1- L'hexacoptère DPS6 en survol des flèches d'une cathédrale.

© AirD'Eco-Drone

AirD'Eco-Drone

DRONE + LiDAR : METTRE AU JOUR LES TRACES DU PASSÉ DANS LE SOL

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

LES OBJECTIFS DE LA PROSPECTION LIDAR POUR DES MISSIONS ARCHÉOLOGIQUES EST, EN PREMIER LIEU, D'OBTENIR UN PLAN TOPOGRAPHIQUE DU SITE, VOIRE MICROTOPOGRAPHIQUE LORSQU'ON PEUT MULTIPLIER LA DENSITÉ DES POINTS AU SOL. ELLE PERMET AUSSI D'OBSERVER SI DES MICRO-RELIEFS PEUVENT CORRESPONDRE À DES ARTÉFACTS (COMME DES MURETS, DES ANCIENS CHEMINS, DES TUMULUS...). CELA PEUT ABOUTIR À PRÉCISER DES ÉLÉMENTS MORPHOLOGIQUES, TELS QUE DES CHENAUX, MAIS AUSSI MENER À MODÉLISER UN ENSEMBLE D'ÉLÉMENTS DU BÂTI OU UN SITE DANS SON ENSEMBLE. C'EST L'ACTIVITÉ POUR LAQUELLE ISABELLE LE TELLIER-HEITZ, GÉOLOGUE ET GÉOPHYSICIENNE DE FORMATION, A CRÉÉ AirD'Eco-Drone EN 2015, ET DONT ELLE NOUS PRÉSENTE LA TECHNIQUE, LA DÉMARCHE ET QUELQUES RÉALISATIONS REMARQUABLES.

Depuis que les capteurs LiDAR (Light Detection And Ranging) ont été miniaturisés et adaptés à leur emport par drone (2010-2012), un large champ d'application s'est ouvert, complétant la gamme des mesures LiDAR obtenues à partir d'autres aéronefs (avions, hélicoptères).

Grâce à la maniabilité et au domaine de vol des drones, en particulier des multicoptères à énergie électrique, des mesures plus denses peuvent être effectuées, mais sur des zones plus réduites (quelques dizaines d'hectares par jour) du fait de leur autonomie énergétique (limite d'emport des batteries LiPo liée à leur poids).

Le capteur fixé sous l'engin volant comprend un scanner laser, une centrale inertielle enregistrant les paramètres géométriques du vol et il est relié à une antenne GPS. Le système nécessite aussi une station RTK au sol.

© AirD'Eco-Drone

2

2- Survol de la pointe du Hoc en Normandie, théâtre d'une action héroïque des Rangers aémricains en 1944, en vue d'une exploration du site par drone-Lidar.

LiDAR : LE PRINCIPE

Le principe du LiDAR est l'émission d'une onde laser, qu'il faut imaginer "rebondir" sur tous les obstacles rencontrés (arbres, bâti, blocs rocheux...) jusqu'à atteindre le sol et remonter vers le capteur. Celui-ci effectue une mesure de distance, corrigée de la position et de l'altitude du drone, qui lui permet de calculer avec précision les positions des différents échos.

« *À la différence de la photogrammétrie qui enregistre le rayonnement lumineux du soleil réfléchi par la couche de surface visible,* indique Isabelle Le Tellier-Heitz, *le LiDAR émet des ondes qu'il enregistre en retour. Ces ondes vont ainsi pouvoir s'immiscer entre les branches des arbres mais elles ne traversent pas la matière* ».

« *Pour vous donner une idée du taux de pénétration, imaginez-vous un faisceau lumineux qui viendrait du haut et regardez s'il toucherait le sol. Si le soleil passe, les ondes LiDAR vont traverser* ».

Par rapport à la photogrammétrie, le LiDAR présente donc plusieurs avantages. Il n'est pas sensible à la luminosité et n'engendre donc pas d'ombre portée ni au contraste au sol. Il permet de cartographier le sol sous couvert végétal. Il est peu sensible à la météo. En fait, c'est l'électronique du drone qui imposera la limite admissible "d'humidité" de l'air. ▷

Le nuage de points est visualisable immédiatement, voire pendant la durée de vol du drone. Il n'est pas nécessaire d'installer des cibles au sol, ce qui dispense de relevé topographique pour géoréférencer.
En revanche, le LiDAR présente quelques inconvénients. Le premier est le coût du capteur. À ceci s'ajoute la mise en œuvre qui nécessite un mouvement continu de la centrale inertielle ainsi que l'installation d'une balise topographique RTK pendant environ trois heures.

LiDAR ET PHOTOGRAMMÉTRIE

Plutôt qu'opposer ces deux techniques, Isabelle Le Tellier-Heitz les considère comme complémentaires : « *Pour des sites qui ne comportent pas uniquement des zones boisées, il est intéressant de coloriser le nuage de points LiDAR avec une ortho-photo qui peut être constituée avec des photos prises en même temps que le vol LiDAR ou, d'ailleurs, indépendamment. On ne colorise évidemment que la surface car, en coupe, les couleurs n'ont aucune signification. La colorisation apporte un confort visuel et permet, dans certains cas, de mieux se repérer* ».
Une autre complémentarité à signaler est celle des relevés LiDAR par drone et par avion. Sur un même site enregistré avec les deux types d'appareils, le nombre de points au sol, c'est-à-dire la définition, est différent mais la surface journalière prospectée est également différente : de 200 à 2000 pts/m^2 avec un drone, de 10 à 100 pts/m^2 avec un avion. Donc, précision, temps d'acquisition, mise en œuvre et prix peuvent varier énormément d'une technique à l'autre et c'est le besoin des archéologues qui doit trancher.

L'ÉQUIPEMENT

Le processus à mettre en œuvre pour arriver au nuage de points et tous les éléments graphiques qui peuvent en découler est élaboré.
Il faut d'abord un drone "porteur". Dans le cas d'AirD'Eco-Drone, il s'agit d'un hexacopter ayant tous les équipements lui permettant d'être homologué dans les trois scénarios S1, S2 et, en particulier S3, c'est-à-dire ayant la possibilité de voler en milieu urbain : c'est ainsi qu'il comporte, entre autres, un parachute et pèse moins de 8 kg en charge. Son autonomie de vol, facteur limitant de ce type de machine, est de l'ordre de 15 à 20 minutes.
Le capteur est un Surveyor de marque YellowScan. Cet instrument intègre un scanner Velodyne VLP16, qui émet des ondes laser de classe 1 300 000 impulsions/seconde dans un faisceau de balayage de 360°x30°. La précision théorique de sa mesure est de 5 cm moyen. Cette caractéristique a pu être vérifiée ponctuellement sur des surfaces planes et dégagées (routes, tampons) en comparant les mesures d'un Surveyor à des mesures topographiques de calage (jusqu'à 3 à 4 cm en x, y et z). Il peut fonctionner jusqu'à 80 mètres de hauteur par rapport au sol.
Le capteur intègre également une centrale inertielle Applanix 15 IH qui enregistre les trajectoires de vol et fonctionne en entière autonomie par rapport au drone qui le véhicule.
Il est porté sous un drone hexacoptère DPS6 spécialement conçu pour porter des masses "importantes", puisqu'il embarque :

- → Les batteries pour une autonomie de 15-20 minutes ;
- → Le capteur lui-même, d'un poids de 1,2 kg ;
- → Une antenne GPS pour le pilotage du drone et une antenne GPS pour la centrale inertielle.
- → Les équipements annexes requis (en particulier un parachute à extracteur pyrotechnique) pour voler en "scénario S3", c'est-à-dire en zones urbaines ou "peuplées" au sens réglementaire français1 (arrêté du 18 mai 2018).

Ce drone équipé du capteur LiDAR affiche un poids de 7,6 kg maximum au décollage. Il peut également emporter un appareil photographique qui, couplé au Surveyor, permet de texturiser les nuages de points ou de produire des ortho-photos, à l'instar de la photogrammétrie.

LE PROCESSUS ET LE POST-TRAITEMENT

Dès que l'enregistrement est déclenché, le capteur enregistre un identifiant x,y,z dont le traitement constitue l'un des éléments essentiels du processus. Il est réalisé à l'aide de plusieurs logiciels utilisés successivement.
« *Le vol sur terrain fournit le nuage de points brut,* poursuit Isabelle Le Tellier-Heitz. *Les données de la base topographique au sol permettent de géoréférencer le nuage brut qui est traité pour aboutir à un nuage de points calé et*

© MARC MONTAGNON

3

3- Isabelle Le Tellier-Heitz, directrice et fondatrice d'AirD'Eco-Drone.

ISABELLE LE TELLIER-HEITZ : UN PARCOURS ATYPIQUE

Après une formation en géologie et géophysique à l'université de Paris-Orsay, dans les années 80, Isabelle Le Tellier-Heitz s'expatrie immédiatement aux États-Unis dans une société d'ingénierie de barrages - Harza Engineering Company - en tant que géologue où elle accompagne des chantiers de construction de barrages et de forage aux États-Unis mais aussi, par le hasard des circonstances, en Algérie. Elle y effectue des relevés géologiques de terrain, des forages, des tunnels de reconnaissance. Puis elle revient en France en 1990 pour intégrer le bureau d'études géophysiques Horizon, refondu depuis dans Safege (filiale ingénierie pluridisciplinaire de Suez). Elle y assure des missions de géotechnique et de la géophysique appliquées à la recherche d'eau ainsi que des missions de caractérisation de sites de déchets.
En 1995, Isabelle Le Tellier-Heitz intègre le bureau d'études de l'actuel Veolia - CGEA à l'époque - où elle passe une dizaine d'année notamment en tant qu'assistante aux exploitants pour les aspects techniques de classement et d'exploitation des sites. Elle participe pendant cette période à la création d'un centre de stockage-test à Bar-sur-Aube où étaient expérimentées des techniques d'étanchéité, de traitement d'eau et de gaz en vraie grandeur. Puis elle occupe un poste de direction technique de sites de stockage de déchets pendant quatre ans dans la région Centre.
Après un séjour de quelques années en Allemagne, elle revient en France en 2000 et rejoint le centre de formation de Veolia à Cergy-Pontoise où elle est notamment amenée à créer un logiciel d'apprentissage à distance des techniques de compostage de déchets (e-learning). Elle participe ainsi à la formation de près de 600 collaborateurs, du conducteur d'engins à l'ingénieur agronome.
À l'issue d'un break personnel de quelques années, elle reprend du service en 2015 en créant AirD'Eco-drone, société de géophysique aéroportée par drone, en s'associant à Hervé Gallepy, lui-même directeur de production audiovisuelle et fondateur d'Armeo Média.
Cela lui permet de se rapprocher de la communauté des archéologues afin d'effectuer des opérations de prospection par LiDAR, mettant à profit la toute récente miniaturisation de ces appareils autrefois très volumineux.
Elle partage désormais son activité entre le LiDAR avec AirD'Eco-Drone et la caractérisation par drone des nids de frelons asiatiques dans les arbres au travers de la start-up "Bees for Life" (voir encadré).
Isabelle Le Tellier-Heitz fait partie de la Fédération Professionnelle du Drone Civil[1].
À noter qu'elle a fondé AirD'Eco-Drone pour allier à sa formation de géologue-géophysicienne sa qualification de télépilote (DGAC ED 550) depuis 2015, de pilote vol libre qu'elle a pratiqué pendant 15 ans, de pilote vol à voile et de pilote d'ULM pendulaire.

[1] La Fédération Professionnelle du Drone Civil (FPDC), créée en 2013, a pour but de supporter et coordonner les efforts de promotion nationale et internationale relatifs aux potentialités des aéronefs sans pilote dans le domaine civil. La FPDC est devenue un interlocuteur de référence pour la filière du drone civil en France grâce à ses liens forts avec l'autorité de tutelle, les ministères, les tiers privés, les industriels et les médias.

© AirD'Eco-Drone

© AirD'Eco-Drone

classifié. On en extrait le MNT (Modèle Numérique de Terrain) qui ne conserve que le sol. Des logiciels de 3D permettant alors de mailler le nuage et d'en extraire un objet 3D ».

« Le nuage de points brut peut être visualisé immédiatement après chaque vol ; il est aussi possible de le visualiser en direct pendant le vol du drone ("YS LiveStation") sur demande. Cette instantanéité permet de corriger le plan de vol pour atteindre plus efficacement l'objectif recherché et surtout, permet de partager, faire comprendre l'avancée de la prospection à des tiers sur site ».

4- Préparation du plan de vol du drone/LiDAR.

5- L'antenne GPS (RTK) pour le pilotage du drone.

6- Isabelle Le Tellier-Heitz pilote le drone à proximité d'un château à explorer.

Cette application peut également traiter les données enregistrées sur une clef USB afin de "rejouer" le vol.

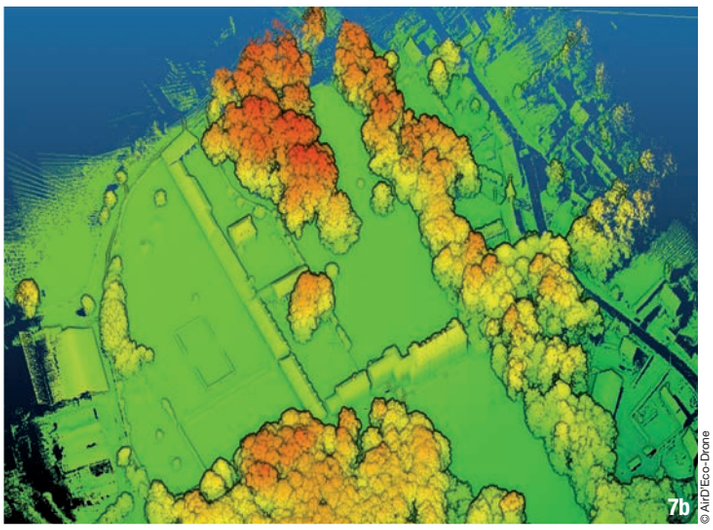
La visualisation du nuage de points sur le terrain permet à l'opérateur de s'assurer de la pertinence des données obtenues mais aussi de montrer à des tierces personnes (partenaires du projet, clients...) en quoi consiste la prospection LiDAR : une coupe dans le nuage de points faisant apparaître le sol, les arbres, le bâti... La colorisation selon z par exemple est très didactique et facilite l'explication du principe du calcul du modèle numérique de terrain (MNT).

Le post-traitement comporte plusieurs étapes :

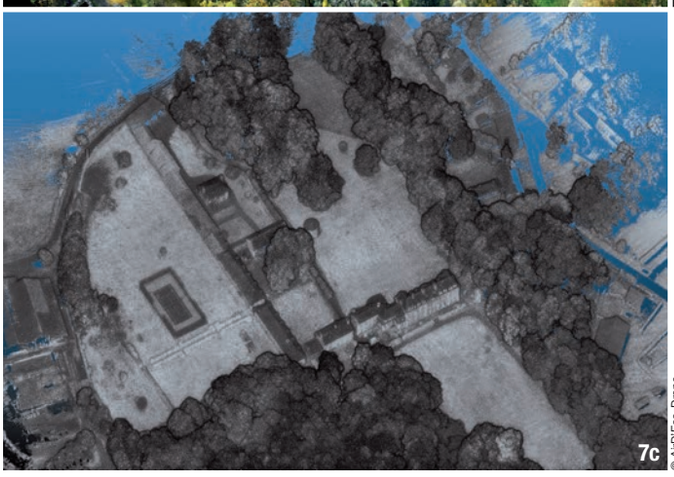
- → Le recalcul des trajectoires avec les données inertielles et GPS ;
- → Le calcul des fichiers. LAS grâce au logiciel "YS Cloud Station" utilisant les données du capteur LiDAR et des trajectoires précédemment géo-référencées ;
- → L'ajustement des lignes de vol entre elles, un filtrage et l'obtention du nuage de points assemblé.

Ce nuage de points est ensuite exploité classiquement :

- → Classification : détaillée, en distinguant plusieurs classes en fonction de leur hauteur (végétation haute, basse, bâti, véhicules...), ou plus simple, en distinguant le sol et ce qui est au-dessus ;
- → Calcul du MNT, du modèle numérique de surface (MNS), des courbes de niveau... ;
- → Traitement du MNT par ombrage, pente, rugosité... afin de faire apparaître d'éventuels artéfacts ;
- → Calcul du modèle 3D, impression de maquette...



© AirD'Eco-Drone



© AirD'Eco-Drone

7a, 7b et 7c- Complémentarité LiDAR / photogrammétrie : nuage de points colorisé avec une ortho-photo, (en partenariat avec le cabinet Foncier-Experts).

8a- Microphotographie de l'oppidum boisé dit du " Camp de César " en Eure et Loire.

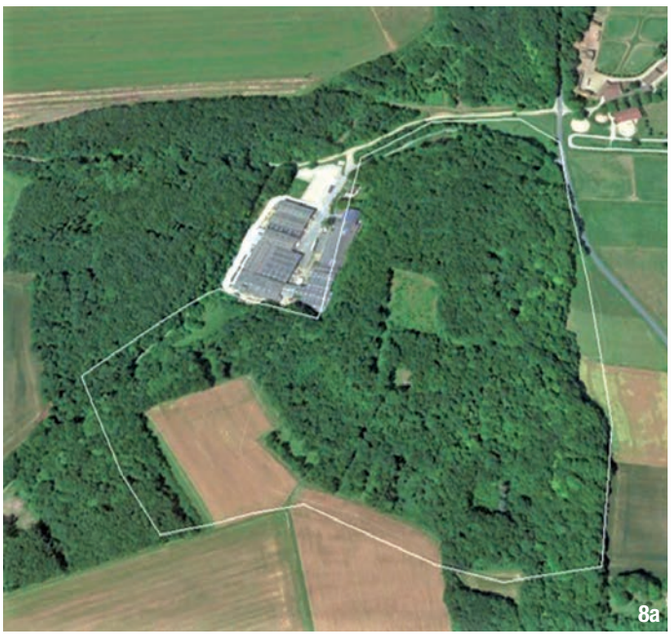
8b- Visuel ombré du " Camp de César " dissimulé sous l'oppidum boisé.

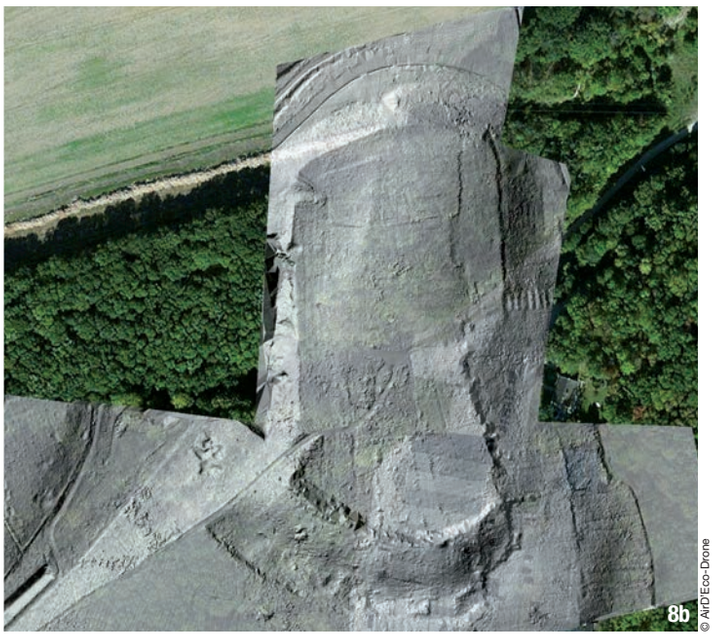
PREMIÈRE RÉFÉRENCE : UN OPPIDUM ROMAIN

La première prospection LiDAR pour l'archéologie réalisée par AirD'Eco-Drone est la redécouverte d'un oppidum romain d'environ 6 hectares, dit "le camp de César de Changé", à Saint-Piat en Eure-et-Loire, barré d'un rempart de 250 mètres de long et 7 mètres de hauteur, boisé de feuillus et de buis parfois impénétrables. Les acteurs locaux souhaitaient avancer sur la connaissance de ce site en surplomb des berges de l'Eure.

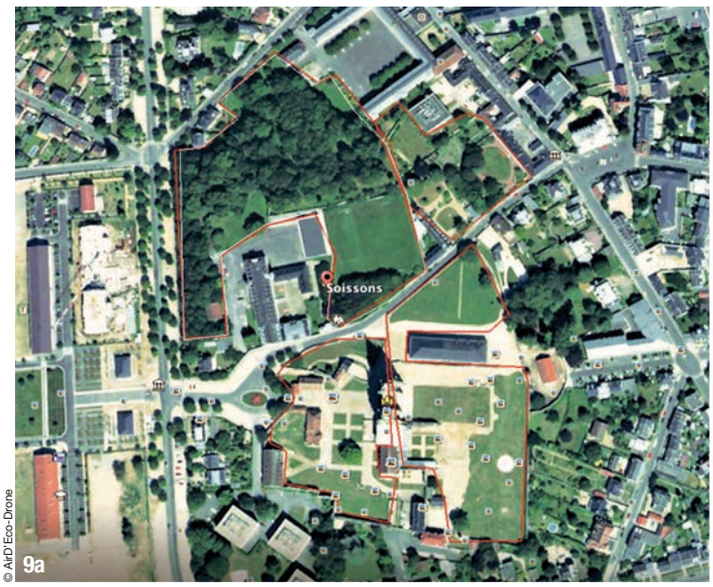
« *Un plan topographique traditionnel aurait été trop coûteux,* indique Isabelle Le Tellier-Heitz. *Donc, nous avons effectué une journée de prospection et obtenu le nuage de points, le nuage débarrassé de la végétation, le MNT, le MNT ombré, les courbes de niveau, le modèle 3D et, pour ce site, nous avons imprimé une maquette en résine* ».

Le MNT ombré a permis de découvrir ou de préciser plusieurs éléments soit cachés sous la végétation, soit non détectables au sol. Principalement, c'est la localisation de deux entrées de l'oppidum qu'il a mise en évidence ainsi que de nombreux murets et des terrasses oubliées, probables traces





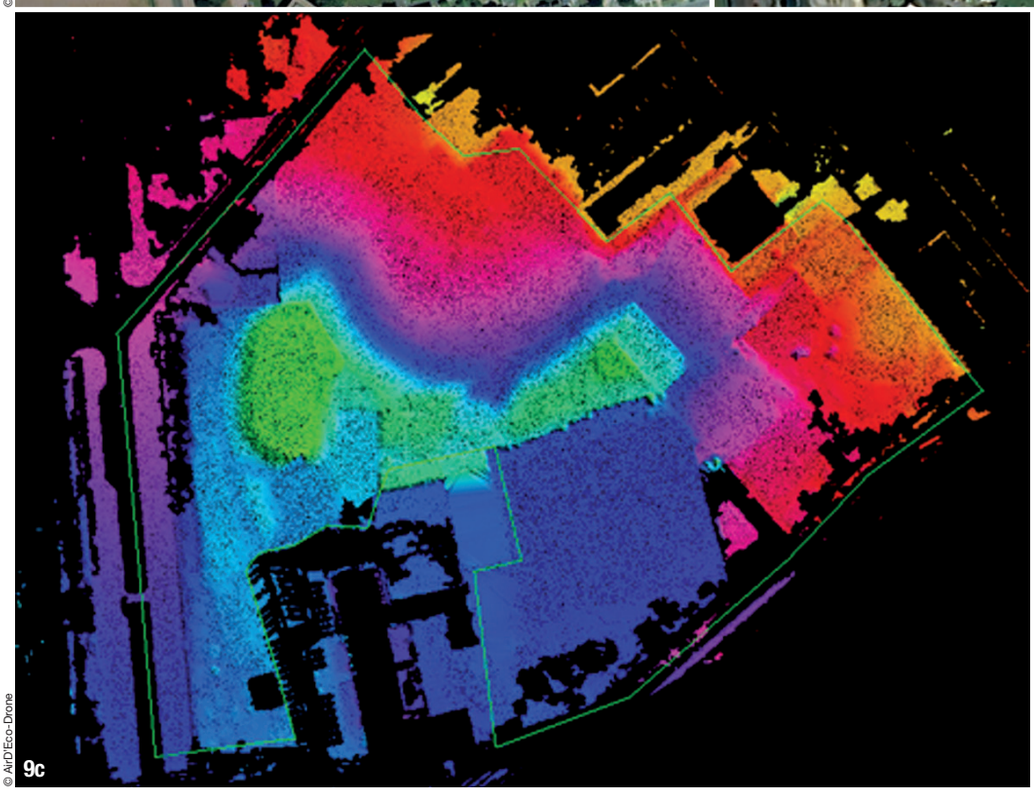
© AirD'Eco-Drone



© AirD'Eco-Drone

9a

9b



© AirD'Eco-Drone

9c

d'occupation et de mise en culture séculaire. Enfin, un rectangle, non détectable sur le terrain, s'est avéré se corréler avec un plan de 1850 mais les archéologues pensent qu'il s'agît d'un bâti encore plus ancien.

« *Au bout du rempart,* ajoute Isabelle Le Tellier-Heitz, *celui-ci est tronqué sur le dessus et fait apparaître un petit muret, complètement envahi par les buis. Il se trouve qu'il était peu ou pas visible sur le MNT et, pourtant, lorsqu'on observe la maquette 3D, le muret apparaît très distinctement* ».

« *Nous avons alors été convaincus de l'apport de cette visualisation 3D qui ne sert pas seulement le volet communication du projet* ».

De plus, l'opération a permis de mettre en place une animation touristique beaucoup plus complète qu'elle ne l'était précédemment.

9a- Le site du théâtre antique de Soissons, dissimulé sous un bois.

9b et 9c- À partir du nuage de points obtenus à l'issue du vol, le MNT ombré (Modèle Numérique de Terrain) fait ressortir des micro-reliefs, en l'occurrence l'arc de cercle du théâtre antique.

À SOISSONS : UN THÉÂTRE ANTIQUE

Une autre prospection LiDAR assez spectaculaire pour l'archéologie effectuée par AirD'Eco-Drone concernait un espace situé en plein centre-ville de Soissons.

Le théâtre antique de Soissons fait l'objet d'un projet de recherche archéologique (AuguSThA). Il inclut une nouvelle étude documentaire ainsi que l'acquisition de données inédites sur le site même au moyen des récentes technologies disponibles notamment des relevés à l'aide d'un scanner terrestre 3D et d'un capteur LiDAR sur drone.

La demande était de réaliser un plan micro-topographique d'une zone de 7 hectares dont une partie boisée, en arc de cercle.

À partir du nuage de points obtenus à l'issue du vol, MNT ombré fait ressortir des micro-reliefs, en l'occurrence l'arc de cercle d'un théâtre antique d'environ 110 mètres de diamètre avec différents éléments comme des remblais des chemins et des artéfacts pouvant être étudiés par les archéologues.

Cette découverte a été valorisée par l'association de relevés LiDAR et du scanner sol dont Isabelle Le Tellier-Heitz est convaincue de la complémentarité.

« *Nous avons pu tester ce travail avec un relevé scanner d'une galerie sous le théâtre antique de Soissons qui a pu être inséré dans le nuage de points LiDAR et a permis d'effectuer des observations complémentaires* ».

À MEUNG-SUR-LOIRE : DES JARDINS À LA FRANÇAISE

Autre exemple de capacité de l'exploration par LiDAR de mettre en évidence des "chefs d'œuvre" dissimulés : le propriétaire du château de Meung-sur-Loire, près d'Orléans, souhaitait obtenir un plan topographique d'ensemble du parc du château, qui pourrait servir de support aux prospections géophysiques envisagées, et permettre de découvrir des traces du passé non visibles au sol. ▷

10a

© AirD'Eco-Drone

En effet, une gravure de 1771 montrait l'extension des jardins à la française, enfouis à l'époque de la Révolution française. La mission a été programmée début avril 2018, juste avant la poussée des feuilles, afin de s'assurer de la meilleure pénétration des ondes LiDAR à travers le massif boisé. Le parc étant petit (6 ha), pour obtenir le plus possible de détails, celui-ci a été quadrillé par quatre vols, effectués à une hauteur de 40 mètres par rapport au sol. Les lignes de vol ont été écartées de 35 mètres pour un recouvrement supérieur à 50 %. Le drone se déplaçait à 5 m/s. Une station au sol RTK, implantée dans une zone dégagée du parc, a enregistré les données satellitaires pendant plus de 3 heures pour post-traitement.

« *Et là, ce que nous espérions est apparu clairement,* ajoute Isabelle Le Tellier-Heitz : *la trace des anciens jardins à la française avec leurs allées, leurs pièces d'eau. On a aussi pu localiser des traces linéaires à plusieurs endroits que la géophysique terrestre viendra préciser. Le relevé 3D du château fait par la même occasion, a aidé à la réalisation d'une maquette en résine qui agrémentera le parcours de visite du château des personnes malvoyantes* ». À noter que la prospection a été réalisée en une demi-journée, en dépit de mauvaises conditions météorologiques.

10a- L'hexacoptère DPS6 équipé du Surveyor devant le château de Meung-sur-Loire.

10b- Plan de vol du drone/LiDAR au-dessus de la parcelle aujourd'hui boisée sur laquelle se trouvaient les jardins à la française.

10c- Le MNT du château de Meung-sur-Loire.

LA RÉVÉLATION DE SITES INACCESSIBLES

Dans un tout autre univers, AirD'Eco-Drone est intervenue au niveau de la Caverne du Dragon, sur le Chemin des Dames, dans l'Aisne. La zone prospectée comporte une crête qui abrite les anciennes carrières de calcaire aménagées en véritables casernes, siège

10b

10c

© AirD'Eco-Drone

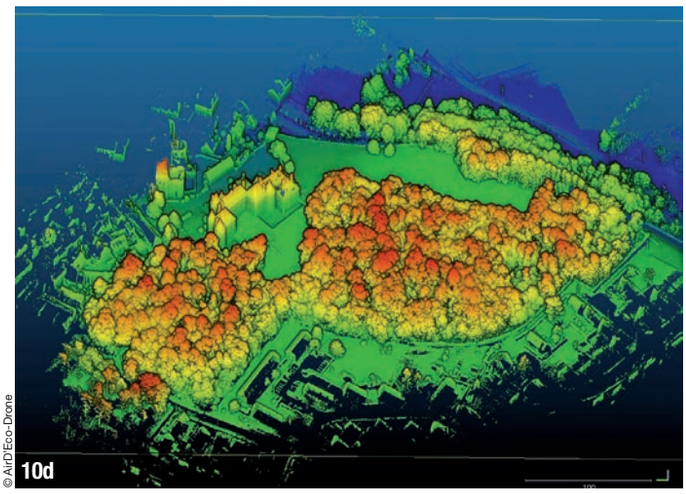
10d- Nuage de points colorisé selon z où l'on reconnaît le château de Meung-sur-Loire, les zones boisées et la prairie.

10e- Ombrage du MNT et mise en évidence topographique du schéma des jardins à la française

10f- Le MNT ombré donne une vue 3D des jardins avec leurs allées, leurs pièces d'eau...

10g- Le plan des jardins d'après une gravure de 1771.

10h- Maquette 3D du château de Meung-sur-Loire réalisée d'après le survol par drone / LiDAR.



© AirD'Eco-Drone

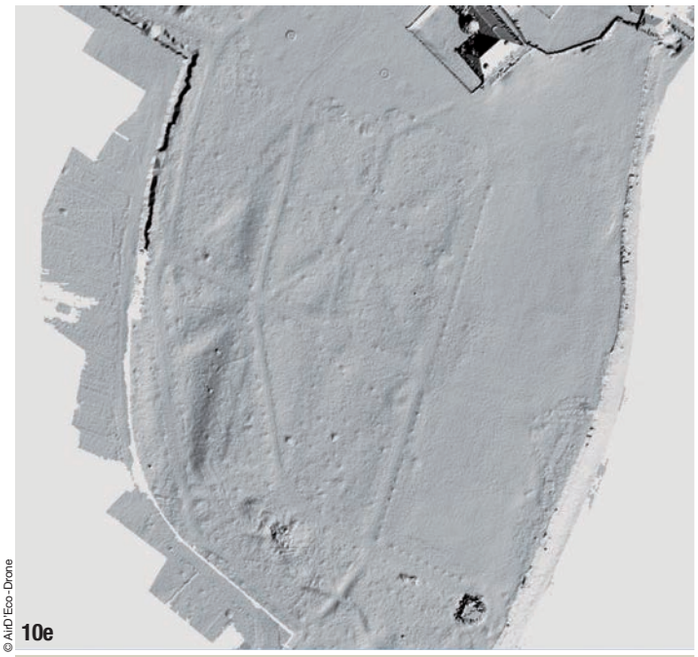
10d

d'affrontement entre les Français et les Allemands. Ces infrastructures souterraines débouchent de chaque côté de la crête sur des versants boisés plongeant d'une quarantaine de mètres ; non déminés ils restent inaccessibles à pied puisque classés zone rouge. « *Le MNT ombré réalisé à partir du vol du drone,* ajoute Isabelle Le Tellier-Heitz, *a permis de retrouver les tranchées telles qu'elles figuraient à l'époque, au lendemain de la guerre, avec leurs impacts de bombes, leurs accès, une voie ferrée proche... y compris un boyau d'observation descendant jusqu'à la vallée du Foulon, invisible aujourd'hui depuis le sol* ».

INTERVENTIONS RÉCENTE ET PROJETS EN COURS

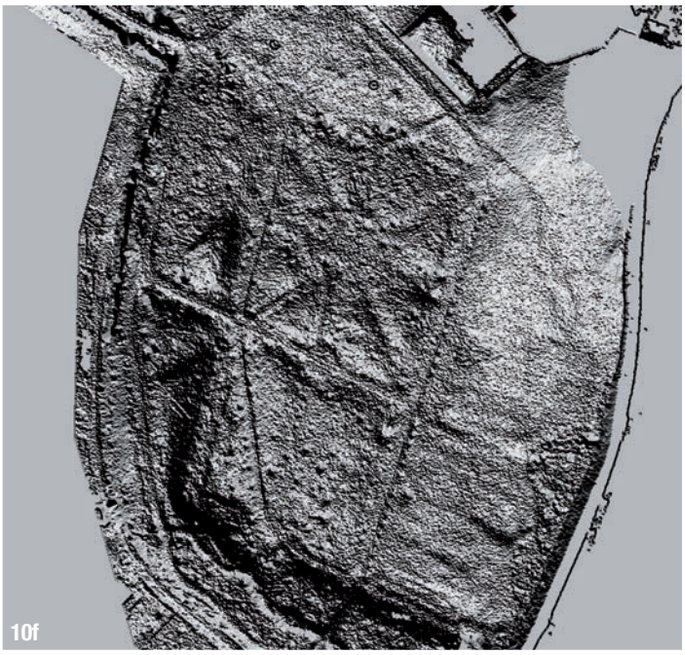
De la même manière, les structures de l'enceinte celtique dite "Le Camp d'Attila", datant de 80 avant J.C. ont pu être reconstituées avec beaucoup de précision à la suite d'une recherche micro-topographique par drone LiDAR dans la vallée de la Noblette, dans la Marne.

D'autres interventions sont en cours. L'une d'entre elle concerne un site à Berchères-la-Maingot, dans l'Eure-et-Loire, sur une partie du tracé du canal Louis XIV, projet dirigé par Vauban qui devait couvrir une distance de 80 km ▷

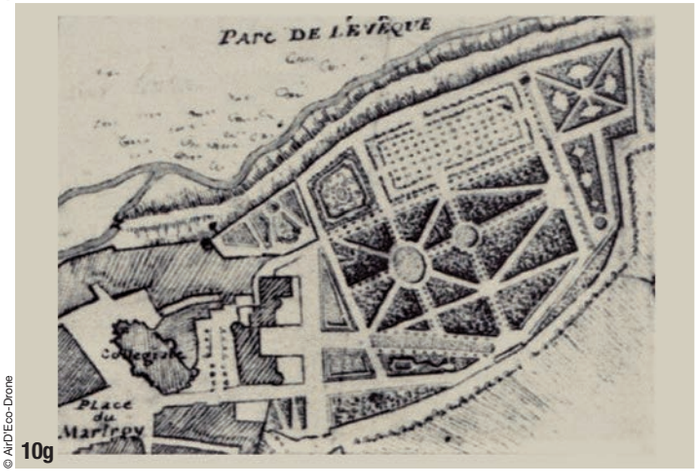


© AirD'Eco-Drone

10e



10f



© AirD'Eco-Drone

10g

10h

© AirD'Eco-Drone

11- Isabelle Le Tellier-Heitz et son associé Hervé Gallepy.

pour amener l'eau de l'Eure, en amont de Chartres, jusqu'aux fontaines du château de Versailles. Ce canal inachevé a imprimé au sol des traces encore visibles dans le paysage.

AirD'Eco-Drone a un projet de modélisation du début du passage sur remblai de cet aqueduc. Il s'agit d'un secteur boisé d'environ 40 hectares où le canal est posé sur un remblai de terre (d'une hauteur pouvant atteindre 80 mètres) avec des fouilles de part et d'autre d'où l'on excavait les matériaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage. Installé sur ces remblais de terre, le canal poursuivait son chemin sur un peu plus d'un kilomètre jusqu'en bordure de la vallée des Larris qu'il devait franchir en utilisant le principe des siphons. Deux ouvrages maçonnés ont été réalisés à cet endroit : le siphon amont et une grande arche maçonnée de 160 mètres de long pour permettre l'écoulement des Larris sous les ouvrages qui devaient être réalisés.

Pendant l'été 2018, AirD'Eco-Drone a commencé à scanner l'un des siphons et sa grande galerie en arche de 160 mètres de longueur. L'objectif est de modéliser tous ces éléments morphologiques au-dessus et en-dessous du sol. Leur modélisation permettrait de mieux comprendre ce paysage et aussi de le mettre en valeur par un circuit touristique.

« *Ainsi, quels que soient le site et la nature des ouvrages explorés,* conclut Isabelle Le Tellier-Heitz, *les relevés LiDAR ont permis à chaque fois d'établir un plan topographique de 5 à 20 cm de précision sur un large secteur autour du point d'intérêt archéologique, rapidement puisque toutes les missions présentées ont nécessité une journée de levée et de l'ordre d'une semaine de traitement avant de remettre les résultats - à un coût raisonnable* ».

Cela permet une lecture du sol qui garde des marques du passé même si l'on ne détecte rien de visible lorsque l'on s'y promène à pied. Ces micro-reliefs invisibles à l'œil ont toujours mis en évidence des artefacts venant nourrir le travail d'interprétation des archéologues. □

BEES FOR LIFE : LE DRONE CONTRE LES FRELONS ASIATIQUES

Les performances d'un drone ne se limitent pas à l'archéologie ou à la topographie.

C'est ainsi qu'AIRD'ECO-Drone, L'Abeille Olivetaine et DronePerf se sont associés, en collaboration de recherche avec IRBI Université de Tours, pour mener à bien le projet " Bees For Life ".

L'objectif est de diagnostiquer la présence de nids de frelons asiatiques, le plus tôt possible en saison, afin de réduire la pression du nuisible Vespa Velutina Nigrithorax (frelon asiatique), sur les colonies d'abeilles d'une part, et de traiter le risque sanitaire pour la population, d'autre part.

La solution drone testée aujourd'hui, est basée sur une méthode innovante d'emport de caméra thermique haut de gamme et géoréférencement permettant de cartographier des zones boisées, peu accessibles, rapidement. Le LiDAR sera également envisagé en 2019.

Le volet complémentaire à cette solution drone, est le traitement des données (Big Data).

Un projet en plusieurs étapes :

- **2018 : survol et capture des informations Infrarouge des nids pré-identifiés grâce à des contributeurs (particuliers, communes, agglomérations, apiculteurs, destructeurs de nids, associations, des organismes territoriaux), sous différents angles et hauteurs ; Survol à l'aveugle de zones propices (proximité de ruches par exemple).**
- **2019 : Instrumentation en continu d'un nid ; poursuite de la méthodologie de cartographie aérienne des nids ; élaboration d'une application de gestion de la localisation et destruction des nids à l'attention des gestionnaires (collectivités, entrepreneurs...).**