



QU'EST CE QUE LE LIDAR ?

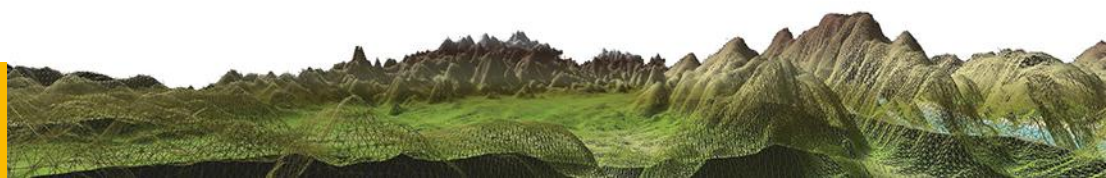
INTRODUCTION AU LIDAR

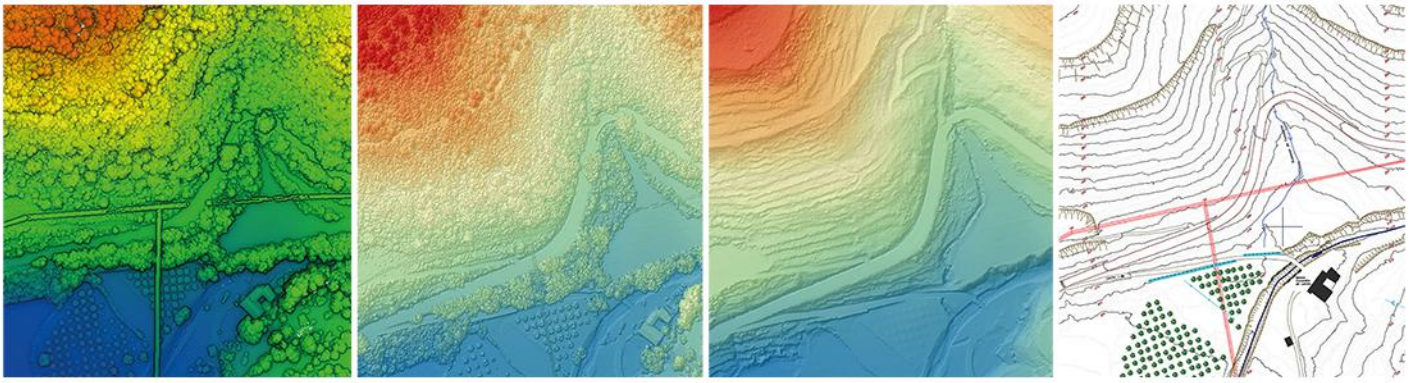
Le lidar (acronyme pour light detection and ranging) est une technologie permettant d'obtenir une mesure de distance 3D d'un objet ou d'un paysage en l'illuminant par des impulsions lumineuses. Pour reconstituer une scène complète en 3D, on utilise des systèmes basés sur le principe du scanner, et une source lumineuse de type laser, d'où le terme de scanner laser utilisé couramment. Ces scanners laser peuvent être utilisés sur un trépied (TLS ou terrestrial laser scanning), sur un véhicule (MLS ou mobile laser scanning) ou sur un aéronef (ALS ou aerial laser scanning).

INTÉRÊTS ET AVANTAGES

L'intérêt du lidar est d'obtenir une mesure dense, précise et complète de la topographie. Le lidar mesure aussi bien le sol que les bâtiments ou la végétation. Il a la particularité de pouvoir pénétrer à travers la végétation, lorsque celle-ci n'est pas trop dense, et de permettre d'obtenir des mesures du sol sous une forêt par exemple. Plusieurs autres techniques sont utilisées pour les mesures topographiques. Ci-dessous un comparatif de leurs avantages ou spécificités respectifs.

	Photogrammétrie par drone	Lidar par drone	Levé terrestre
Densité de la mesure
Précision ponctuelle
Fiabilité de la mesure (<i>absence d'artefacts</i>)
Restitution précise des arrêtes
Mesure en lumière faible
Mesure du sol sous végétation
Mesure du sommet des arbres (<i>canopée</i>)
Restitution de la microtopographie
Microphotographie sous végétaux
Rapidité de la mesure
Rapidité du traitement de la donnée





TRAITEMENT DES DONNÉES

- **Post-traitement de la trajectoire**

Le traitement consiste à importer la trajectoire enregistrée par la centrale inertielle du lidar et les corrections enregistrées par la station de base. Des algorithmes permettent de générer une trajectoire corrigée, où la précision de positionnement du drone est meilleure que 3 cm en altimétrie et meilleure que 2 cm en planimétrie.

- **Génération des nuages de points**

La trajectoire corrigée permet de générer un nuage de points précisément géoréférencé.

- **Mise en place de la correspondance des lignes de vol**

L'observation par section des différentes zones du nuage de points brut permet généralement de mettre en évidence de faibles décalages des lignes de vol, de l'ordre de 20 cm maximum. Des processus itératifs et basés sur des lignes d'appui permettra de réduire ces décalages et d'homogénéiser la transition des lignes de vol. A l'issue de ce traitement les décalages ne sont plus visibles, le nuage de points est cohérent et prêt à être classifié. Sa précision est alors de l'ordre de 5 cm en absolu.

- **Classification du nuage de points**

La classification du nuage de points est généralement produite dans la suite logicielle TerraSolid. Elle se fait en appliquant des algorithmes de traitement sur les points par des macros définies dans le logiciel et paramétrables par l'opérateur selon la nature du terrain (plat ou escarpé) ou des objets rencontrés (bâti ou végétation).

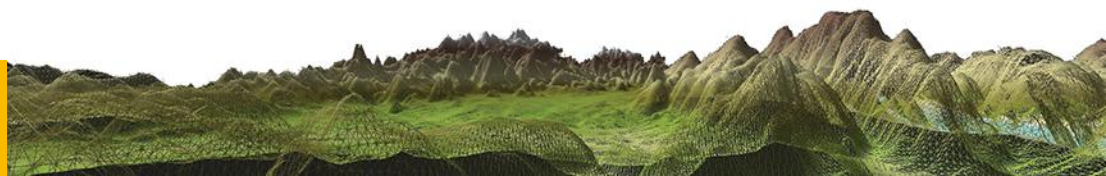
- **Extraction des Modèles Numériques de Surface et/ou de Terrain (MNS • MNT)**

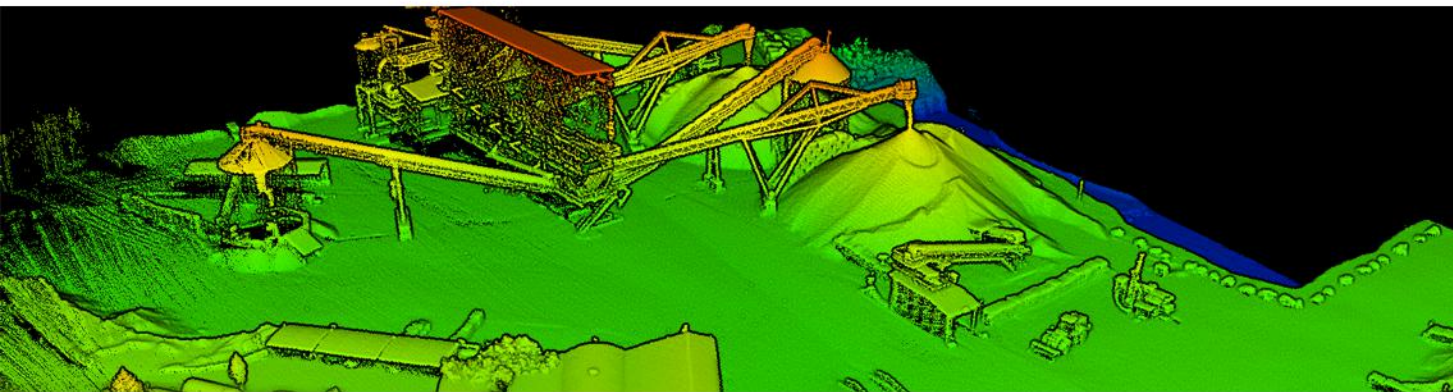
A partir du nuage de points classé et de la classe sol validée par le commanditaire, un MNT sera réalisé, basé sur une moyenne de l'altitude des points sol, au pas défini dans le cahier des charges. Un MNS peut également être réalisé à partir de l'ensemble des points.

- **Qualité et sources d'erreur**

Les erreurs de positionnement peuvent généralement être bien modélisées et corrigées, notamment lors du traitement de la trajectoire.

Les points de contrôle levés par GPS différentiel sur le terrain, permettent de vérifier la précision du positionnement du nuage de points en XYZ, et si nécessaire de le corriger. Suivant le capteur choisi pour l'acquisition et les contraintes du cahier des charges, une précision planimétrique et altimétrique de quelques centimètres peut être atteinte.





CAHIER DES CHARGES

Les éléments pour débiter la préparation d'une mission lidar sont :

- L'emprise de la zone, idéalement sous forme de couche vectorielle (par exemple au format "shape" (.shp) d'ESRI ou au format KML de GoogleEarth). A défaut, nous pouvons aussi travailler à partir d'emprises sur un plan papier.
- La densité de mesure (habituellement donnée en point par m²). La notion de densité est liée à la distance entre points de mesures et donc à la résolution (plus petit objet détecté).
- La précision de la mesure en altimétrie et en planimétrie.
- La précision planimétrique caractérise la différence entre les coordonnées d'un point de mesure et sa position réelle sur le terrain. Pour des applications très exigeantes (mètres de chantiers par exemple), la précision utile peut être de l'ordre du centimètre ; dans la plupart des cas une précision décimétrique est suffisante.
- Le système de coordonnées dans lequel les orthoimages seront livrées. En général, sur le territoire métropolitain, le système RGF_Lambert 93 est proposé par défaut. A l'international, on utilise communément la projection UTM de la zone, mais il est possible de s'adapter au système de travail du client
- Les livrables : l'acquisition lidar produit un nuage de points (sans couleur associée), qui est en général géoréférencé et ajusté, afin de fournir la meilleure précision et la meilleure cohérence géométrique possible. Ce nuage de points peut être ensuite classifié en 2 classes pour distinguer les points "sol" des points "sursols" (végétation, bâtiments, superstructures) en fonction des besoins spécifiques du chantier. A titre d'exemple, on peut avoir les classes suivantes:
 - Sol, eau, végétation basse, végétation haute, bâti,
 - Sol, végétation, ligne électrique, pylônes, autre bâti, →

Densité	Distance entre points de mesures	Remarques
1 pt/m ²	1 m	Densité de certains jeux de données lidar disponible en téléchargement
25 pts/m ²	20 cm	Densité d'un jeu de données lidar réalisé avec un drone à voilure fixe
50 - 100 pts/m ²	14 à 10 cm	Levé drone typique
200 pts/m ²	7 cm	Levé drone de précision (basse altitude, vitesse lente)





→ • Colorisé en utilisant de prises de vues par des caméras pour attribuer à chaque point une couleur, ce qui permet de faire des rendus réalistes
Par ailleurs, à partir du nuage de points les produits suivants peuvent être générés

- Modèle numérique de terrain, sur un maillage triangulaire ou bien sur une grille carrée régulière, Modèle numérique de surface (sommet de la canopée et des bâtiments)
- Modèle numérique de canopée, qui est la différence entre les deux modèles précédents dans un contexte forestier
- Plan topographique, qui est une interprétation par un topographe du paysage afin de le simplifier et de le rendre lisible et utilisable pour des projets d'aménagement par exemple.

ÉLÉMENTS DIMENSIONNANTS

Le coût de la donnée aérienne rapporté à la surface (euros / hectares ou km²) n'évolue pas de façon linéaire. Sont à prendre en compte notamment la complexité morphologique du site à étudier, la densité de points attendu, la surface totale à survoler et le niveau de traitement voulu. Le cas le plus simple est celui d'une zone rectangulaire d'environ 50 ha peu accidentée, à survoler avec une densité de 100 points par m² en zone rurale, sans restriction aéronautique, et des délais d'un mois entre la commande, la réalisation de l'acquisition et la restitution des livrables.

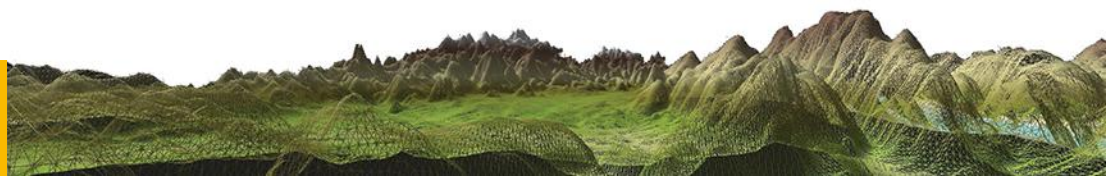
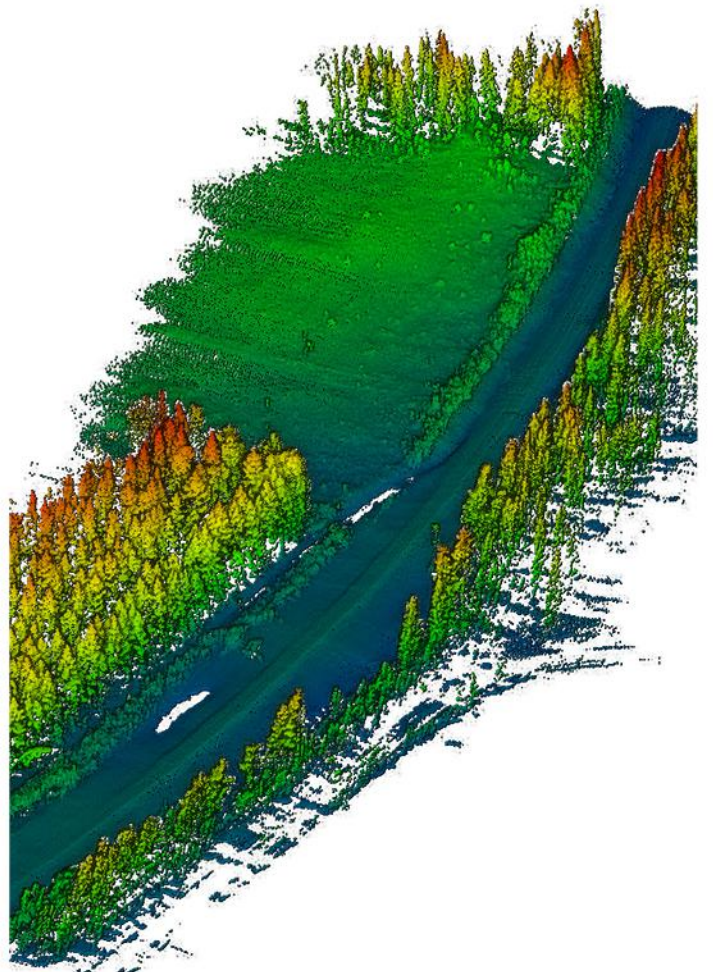
Les facteurs ayant le plus d'impact sur le coût d'un projet lidar sont par ordre décroissant :

- La logistique liée à la morphologie du site et son accessibilité,
- La forme et la répartition des emprises (un chantier en « taches de léopard » sera généralement plus onéreux qu'un chantier de forme régulière),
- La densité de points à acquérir et le niveau de classification,
- La précision relative en XYZ attendue.

NIVEAU DE COMPLEXITÉ

Derrière cette notion, nous plaçons des particularités associées à un chantier susceptibles de représenter un surcoût ou de faire obstacle à la réalisation de la mission :

- Localisation du chantier dans une zone dont la météorologie est défavorable,
- Localisation dans des zones difficiles d'accès (zones désertiques, sans équipements, zones de haute montagne, etc),
- Localisation dans des secteurs aéronautiques demandant des procédures d'autorisation spécifiques,
- Missions « expérimentales » dans un domaine où la télédétection n'a pas fait ses preuves,
- Missions réalisées dans un contexte d'urgence.





HISTORIQUE DU LIDAR DRONE



Lidar YellowScan Vx20 aéroporté par drone

Début des années 2010, des scanners laser légers sont apparus pour le domaine de la robotique et de la voiture autonome. Plusieurs équipes scientifiques ont commencé à équiper des drones de ces capteurs, afin de faire de la détection d'obstacles (Onera, France, 2011) ou de la cartographie générale (Finnish Geodetic Institute, Masala, 2011) et forestière (Université de Hobart, Tasmanie, 2012).

Dès 2011, L'Avion Jaune a commencé à explorer ces possibilités et est devenu en 2012 le pionnier du scan laser sur drone en France, avec des premiers scans en Occitanie mais aussi en Guyane,

sur des thématiques d'étude de l'environnement, de gestion forestière et d'archéologie. En 2015, la création de YellowScan, société soeur de L'Avion Jaune, a permis de développer la fabrication et la commercialisation des scanners laser pour drones. Aujourd'hui, YellowScan est le leader européen du scanner léger pour drone et équipe des clients dans le monde entier.



Cartographie aérienne par drone et ULM

Lidar, photogrammétrie, imagerie multispectrale et thermographie

