

## Les apports du lidar à l'analyse de la morphologie agraire

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 13.01.Q10

juillet 2022

**Mots clés : lidar - modelé agraire - détection sous forêt - champ surélevé**

**Les potentialités de la technique de télédétection nommée lidar sont multiples : urbanisme, patrimoine architectural, hydrologie, technologies 3D, etc.**

**Cette fiche explore les nombreux avantages de cette technique en matière de morphologie agraire. L'apport s'avère fondamental en matière de formes et de modelés, en terrains boisés et non boisés.**

### La technique du lidar

Un système lidar (nom devenu commun, provenant de l'acronyme de *Light Detection And Ranging*) est un télémètre composé d'un émetteur laser et d'un récepteur de photons. Le principe de fonctionnement du lidar topographique aéroporté consiste en l'émission d'une série d'impulsions laser à très haute fréquence (jusqu'à 2 MHz), envoyées selon différentes méthodes de balayage (miroir oscillant, polygone rotatif, faisceau de fibre). Ces impulsions étant réfléchies par le sol, la mesure du temps de retour de l'impulsion permet de mesurer la distance entre le sol et le vecteur aérien, la position et l'altitude précises de chaque point étant déduites du calcul de la position de l'émetteur-récepteur à chaque instant.

Les scanners enregistrent soit plusieurs échos (entre 1 et 6), détectés à partir des pics d'intensité, soit l'onde complète de retour enregistrée selon deux méthodes (détection simple de photons ou détection multi-photons). C'est pour cela qu'ils sont opératoires sous couvert forestier.

### De la technique à l'interprétation

Les données spatiales brutes (x,y,z) acquises par un radiomètre aéroporté sont transformées en données binaires adaptées aux traitements informatiques. Les relevés lidar renseignent la topographie par des nuages de points qui atteignent facilement aujourd'hui une densité moyenne de 4 points-sol/m<sup>2</sup>. Ce ratio taille/densité de points est suffisant pour assurer – à partir d'un tri des points sans classification préalable – une lisibilité correcte de la morphologie et du volume de ces structures ; il permet de les détecter par la photo-interprétation de modèles numériques de surface, si la résolution de ces modèles est adaptée à l'échelle des entités qu'on recherche.

Une fois restitués, les relevés lidar doivent faire l'objet d'une photo-interprétation, assez comparable à ce qu'on fait dans une photo-interprétation classique à vue sur des missions aériennes et satellitaires. Tout d'abord, les structures observées doivent être dessinées. Idéalement, la surface qui reste après avoir dessiné toutes les entités repérées (anthropiques ou naturelles, archéologiques ou actuelles) doit apparaître uniforme : il ne reste rien à dessiner. Dans la pratique, l'interprétation bénéficie d'une possibilité qui n'existe pas en photo-interprétation classique : le recours à des transformations sous forme de vues obliques mettant en évidence les micro-reliefs.

L'interprétation n'échappe pas alors à la nécessité de recourir à un référentiel typologique. Par exemple, pour lire correctement les informations, l'interprète doit avoir une bonne connaissance préalable des différences ou nuances existant entre des terrasses, des rideaux de culture, des épaulements, des billons et sillons, des *ridges and furrows*, des crêtes de labour, des types de labours (en adossant, en refendant, ou encore à plat), des talus, des murs d'épierrement, des fossés, des drains...

L'analyse de ces micro-reliefs participe alors de la connaissance fine des formes et des modelés et contribue à une approche agro-écologique des milieux agraires.

## Caractérisation des apports de la technologie lidar

La technologie du lidar offre plusieurs possibilités :

- Sous forêt (exemple en *Figure 1*), elle évalue l'abondance et la diversité des vestiges conservés ; c'est là un de ses apports les plus connus, en raison du caractère spectaculaire de l'observation, dans un domaine où les techniques anciennes de photo-interprétation et de prospection à basse altitude sont le plus souvent inopérantes.

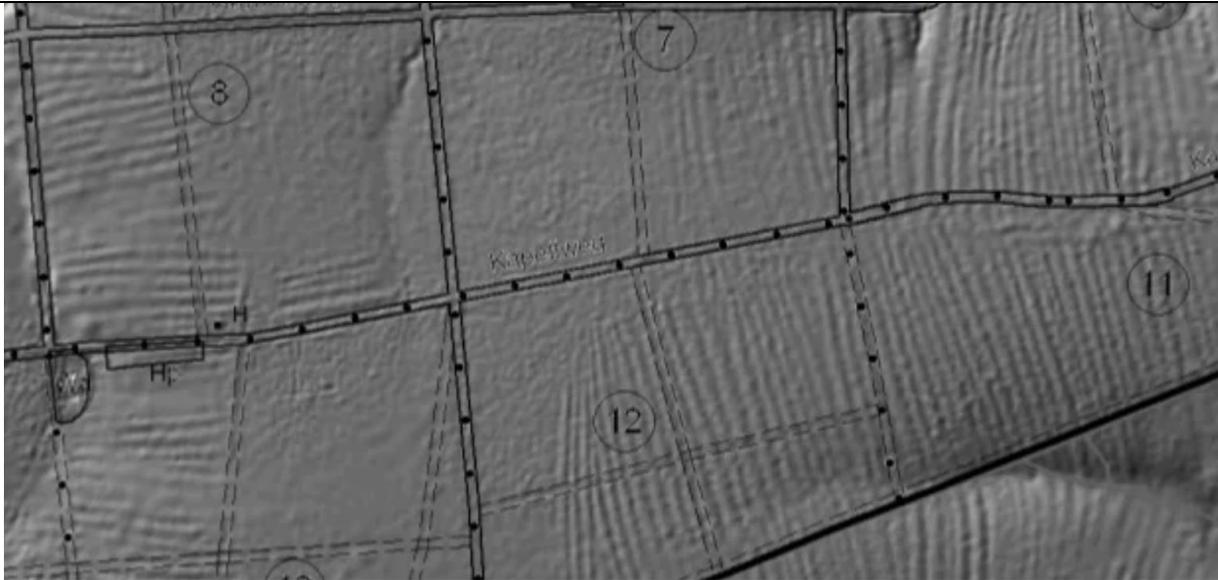


Figure 1 : Biberach (Allemagne, Bade-Wurtemberg), champs laniérés et bombés fossilisés sous couvert de conifères (document B. Sittler)

- En milieu ouvert, elle restitue la forme en plan de structures détruites depuis longtemps, avec une qualité de lecture qui en fait un outil de cartographie très efficace.

- Elle restitue des planimétries anciennes dans la continuité et sur des surfaces étendues, avec une résolution topographique élevée ; c'est grâce à cela que le lidar apporte une contribution remarquable à la connaissance des parcellaires. En France et en Allemagne, les principaux résultats en ce domaine portent sur les parcellaires fossiles de la forêt de Haye, du massif de Sénart, du massif du Châtillonnais (Côte-d'Or), sur les champs en buttes surélevées du Finage (Jura et Côte-d'Or), sur les très nombreuses morphologies médiévales et modernes en champs bombés du sillon rhénan, en Alsace et Bade-Wurtemberg.

- Elle permet d'étudier et de photo-interpréter des données volumétriques acquises par mesurage direct.

## Quelques exemples diversifiés en morphologie agraire

Commençons par un exemple particulièrement spectaculaire : le site d'Aguada Fenix à El Naranjito, état de Tabasco, au Mexique (*Figure 2*). Aurait-on pu se douter que dans la morphologie agraire découpée et confuse actuelle (capture de gauche), se cachait une ville maya très géométrique (lidar à droite) ?

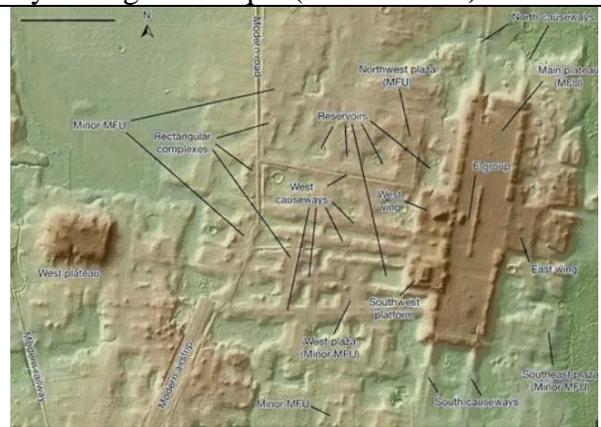


Figure 2 : site d'Aguada Fenix à El Naranjito, état de Tabasco, au Mexique

Poursuivons par quelques autres dossiers révélateurs des apports de la technique. En Alsace (*Figure 3*), une couverture lidar révèle les champs laniérés bombés (au centre) et les crêtes de labour (à gauche), dans la forêt du Schiffloch.



Figure 3 : forêt du Schiffloch, Alsace (Doc. B. Sittler)

Grâce à une collaboration entre archéologues et chercheurs de l'ONF et de l'INRA, en Forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle, à l'ouest de Nancy), l'exploitation du lidar met en évidence un parcellaire polygonal et des fermes d'époque antique (*Figure 4*).

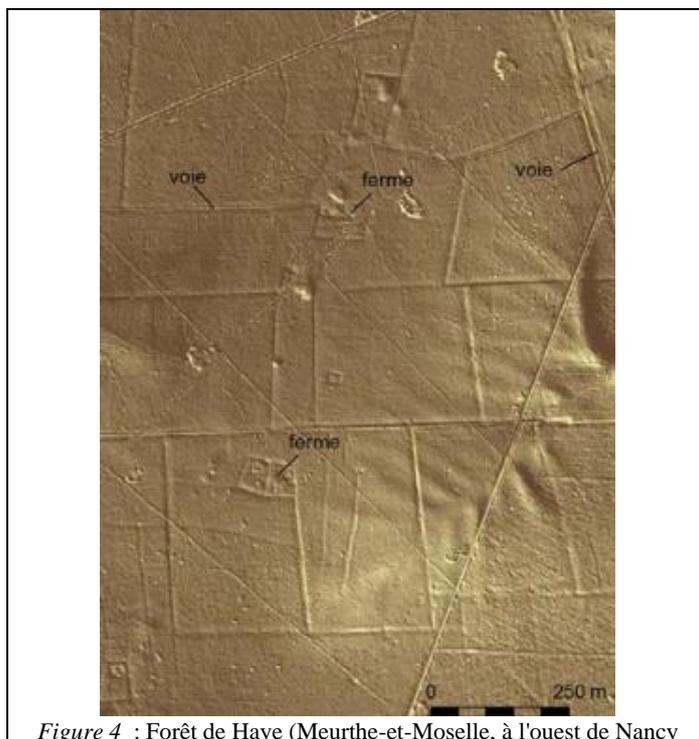


Figure 4 : Forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle, à l'ouest de Nancy)

Dans la forêt de Chailluz au Nord de Besançon (*Figure 5*), l'interprétation des multiples informations du lidar a fait l'objet d'une élaboration cartographique innovante (thèse de Catherine Fruchart).

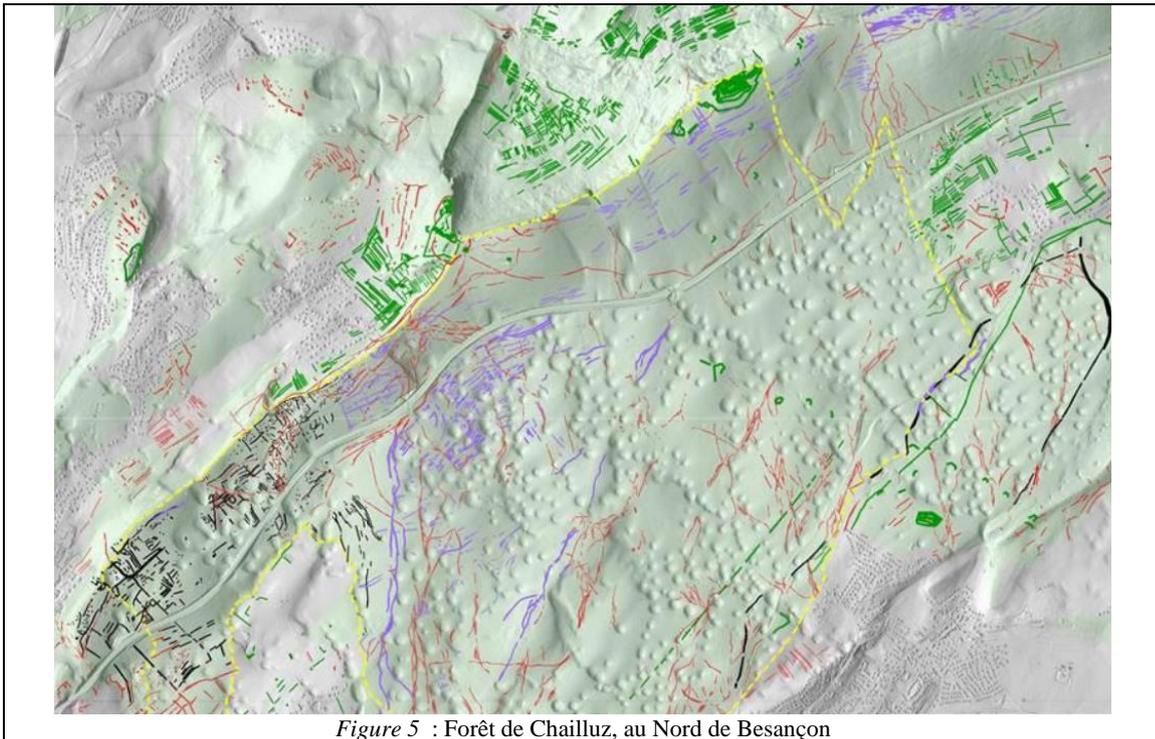


Figure 5 : Forêt de Chailluz, au Nord de Besançon

Gérard CHOUQUER, membre de l'Académie d'Agriculture de France

#### Ce qu'il faut retenir :

Alors que la prospection aérienne à basse altitude et la photo-interprétation de missions verticales et satellitaires avaient déjà révolutionné la documentation sur l'histoire de l'habitat et des parcellaires, la technique du lidar franchit un pas supplémentaire en apportant des informations précieuses dans les zones forestières.

La fréquence des vestiges de parcellaires sous couvert forestier change fortement les termes de cette histoire, dans le sens d'une grande mobilité et d'une inversion des phases par rapport à la succession habituelle, qui est d'abord la forêt, ensuite le défrichement ; c'est souvent l'inverse : avant la forêt, l'histoire.

#### Pour en savoir plus :

- Catherine FRUCHART : *LiDAR et traces agraires fossiles autour de Besançon : potentiel et limites de l'outil de télédétection*, séminaire *LiDAR et façons culturales*, Besançon Mai 2015, diaporama de 27 vues. <https://fr.slideshare.net/NicolasBernigaud/lidar-et-traces-agraires-fossiles-autour-de-besanon-potentiel-et-limites-de-loutil-de-tldtection>
- Murielle GEORGES-LEROY : *Le Lidar aéroporté, une méthode révolutionnaire pour l'archéologie*”, dans *Photonique* n° 97, p. 25-29, <https://doi.org/10.1051/photon/20199725>
- Benoît SITTLER : *Les apports du LiDAR pour appréhender les modèles agraires. L'exemple du fossé rhénan*, séminaire *LiDAR et façons culturales*, Besançon Mai 2015, diaporama de 45 vues. <https://fr.slideshare.net/NicolasBernigaud/les-appoints-du-lidar-pour-apprehender-les-modeles-agraires-lexemple-du-foss-rhnan>