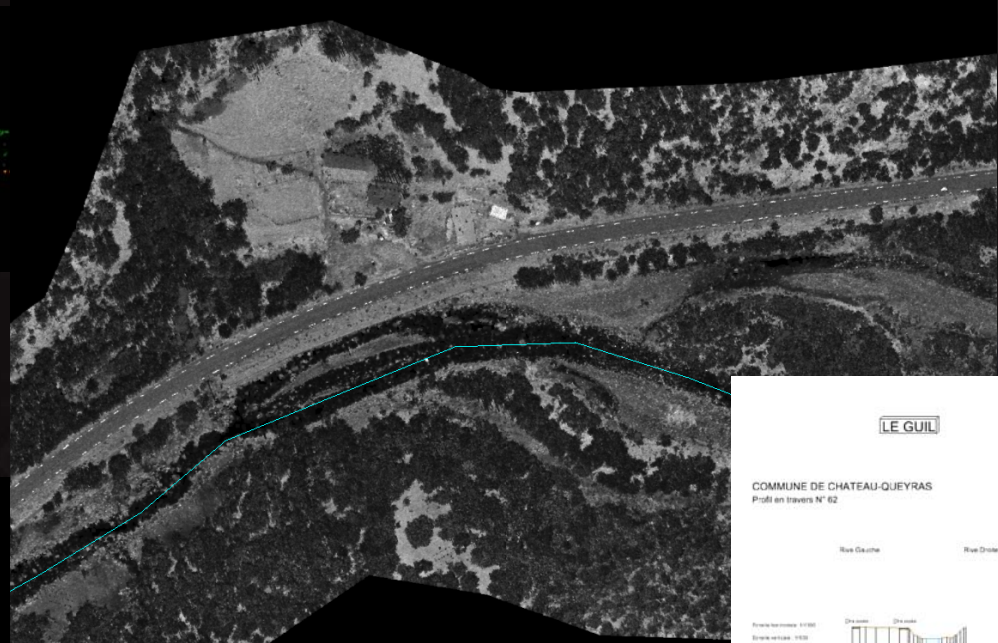
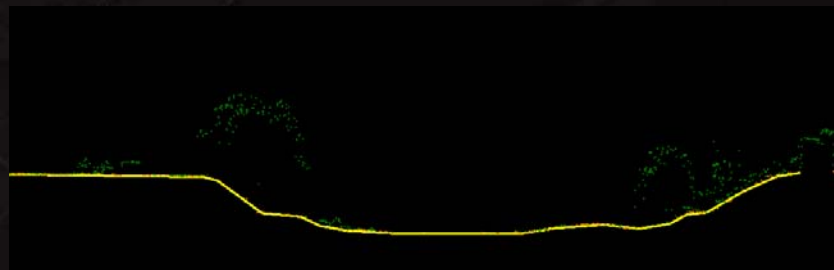


PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

Image Intensité extraite

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

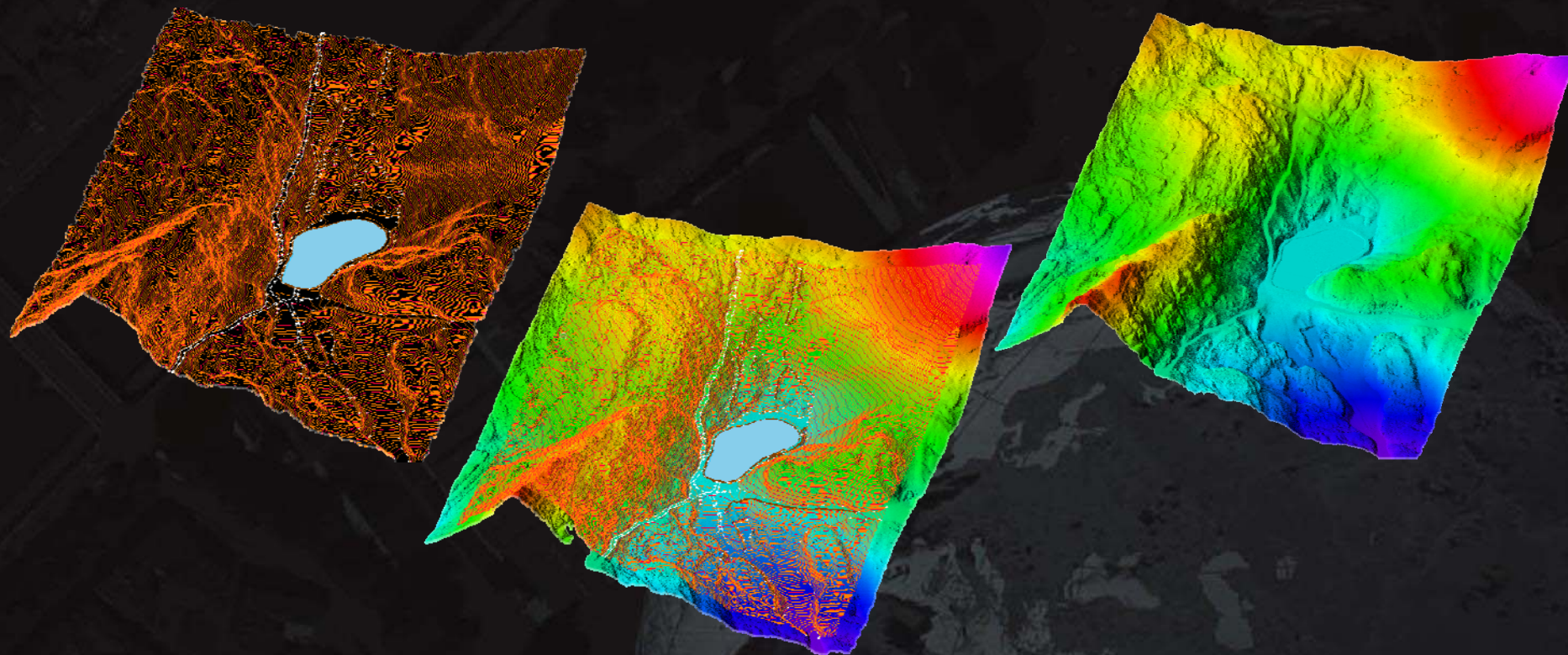
Profil en long

[illegible]

PRISÉ DE VUES AÉRIENNES	PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN	LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE	LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
MÉTROLOGIE / GÉODÉSIE	BATHYMETRIE
MODÉLISATION 3D	
MAQUETTES VIRTUELLES	

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : Info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

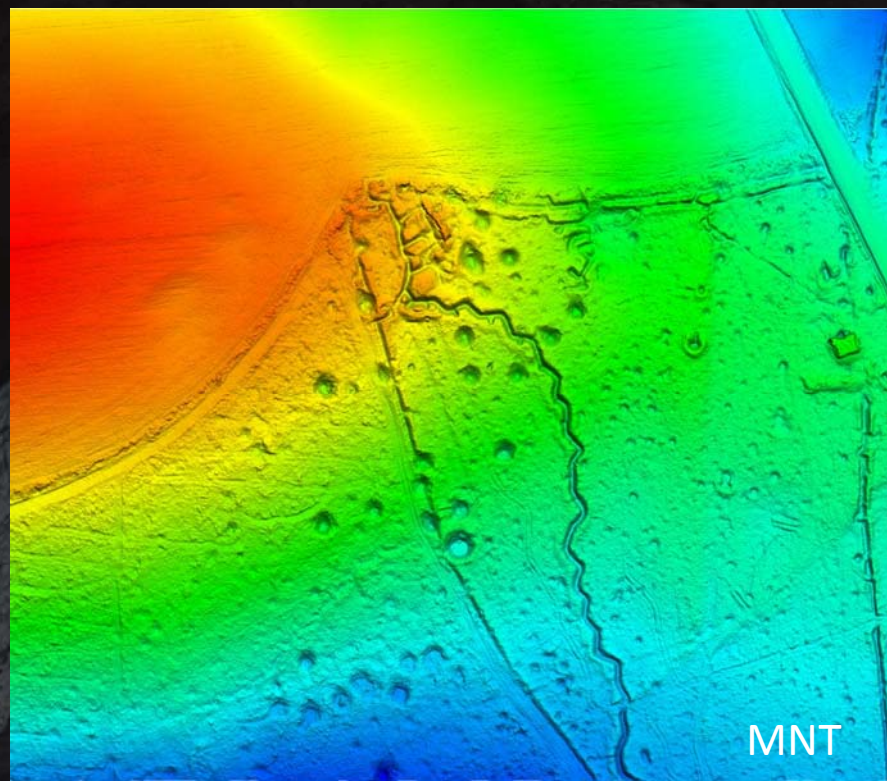
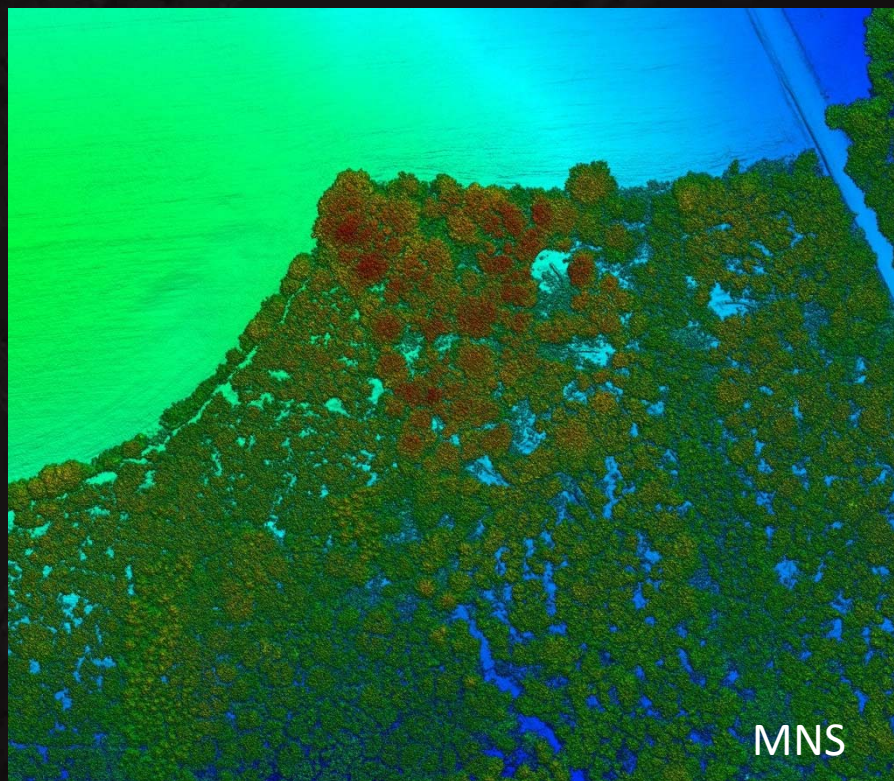
Plan topographique



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

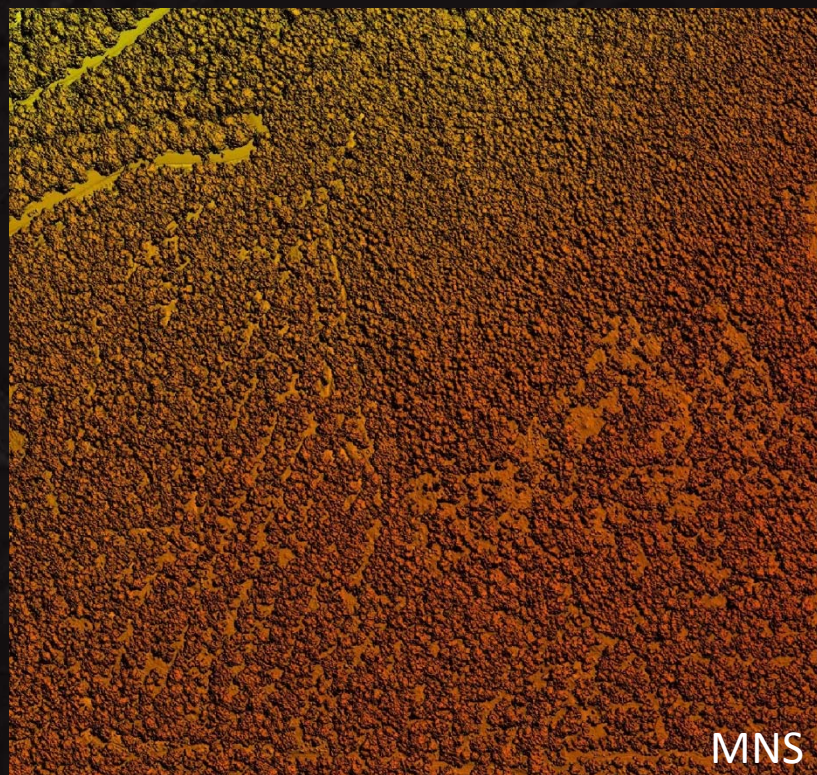
Exemple de terrain naturel visible grâce au lidar



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

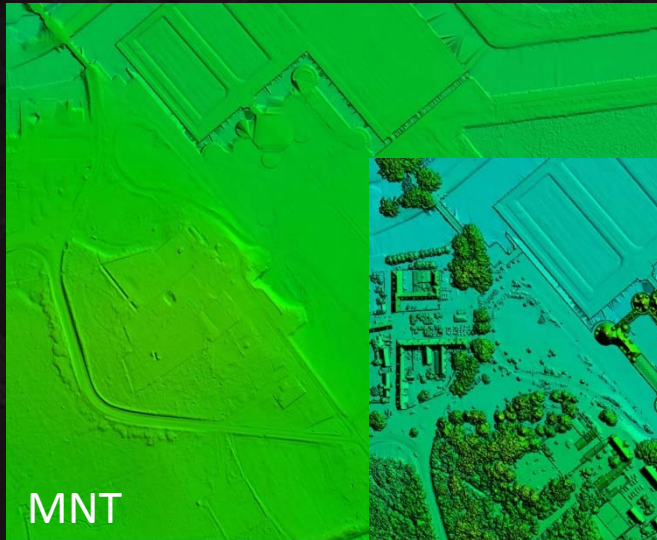
Exemple de terrain naturel visible grâce au lidar



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

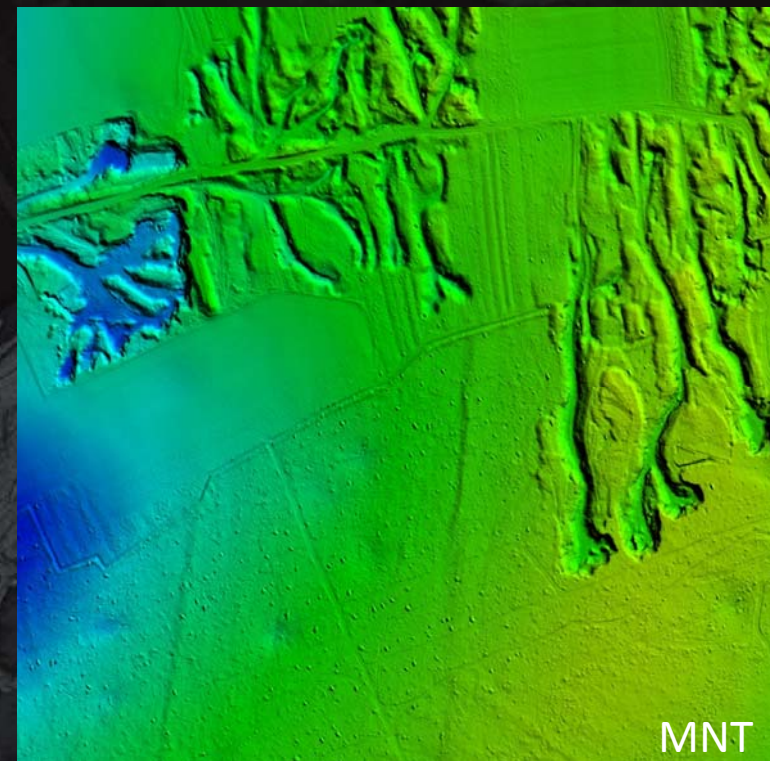
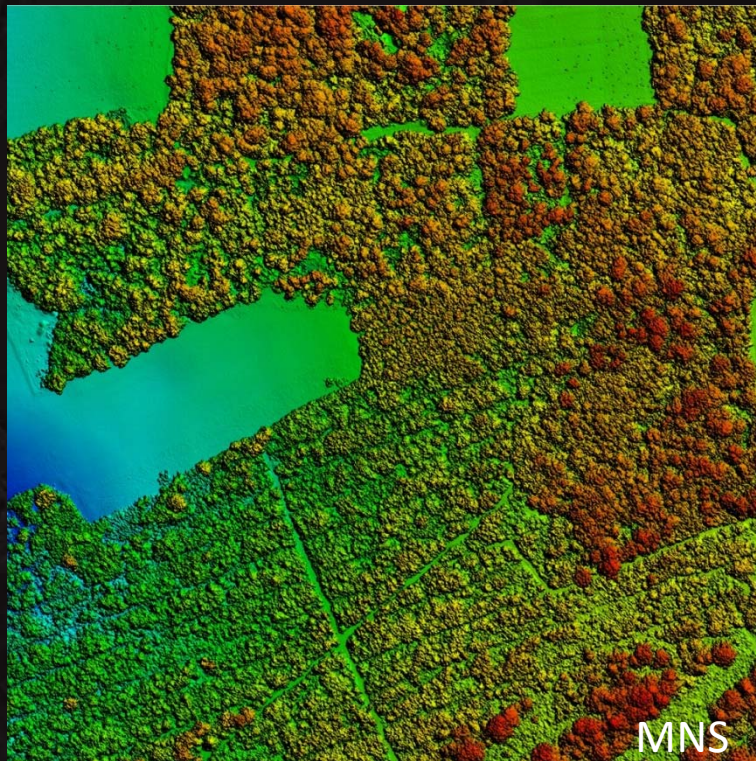
Exemple de terrain naturel visible grâce au lidar



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr

Exemple de terrain naturel visible grâce au lidar



PRISE DE VUES AÉRIENNES PHOTOGRAMMÉTRIE AÉRIENNE ET TERRESTRE
ORTHOPHOTOPLAN LASERGRAMMÉTRIE AÉROPORTÉE (LIDAR) THERMOGRAPHIE
TOPOGRAPHIE LASERGRAMMÉTRIE TERRESTRE
METROLOGIE / GÉODÉSIE BATHYMÉTRIE
MODÉLISATION 3D
MAQUETTES VIRTUELLES

SINTEGRA S.A.S. GEOMETRES EXPERTS
11 chemin des Prés - CS 3003
38241 MEYLAN Cedex
Tél. + 33 (0)4 76 18 13 13
Email : info@sintegra.fr
www.sintegra.fr