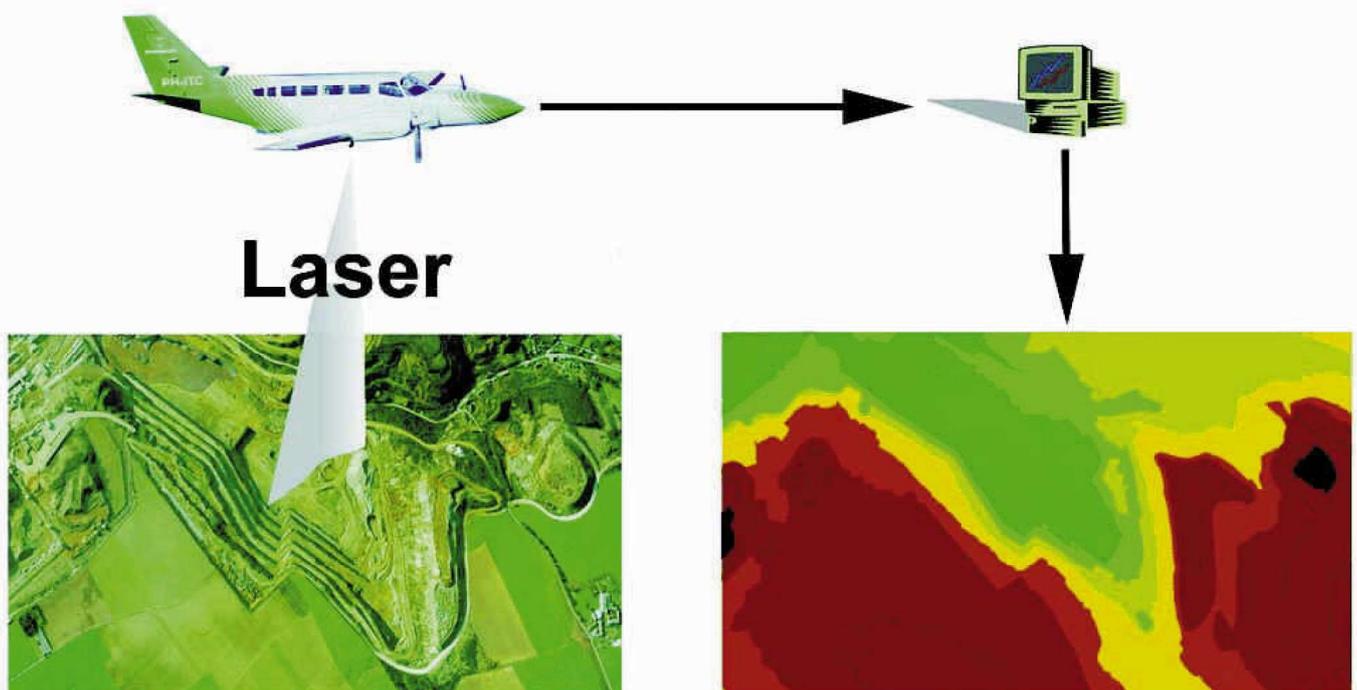


# L'altimétrie laser, nouvelle technologie en plein essor

Caroline Coquerel

**L'altimétrie laser permet d'obtenir des modèles numériques de précision décimétrique. Après avoir été limitée par de nombreux problèmes techniques, cette technologie connaît depuis quelques années un essor important, grâce aux nombreux avantages qu'elle apporte par rapport aux techniques plus classiques, notamment en terme d'automatisation du processus de production. Néanmoins, la qualité du résultat final dépend fortement de la maîtrise de l'ensemble de la chaîne de production. Quelques applications majeures de l'altimétrie laser réalisées par la société EUROSENSE seront présentées.**



### De la simplicité du principe

Un télémètre laser ou LRF (Laser Range Finder) est embarqué sur un porteur (avion, hélicoptère ou satellite). Le principe est de mesurer précisément le temps entre l'émission du faisceau laser et son retour au porteur après réflexion sur le sol. Le laser étant une onde lumineuse, la multiplication de ce temps par la vitesse de la lumière donne directement le double de la distance entre le porteur et le sol.

La connaissance de l'altitude du sol en un point suppose donc de connaître la position précise du porteur, donnée par le système GPS (Global Positioning System), et de la direction du faisceau fournie par la centrale inertielle ou

INS (Inertial Navigation System). Ces deux outils sont complémentaires l'un de l'autre. Le GPS (utilisé en différentiel pour augmenter la précision) fonctionne en général à 2 Hz, les données sont très précises mais relativement espacées par rapport à la fréquence de mesure des points laser. L'INS, dont la précision dérive au cours du temps, est corrigée par celle du GPS. L'INS fonctionnant souvent à une fréquence beaucoup plus élevée (en général 200 Hz), fournit des indications entre les données GPS. L'intégration de ces deux données permet ainsi d'avoir une connaissance précise de la trajectoire du porteur. Les outils nécessaires lors d'un vol laser sont schématisés (Fig. 1).

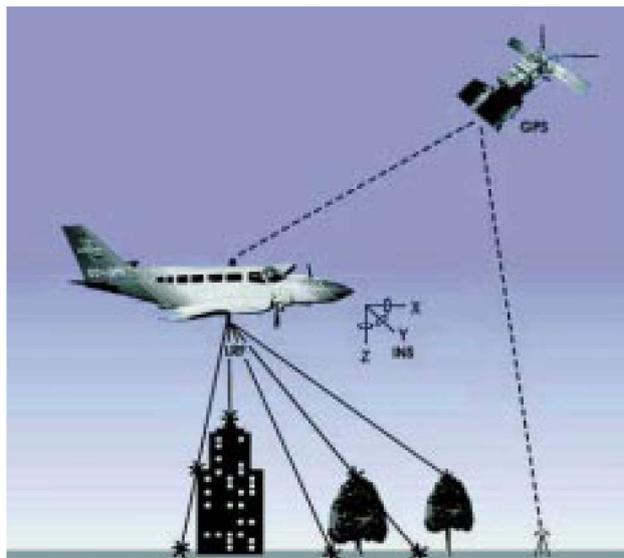


Fig. 1 : éléments constitutifs de l'altimétrie laser, exemple d'un avion

## Un processus fortement automatisé nécessitant cependant une grande expérience

La complexité vient en premier lieu lors de la préparation du vol. Outre la planification du plan de vol, semblable à la photogrammétrie, il est nécessaire d'ajuster différents paramètres liés :

- au porteur (hauteur de vol, vitesse de vol, ...),
- au système (angle et fréquence de balayage, ...),

paramètres qui vont fortement influencer la qualité des résultats obtenus. Une connaissance précise de la relation qui lie le choix des paramètres et la qualité des résultats est fondamentale.

Les données sortent du porteur dans des unités de stockage extractibles. Elles sont directement sous forme numérique : des fichiers souvent de plusieurs gigas, contenant les colonnes des coordonnées (x, y, z). Elles sont ainsi directement exploitables par des logiciels.

Une des premières difficultés tient à l'intégration des données GPS, INS et laser afin d'obtenir les points de mesure dans un système local et de corriger certaines imprécisions liées à l'utilisation d'un système laser. Les précisions obtenues vont de 10 à 40 cm en planimétrie et de 5 à 15 cm en altimétrie. Elles dépendent des précisions :

- du GPS différentiel (de l'ordre du décimètre en altimétrie et en planimétrie),
- de l'INS (environ 0,01 °, l'imprécision va donc augmenter avec la hauteur de vol),
- de la mesure de la distance au sol (de l'ordre du décimètre),
- mais aussi de la qualité des modèles utilisés et du calibrage du système.

L'étape de filtrage des données, réalisé ou non selon le produit recherché : données brutes, MNS (Modèle Numérique de Surface), MNT (Modèle Numérique de Terrain), ..., consiste à classer les points de mesure laser en différentes classes : sol/sursol, puis éventuellement le sursol en bâtiments/végétation. La seule intervention consiste à régler les paramètres du filtre en fonction du

**MNT (Modèle Numérique de Terrain) :** modélisation de l'altitude du sol nu.

**MNS (Modèle Numérique de Surface) :** altitude de la surface du terrain, c'est-à-dire soit du sol, soit de tout objet naturel ou artificiel qui le recouvre.

type de produit recherché. Selon les paramètres choisis, une digue, par exemple, pourra être classée en sol ou en sursol. Des expérimentations menées depuis plus de 3 ans ont permis à EUROSENSE de connaître l'impact du choix des paramètres sur les résultats.

Un contrôle manuel de la qualité des résultats obtenus peut s'avérer nécessaire selon la qualité recherchée, mais il est beaucoup plus rapide que si des opérateurs ou opératrices devaient entièrement réaliser le travail de filtrage des données.

## Quelques applications réalisées par la société EUROSENSE

La génération rapide et économique de MNS et MNT (exemple de la Hollande).

Les données laser fournissant directement une information en z, une des applications de l'altimétrie laser concerne la réalisation de modèles numériques. Ce procédé a l'avantage d'être rapide, peu soumis aux conditions climatiques, précis et économique.

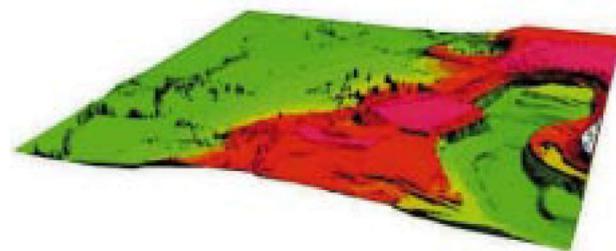
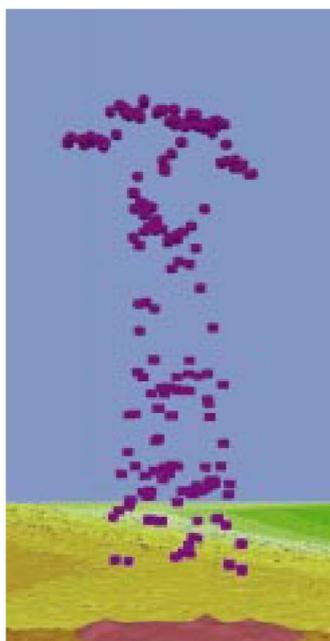


Fig. 2 : modèle numérique de surface en Hollande

Ainsi, la Hollande a décidé de couvrir l'ensemble de son territoire par des vols laser avec une densité de 1 point pour 16 m<sup>2</sup>. La réactualisation des données, anciennes de 20 à 50 ans, pourra désormais, grâce à cette technologie, être réalisée tous les 5 ou 10 ans. Ces données, sous forme de MNS et MNT (Fig. 2) serviront notamment à la modélisation de l'écoulement des eaux en cas de rupture de digue.

Une des caractéristiques de l'altimétrie laser est qu'en cas de couvert végétal par exemple, il peut y avoir aussi bien une réflexion sur les feuilles des arbres, que sur le tronc et même sur le sol. Il est possible d'obtenir une information sur le sol en présence de végétation. Ce phénomène, ainsi que la grande densité de mesures, font du laser un outil idéal pour l'évaluation des risques liés aux inondations.

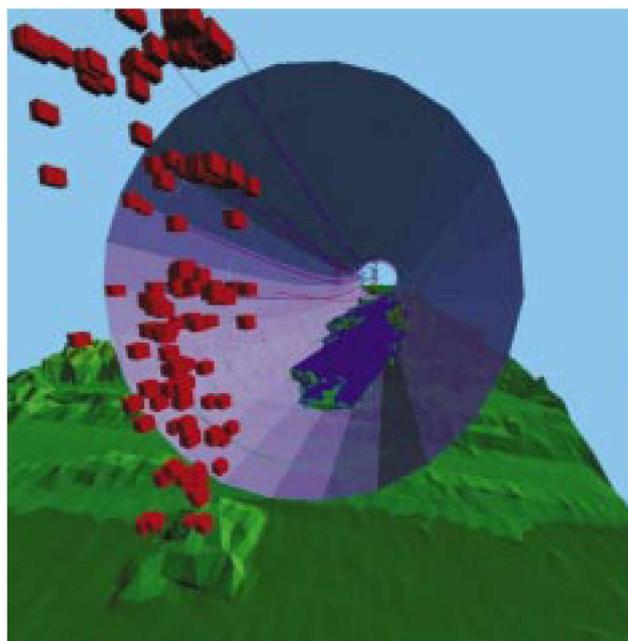
## La cartographie et la surveillance des lignes haute-tension



**Fig. 3 : points d'un pylône obtenus par altimétrie laser**

L'altimétrie laser permet de modéliser à la fois et de manière très précise, le terrain, les pylônes (de forme très reconnaissable, cf. Fig. 3), les câbles électriques ainsi que la végétation, même dans des zones souvent difficiles d'accès. Une cartographie 3D fine des lignes haute-tension, qui fait souvent défaut peut alors être réalisée.

Il est aussi possible de déterminer une distance de sécurité autour des câbles pour obtenir une représentation des zones d'intervention nécessaires, pour lesquelles la végétation est trop proche des câbles (en bleu foncé sur la Fig. 4).



**Fig. 4 : modélisation des pylônes (points rouges), des lignes électriques (lignes roses), du cylindre de sécurité et des zones d'intervention (en bleu foncé)**

### L'ajout de la troisième dimension

Les données laser sont très précises, mais contrairement aux données photogrammétriques, elles ne donnent que rarement des informations sur les discontinuités (bords de bâtiments par exemple), ce qui peut donner une impression de drapé lors de la visualisation des données laser. Pour produire des MNS précis en milieu urbain, il est intéressant d'utiliser la complémentarité des informations fournies par ces deux techniques (cf.

Fig. 5), le laser ajoutant la troisième dimension à des données très précises en deux dimensions. Cette solution est plus économique que de refaire entièrement un lever photogrammétrique 3D.



**Fig. 5 : orthophotographie (à gauche) et MNS issu de données laser (à droite) avec superposition de données vectorielles**

Ces plans 3D constituent aujourd'hui un besoin majeur pour la gestion de l'environnement et des risques dans les milieux urbanisés (répartition des polluants ou des bruits en milieu urbain, propagation des ondes pour les télécommunications, risques environnementaux, planification de l'aménagement urbain...) ainsi que pour des applications militaires.

Le laser est un système actif, il est donc peu dépendant des conditions météorologiques et peut même être utilisé de nuit et en hiver, période creuse pour les vols photographiques. Il permet d'obtenir directement, presque en temps réel, la troisième dimension sous forme de nuage de points avec une grande densité. Ce système est économique et facilite les études en zones difficiles d'accès. Il donne de bons résultats à condition que tous les maillons de la chaîne de production (vol, traitements GPS/INS, opérations de filtrage, ...) soient traités de façon cohérente par un acteur expérimenté. Par contre, cette technologie ne donne pas accès aux discontinuités. Pour certaines applications, elle est donc complémentaire de la photogrammétrie, à laquelle elle est souvent opposée. Cette complémentarité devrait se renforcer avec l'essor des caméras numériques. ●

**Pour plus de renseignements :**



**EUROSENSE S.A.**

Caroline Coquerel (info.fr@eurosense.com)  
28-44 rue des Arts 59800 Lille

Tél. : +33 (0)3 20 06 00 82 - Fax : +33 (0)3 20 74 40 17  
<http://www.eurosense.com>