



**Apports de la technologie LIDAR dans l'objectivation  
écologique d'un territoire en amont d'un projet  
d'aménagement : aide à la caractérisation de l'habitat de  
l'Outarde canepetière dans la ZPS des Costières de  
Nîmes**

P.A. Pissard, S. Vanpeene, S. Durrieu, S. Labbé, L. Albrech

**► To cite this version:**

P.A. Pissard, S. Vanpeene, S. Durrieu, S. Labbé, L. Albrech. Apports de la technologie LIDAR dans l'objectivation écologique d'un territoire en amont d'un projet d'aménagement : aide à la caractérisation de l'habitat de l'Outarde canepetière dans la ZPS des Costières de Nîmes. SAGEO 2012, Nov 2012, Liège, Belgique. 9 p., 2012. <hal-00936656>

**HAL Id: hal-00936656**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00936656>**

Submitted on 27 Jan 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



*develop methods and tools of ecological objectivization for territories. The proposed poster will present results from a LIDAR experimentation aiming to map precisely vegetation heights and to link it to the presence of male or female Little Bustard. The goal of the present work is to increase knowledge on bird distribution in Specific Protected Areas (Zone de Protection Spéciale des Costières de Nîmes, France) and develop a global evaluation method of the landscape ecological potential.*

*MOTS-CLÉS : Territoire, Aménagement, Infrastructure de Transport Terrestre (ITT), Ligne grande Vitesse (LGV), biodiversité, potentialités écologiques, Outarde canepetière, Lidar terrestre, Système d'Information Géographique (SIG), information spatiale, outils d'aide à la décision, diagnostic environnemental.*

*KEYWORDS: Terrestrial Transport Infrastructure (TTI), high speed railway line, biodiversity, ecological potentialities, Little Bustard (Outarde canepetière), terrestrial Lidar, Geographical Information System (GIS), spatial information, decision support system tools, environmental diagnosis.*

---

## 1. Introduction

Dans le processus d'aménagement d'une Infrastructure de Transport Terrestre (ITT) sur un territoire, le diagnostic environnemental du site est une étape cruciale. En plus de participer à la définition technique du projet, il permettra d'alimenter l'étude d'impact et, le cas échéant, de définir les mesures compensatoires à mettre en œuvre. Cette phase doit par conséquent tenter de révéler la richesse écologique de l'espace qui sera impacté par l'ITT et les menaces que le projet fait peser sur les milieux qui seront traversés.

Lors de ce diagnostic environnemental, la prise en compte objective de la biodiversité requiert un haut niveau de connaissance des enjeux écologiques du site. Malheureusement, cette connaissance fait parfois défaut et des décisions d'aménagement du territoire sont prises alors que la biologie et l'écologie de certaines espèces présentes sur la zone de projet sont mal connues.

Une telle problématique est rencontrée sur le projet ferroviaire de Ligne Grande Vitesse (LGV) entre Nîmes et Montpellier (France), au niveau de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) des Costières de Nîmes, avec un oiseau rare, l'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*).

La hauteur de végétation et plus globalement l'intervisibilité semble être un facteur limitant pour la présence de l'Outarde canepetière dans un paysage. Dans le but d'approfondir cette problématique et de valider des hypothèses de présence d'espèces dans certaines classes de hauteurs de végétation l'expérimentation mise en place a consisté, grâce à un lidar terrestre couplé à un appareil photographique délivrant des images couleurs à très haute résolution, en l'acquisition d'une information fine en 3D de la végétation d'une portion de paysage où la présence de l'oiseau était avérée.

## 2. Contexte et objectifs

### 2.1. *L'outarde canepetière*

L'Outarde canepetière est un oiseau steppique à l'écologie complexe menacée en France et qui bénéficie d'une protection internationale<sup>2</sup>. L'effectif national d'Outardes (moins de 2000 mâles chanteurs) est globalement en baisse mais la population sédentaire de la zone méditerranéenne (80% de l'effectif national) est stable voire en augmentation (MEDDTL 2011). Cette région constitue une zone à enjeux particulièrement sensible pour le maintien de l'oiseau en France, avec notamment la ZPS des Costières de Nîmes (site Natura 2000) qui est impactée par un projet de ligne ferroviaire à grande vitesse.

---

<sup>2</sup> Convention de Berne annexe 2 ; Convention de Washington annexes 1 et 2 ; espèce quasi-menacée de la Liste Rouge UICN, Directive « Oiseaux » 79/409/CEE annexe 1, protection nationale l'arrêté du 29 octobre 2009

A la fin de l'hivernage, en mai, les Outardes mâles regagnent leurs arènes de parade (ou leks) pour la reproduction. Ces sites sont identiques d'une année sur l'autre sauf si le paysage ou les pratiques agricoles ont changé. Ces espaces bien précis du paysage sont constitués de zones de cantonnement de quelques hectares et de places de chant où les mâles font des parades dans des formations herbacées rases ou peu denses afin d'être vus par les femelles. Celles-ci par contre, très discrètes, préfèrent des milieux à fort recouvrement (MERIDIONALIS, 2004), se cachant dans une végétation plus haute adaptée à la dissimulation des nids et à l'élevage des poussins. Ces milieux peuvent être plus ou moins éloignée des leks qu'elles visitent pour s'accoupler (JIGUET et al., 2000).

Les outardes mâles et femelles opèrent une sélection complexe de leurs habitats durant la période de reproduction. La composition et la structuration du paysage influencent leur distribution dans le paysage (Wolff, 2001). Cette écologie complexe et différenciée entre mâle et femelle complique l'étude de l'espèce et bien souvent seuls les mâles en période de reproduction sont identifiés. Mais comme l'espèce est très territoriale et fidèle à son lieu de reproduction (LETT, 2002), la survie d'une population d'Outarde est intimement liée à l'existence de ces leks donc au maintien de la composition et de la structuration de la mosaïque de milieux qui les constituent.

## **2.2. Végétation et lidar**

La structure de la végétation influence le comportement des oiseaux au point que certains modèles d'habitats d'espèces d'oiseaux reposent sur la caractérisation de cette structure (Bradbury et al. 2005). Cependant réaliser des relevés manuels de cette structure est extrêmement couteux en temps, surtout si la densité de ces relevés doit permettre une description fine de l'hétérogénéité spatiale (Bradbury et al. 2005).

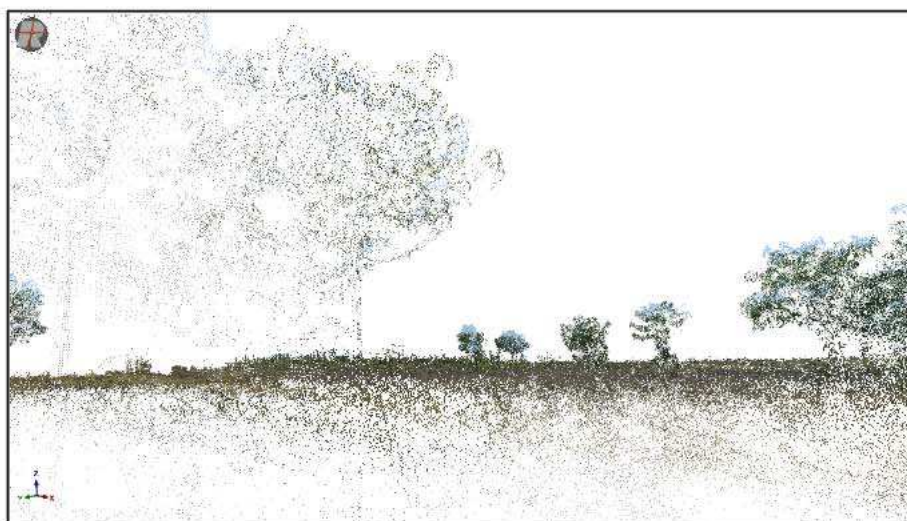
Le lidar (light detection and ranging) est une technique de télédétection particulièrement prometteuse pour caractériser la structure de la végétation à des échelles et avec des niveaux de précision adaptés aux besoins des études sur les habitats des espèces. Cette technique de télédétection, basée sur l'émission-réception d'un faisceau laser, permet en effet d'acquérir les coordonnées dans l'espace des cibles qui ont intercepté et rétrodiffusé le faisceau laser émis par le système. Les lidars aéroportés ont déjà été utilisés pour caractériser des habitats au travers de l'analyse de la structure de la végétation (Clawges et al. 2008; Goetz et al. 2007). Cependant le coût d'acquisition des données est encore élevé et la souplesse de mobilisation de ces systèmes assez faible. En revanche, les lidar terrestres, développés à l'origine pour le génie civil (Lichti et al. 2002), sont des scanners laser faciles à mobiliser qui permettent d'acquérir des nuages de points très denses. Ils constituent ainsi une alternative intéressante aux mesures manuelles pour mesurer sur des sites de dimension limitée la topographie locale (Resop et al. 2012) ou la structure de la végétation, en particulier forestière (Dassot et al. 2011; Durrieu et al. 2008).

### 3. Matériel et méthode

Le jeu de données pour cette étude a été acquis par un lidar terrestre VZ 400 de Riegl couplé à un appareil photographique numérique (Nikon D700 + objectif Nikkor très grand angle) afin de coloriser automatiquement le nuage de points. L'expérimentation a été réalisée sur un site avec une présence avérée d'Outardes (localisation visuelle et sonore des individus au moment de l'expérience).

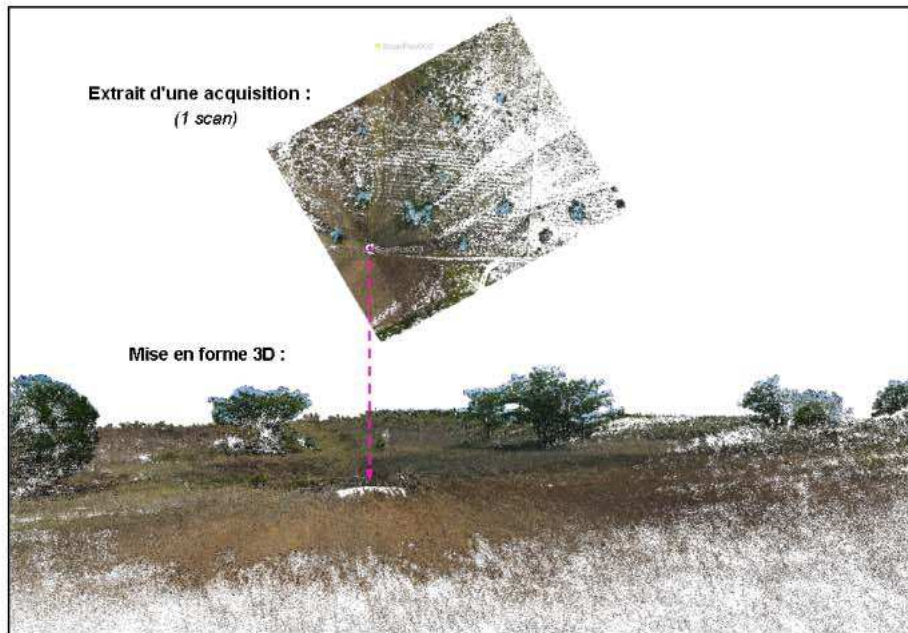
Des cibles ont été réparties sur la zone d'étude et ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS différentiel + tachéomètre. Plusieurs scans ont été réalisés pour couvrir la zone d'étude. Les scans ont ensuite été assemblés en s'appuyant sur les cibles homologues présentes dans les différents scans.

A partir du nuage de points ainsi acquis (figures 1 et 2) et d'une grille de taille de cellules de 10 x 10 cm, un modèle numérique de surface (MNS) a été calculé en sélectionnant le point d'élévation maximale dans chaque cellule de la grille.



**Figure 1.** Nuage de points acquis par le lidar.

Un modèle numérique de terrain (MNT) a également été généré à la même résolution en sélectionnant le point le plus bas de chaque cellule de la grille. La différence entre MNS et MNT a permis d'obtenir un modèle de hauteur de la végétation.



**Figure 2.** Restitution en 3D d'un scan acquis par le lidar. L'appareil photographique numérique couplé au lidar permet de coloriser automatiquement le nuage de points.

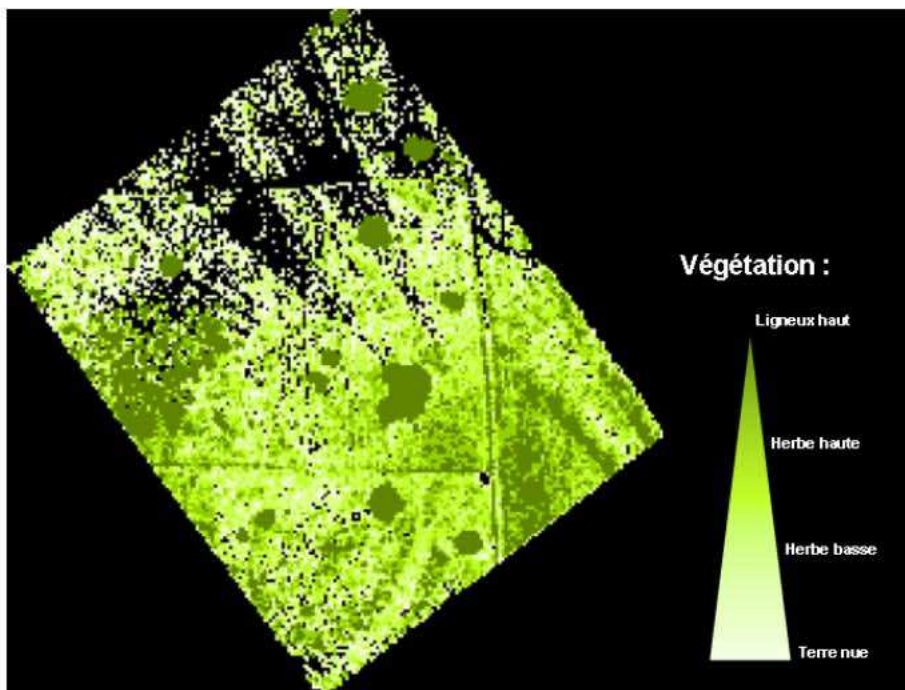
#### 4. Premiers résultats

Dans un SIG (Système d'Information Géographique), les travaux ont ensuite consisté à croiser l'information acquise par le lidar avec les connaissances et données locales sur l'Outarde canepetière afin d'affiner les connaissances sur l'écologie de l'espèce en identifiant des corrélations entre densité et hauteur de végétation (figure 3) et présence de l'espèce.

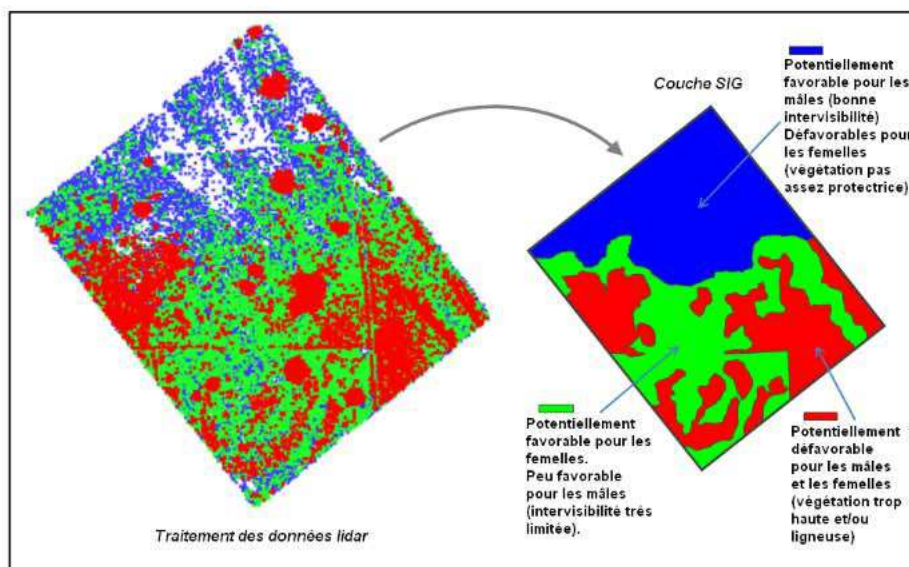
L'objectif opérationnel est de réaliser une hiérarchisation de l'espace et de dresser une cartographie des potentialités écologiques d'un territoire.

La restitution est en 2D sous forme de couches SIG et de cartographies (figure 4) mais des résultats complémentaires en 3D sont envisagés.





**Figure 3.** Cartographie simplifiée des hauteurs de végétation à partir de données lidar (1 scan).



**Figure 4.** Hiérarchisation du paysage pour l'Outarde canepetière en fonction de la hauteur de végétation.

## 5. Perspectives

En plus d'apporter de la connaissance et une analyse complémentaire du paysage ciblée sur une espèce, ces travaux sont destinés à développer des méthodes et outils généralisables d'objectivation écologique d'un territoire. Ils doivent également permettre - d'apporter une expertise nouvelle sur l'écopotentialité d'un espace soumis à modifications profondes et - de définir des actions de conservation des patrimoines biologiques d'un territoire.

Une analyse de la mise en œuvre logistique, des résultats obtenus et des perspectives de cette expérience est proposée sur le poster.

## 6. Bibliographie

Bradbury, R.B., Hill, R.A., Mason, D.C., Hinsley, S.A., Wilson, J.D., Balzter, H., Anderson, G.Q.A., Whittingham, M.J., Davenport, I.J., & Bellamy, P.E., Modelling relationships between birds and vegetation structure using airborne LiDAR data: A review with case studies from agricultural and woodland environments. *Ibis*, 147, 2005, p.443-452.

Clawges, R., Vierling, K., Vierling, L., & Rowell, E., The use of airborne lidar to assess avian species diversity, density, and occurrence in a pine/aspen forest. *Remote Sensing of Environment*, 112, 2008, p. 2064-2073.

- Dassot, M., Constant, T., & Fournier, M., The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: Application fields, benefits and challenges. *Annals of Forest Science*, 68, 2011, p. 959-974.
- Durrieu, S., Allouis, T., Fournier, R., Vêga, C., & Albrech, L., Spatial quantification of vegetation density from terrestrial laser scanner data for characterization of 3D forest structure at plot level. In J.R. Ross Hill, Juan Suárez (Ed.), *Proceedings of SilviLaser 2008* (p. 325-334). Edinburgh, September 17-19, 2008, UK.
- Goetz, S., Steinberg, D., Dubayah, R., & Blair, B., Laser remote sensing of canopy habitat heterogeneity as a predictor of bird species richness in an eastern temperate forest, USA. *Remote Sensing of Environment*, 108, 2007, p. 254-263.
- Jiguet, F. & Wolff, A., Déterminer l'âge et le sexe des Outardes canepetières. *Tetrax tetrax* l'automne. *Ornithos*, 7 (1), 2000, p. 30-35.
- Lett, J.-M., Fidélité et occupation de l'espace chez l'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*) dans le Boischaud Nord : conséquences sur les futurs aménagements. *Symbioses* 7, 2002, 43-50.
- Lichti, D.D., Gordon, S.J., & Stewart, M.P., Ground-based Laser Scanners: Operation, systems and Applications. *GEOMATICA*, 56, 2002, p.21-33.
- MEDDTL, Deuxième Plan national d'actions en faveur de l'Outarde canepetière 2011-2015, 2011.
- MERIDIONALIS, Programme de conservation de l'Outarde canepetière en Languedoc-Roussillon, dans le cadre du plan national de restauration de l'espèce (2002-2006). Deuxième phase : 2003-2004. Rapport Meridionalis, 2004, Montpellier.
- Resop, J.P., Kozarek, J.L., & Hession, W.C., Terrestrial laser scanning for delineating in-stream boulders and quantifying habitat complexity measures. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 78, 2012, p.363-371.
- Wolff A., Changements agricoles et conservation de la grande avifaune de plaine : étude des relations espèce-habitats à différentes échelles chez l'outarde canepetière. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, 2001, Montpellier.