

Novembre 2014



# L'utilisation des données LiDAR pour la connaissance et la restauration des tourbières





## - PRINCIPE

Le LiDAR (Light detection and ranging) fonctionne sur le même principe que le radar, mais les ondes radio sont remplacées par des ondes lumineuses (impulsions) émises par un laser (ultraviolet, visible, infrarouge).

L'analyse des retours des ondes lumineuses permet de calculer la distance par rapport aux obstacles. En connaissant la position de l'émetteur grâce à un GPS très précis, cela permet d'obtenir une topographie détaillée, sous forme d'un nuage de points en 3D.

En schématisant, on distingue trois types de points (Figure 1), ceux correspondant à la surface des obstacles, des points intermédiaires et ceux correspondant au sol ; ce sont ces derniers qui seront utilisés pour créer un Modèle Numérique de Terrain (MNT).

## - NOTIONS DE COÛT ET D'ÉCHELLE

Le coût d'une campagne d'imagerie LiDAR dépend de plusieurs paramètres.

- *Le relief de la zone d'étude* : pour avoir une bonne couverture dans un secteur au relief très accidenté, l'avion devra utiliser un plan de vol beaucoup plus complexe qu'en plaine. Dans certains cas il est nécessaire d'avoir recours à un hélicoptère. Dans ces cas les coûts sont fortement majorés.

- *La surface et la fragmentation des zones à couvrir* : environ la moitié du prix de la campagne LiDAR relève de coûts fixes (préparation du plan de vol, demandes d'autorisation, traitement des données, etc.). Ces coûts étant incompressibles, il est préférable de couvrir une vaste zone pour proportionnellement réduire les coûts au kilomètre carré. Par exemple il sera plus efficace de faire le relevé d'une vallée complète plutôt que de chaque tourbière de la vallée.

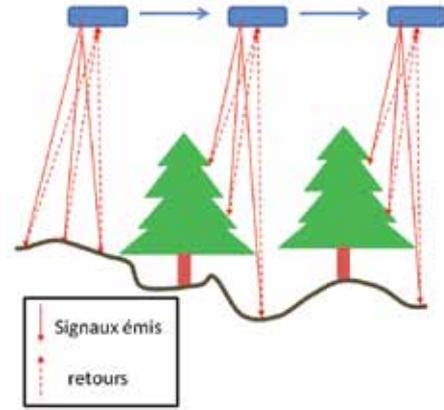


Figure 1 - principe de fonctionnement de la technologie LiDAR

## - QUELS PARAMÈTRES PRENDRE EN COMPTE ?



### - Période de campagne

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour déterminer la période de relevés.

La végétation : compte tenu du principe de fonctionnement, les relevés se font de préférence hors période végétative pour avoir un maximum d'impulsions qui atteignent le sol.

La présence d'eau libre : les ondes émises par le LiDAR ne traversant pas l'eau, il est particulièrement important d'effectuer les relevés en période de basses eaux.

### - Densité de points

D'après la littérature, une densité de 2 à 4 points au sol/m<sup>2</sup> est le minimum pour détecter correctement les réseaux de fossés (RAPINEL, 2011). Dans la pratique, une densité de 5 à 7 points au sol / m<sup>2</sup> semble être un bon compromis entre précision et taille de fichier.

La densité de points peut être plus élevée, par exemple pour une étude de la microtopographie de surface au Lac Luitel, 17 points / m<sup>2</sup> ont été nécessaires pour avoir une précision de 10cm. Le coût de la campagne augmente avec la densité de points. Il faut également penser à l'utilisation ultérieure des données, les fichiers peuvent être très lourds à manipuler lorsqu'on atteint ce niveau de précision.

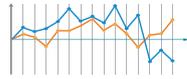


# L'utilisation des données LiDAR pour la connaissance et la restauration des tourbières

Novembre 2014



## - EXPLOITATION DES DONNÉES



Les données sont livrées à la demande du client sous forme de nuage de points (vecteur) ou/et sous forme d'un Modèle Numérique de Terrain (raster). Le plus simple est de les demander sous forme d'un modèle numérique de terrain (raster) car c'est le

format directement utilisable et compatible avec les logiciels SIG.

Il existe également des logiciels libres pour visualiser les données sous forme de nuage de points (CloudCompare ou encore Fugroviewer). Ces données brutes peuvent être utiles pour corriger certains artefacts. Par exemple des sols légèrement tassés, sous un ponton ou dans un lieu de passage

fréquent, peuvent être analysés sur le MNT comme des fossés ou des cours d'eau (en utilisant uniquement les points bas) alors qu'ils n'ont pas le même impact sur le fonctionnement hydrologique.



## - UN LiDAR DANS QUEL OBJECTIF ?

La visualisation 2D et 3D du MNT permet une compréhension rapide et fine de la topographie (Figure 2).

Figure 2 - Exemple de traitement de base des données LiDAR pour la création d'un modèle numérique de terrain. Les reliefs peuvent être exagérés pour mettre en évidence des formations topographiques difficilement repérables sur le terrain. Dans cet exemple l'objectif du gestionnaire était de mettre en relation la microtopographie (buttes et gouilles) et la végétation de surface (© RN du Lac Luitel)





Ces données sont fondamentales pour la planification de mesures de gestion et de restauration. Elles permettent par exemple :

**- D'améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydrologique de la tourbière :**

*- Mise en évidence des écoulements de surface et de leurs sens, y compris les drains.*

La visualisation des écoulements de surface est un traitement de routine pour les logiciels (Figure 3). L'utilisateur peut faire varier la précision de cette simulation. Outre l'amélioration de la compréhension du fonctionnement hydrologique, elle permet également de mettre en évidence l'effet des fossés drainants.

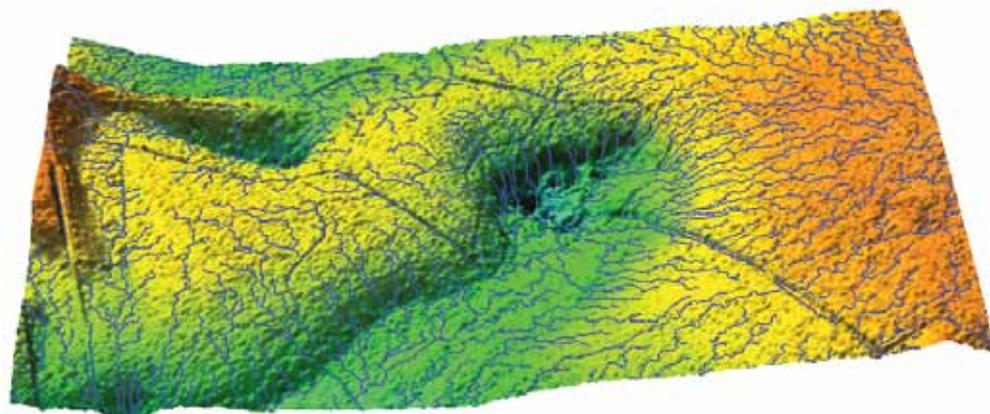
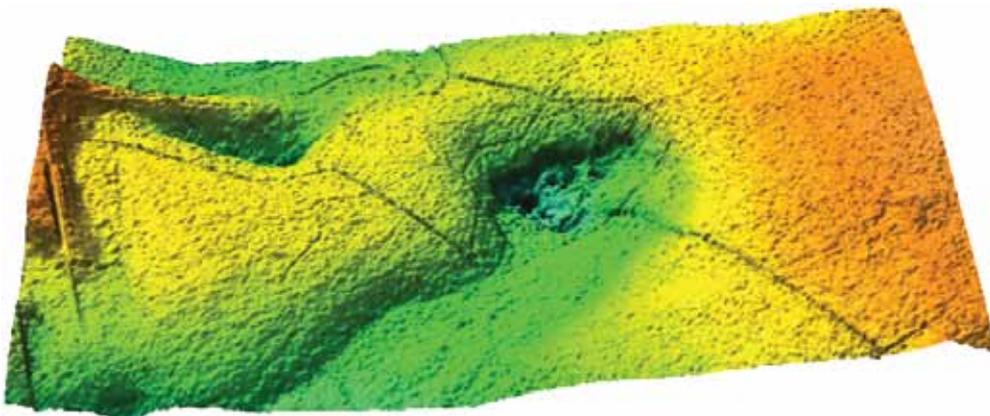


Figure 3 - illustration des possibilités de simulation des écoulements de surface dans la tourbière du Forbonnet [25]  
(© Yann POTTIER)



## - De planifier et de simuler certaines opérations de restauration :

### - *Caractéristiques et emplacements des ouvrages*

La pose de seuils, la création de digues, le bouchage de drains, constituent des opérations de base dans les travaux de restauration hydrologique des tourbières.

Les données LiDAR se révèlent être très utiles pour planifier ces travaux.

Le calcul de la pente en différents points permet par exemple de décider du type d'aménagement à utiliser (palissades, digues, bouchons de sciure,...) et de leurs emplacements.

Par ailleurs, il est également possible de simuler l'effet de ces ouvrages et ainsi d'évaluer l'impact des travaux (Figure 4).

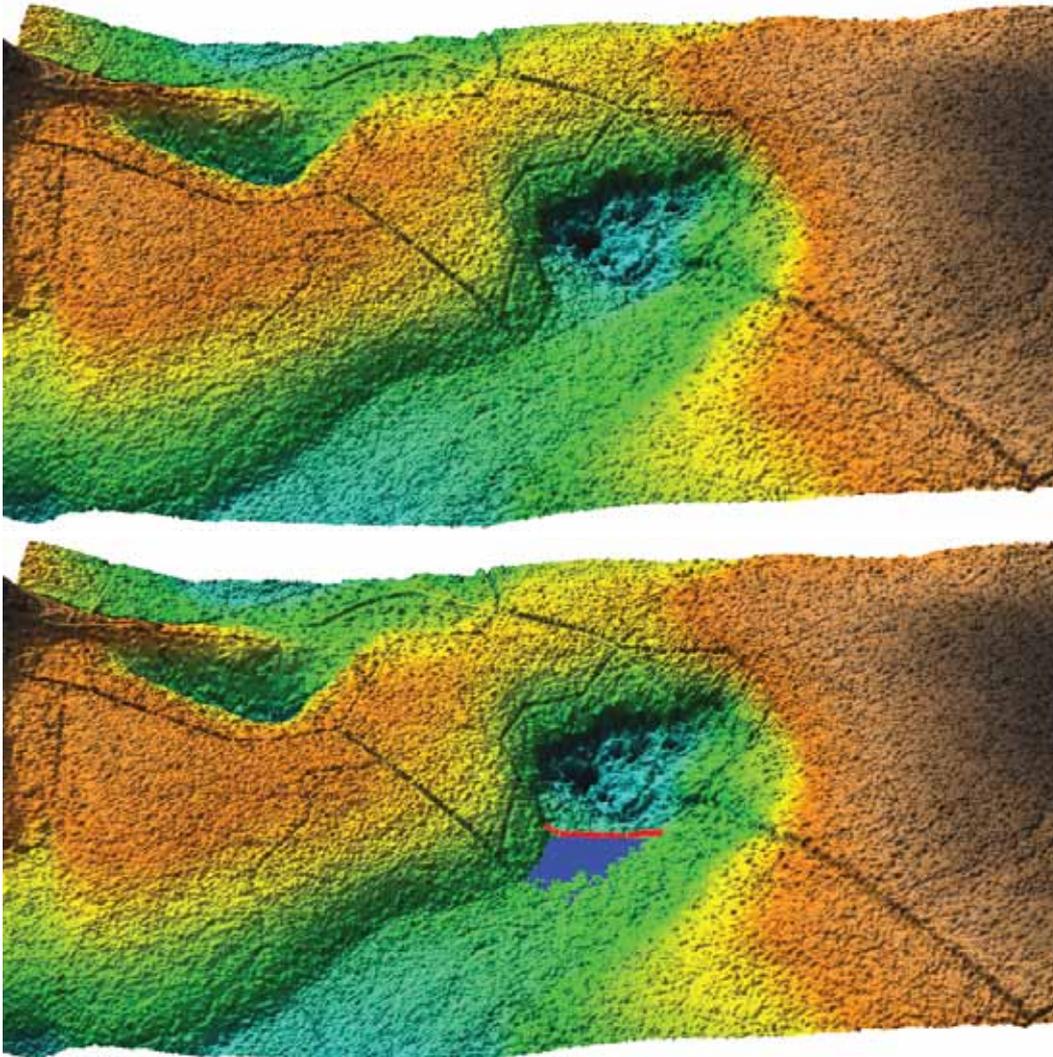


Figure 4 - exemple des possibilités de simulation de l'effet de travaux de restauration à partir des données LiDAR. Le projet de barrage apparaît ici en rouge et offre la possibilité de visualiser la zone qui sera remise en eau en fonction de son emplacement, de sa taille, etc. Il ne s'agit pas d'un traitement de routine mais d'outils réalisés spécialement à l'occasion de cette étude sur la tourbière du Forbonnet à Frasne [25] (© Yann POTTIER)



## Exemple d'utilisation pour des travaux de reméandrement de cours d'eau

Les données LiDAR ont différentes applications dans les projets de restauration de cours d'eau. Détecter les anciens méandres devenus invisibles sur le terrain, décider d'un tracé en fonction de la topographie, calculer les volumes de matériaux qui seront extraits ou inversement les volumes nécessaires pour boucher d'anciens lits rectifiés, sont autant de possibilités de traitement des MNT (cf. exemples des figures 5 et 6).



Figure 5 - La rectification de la Lemme datant de plus de 200 ans, ses anciens méandres n'étaient plus visibles dans le marais. Le tracé retenu a été défini grâce à un relevé topographique de haute précision. Quelques mesures topographiques complémentaires ont été nécessaires lors du piquetage sur le terrain (© PNR du Haut-Jura)

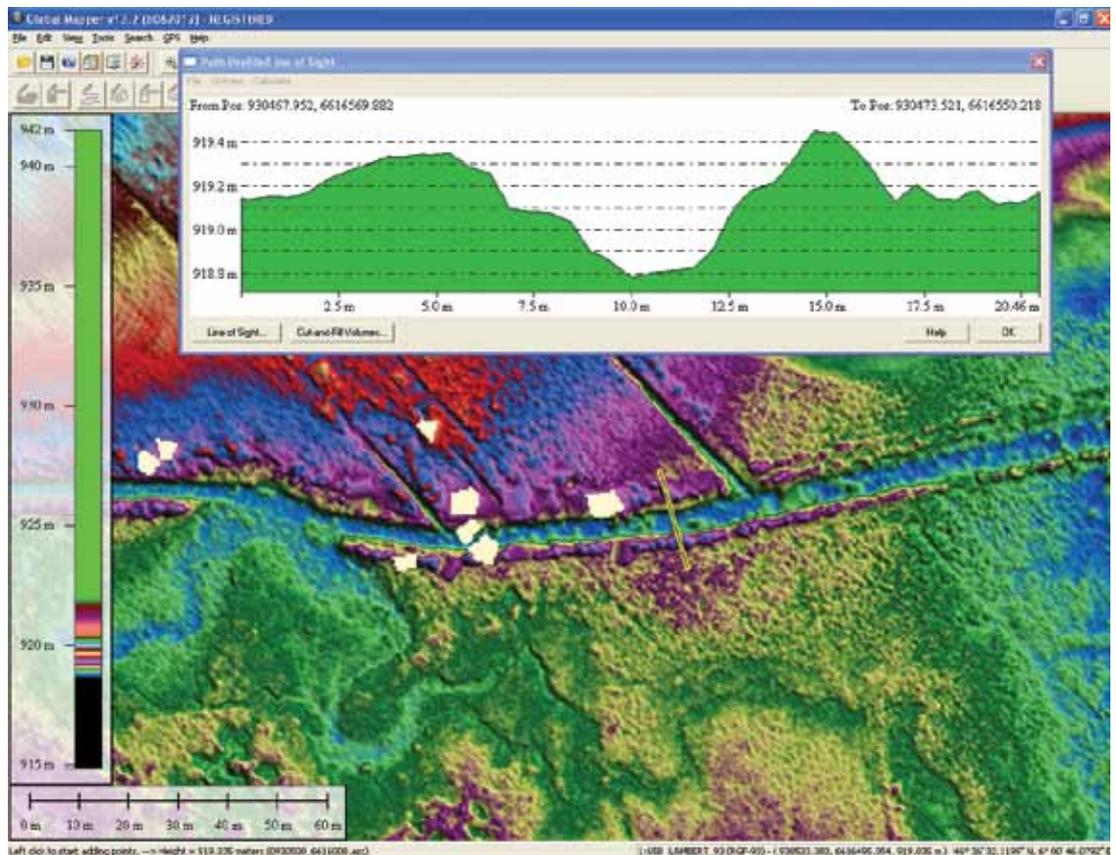


Figure 6 - le lit rectifié du Galavo [39] est ici bordé par des merlons. Grâce aux coupes topographiques, il est possible d'estimer le volume de ces merlons et donc la quantité de matériaux disponibles sur site pour boucher cet ancien lit (© CEN Franche-Comté)



# L'utilisation des données LiDAR pour la connaissance et la restauration des tourbières

Novembre 2014



## - BIBLIOGRAPHIE

- EVANS J.S. & *al.*, 2009. Discrete return Lidar in natural resources : recommendations for project planning, data processing and deliverables. Remote Sensing, 1(4), p. 776-794.
- IRISH PEATLAND CONSERVATION COUNCIL, 2014. The use of LiDAR in peatland restoration. Peatland news N°58, p. 7-8.
- RAPINELS., 2012. Contribution de la télédétection à l'évaluation fonctionnelle des zones humides : de l'observation à la modélisation prospective [en ligne]. Thèse de doctorat d'université. Rennes : Université de Rennes 2.  
Disponible sur :  
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00731169/>  
document (consultée le 10/10/2014).
- RAPINELS., HUBERT-MOYL., CLEMENT B., 2011. Using LiDAR data to evaluate wetland functions. 34th International Symposium for Remote Sensing of Environment, Sydney, Australia, 10-15 April. 3p.
- GROSVERNIER Ph. & STAUBLI P. (réd.), 2009. Régénération des hauts-marais. Bases et mesures techniques. L'environnement pratique n° 0918. Office fédéral de l'environnement, Berne. 96 p.

## - REMERCIEMENTS

- Yann Pottier  
(<http://assistance-sig.com>)
- Carole Desplanque  
(ONF - Réserve naturelle du lac Luitel, Isère)
- Bertrand Cotte  
(Conservatoire d'espaces naturels Franche-Comté)
- Franck Babalone  
(Aerodata France)

Document réalisé avec le soutien financier  
de la DREAL Franche-Comté  
et du Conseil régional de Franche-Comté.

