



HAL
open science

Apports et limites des relevés Lidar dans l'étude des paysages anciens. Retour d'expérience sur la fouille du “ Grésil ” (Seine-Maritime, France)

Jerome Spiesser

► To cite this version:

Jerome Spiesser. Apports et limites des relevés Lidar dans l'étude des paysages anciens. Retour d'expérience sur la fouille du “ Grésil ” (Seine-Maritime, France). Archéologies numériques, 2020, 10.21494/ISTE.OP.2020.0522 . hal-03895939

HAL Id: hal-03895939

<https://hal.science/hal-03895939v1>

Submitted on 13 Dec 2022

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.

Apports et limites des relevés Lidar dans l'étude des paysages anciens. Retour d'expérience sur la fouille du « Grésil » (Seine-Maritime, France)

Contributions and limits of Lidar to Roman landscape study. Experience feedback on "Grésil" excavation (Normandy, France)

Jérôme Spiesser¹

¹ Chargé d'études en archéologie, Caux Seine Agglo. UMR 7041 ArScAn, équipe Archéologies environnementales, Jerome.spiesser@hotmail.fr

RÉSUMÉ. Les relevés Lidar se multiplient ces dernières années, révélant partout des paysages anciens fossilisés dans la topographie. Il s'agit véritablement d'une révolution de la recherche archéologique, au même titre que le développement de la prospection aérienne dans les années 1970 ou de l'archéologie préventive une vingtaine d'années plus tard. La fièvre du LidarLiDAR a envahi le monde des archéologues, dont la principale problématique est de savoir comment dater les structures d'habitat et les limites parcellaires anciennes, puisqu'il est rare de retrouver du mobilier archéologique lors de prospections forestières. Les diverses approches méthodologiques entreprises récemment tendent à apporter des solutions à ce problème, mais en l'absence de fouille étendue sous forêt, peut-on être sûr de l'ancienneté des structures agraires observées ? L'analyse du relevé LidarLiDAR de la forêt du Rouvray en Normandie révèle plusieurs réseaux parcellaires fossiles. Après les avoir analysés, une fouille de 12 000 m² a été menée au cœur de la forêt sur la ferme gallo-romaine du « Grésil », pour comprendre les anomalies topographiques identifiées sur le LidarLiDAR. Cela a révélé des cas de figure variés. Certaines anomalies correspondaient à des structures archéologiques, d'autres étaient des anomalies géologiques, voire des structures fantasmées. Dans le cas du « Grésil », l'ensemble des fossés délimitant les espaces en dehors du cœur de l'habitat n'ont été perçus qu'à la fouille, le relevé LidarLiDAR ne permettant pas de les identifier. Bien que cette technique constitue une formidable source d'information, il est donc nécessaire de ne prendre en compte que les structures dont l'origine anthropique est sans ambiguïté, et de ne pas oublier que d'autres limites parcellaires peuvent n'avoir laissé aucune trace dans la topographie actuelle. Les rares espaces vierges d'anomalies ne doivent donc pas être considérés comme des forêts immuables sans approches complémentaires (palynologie...).

ABSTRACT. LidarLiDAR mapping have multiplied in recent years, revealing everywhere fossilized ancient landscapes in the topography. This truly consists of an archaeological revolution, comparable to the development of aerial surveys in the 1970s or preventive archaeology twenty years later. LidarLiDAR fever has taken over the world of archaeologists, whose main question is how to date ancient plot networks, as it is rare to find archaeological artefacts during forest surveys. The various methodological approaches undertaken recently tend to provide solutions to this problem, but without extensive forest excavations, can one be sure to have a large majority of ancient parcel boundaries? The analysis of the LidarLiDAR survey of the Rouvray Forest in Normandy reveals several ancient parcel networks. After having analysed them, a 12 000m² excavation was conducted in the heart of the forest on the Gallo-Roman farm of "Le Grésil", in order to understand the topographical anomalies identified on the LidarLiDAR. This has revealed varied cases. Some anomalies are linked to archaeological structures, others were geographical anomalies, even fantasized structures. In the case of "Le Grésil", all the ditches defining spaces other than the heart of the settlement were only seen during the excavation. The LidarLiDAR did not lead to their identification. While the LidarLiDAR remains a wonderful source of information, it is therefore necessary to only take into account the structures whose anthropic origin is unambiguous and to keep in mind that other parcel boundaries might not have left any traces in current topography. The rare spaces which present an absence of anomalies should not be considered as immutable forests without complementary approaches (palynology...).

MOTS-CLÉS. Analyse spatiale, Antiquité, établissement rural, limite parcellaire, paysage.

KEYWORDS. Ancient boundary, landscape, Roman period, rural settlement, spatial analysis.

Introduction

L'occupation ancienne de nos campagnes du bassin parisien n'a cessé d'intriguer archéologues et historiens depuis le développement de la prospection aérienne à la fin des années 1970 (Agache 1978).

Cette révolution technologique a cependant fait une grande absente : la forêt. En se focalisant sur nos champs, l'archéologie a délaissé le contexte forestier durant des décennies, alors qu'il y concentrait les recherches au XIX^e siècle (Fallue 1837 ; Vesly 1903). L'archéologie forestière ne s'est pas stoppée dans la seconde moitié du XX^e siècle, mais est restée discrète faute d'avancée méthodologique. La photographie aérienne étant inopérante sous forêt, seule la prospection pédestre était envisageable (Lequoy 1975). Pourtant, le potentiel archéologique sous forestier était connu, puisque certains archéologues ont essayé de cartographier les vestiges avec des GPS, peu précis sous le couvert végétal (Pautrat & Goguy 2007). La situation s'est inversée à la fin des années 1990, avec le développement du LiDAR (Ackermann 1999 ; Pfeiffer *et al.* 1999). Cette technique aéroportée permet d'envoyer des rayons infrarouges en quantité si importante que certains passent entre les feuilles. À raison de plusieurs points par mètre carré, la topographie du sol forestier peut ainsi être finement cartographiée. Très vite, l'archéologie s'est emparée de cette nouvelle technologie, pour redécouvrir les sites sous forêts (Hoos 1997 ; Gütlinger *et al.* 2001). Partout en Europe, les massifs forestiers dits anciens¹ que l'on pensait immuables, se sont révélés protéger l'histoire de nos campagnes (Sittler & Hauger 2007 ; Doneus *et al.* 2008 ; Opitz & Cowley 2013 ; Costa-Garcia 2017 ; Giljohann *et al.* 2017 ; Nielsen *et al.* 2018). La France n'est pas absente de cette recherche, bien au contraire, elle fait figure de bon élève, au vu de la multiplication des relevés LiDAR, comme dans la forêt de Haye en Lorraine (Georges-Leroy *et al.* 2014), dans le Châtillonnais (Bénard *et al.* 2017), en Bourgogne (Favory *et al.* 2017) ou en Normandie (David 2012 ; Dardignac 2014). Dans la partie nord de la France, ce n'est pas moins d'une trentaine de massifs dont la topographie a été cartographiée (Petit *et al.* 2018 : 67). Les relevés LiDAR nous livrent une image essentiellement composée de structures linéaires, interprétées comme des limites parcellaires ou des chemins, mais aussi des structures ponctuelles correspondant généralement à des bâtiments. Ces ensembles cohérents formés de réseaux parcellaires et de voies sont connus sous le nom de « *cohesive system* » (Favory 1983). Identifier et dater ces ensembles a pendant longtemps été la principale problématique des archéologues. Ceci est désormais possible grâce à la comparaison des anomalies topographiques avec les sites anciennement fouillés, les vestiges découverts lors de prospections récentes, les traces agraires mises en lien avec la chronologie des innovations agricoles, mais également les relations qu'entretiennent entre eux ces « *cohesive systems* » (Favory & Fruchard 2018). Le relevé LiDAR, couplé à une méthodologie analytique multi-proxy permet donc de comprendre l'histoire de nos campagnes, mais jusqu'où pouvons-nous aller dans l'analyse ? Il existe en effet de nombreuses limites méthodologiques liées à la prise de mesure, comme à la nature de la végétation ou à la période de survol (Sittler & Hauger 2007 : 157), mais également des limites liées aux méthodes d'analyses, bien que celles-ci ne cessent de se perfectionner (Costa-Garcia & Fonte 2017 : 58 ; Doneus *et al.* 2014). De même, en l'absence de fouille étendue, peut-on être sûr que le LiDAR nous livre toutes les limites parcellaires permettant d'appréhender l'évolution du paysage ? Toutes les anomalies topographiques linéaires sont-elles anthropiques ? En bref, le LiDAR permet-il réellement d'appréhender les paysages anciens dans toute leur complexité ou ne permet-il d'identifier que des phénomènes historiques ponctuels, dans l'espace et le temps ? Malheureusement, l'absence de grands décapages au cœur de ces massifs forestiers dits anciens empêche d'avoir un retour critique sur l'analyse des relevés LiDAR. Or, grâce à la fouille de la ferme gallo-romaine du « Grésil » située dans la forêt du Rouvray en Normandie, cette lacune commence à être comblée. Depuis 2012, ce n'est pas moins de 12 000 m² qui ont ainsi été décapés autour de ce site archéologique, afin de comparer l'imagerie LiDAR avec les structures archéologiques. Après avoir détaillé nos connaissances des campagnes normandes aux époques gauloise et romaine, cet article présentera le relevé LiDAR du sud de la boucle du Rouvray et les limites d'analyses révélées par la fouille du « Grésil ».

I. Contexte de l'étude

Durant l'Antiquité, la basse vallée de la Seine correspondait aux cités des Calètes, des Véliocasses, des Aulerques Éburovices et des Lévoviens. Leurs territoires correspondent aujourd'hui aux

¹ Les massifs forestiers sont dits anciens lorsqu'ils existent depuis plus de deux siècles (Dupouey *et al.* 2007, 10).

départements de la Seine-Maritime, de l'Eure et à une partie du Calvados, de l'Oise et du Val-d'Oise (fig. 1). Cette région est traversée d'est en ouest par la vallée de la Seine, formant six boucles en amont de son estuaire. Cette vallée s'est incisée au cours du Quaternaire sur près de 120 m d'épaisseur dans la craie crétacée, dont la partie supérieure présentant des bancs de silex, a été dissoute par l'acidité des eaux de pluie, formant une altérite : les argiles à silex.

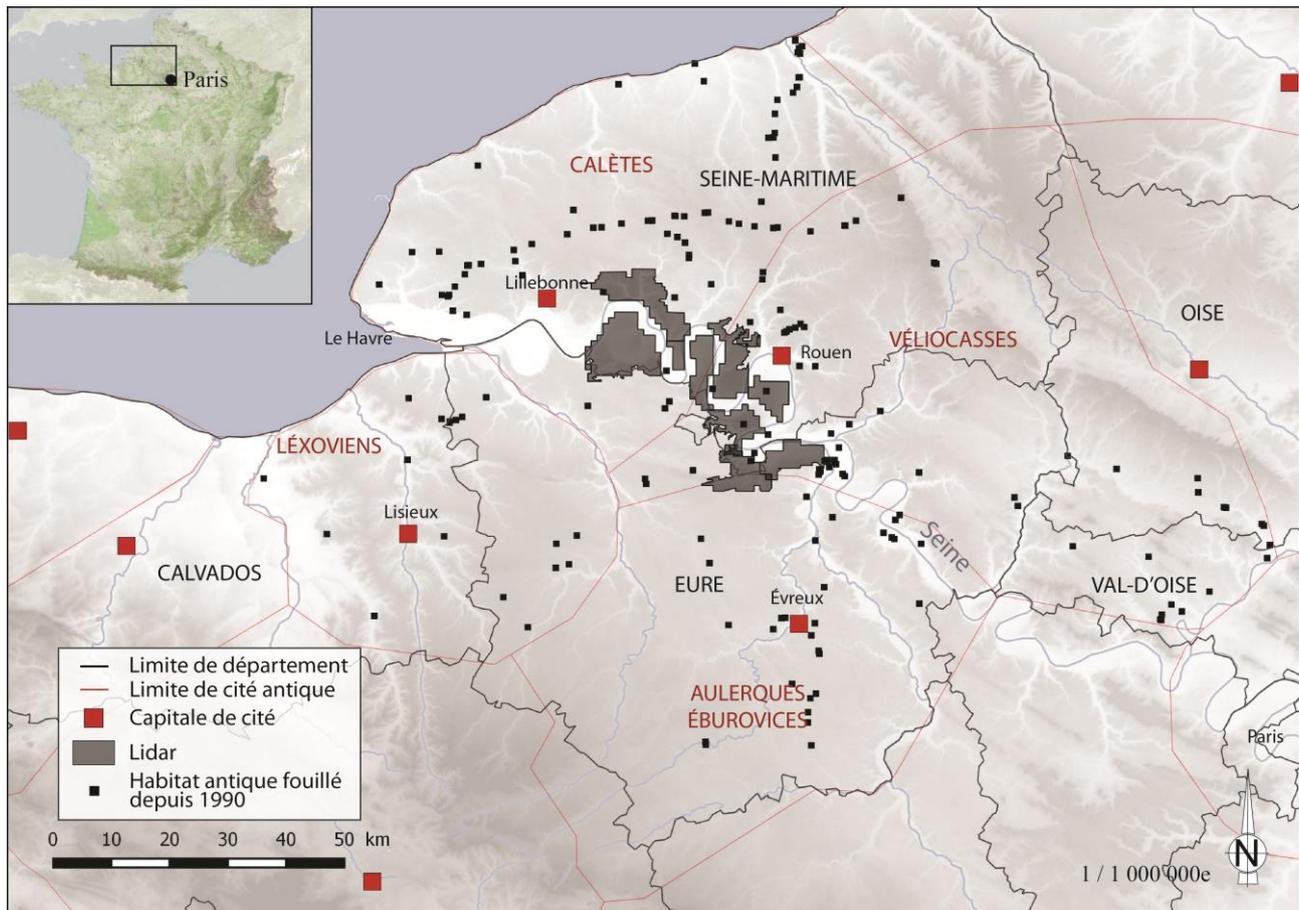


Figure 1. Carte des habitats ruraux antiques découverts lors d'opérations archéologiques préventives et de l'emprise du Lidar © J. SPIESSER

Avant la conquête césarienne, cette région était parsemée d'*oppida* et de fermes plus ou moins dispersées dans le paysage. Ces dernières sont généralement entourées d'un enclos quadrangulaire, composé d'un fossé doublé et d'un talus interne. Contrairement au territoire voisin de la Plaine de Caen, aucun réseau parcellaire étendu n'est attesté archéologiquement dans ce territoire, pour la Protohistoire (Germain-Vallée & Lespez 2016, 74). Les 232 habitats ruraux gaulois et gallo-romains découverts lors d'opération d'archéologie préventive depuis 1990 amènent à supposer que le réseau parcellaire fossoyé s'est développé dans le courant du I^{er} siècle après J.-C. (Spiesser *et al.* 2017, 225). Sur ce corpus de 232 établissements, seuls 166 sites ont permis d'appréhender la campagne environnant les pôles d'exploitation. Certains de ceux-ci paraissent isolés dans le paysage puisque l'enclos ceinturant l'habitat n'est relié à aucun autre espace délimité par une structure perçue lors de la fouille. L'analyse statistique² de ces données révèle qu'il y a certes eu un accroissement des fossés parcellaires dans les campagnes au début de l'Antiquité, mais également que ceux-ci sont quasiment tous comblés dans la seconde moitié du III^e siècle (fig. 2) (Spiesser 2018a, 159). Ce phénomène est bien attesté en Normandie où certaines structures tardo-antiques recourent des fossés du Haut-Empire,

² Il s'agit d'un matrigraphe, à savoir une représentation en pourcentage des écarts par rapport à la valeur d'indépendance (Desachy 2016). Un test du khi² a été réalisé pour cette analyse portant sur 166 sites. La plus-value est inférieure à 0,0001. Il y a donc 99,99 % de chance qu'une corrélation existe entre la morphologie des réseaux parcellaires environnant les établissements et la chronologie.

comme sur les sites de la « Plaine de la Ronce » à Isneauville (Seine-Maritime) (Adrian 2011, 212), ou du « Long Buisson » à Guichainville (Eure) (Carpentier 2007, 26). Le comblement systématique des fossés du Haut-Empire dans la seconde moitié du III^e siècle n'indique cependant pas un abandon des espaces agricoles puisque les habitats perdurent *in situ*. De même, certaines de ces limites parcellaires fossoyées du Haut-Empire ont été reprises au Moyen-Âge, à l'époque moderne, voire contemporaine, comme sur le site des « Longs Champs » à Marcilly-la-Campagne (Eure) (Hincker 2002, 76) ou des « Terres noires » à Capelle-les-Grands (Eure) (Jego 2008 : Pl. 6). Il y a donc une continuité de certaines de ces limites dans le foncier, sans qu'aucune trace n'en soit perceptible en fouille. Ces délimitations ont cependant pu se maintenir dans le paysage sous la forme de limite végétale (haies, rangée d'arbres) ou simplement par le contraste entre deux cultures différentes. Ainsi peut-on envisager des campagnes structurées bien que ne laissant aucune trace archéologique pour la fin de l'Antiquité, mais aussi pour la fin de la Protohistoire. Aucun réseau parcellaire fossoyé n'est cependant attesté autour de la basse vallée de la Seine. Certains indices plaident pourtant en faveur de leur existence, comme le fait que, régionalement, tous les enclos délimitant les fermes gauloises aient la même orientation, témoignant d'une organisation commune. Ceci est par exemple flagrant dans la cité des Calètes, où les habitats sont tous orientés entre 57° et 63° autour de l'*oppidum* de « Bracquemont », alors qu'ils sont tous orientés entre 65° et 67° aux environs de l'*oppidum* de « Sandouville » (Spiesser 2018a, 166). Ils présentent alors des organisations communes sur près d'une centaine de kilomètres carrés. Un phénomène identique se retrouve également dans les cités voisines, comme sur la commune de Val-de-Reuil (Seine-Maritime) ou près de la chaussée Jules César dans le Val-d'Oise et la Seine-Maritime (Spiesser 2018a, 164). Les *oppida* semblent avoir été déterminants dans ces organisations spatiales puisqu'ils concentrent l'habitat rural autour d'eux sur un rayon de 10 km (Spiesser 2018a, 306). Ces trames paysagères éventuellement présentes à l'époque gauloise ont pu se maintenir et même s'étendre au Haut-Empire, comme on l'observe aux environs de l'*oppidum* de « Sandouville » (Spiesser 2018b, 585).

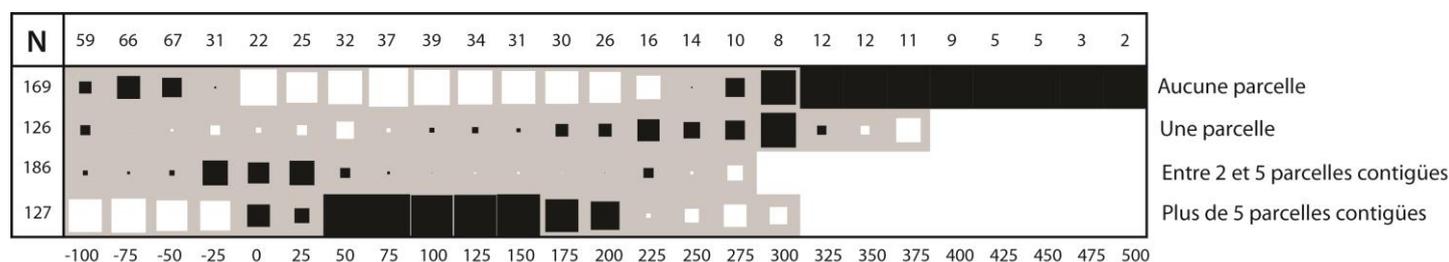


Figure 2. Apparition et disparition des parcellaires fossoyés durant l'Antiquité © J. SPIESSER à

Les mêmes orientations seront d'ailleurs reprises par les fossés antiques, utilisés pour délimiter les espaces ruraux et dont l'usage s'est développé autour de la basse vallée de la Seine durant le Haut-Empire. Ce phénomène est néanmoins limité dans le temps, puisque ces structures seront quasiment toutes comblées dans la seconde moitié du III^e siècle, probablement pour être remplacées par des limites végétales.

II. LiDAR de la forêt du Rouvray (Seine-Maritime, France)

La forêt du Rouvray occupe la boucle de la Seine située au sud de Rouen. Ce massif est une forêt dite ancienne puisqu'elle existe depuis le XVII^e siècle, comme le montrent plusieurs cartographies, à l'image du *Plan général des eaux et forêts dépendantes de la maîtrise de Rouen*³, réalisé en 1689. Ce secteur est même boisé depuis plus d'un millénaire, comme le stipule le *Traité de Saint-Clair-sur-Epte* rédigé en 911 (Saint-Denis & Drouet 1887, 69). Un relevé LiDAR a été réalisé en 2010 par le

³ Plan consultable en ligne sur le site de la Bibliothèque nationale de France. <https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb40768075r>

Groupement d'intérêt public Seine-Aval sur le sud de la forêt du Rouvray. Les données brutes ont par la suite été récupérées par la DRAC, pour les exploiter à des fins archéologiques, avec l'aide de l'Office national des forêts (ONF) et de la Communauté d'agglomérations Rouen-Elbeuf-Austreberthe (CREA) (fig. 3). Le relevé a été réalisé avec une résolution de trois mesures par mètre carré. Sur les 20 km² couverts par le LiDAR, au sud de la boucle du Rouvray, ce n'est pas moins d'une douzaine de sites archéologiques gaulois ou gallo-romains qui ont pu être documentés. Ceux-ci ont tous été prospectés au sol en 2012 (Benailly *et al.* 2012). Le principal site est l'*oppidum* d'Orival, qui occupe le promontoire localisé au sud de la boucle. Cinq enceintes enserrant l'agglomération gauloise, dans un espace de 49 ha (fig. 4) (Basset 2017, 238). Les fouilles qui y ont eu lieu de 2012 à 2014 ont révélé que cet *oppidum* atteignit son apogée dans la seconde moitié du I^{er} siècle avant J.-C., avant de périr au début du Haut-Empire. Cela fait vraisemblablement suite à la réorganisation des agglomérations qui a eu lieu vers 10 avant J.-C., réorganisation au cours de laquelle les villes de *Rotomagus* (Rouen) et *Uggate* (Caudebec-lès-Elbeufs) sont créées à proximité de l'*oppidum* (Spiesser 2018a, 238). Le développement de ces pôles urbains se fit donc au moment du déclin de cette agglomération gauloise. C'est également au début de l'Antiquité qu'une voie gallo-romaine a dû être aménagée dans la boucle du Rouvray, pour relier ces deux nouvelles villes. Parfaitement visible sur le LiDAR, cette route forme le *cardo maximus* de *Rotomagus* (Rouen). Son origine antique est également attestée par la découverte de vestiges gallo-romains lors de différentes fouilles archéologiques (de Vesly 1902, 294 ; Kliesch 2012, 78).

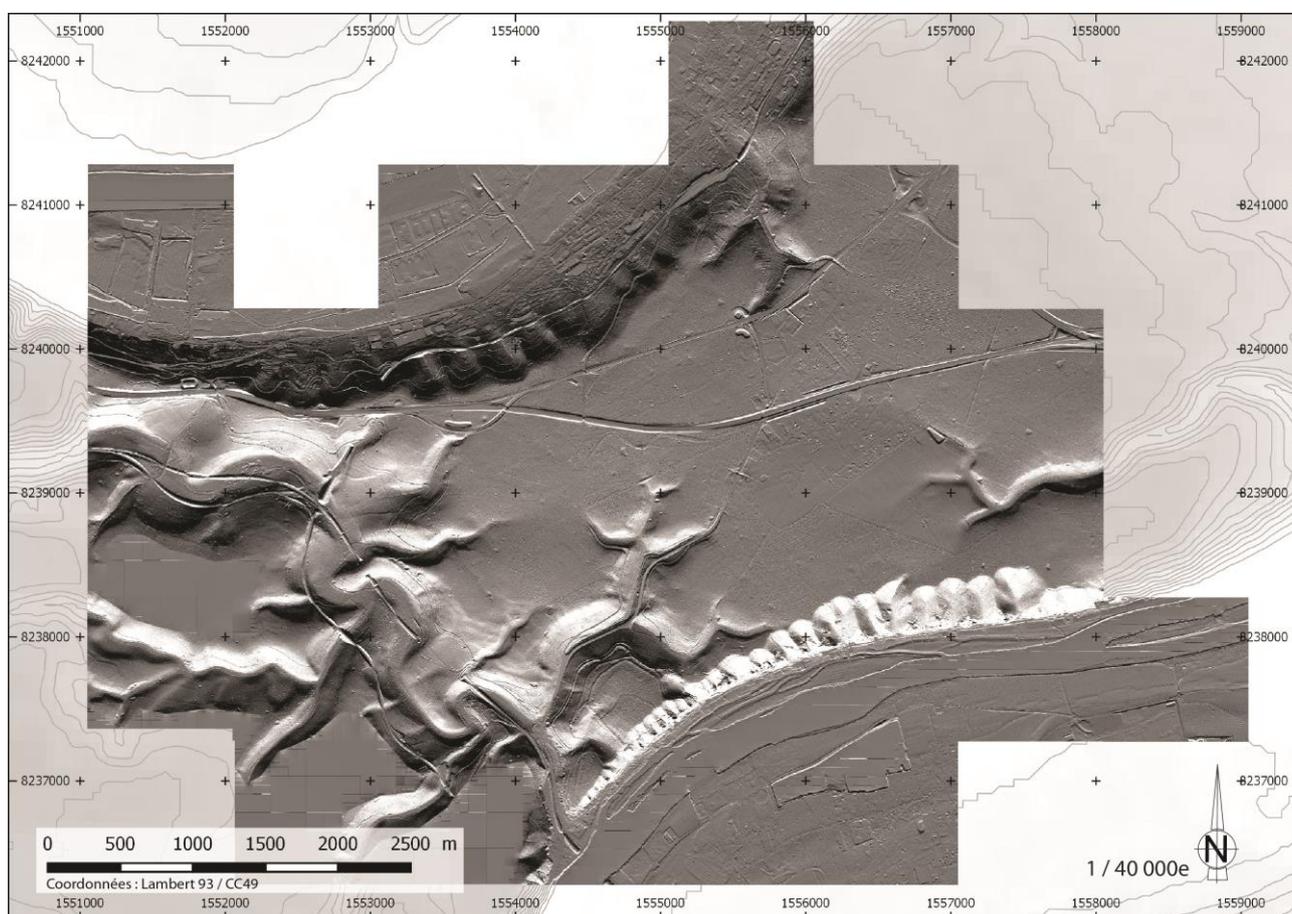
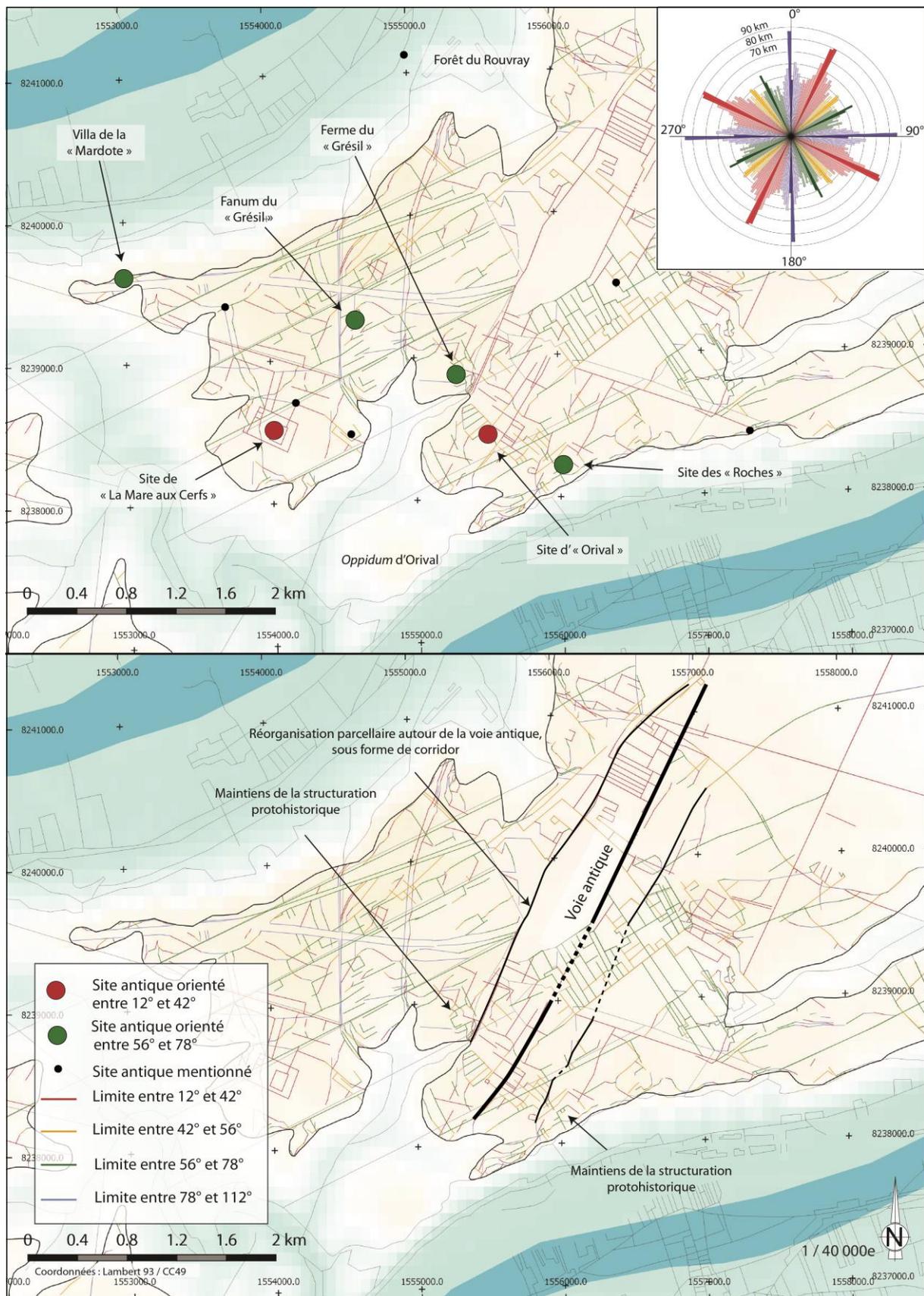


Figure 3. Lidar du sud de la boucle du Rouvray © J. SPIESSER d'après les données Lidar du GIP Seine-Aval et les traitements de l'ONF



L'analyse du paysage fossilisé sous le couvert forestier de la boucle du Rouvray a été réalisée grâce à un SIG. Dans un premier temps, toutes les anomalies topographiques du relevé LiDAR ont été identifiées. La longueur et l'orientation de chacun des fragments de ces anomalies ont ensuite été calculées grâce au module MorphAI, développé dans le cadre du programme Alpage pour l'analyse de la géographie historique de Paris (Robert *et al.* 2013, 451). Au total, cela représente près de 2 000 fragments analysés. Ceux-ci ont été classés par orientation afin de faire ressortir des classes

d'orientations préférentielles. C'est la longueur des fragments et non leur nombre qui a été utilisée dans ce diagramme, puisque l'orientation d'une voie longue de plusieurs kilomètres possède un impact sur le paysage plus important qu'un fossé mesurant quelques mètres. Raisonner à partir des longueurs permet par conséquent de pondérer la variabilité de taille des différentes structures. Quatre classes d'orientations ressortent de cette analyse. Autour de la voie antique reliant Rouen à Caudebec-lès-Elbeufs, les anomalies sont principalement orientées entre 12° et 42° , donc en opposition avec l'orientation dominante dans les espaces plus éloignés, comprise entre 56° et 78° . Ces deux classes d'orientations sont présentes dès l'Antiquité puisque les sites antiques fouillés dans le secteur respectent ces trames paysagères. Les sites de la « Maredote », du « Grésil » et des « Roches » sont ainsi orientés entre 56° et 78° , alors que les sites de la « Mare aux Cerfs » et d'« Orival » sont orientés entre 12° et 42° . La présence de la trame orientée entre 56° et 78° de part et d'autre du corridor viaire, compris entre 12° et 42° , semble indiquer que cette dernière lui est postérieure. La proximité de l'*oppidum* d'Orival amène à envisager, en l'état des connaissances, qu'une organisation du paysage selon une orientation comprise entre 56° et 78° était en place dans le secteur dès la fin de la Protohistoire. Un remembrement des parcelles présentes sur une distance de 400 m à partir de la voie gallo-romaine semble avoir eu lieu au début de l'Antiquité, au moment où celle-ci est créée. Bien qu'il ne s'agisse ici que d'hypothèses, le relevé LiDAR permet donc d'appréhender certains phénomènes historiques à l'échelle micro-régionale. Nous pouvons cependant nous demander s'il est possible d'aller plus loin dans cette analyse, c'est-à-dire de réfléchir à l'échelle du site. Le relevé LiDAR permet-il d'appréhender toutes les structures parcellaires et les anomalies identifiées sont-elles toutes anthropiques ? Pour répondre à ces questions, une fouille étendue a été réalisée de 2012 à 2016, sur la ferme gallo-romaine du « Grésil », localisée au cœur de la forêt.

III. Fouille des anomalies LiDAR autour de la ferme du « Grésil »

L'établissement gallo-romain du « Grésil » a été identifié et fouillé par Léon de Vesly en 1903. Les excavations qu'il y a réalisées avec son équipe lui ont permis d'identifier un habitat antique composé d'au moins trois bâtiments maçonnés (de Vesly 1903 : 118). En 2010, le relevé LiDAR a permis de compléter notre connaissance du site, en révélant de nombreuses anomalies topographiques à sa périphérie (fig. 5). La plupart de celles-ci sont récentes et appartiennent au circuit automobile des Essarts, démantelé à la fin des années 1990. Six anomalies linéaires semblent néanmoins anciennes. La plus septentrionale est la plus hypothétique. Elle est longue de 80 m et possède une orientation de 70° . Au centre, trois talus correspondent à un possible enclos qui enserre les bâtiments fouillés en 1903. Cette structure parcellaire est un carré de 60 m de côté, orienté à 65° . Plus au sud, on peut observer deux autres talus. Le premier, orienté à 75° , est long de 70 m. Le second est courbe et possède une orientation globalement nord/sud, qui s'incline à l'approche d'une ancienne mare. Les fouilles archéologiques ont repris sur ce site à partir de 2012, dans le cadre d'une opération programmée. Les 12 000 m² fouillés ont révélé la présence d'une ferme gallo-romaine spécialisée dans la production de fromage (fig. 6) (Spiesser 2018a, 137). Installée dans la première moitié du I^{er} siècle après J.-C., elle se compose, dans un premier temps, d'une petite habitation en torchis et clayonnage dans un espace résidentiel, ceinturée par un fossé large de 1,4 m et profond de 0,6 à 0,4 m (fig. 7). Au nord et au sud, un fossé de même largeur, mais profond de 0,8 m délimite un espace agraire. Bien que l'habitation ait été agrandie dans la seconde moitié du I^{er} siècle, la principale restructuration du site a eu lieu au milieu du II^e siècle. À cette époque, le fossé délimitant l'habitat fut comblé, pour être remplacé par un mur maçonné. La forme de la parcelle fut alors régularisée, passant d'un trapèze à un carré presque parfait, puisque l'angle sud/est est biaisé. Sans expliquer l'origine de cette originalité géométrique, il faut noter que les deux états de l'espace résidentiel ont exactement la même superficie : 3 800 m². Les trois côtés de cette enceinte maçonnée correspondent à l'anomalie topographique identifiée sur le LiDAR. À l'inverse, aucun des fossés identifiés en fouille n'était visible dans la topographie. Ceux-ci ont été comblés durant l'Antiquité, sans laisser aucune trace, soit pour construire l'enceinte maçonnée, soit pour niveler le terrain peu de temps après l'abandon de l'établissement, dans le courant du III^e siècle. Les matériaux de construction ont été récupérés et les structures excavées (cave et fossés parcellaires)

ont été comblées, avec les débris issus de l'incendie d'un des bâtiments annexes. C'est un véritable nivellement du terrain que l'on observe alors. La cave, pourtant conservée sur toute son élévation, soit 2,2 m, a été entièrement remblayée avec du mobilier gallo-romain, jusqu'à sa surface. Concernant le site du « Grésil », le relevé LiDAR n'a permis d'identifier que la moitié des structures parcellaires gallo-romaines. De plus, les anomalies topographiques environnant l'habitat ne se sont pas révélées anthropiques. Lors de la fouille, aucun indice n'est venu confirmer la présence d'une limite parcellaire orientée à 70 ° au nord du site. Il y avait cependant une variation de la densité de végétation à cet emplacement, peut-être à l'origine d'une imprécision sur le relevé LiDAR. Les deux structures linéaires présentes au sud de l'établissement sont quant à elles bien réelles, mais correspondent à des anomalies géologiques, liées au talweg proche et à la composition du substrat (fig. 8). Il s'agit de variations dans les niveaux d'argile à silex, avec des horizons chargés en silex et d'autres, plus sableux, dont la partie argileuse sommitale a été érodée par les eaux de ruissellement se déversant dans le vallon méridional. La fouille du « Grésil » révèle par conséquent que toutes les limites parcellaires ne laissent pas obligatoirement de traces dans nos forêts, et que les traces linéaires visibles peuvent également être d'origine géologique.

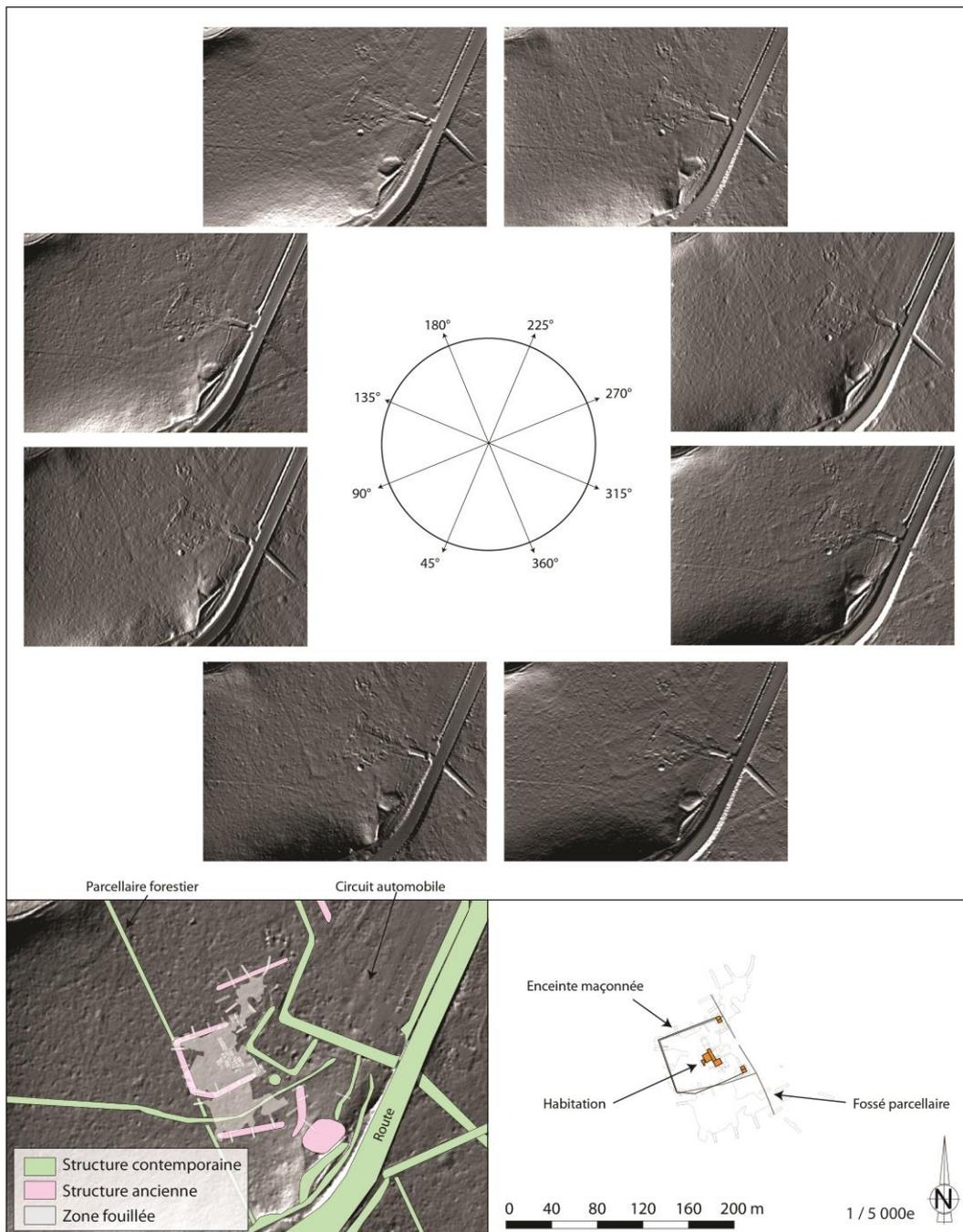


Figure 5. Anomalies topographiques et vestiges archéologiques de la ferme du « Grésil » © J. SPIESSER d'après les données Lidar du GIP Seine-Aval et les traitements de l'ONF

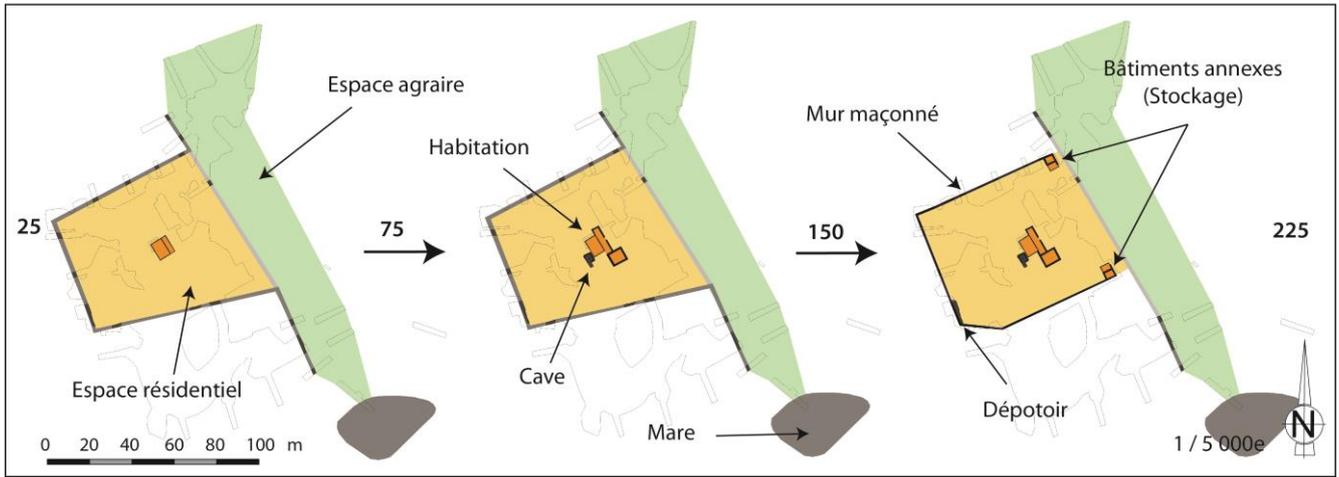


Figure 6. *Évolution de la ferme gallo-romaine du « Grésil »* © J. SPIESSER

Mur cloturant l'habitat

Fossé parcellaire



Figure 7. *Mur et fossé parcellaire de la ferme du « Grésil »* © J. SPIESSER

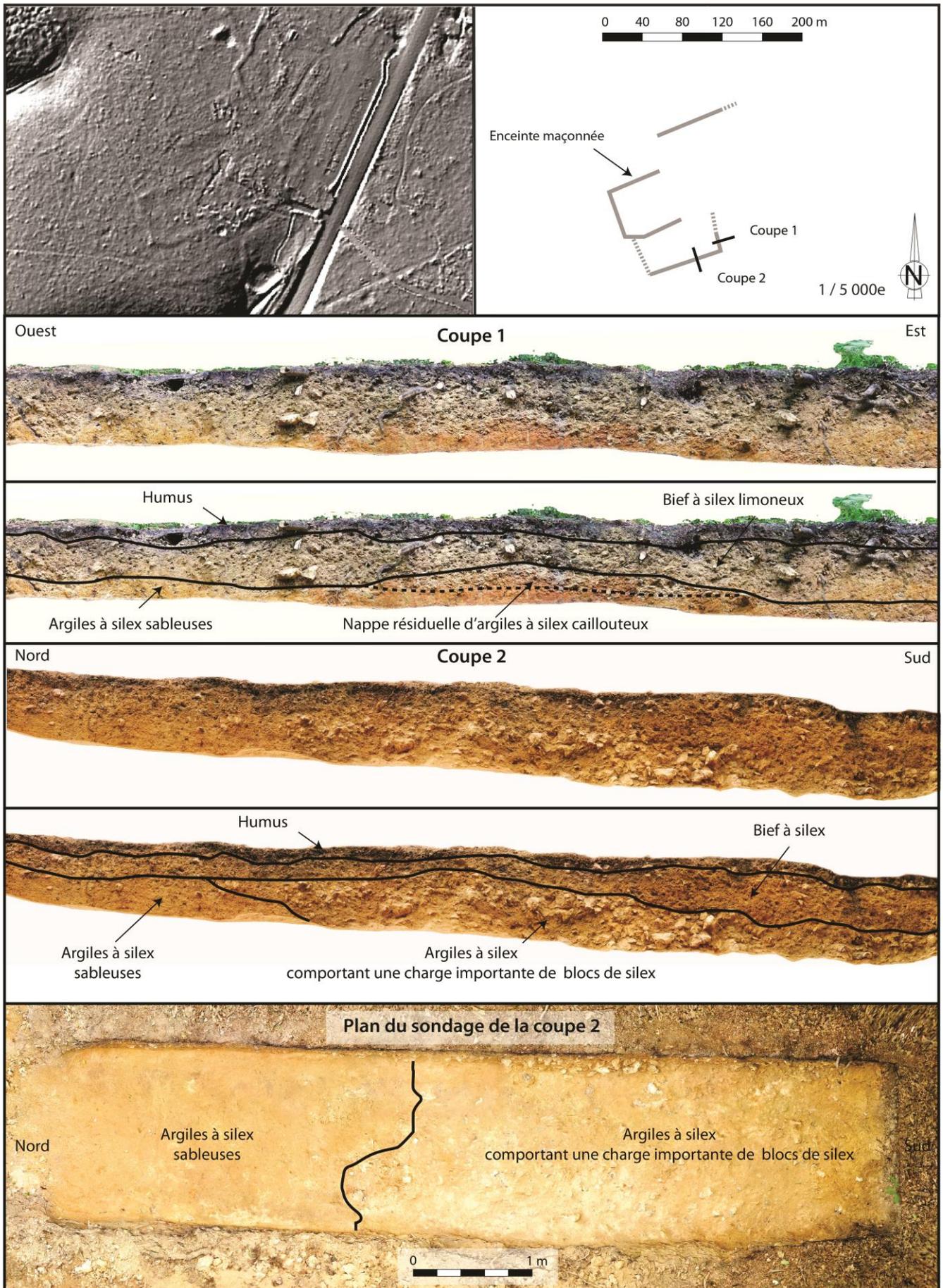


Figure 8. Anomalies topographiques d'origine géologique autour du « Grésil » © J. SPIESSER

Conclusion

Le LiDAR a certes révolutionné l'archéologie forestière en remettant sur le devant de la scène le potentiel des sites fossilisés dans les forêts, mais ces données nécessitent, elles aussi, d'être critiquées. La topographie préservée sous nos massifs forestiers ne livre pas, à elle seule, toute l'histoire de nos forêts. En effet, les opérations d'archéologie préventive révèlent que différentes techniques peuvent se succéder pour délimiter l'espace agraire. Les fossés ont été multipliés au Haut-Empire dans la basse vallée de la Seine, avant que ceux-ci soient comblés dans la seconde moitié du III^e siècle. Ils ont vraisemblablement été remplacés par des structures non perceptibles à la fouille, donc peut-être végétales. Un espace vide d'anomalie topographique n'indique donc pas obligatoirement que celui-ci n'a jamais été cultivé, de même qu'une seule trame homogène sur un relevé LiDAR ne peut pas être interprétée comme un indice que le territoire n'a été exploité que durant une seule période. Les opérations menées sur la ferme du « Grésil » témoignent que l'on ne peut pas avoir une réflexion fine de l'histoire d'un terroir à l'échelle du site, sans fouille. Celle-ci ayant révélé que la moitié des anomalies topographiques potentiellement anciennes n'étaient pas anthropiques, alors que certains fossés antiques n'avaient pas été identifiés avant leur fouille. Le LiDAR reste néanmoins une technique indispensable pour conduire de nos jours une archéologie sous forêt puisqu'il nous livre une portion de l'histoire des paysages agricoles anciens, conservés sous les forêts actuelles.

Bibliographie

- Ackermann, F. 1999. "Airborne laser scanning – present status and future expectations", *ISPRS Journal of photogrammetry & Remote sensing*, 54 : 64-67.
- Adrian, Y.-M. 2011. *La ZAC de la Plaine de la Ronce, à Isneauville (Seine-Maritime) – Rapport d'opération préventive*. Petit-Quevilly, INRAP.
- Agache, R. 1978. *La Somme pré-romaine et romaine d'après les prospections aériennes à basse altitude*. Amiens, Société des Antiquaires de Picardie, 515 p.
- Basset, C. 2017. *Rapport de fouille programmée de l'oppidum du « Catelier », à Orival (Seine-Maritime)*. Rouen, SRA Normandie.
- Benailly, G., C. Dardignac et Y. Lejeune 2012. *Forêt domaniale de La Londe-Rouvray (Seine-Maritime) – Traitements, analyses d'images LiDAR et prospections archéologiques*. Fontainebleau, ONF, 116 p.
- Bénard, J., A. Cordier, Fr. Devevey, D. Goguey, Y. Pautrat & V. Tallandier 2017. « L'occupation rurale en Côte-d'Or. Approches croisées », in : M. Reddé (éd), *Gallia Rustica I – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive*. Bordeaux, Ausonius Éditions : 757-815.
- Carpentier, V. 2007. *La ZAC du Long Buisson, à Guichainville (Eure) – Rapport d'opération préventive*. Petit-Quevilly, INRAP.
- Costa-Garcia, J. M. 2017. "The potential of the Geographic information Techniques for the analysis of the morphology and settlement patterns of the Roman military sites of early imperial era in Iberia", in: V. M. Herrera, C. Parcero-Oubiña & P. Fábrega-Álvarez (éds), *Archaeology & Geomatics*. Leiden, Sidestone Press: 207–224.
- Costa-Garcia, J. M. & J. Fonte 2017. "Scope and limitations of airborne LiDAR technology for the detection and analysis of Roman military sites in Northwest Iberia", in: V. M. Herrera, C. Parcero-Oubiña & P. Fábrega-Álvarez (éds), *Archaeology & Geomatics*. Leiden, Sidestone Press: 55–71.
- Dardignac, C. 2014. *Rapport de prospections archéologiques d'après les données Lidar, Forêt domaniale de Roumare (Seine-Maritime)*. Fontainebleau, ONF, 62 p.
- David, S. 2012. *Traitements et analyses d'images Lidar pour la détection d'indices archéologiques, Forêt domaniale de Roumare (Seine-Maritime)*. Fontainebleau, ONF, 61 p.
- Desachy, Br. 2016. *Explographe 1.0, application de traitement graphique de données sous LibreOffice Calc*, Document de cours à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne [en ligne].
- Doneus, M. C. Briese, M. Fera & M. Janner 2008. "Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser-scanning", *Journal of Archaeological Sciences*, 35, 4: 882-893.

- Doneus, M., G. J. J. Verhoeven, Cl. Atzberger, M. Wess & M. Ruš 2014. “New ways to extract archaeological information from hyperspectral pixels”, *Journal of Archaeological Sciences*, 52: 84-96.
- Dupouey, J.-L., E. Dambrine, C. Dardignac, & M. Georges-Leroy 2007. « Quelques évolutions récentes des relations entre archéologie, forêt et environnement », in : J.-L. Dupouey, E. Dambrine, C. Dardignac & M. Georges-Leroy (éds), *La Mémoire des forêts*. Fontainebleau, ONF : 9-17.
- Fallue, L. 1837. « Mémoire sur les antiquités de la forêt et de la presqu’île de Brotonne, et sur la villa de Maulévrier près de Caudebec », *Mémoire de la société des antiquaires de Normandie*, 10 : 369-464.
- Favory, Fr. 1983. « Propositions pour une modélisation des cadastres ruraux antiques », in : M. Clavel-Lévêque (éd), *Cadastre et espace rural, approches et réalités antiques*. Paris, Éditions du CNRS : 51-135.
- Favory, Fr. (dir.) N. Bernigaud, C. Fruchart, & P. Nowicki 2017. « Le Finage dolois », in : M. Reddé (éd), *Gallia Rustica I – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l’âge du Fer à l’Antiquité tardive*. Bordeaux, Ausonius Éditions : 817-867.
- Favory, Fr. & C. Fruchart 2018. « L’aménagement du sol. Les systèmes parcellaires tardo-laténiens et gallo-romains », in : M. Reddé (éd), *Gallia Rustica II – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l’âge du Fer à l’Antiquité tardive*. Bordeaux, Ausonius Éditions : 401-451.
- Georges-Leroy, M., J. Bock, E. Dambrine, J.-L. Dupouey & J.-D. Laffite 2014. « Parcellaires et habitats antiques des forêts du plateau de Haye, en Lorraine : Bilan et perspectives », *Dossier du programme européen RurLand [en ligne]*, URL : <https://hal.archive-ouvertes.fr/hal-01067845>.
- Germain-Vallée, C. & L. Lespez 2016. *Paysages. La plaine de Caen à travers les âges*. Bayeux, OREP Éditions, 111 p.
- Giljohann, R., A. Hunold & St. Wenzel 2017. “Rural life and industry between the Eifel and the Rhine”, in : M. Reddé (éd), *Gallia Rustica I – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l’âge du Fer à l’Antiquité tardive*. Bordeaux, Ausonius Éditions : 125-152.
- Gültlinger, M., A. Schleyer & M. Spohrer 2001. “Flächendeckendes, hochgenaues DGM von Baden-Württemberg”, *Mitteilungen de Vereins für Vermessungswesen*, 48-2 : 63-77.
- Hincker, V. 2002. RN 154 – *Les Longs Champs, à Marcilly-la-Campagne (Eure) – Rapport d’opération préventive*. Petit-Quevilly, INRAP.
- Hoss, H. 1997. “Einsatz des laserscanner-Verfahren beim Aufbau des digitalen Geländehöhenmodells”, *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation*, 2 : 131-142.
- Jego, L. 2008. *Les Terres Noires, à Capelle-les-Grands (Eure) – Rapport d’opération préventive*. Petit-Quevilly, INRAP.
- Kliesch, Fr. 2012. « Le Petit Essart, Le Clos Samson – Grand-Couronne (Seine-Maritime) », *Bulletin scientifique régional de Haute-Normandie*, 77-78.
- Lequoy, M.-Cl. 1975. *La forêt de Brotonne à l’époque gallo-romaine : inventaire archéologique*. Université de Rouen, Mémoire de maîtrise.
- Nielsen, N. H., M. K. Holst, A. C. Gadd, & K. K. Holst 2018. “The layout and internal development of Celtic fields: structural and relative chronological analyses of three Danish field systems”, *European Journal of Archaeology*, 21-3: 385-410.
- Opitz, R. S. & D. C. Cowley 2018. *Interpreting archaeological topography: airborne laser scanning, 3D data and ground observation*. Oxford, Oxbow books, 288 p.
- Pautrat, Y. & D. Goguy 2007. « État actuel des connaissances sur les sites archéologiques forestiers du Châtillonnais : l’exemple des parcellaires », in : J.-L. Dupouey, E. Dambrine, C. Dardignac & M. Georges-Leroy (éds), *La Mémoire des forêts*. Fontainebleau, ONF : 133-146.
- Petit, Ch., N. Bernigaud, A. Binois, E. Camizuli, Ph. Fajon, K. Fechner, A. Giosa, B. Parrondo, B. Rossignol, & J. Spiesser 2018. « Conditions environnementales de l’exploitation des espaces ruraux en Gaule du Nord », in : M. Reddé (éd), *Gallia Rustica II – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l’âge du Fer à l’Antiquité tardive*. Bordeaux, Ausonius Éditions : 31-82.
- Pfeiffer, N., K. Kraus & A. Köstli 1999. « Restitution of airborne laser scanner data in wooded areas », *GIS*, 2: 18-21.
- Robert, S., É. Grosso, P. Chareille & H. Noiset 2013. « MorphAI (Morphological Analysis) : un outil d’analyse de morphologie urbaine », in : E. Lorens & X. Rodier (dir.), *Archéologie du fait urbain*. Tours, Presses Universitaires François-Rabelais : 451-463.
- Saint-Denis, H.-M., J. Drouet 1887. *Notice historique sur Caudebec-Lès-Elbeuf*. Rouen, Éditions des Régionalismes, 1, 228 p.

- Sittler, B. & K. Hauger 2007. « Les apports du laser aéroporté à la documentation des parcellaires anciens fossilisés par la forêt : l'exemple des champs bombés de Rastatt en pays de Bade », in : J.-L. Dupouey, E. Dambrine, C. Dardignac & M. Georges-Leroy (éds), *La Mémoire des forêts*. Fontainebleau, ONF : 155-161.
- Spiesser, J., Ch. Petit & A. Giosa 2017. « La basse vallée de la Seine », in : M. Reddé (éd), *Gallia Rustica I – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive*. Bordeaux, Ausonius Éditions : 211-247.
- Spiesser, J. 2018a. *Impact d'une réorganisation des réseaux commerciaux sur l'occupation rurale. Les cités antiques de la Basse vallée de la Seine*. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Thèse de doctorat, 366 p.
- Spiesser, J. 2018 b. « L'héritage protohistorique dans la structuration du paysage antique. Le cas de la cité des Calètes (Seine-Maritime) », *CIST 2018 – Proceeding*, 4 : 582-589.
- Vesly, L. 1902. « Exploration archéologique de la forêt du Rouvray », *Bulletin de la commission des antiquités de Seine-Inférieure*, 12, 292-303.
- Vesly, L. 1903. « Exploration archéologique de la forêt du Rouvray », *Bulletin de la société libre d'émulation du commerce et de l'industrie de Seine-Inférieure*, 8, 111-135.