HAL
open science

SOLiDAR : Diachronie de l'occupation du sol : télédétection LiDAR en forêts de Chambord, Boulogne, Russy et Blois

Clément Laplaige, Xavier Rodier, Louis Magiorani, Aude Crozet

To cite this version:

Clément Laplaige, Xavier Rodier, Louis Magiorani, Aude Crozet. SOLiDAR : Diachronie de l'occupation du sol : télédétection LiDAR en forêts de Chambord, Boulogne, Russy et Blois. [Rapport de recherche] UMR 7324 CITERES - Laboratoire Archéologie et Territoires. 2015. hal-01966752

HAL Id: hal-01966752

https://hal.science/hal-01966752

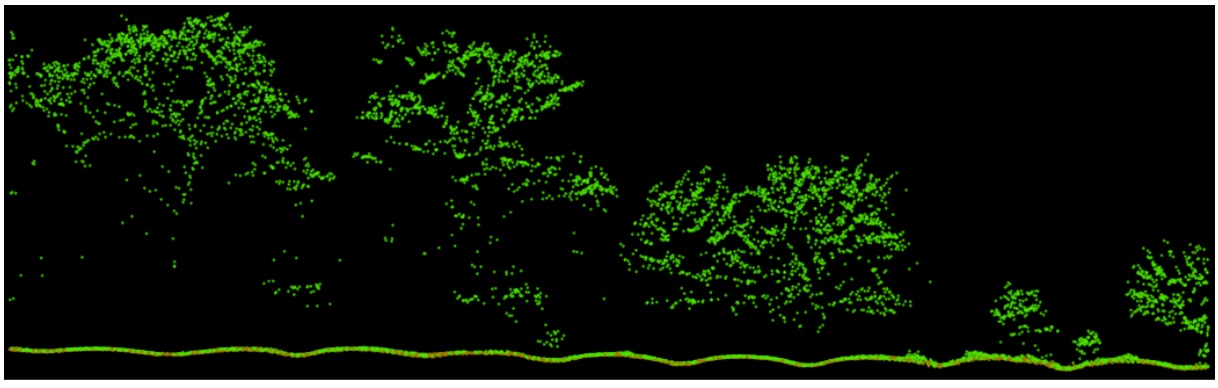
Submitted on 5 Feb 2019

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.

SOLiDAR : Diachronie de l'occupation du sol : télédétection LiDAR en forêt de Chambord, Boulogne, Russy, Blois

Clément Laplaige[1], Xavier Rodier[1], Louis Magiorani, Aude Crozet[1]



Rapport d'opération 2015

Décembre 2015

1 : UMR 7324 CITERES-LAT, Université François-Rabelais/CNRS, Tours. France

Remerciements :

Le programme SOLiDAR consacré à l'étude diachronique de l'occupation du sol bénéficie du soutien financier et logistique des institutions suivantes, que nous tenons à remercier :

- Région Centre-Val de Loire
- DRAC Centre-Val de Loire
- Domaine national de Chambord
- Office National des Forêts
- UMR 7324 CITERES-LAT
- Archives départementales du Loir-et-Cher
- Intelligence des Patrimoines

Couverture

Chambord (41). Nuage de points issus du relevé LiDAR révélant des sillons et des billons sous le couvert végétal actuel (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Référence

Laplaige et al., 2015.

Laplaige C., Rodier X., Magiorani L., Crozet A., « SOLiDAR : diachronie de l'occupation du sol : télédétection en forêt de Chambord, Boulogne, Russy, Blois. Rapport d'activité 2015 », SRA Centre-Val de Loire, 2015, 112 p.

Sommaire

Table des illustrations 5
Fiche signalétique 8
Autorisation de prospection 10
Introduction 12
1 Présentation du programme SOLiDAR 13
2 Présentation de la zone d'étude 15
3 Présentation de l'acquisition LiDAR, de la qualité des données et des modèles générés 17
3.1 La télédétection LiDAR, rappel méthodologique 17
3.2 Extension et qualité de l'acquisition 18
3.2.1 Extension de l'acquisition, rappel de la prestation demandée 18
3.2.2 Analyse des livrables : réflexions sur la qualité intrinsèque des données 18
3.2.3 Mise en place d'un indice de qualité 20
3.3 Mise en place d'un MNT, d'un MNS et d'un MNC à l'échelle du projet 21
3.4 Produits dérivés créés 24
3.5 Les données LiDAR : mode de visualisation utilisé 25
4 Premiers résultats 27
4.1 Récolement de données 27
4.1.1 Les données cartographiques actuelles 27
4.1.2 Les données archéologiques 27
4.1.3 Les plans anciens 32
4.2 Les différentes trames parcellaires 36
4.2.1 La trame talutée - fossoyée 37
4.2.2 La trame talutée 40
4.2.3 Les habitats liés au parcellaire taluté 47
4.3 Les activités sylvicoles et cynégétiques 52
4.3.1 Introduction 52
4.3.2 Les activités cynégétiques : les parcs 52
4.3.3 Les activités sylvicoles : loges et charbonnières 54
4.3.4 Conclusion 59
5 Conclusion et perspectives 60
Bibliographie 62
Annexes 66
Annexe 1 : Autorisations de prospection 66
Annexe 2 : Exemple d'une commande las info d'une dalle LiDAR 77
Annexe 3 : Liste des données récolées dans le cadre du programme SOLiDAR 78

Annexe 4 : Fiches des sites prospectés 84

Annexe 5a : localisation de la zone d'étude drapée sur le scan 25 et le modèle d'élévation à 25 m (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN) 107

Annexe 5b : Communes concernées par le programme SOLiDAR et communes attenantes (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 108

Annexe 5c : Carte des couches géologiques affleurantes drappées sur un ombrage simple (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 109

Annexe 5d : Linéaments détectés sur les données LiDAR et drappés sur le modèle d'élévation à 25 m, la couverture végétale et le bâti (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN) 110

Annexe 5e : Linéaments talutés/fossoyés détectés sur les données LiDAR et drappés sur le MNT à 25 m, la couverture végétale et le bâti (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN) 111

Annexe 5f : Linéaments talutés détectés sur les données LiDAR et drappés sur le modèle d'élévation à 25 m, la couverture végétale et le bâti (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN) 112

Table des illustrations

Figure 1 : Extension de l'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN) 15

Figure 2 : Substrat géologique drapé sur le modèle ombré du terrain (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, BRGM, IGN) 16

Figure 3 : Principe de fonctionnement du LiDAR (© Z. Kokalj, L. Nuninger) 17

Figure 4: Densité de points sol de l'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 19

Figure 5 : Différence d'altitude entre le point sol le plus haut et le point sol le plus bas (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 20

Figure 6 : Qualindex de la donnée LiDAR, C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN 21

Figure 7: Répartition des dalles (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 22

Figure 8 : Modèle Numérique de Terrain (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 23

Figure 9 : Modèle Numérique d'élévation (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 23

Figure 10 : Modèle Numérique de Canopée (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 24

Figure 11 : Liste des données dérivées produites à partir du MNT (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 24

Figure 12: forêt de Russy : a/ Orthophotographie (IGN), b/ MNC, c/ MNT, d/ Ombrage simple 315_35, e/ Multi-ombrage, f/ Ouverture positive, g/ Pente, h/ SVF, i/ TPI (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN) 25

Figure 13 : Forêt de Russy, a/ ombrage Simple, b/Topographic Position Index (TPI), c/ composition prenant en compte l'ombrage simple et le TPI (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 26

Figure 14 : Sites archéologiques inclus dans Patriarche sur les communes concernées par le programme (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 28

Figure 15 : Feuille Boulogne 8 créée par L. Magiorani drapé sur les données LiDAR (C. Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR) 29

Figure 16 : Sites archéologiques repérés et décrits par Louis Magiorani de 1999 à 2013 (C. Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR) 30

Figure 17 : Extrait de la fiche de site « Boulogne 8n » (D'après L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR) 31

Figure 18 : Extrait de la fiche de site « Boulogne 8a » (D'après L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR) 31

Figure 19 : Boulogne, comparaison entre les anomalies microtopographiques et les positions des vestiges archéologiques relevés lors des prospections pédestres en amont du programme (en rouge) (C . Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR) 32

Figure 20 : Plan d'assemblage du cadastre napoléonien de la commune de Neuvy (source AD 41, cote FRAD041_3_P_2%161%00001) 33

Figure 21 : Carte de Cassini drapée sur l'extension actuelle des forêt (C. Laplaige, 2015 © IGN, SOLiDAR) 34

Figure 22 : Carte d'état major et extention de l'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 © IGN, SOLiDAR) 34

Figure 23 : Forêt de Russy (41), a/scène LiDAR centrée sur la "Croix Pineau", b/scan 25 (©IGN), c/ système taluté/fossoyé, d/ système taluté (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 36

Figure 24 : Linéaments talutés/fossoyés repérés sur les données LiDAR (C. Laplaige, 2015 © Solidar) 37

Figure 25 : Blois (41). Vue en coupe d'un talus/fossé (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 37

Figure 26 : Blois (41). Vue d'un talus/fossé (Cliché : A. Crozet, 2015 © SOLiDAR) 38

Figure 27 : Blois (41). Scan 25 drappé sur les données dérivées du LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN) ... 39

Figure 28 : « Plan très exact du priéuré de Boulogne » drapé sur les données dérivées du LiDAR. On peut noter la concordance entre les limites du prieuré et les talus/fossés. (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, AD41 cote : 1fi 01585) 40

Figure 29 : Vineuil (41). Vue et coupe (exagération verticale x5) d'un système taluté (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 41

Figure 30 : Linéaments talutés et chemins creux détectés dans la zone d'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 41

Figure 31 : Blois (41). Vue en plan et en coupe (exagération verticale x5) d'un chemin creux (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 42

Figure 32 : Densité de noyau des linéaments talutés, la densité est mesurée sur un rayon de 500 m puis normalisée au km² (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 43

Figure 33 : orientation des Talus (note, les orientations ont été reportées sur π afin de rendre le diagramme plus lisible) (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 43

Figure 34 : Linéaments talutés détectés dans la zone d'étude avec indication de leur orientation (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 44

Figure 35 : Répartition des linéaments talutés en fonctio n de la nature du substrat géologique (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 45

Figure 36 : Huisseau sur Cosson (41), le « Richebourg ». Scène LiDAR révélant des talus sous le couvert boisé et en zone ouverte, orthophotographie où les talus correspondent à des anomalies phytographiques, schéma d'interprétation, plan cadastral napoléonien drappé sur les données LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 46

Figure 37 : Forêt de Russy, scène LiDAR révélant un probable habitat (77), pointage des découvertes de mobilier (Mi77/1, H77b et H77c) et coupes sur l'élévation centrale et l'ensemble de la structure (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 48

Figure 38 : habitats probables repérés sur les données LiDAR classés en fonction de leur indice. Les sites en rouge correspondent aux sites prospectés en 2015. 50

Figure 39 : Forêt de Russy, H77, mobilier découvert en prospection (C. Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR) 51

Figure 40: Schéma illustrant la transformation d'une structure en vestige archéologique se traduisant par une anomalie microtopographique (C. Laplaige, A. Crozet, 2015 © SOLiDAR) 52

Figure 41 : Chambord (41). Mise en correspondance d'un parquet observable sur le plan N2 Loir-et-Cher 2 et l'anomalie microtopographique visible sur les données LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 53

Figure 42 : Localisation des parcs confirmés ou supposés dans la zone d'étude (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) . 54

Figure 43 : Chambord (41). Présentation du nuage de points à hauteur du mur d'enceinte du domaine. Les points rouges sont classés comme bâti, les verts comme végétation et les bruns comme sol (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 54

Figure 44 : en haut vue d'une loge de Bucheron sur une carte postale (n.d.) ; en bas, restitution d'une loge à la maison du braconnage (Chaon, 41) 55

Figure 45 : Vue des vestiges d'une loge (cliché X. Rodier) et présentation de sa signature microtopographique (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 56

Figure 46 : Chambord (41). Scène LiDAR révélant plusieurs charbonnières (pastilles blanches ou anneaux foncés). (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 57

Figure 47 : anomalies ponctuelles classées comme charbonnière sur le secteur de Montfrault (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 58

Figure 48 : vue en coupe de deux types de charbonnière (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR) 58

Fiche signalétique

- **Région** : Centre-Val de Loire

- **Département** : Loir-et-Cher

- **Communes** :

Nom	Code INSEE
BAUZY	41013
BLOIS	41018
BRACIEUX	41025
CANDE-SUR-BEUVRON	41029
CELLETTES	41031
CHAILLES	41032
CHAMBON-SUR-CISSE	41033
CHAMBORD	41034
CHOUZY-SUR-CISSE	41055
COULANGES	41064
COUR-CHEVERNY	41067
CROUY-SUR-COSSON	41071
DUIZON	41074
HUISSEAU-SUR-COSSON	41104
MASLIVES	41129
MOLINEUF	41142
LES MONTILS	41147
MONT-PRES-CHAMBORD	41150
MUIDES-SUR-LOIRE	41155
NEUVY	41160
ORCHAISE	41169
SAINT-CLAUDE-DE-DIRAY	41204
SAINT-DYE-SUR-LOIRE	41207
SAINT-GERVAIS-LA-FORET	41212
SAINT-LAURENT-NOUAN	41220
SAINT-CLAUDE-DE-DIRAY	41204
SAINT-LUBIN-EN-VERGONNOIS	41223
SAINT-SULPICE-DE-POMMERAY	41230
SEUR	41246
THOURY	41260
TOUR-EN-SOLOGNE	41262
VINEUIL	41295

- **Coordonnées RGF 1993** : Ax : 563000 Ay : 6714000

Bx : 598000 By : 6731000

L'extension exacte du programme est disponible sur la figure 1 et en annexe 5a et 5b

- **Propriétaires des terrains** : Domaine national de Chambord et ONF, les autorisations de prospections sont disponibles en annexe 1

- **Numéro de l'arrêté de prospection** : 15/0354

- **Titulaire de l'autorisation** : Clément Laplaige

- **Organisme de rattachement** : UMR 7324 CITERES-LAT

Autorisation de prospection

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DE LA RÉGION CENTRE-VAL DE LOIRE

Direction régionale
des affaires culturelles

Service régional de l'archéologie
AB

ARRETE D'AUTORISATION DE PROSPECTION THEMATIQUE
N° 15/0354 DU 04 MAI 2015

Le Préfet de la région Centre-Val de Loire
Officier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite

VU le code du patrimoine et notamment son livre V (archéologie) ;

VU l'arrêté n° 14-209 du 13 octobre 2014 portant délégation de signature à Madame Sylvie LE CLECH, directrice régionale des affaires culturelles du Centre, notamment en matière d'administration générale ;

VU l'arrêté n°15-075 du 22 mai 2015 portant subdélégation de signature à Madame Aurélie SCHNEIDER, Adjointe au Conservateur régional de l'archéologie, notamment en ce qui concerne les actes mentionnés à l'article 3 de l'arrêté susvisé ;

VU le dossier de demande de prospection thématique présenté par Clément LAPLAIGE reçu à la Direction régionale des affaires culturelles du Centre, Service régional de l'archéologie, le 19 décembre 2015 ;

Après avis de la Commission interrégionale de la recherche archéologique (CIRA) du Centre-Nord des 16, 17 18 et 19 mars 2015.

ARRÊTE

Article 1er :
Monsieur Clément LAPLAIGE demeurant CITERES, UMR 7324 Laboratoire Archéologie et Territoires B.P. 60449 – 37204 TOURS CEDEX 03 sera autorisé à procéder à une **opération de prospection thématique annuelle**, à partir de la date du présent arrêté jusqu'au 31 décembre 2015 :

concernant, en région **CENTRE-VAL DE LOIRE** :
Départements : **LOIR-ET-CHER**
Communes : Chambord, Boulogne et Russy
Lieu-dit: « Forêt de Blois, Domaine de Chambord »

Programmes - **20** : Espace rural, peuplement et productions agricoles aux époques gallo-romaine, médiévale et moderne
- **26** : Culture matérielle, de l'Antiquité aux Temps modernes

Organisme de rattachement : CITERES, UMR 7324 Laboratoire Archéologie et Territoire

Article 2 : prescriptions générales.
Les recherches sont effectuées sous la surveillance du conservateur régional de l'archéologie territorialement compétent, qui pourra imposer toutes prescriptions qu'il jugera utiles pour assurer le bon déroulement scientifique de l'opération.

Direction régionale des affaires culturelles - 6 Rue de la Manufacture 45043 ORLEANS Cedex
Téléphone : 02 38 78 85 00 - Télécopie : 02 38 78 85 99
http://www.culturecommunication.gouv.fr/Regions/Drac-Centre-Val-de-Loire

A la fin de l'année, le responsable scientifique de l'opération adressera au conservateur régional de l'archéologie l'ensemble de la documentation relative à l'opération, et, en triple exemplaire, un rapport accompagné de cartes et de photographies, ainsi que, le cas échéant, des fiches détaillées établies pour chacun des nouveaux sites identifiés au cours des recherches.

En outre, dans le cas d'une prospection thématique, le rapport détaillera les actions menées, les résultats scientifiques obtenus et le nouvel état de la connaissance dans le domaine concerné

En vue de la publication du bilan scientifique régional, ce rapport comprendra également un résumé (12000 signes au maximum avec illustration éventuelle) de présentation des résultats scientifiques de l'opération.

Le responsable scientifique de l'opération tiendra régulièrement informé le conservateur régional de l'archéologie de ses travaux et découvertes. Il lui signalera immédiatement toute découverte importante de caractère mobilier ou immobilier et les mesures nécessaires à la conservation provisoire de ces vestiges devront être prises en accord avec lui.

Article 3 - destination du matériel archéologique découvert :

Le statut juridique et le lieu de dépôt du matériel archéologique découvert au cours de l'opération seront réglés conformément aux dispositions légales et réglementaires et aux termes des conventions passées avec les propriétaires des terrains concernés.

Article 4 - prescriptions particulières à l'opération : **NEANT**

Article 5 - le directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution de la présente décision.

Fait à Orléans, le 04 mai 2015

Pour le préfet de la région Centre-Val de Loire
et par subdélégation,
L'Adjointe au Conservateur régional de l'archéologie,

Aurélie SCHNEIDER.

DESTINATAIRE :
Clément LAPLAIGE
Copies : Préfecture du Loir-et-Cher
Communes concernées
Gendarmerie du Loir-et-Cher

ARR-AUT-PROSPECTION THEMATIQUE n°15/0354

Introduction

La forêt est un milieu naturel propice à la conservation des vestiges anthropiques, notamment car l'action de l'érosion est moins importante que dans les milieux ouverts. L'archéologie dans ce milieu recouvre deux types de recherches aux objectifs distincts (Dupouey et al., 2007). La première porte sur les vestiges de toutes natures conservés sous le couvert forestier, il s'agit d'une archéologie en forêt. Le second s'intéresse aux activités humaines liées à l'exploitation de la forêt depuis qu'elle existe, c'est l'archéologie de la forêt.

Le programme SOLiDAR (http://citeres.univ-tours.fr/spip.php?article2133) engagé à la fin de 2014 pour trois ans, porte sur l'étude de la dynamique de l'occupation humaine de ce territoire des origines à nos jours, à partir d'une campagne de télédétection LiDAR (*Light Detection And Ranging*) de 270 km^2.

Ce premier rapport est l'occasion d'exposer l'organisation scientifique du programme, de présenter les données LiDAR acquises en début d'année 2015 et validées durant l'été, ainsi que de fournir les premiers résultats des prospections engagées cette année. De plus, ce rapport liste les perspectives de recherches apparues lors des premières lectures des données et propose une organisation prévisionnelle des travaux qui seront menés durant 2016.

Le rapport est ainsi organisé en 4 parties qui traiteront respectivement de :

- L'organisation du programme SOLiDAR.
- L'analyse des données LiDAR. Elle sera l'occasion de détailler les qualités et les défauts du matériau brut sur lequel s'appuie notre programme.
- Les premiers résultats produits dans le cadre de SOLiDAR.
- Les perspectives de recherches pour les prochaines années et une organisation prévisionnelle pour l'année 2016. C'est sur cette partie que s'appuiera la demande d'autorisation de prospection pour les années 2016-2018.

1 Présentation du programme SOLiDAR

Utilisée depuis une quinzaine d'année en archéologie, la télédétection LiDAR (*Light Detection And Ranging*) a permis de renouveler la connaissance archéologique des forêts (Cowley and Opitz, 2012).

Dans la majorité des forêts sur lesquelles des acquisitions LiDAR ont été menées, le nombre de vestiges connus a été largement augmenté (Chase et al., 2011; Kooistra and Maas, 2008; Nuninger et al., 2011; Risbøl et al., 2013; Sittler and Hauger, 2007). Les résultats obtenus révèlent une occupation antérieure à la forêt à travers les traces d'une organisation territoriale composée d'habitats, de voies, de champs bombés et de limites parcellaires suggérant un paysage ouvert.

Les données LiDAR mettent également en évidence des traces de pratiques sylvicoles (loges de bucherons, charbonnières par ex.), cynégétiques (parquets) ainsi que l'extraction de matériaux pouvant remonter à l'antiquité (Deforce et al., 2013; Fruchart, 2014; Schneider et al., 2015). De plus, de nombreux vestiges pouvant s'apparenter à des structures défensives, funéraires, ainsi qu'à des édifices cultuels sont, la plupart du temps, découverts (Kooistra and Maas, 2008; Laplaige, 2012). Ces occupations de natures diverses, souvent stratifiées, nous interrogent quant aux modalités de formation des paysages forestier actuels.

Une campagne de télédétection LiDAR a été menée sur 270 km² correspondant principalement aux forêts de Blois, Russy, Boulogne et Chambord dans le cadre du programme SOLiDAR (http://citeres.univ-tours.fr/spip.php?article2133). Le domaine de Chambord, créé entre 1522 et 1650, ainsi que les forêts de Boulogne et Russy ont fait l'objet de prospections archéologiques de surface menées par Louis Magiorani pendant 10 ans. Elles ont permis de recenser plus de 700 sites archéologiques et environ 300 km de limites parcellaires, mettant en évidence des occupations humaines datant, pour les plus anciennes, du néolithique (http://www.archeoforet.org/).

Le programme SOLiDAR, inscrit dans la dynamique Intelligence des Patrimoine de l'Université François-Rabelais de Tours, est piloté par l'UMR 7324 CITERES-LAT, financé par la région Centre, le Domaine national de Chambord et la DRAC Centre et regroupe des chercheurs de l'UMR 7324 CITERES-LAT, du GéHCO (EA 6293), de l'USR 3124 MSHE C.-N. Ledoux, de l'IRSTEA, du Domaine national de Chambord, de la DRAC Centre et de l'ONF.

Il a pour ambition d'établir des protocoles de traitements adaptés pour la compréhension des dynamiques environnementales et culturelles afin de permettre l'étude diachronique de l'occupation du sol en croisant les données de télédétection et les sources archéologiques, écrites, géomorphologique et écologique.

Nous espérons, durant la durée du programme, fournir des connaissances sur l'histoire des paysages et des peuplements mais aussi caractériser l'impact de l'utilisation ancienne des sols sur l'état et le fonctionnement des écosystèmes forestiers actuels.

Pour cette première année, un certains nombres d'objectifs étaient poursuivis dans le cadre du programme SOLiDAR :

- Elaborer le cahier des charges de l'appel d'offre LiDAR
- Mettre en place l'appel d'offre pour trouver un prestataire
- Acquérir les données
- Contrôler, valider et prétraiter les données
- Contrôler au sol la qualité des données
- Sélectionner des fenêtres de travail test dans les données LiDAR
- Dépouiller et récoler des sources écrites et planimétriques

Ces objectifs ont été atteints dans les délais. Toutefois, étant donné les vestiges révélés par les données LiDAR, nous avons décidé d'organiser la recherche et les différentes actions de valorisation en en combinant une approche thématique et quelques secteurs tests :

- Thème 1 : occupation du sol. Ce thème a pour objectif d'étudier les modalités de l'usage du sol aux différentes échelles des paysages et des occupations de manière diachronique. Au regard des premiers résultats de la prospection LiDAR et des travaux menés par Louis Magiorani depuis 1998, le travail portera principalement sur l'organisation du parcellaire, l'habitat, les formes agraires et les pratiques funéraires.

- Thème 2 : activités sylvicoles et cynégétiques. Les sources écrites mentionnent l'existence de pratiques cynégétiques et sylvicoles dans les forêts de Blois Russy, Boulogne et Chambord (Joanne, 2012; Magiorani, 2004). Dans cet axe nous essaierons, en prenant en compte les données LiDAR, botaniques, les sources historiques et ethnographiques, de détecter les vestiges laissés par ces activités et de restituer les modalités de mise en place du paysage forestier actuel.

- Thème 3 : hydrologie, géomorphologie. L'objectif est la compréhension des évolutions du Cosson durant le quaternaire, de la mise en place des plus anciennes terrasses alluviales jusqu'à la canalisation de la rivière à l'époque médiévale. De plus, il est prévu de mettre en place un modèle d'écoulement des eaux pour étudier les structures de drainages dans la zone SOLiDAR.
- Thème 4 : développement méthodologique. Dans le cadre de SOLiDAR, des travaux sur le contrôle qualité des données LiDAR à partir de logiciels libres ont été entrepris. En 2016, les champs de recherches porteront sur la détection automatique de vestiges à partir des données dérivées du LiDAR et de nouvelles méthodes de classification des nuages de points en partenariat avec le Laboratoire d'Informatique de L'université de Tours et avec le soutien du RTR Image (http://www.rtrimage.fr/). Enfin, un travail sur la mise en place de référentiels pour établir les relations entre structures, vestiges archéologiques et signatures microtopographiques a été engagé en partenariat avec la MSHE de Besançon.

- Thème 5 : valorisation, médiatisation. Cet axe porte, en partenariat avec le Domaine national de Chambord et Intelligence des patrimoines, sur la mise en place d'objets de médiation culturelle. Outre les traditionnels posters et communications, un effort est fait sur le développement de nouveaux produits de médiatisation (restitutions, visualisations interactives, etc.). A titre d'exemple, il est possible de visualiser une démonstration d'une partie des données sous Potree 1.3 en suivant les QR codes ci-dessous.

https://photogrammetrie-mshe.univ-fcomte.fr/217test/

https://photogrammetrie-mshe.univ-fcomte.fr/chambord/

2 Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe à l'ouest et au sud de Blois (41), principalement en rive gauche de la Loire. Elle est limité à l'Ouest par la Cisse et au Sud par le Beuvron, deux affluents de la Loire. Elle intègre le bassin versant du Cosson à partir du Domaine de Chambord (fig. 1 et annexe 5a). Les terrains se situent à une altitude comprise entre 60 et 150 m. Sur ce secteur, les forêts domaniales de Chambord, Boulogne, Russy et Blois forment un massif de près de 25 000 ha au sein duquel le domaine de Chambord a été créé entre 1522 et 1650. Dans la zone d'acquisition LiDAR, ces espaces boisés, composés en grande majorité de feuillus, s'étendent sur un peu plus de 215 km², soit environ 80% de la zone d'étude.

D'un point de vue géologique, on peut noter une réelle dissymétrie dans la répartition des couches affleurantes entre la rive droite et la rive gauche de la Loire (fig. 2). Les terrains en rive droite sont principalement recouverts de limons des plateaux et de colluvions sableuses alimentées par des limons des plateaux et des formations tertiaires (carte géologique n°248) (LP et CLP m/m2-3). Les terrains en rive gauche sont principalement recouverts, de l'Ouest vers l'Est, par des calcaires de Pithiviers (M1Pi), des sables et calcaires de l'Orléanais (M2O) et des sables de Sologne (M3-P1So) (Cruz-Mermy et al., 2007). Cette dernière formation est parfois surmontée de lambeaux d'alluvions de moyennes terrasses (Fw et Fx).

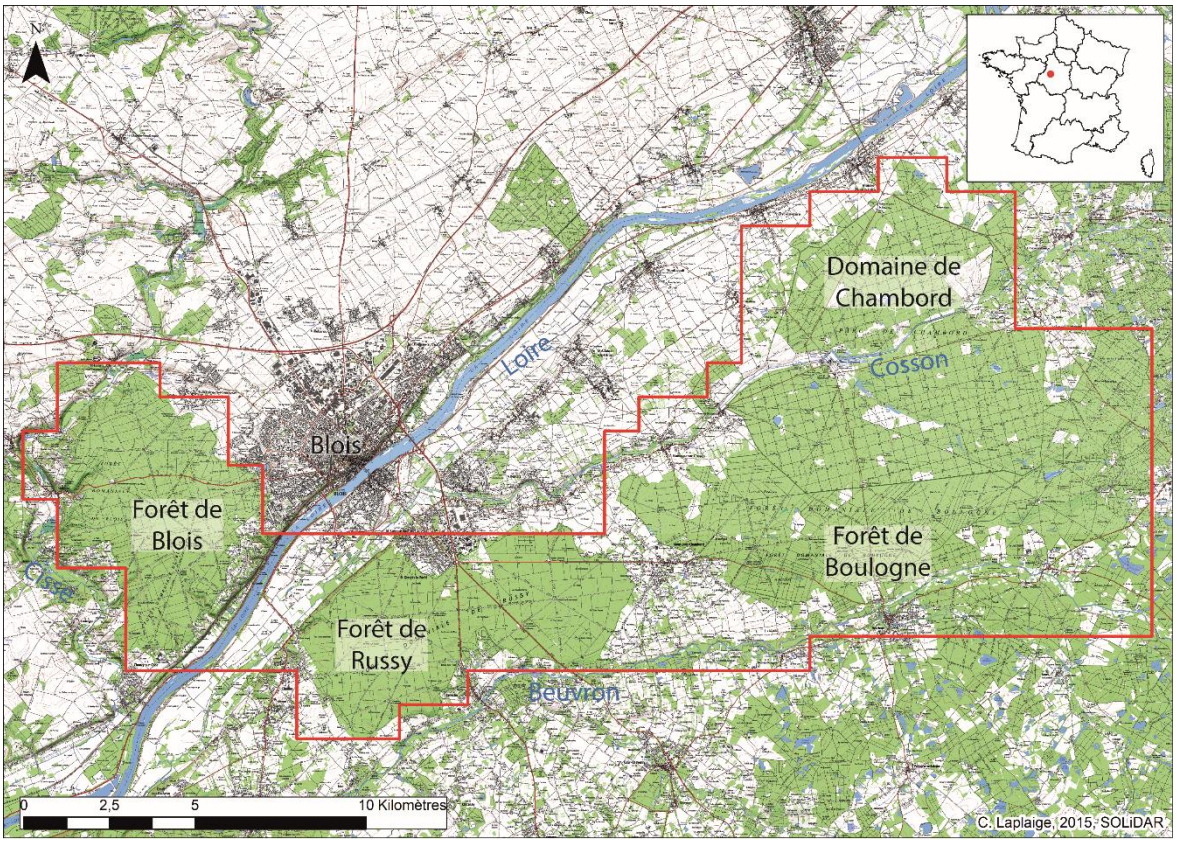


Figure 1 : Extension de l'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN)

Les sols situés sur les lambeaux de terrasses anciennes, principalement à l'interfluve entre le Beuvron et le Cosson, ont une tendance podzolique et hydromorphique, les rendant très peu fertiles pour l'agriculture (Cruz-Mermy et al., 2007). Les sols situés sur les sables de Sologne sont très largement hydromorphiques et décrits comme planosol ou pseudogley, c'est-à-dire gorgés d'eau (Cruz-Mermy et al., 2007).

Les sols situés sur les limons des plateaux et les calcaires de Pithiviers, voir les marnes de l'Orléanais, ne sont pas soumis à ces contraintes hydriques et présentent un développement plus important et, vraisemblablement, une meilleure prédisposition aux activités agricoles(Favory, 2015).

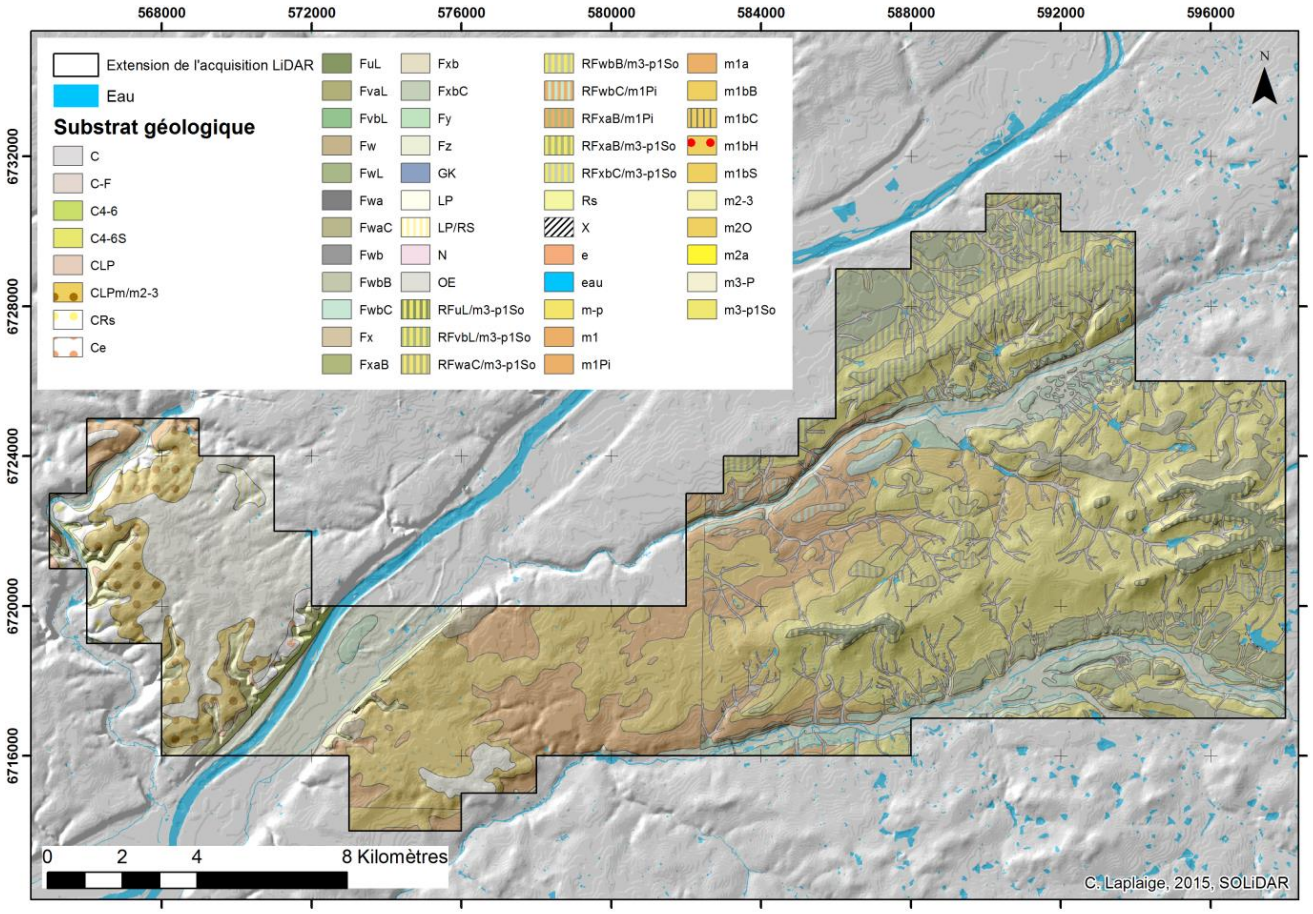


Figure 2 : Substrat géologique drapé sur le modèle ombré du terrain (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, BRGM, IGN)

3 Présentation de l'acquisition LiDAR, de la qualité des données et des modèles générés

3.1 La télédétection LiDAR, rappel méthodologique

Le LiDAR (acronyme de *Light Detection and Ranging*) est une méthode de télédétection fondée sur une mesure de distance. Le principe est de répéter les mesures de distance à un objet à l'aide d'un télémètre laser dont le faisceau lumineux est balayé à la surface de la terre par un miroir oscillant. Le fait de pouvoir répéter les mesures avec une fréquence très élevée permet ensuite d'obtenir une description précise des objets sous la forme d'un nuage de points renseignés par des coordonnées x, y et z, si on connaît par ailleurs la position exacte de la source émettrice. Le LiDAR est une méthode de télédétection active, c'est-à-dire qu'elle émet son propre signal et analyse le retour ; elle est en ce sens similaire au radar (ondes radio) et différente de la photographie et autres méthodes d'acquisition d'image (ex. thermique) que l'on qualifie de télédétection passive. Cette technique est particulièrement utile en archéologie ou en géologie de sub-surface pour la détection des microreliefs qui peuvent être des traces de l'occupations humaines et/ou de structures naturelles (Kraus and Pfeifer, 1998).

L'appareillage LiDAR émet des impulsions lumineuses (généralement dans le domaine du proche infrarouge), qui sont réfléchies par les surfaces (sol, végétation, bâtiments, etc.) et sont renvoyées vers un capteur qui calcule le temps d'aller/retour du signal et son intensité. C'est ce temps d'aller/retour, connaissant la vitesse de la lumière, qui permet de calculer la distance entre le point d'impact et le capteur-émetteur. La position et l'altitude précise de chaque point sont déduites du calcul de la position du capteur-émetteur à chaque instant.

Pour positionner directement un LiDAR aéroporté tout au long du vol, on utilise un système embarqué composé d'un récepteur GNSS (*Global Navigation Satellite System* - système de positionnement global par satellites - de type GPS, GLONASS…) et d'une centrale inertielle (ou IMU, *Inertial Measurement Unit*) qui mesure l'accélération et la vitesse angulaire dans les trois directions à une fréquence de 100 à 400 Hz. Un ou plusieurs GPS post-traitement différentiel au sol sont utilisés pour améliorer la précision des localisations.

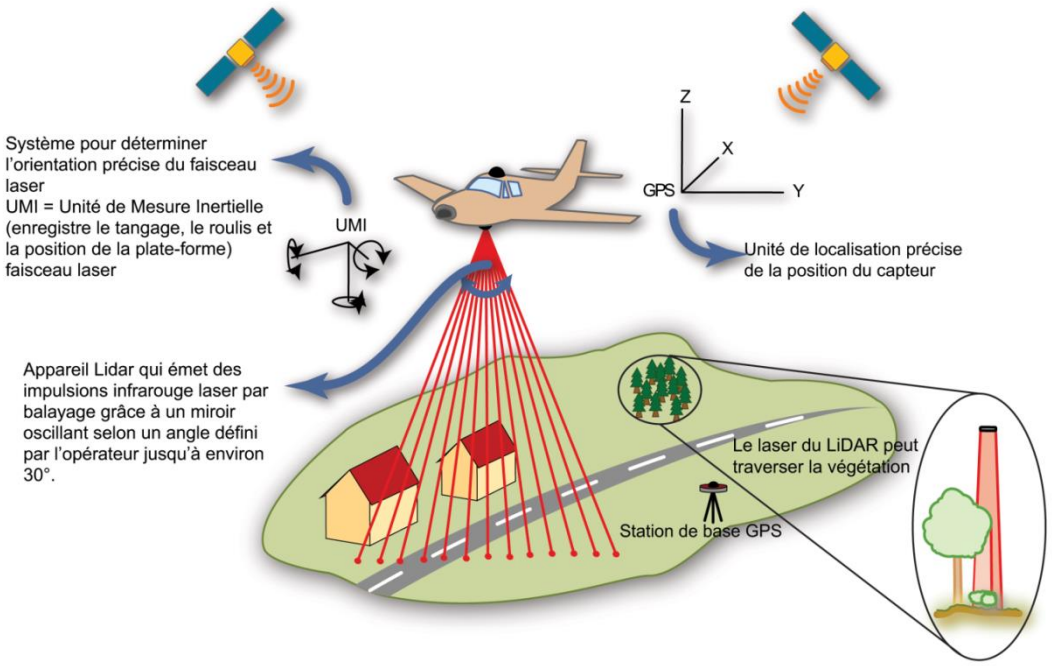


Figure 3 : Principe de fonctionnement du LiDAR (© Z. Kokalj, L. Nuninger)

Par rapport aux autres techniques de télédétection, le principal avantage du laser aéroporté est sa capacité à pénétrer la couverture végétale pour enregistrer des points au sol. En effet, si une partie du faisceau est arrêté par la végétation (troncs, branches, etc.), une autre partie peut continuer sa course jusqu'au sol. Cette technologie permet donc de faire de la détection sous couvert forestier, domaine pas ou peu accessible aux archéologues en termes de prospection systématique et extensive à vue.

À l'heure actuelle, la principale utilisation en archéologie reste la mesure altimétrique (x, y, z) pour repérer des structures correspondant à des microreliefs ou micro-dépressions (Doneus et al., 2008).

Le scanneur laser aéroporté permet, en premier lieu, de détecter des structures archéologiques masquées par la végétation : habitats, anciens chemins, parcellaires, terrasses, tertres, petites dépressions (fosses, mares, citernes), fossés, limites forestières anciennes, murets, zones d'extractions (minières ou lavières), microstructures de productions (fours à chaux), plates-formes de charbonniers, etc. (Challis et al., 2011; Cowley and Opitz, 2012; Fruchart et al., 2011; Georges-Leroy et al., 2009; Laplaige, 2012). Les vestiges agraires sont très fréquemment détectés par le LiDAR. On indiquera par exemple la mise en évidence, dès les premières utilisations de cette méthode en forêt en 2003, de champs bombés (successions de crêtes et de creux avec des dénivelés de 30 à 60 cm) en Forêt Noire près de Rastatt (Bade-Wurtemberg) (Sittler, 2004).

3.2 Extension et qualité de l'acquisition

3.2.1 Extension de l'acquisition, rappel de la prestation demandée

L'acquisition des données LiDAR a été sous-traitée à la suite de l'appel d'offre du programme SOLIDAR, diffusé à la fin de l'année 2014. C'est la société SINTEGRA, basée à Grenoble, qui a été retenue. La prestation demandée comprenait l'acquisition et le prétraitement de données LIDAR aérien pour la réalisation de modèle numérique de terrain (MNT) et modèle numérique d'élévation (MNE) sur un espace forestier de 267 km² minimum, figuré en noir sur la figure 1

Les caractéristiques principales demandées étaient les suivantes :

- La densité minimale de points classés sol/bâti devait être de 8 pts/m², celle-ci devant être validée par cluster de 100 m².
- La surface unitaire maximale sans points sol/bâti devait être de 25 m² (hors résineux et surfaces recouvertes d'eau)
- La mission devait être réalisée en février/mars, sans résidus de neige à la surface
- La précision attendue était, au minimum, de 10 cm en XY et 10 cm en Z

Il était demandé de classifier les nuages de points bruts en 3 catégories (sol, sursol, bâti) et de fournir un MNT (Modèle Numérique de terrain (prenant en compte les points sol)), un MNS (Modèle Numérique de Surface (prenant en compte tous les points)) et un MNC (Modèle Numérique de Canopée = MNS – MNT). Les modèles devaient avoir une résolution de 50 cm, être en format ascii avec une valeur Z codée en réel.

3.2.2 Analyse des livrables : réflexions sur la qualité intrinsèque des données

3.2.2.1 Méthodologie

L'analyse des données regroupe à la fois des résultats de calculs ou de manipulations sur les fichiers, mais aussi des analyses visuelles des données. Un effort a été fait pour utiliser des logiciels libres, afin que cette analyse puisse être reproduite par n'importe quelle équipe, quel que soit ses moyens en terme de logiciel.

3.2.2.2 Ouverture, recherche de fichiers corrompus

Afin de vérifier la non corruption des fichiers, ceux-ci ont été ouverts par lots grâce au logiciel LasTools, commande LasInfo (annexe 2), (dans le cas des fichiers .las) et QGIS (dans le cas des fichiers .asc). Tous les fichiers ont pu s'ouvrir sans aucune difficulté.

3.2.2.3 Calcul des densités de points sol

La densité de points sol a été calculée grâce à l'outil « statistique de points LAS sous forme Raster » disponible sur ArcGIS. A noté que la même manipulation peut être effectuée sur SAGA GIS. L'outil calcul la densité de points correspondant au sol suivant une maille choisie. Dans le cadre de ce programme, il a été décidé de calculer le nombre de points sol pour chaque pixel de 1m x 1 m, puis d'agréger le raster créé en cellules de 10 m x 10 m, comme spécifié dans le CCTP.

Les résultats sont présentés sur la figure 4 et sont très satisfaisant. On observe une densité moyenne comprise entre 10 et 16 points /m² dans les zones de feuillus et les zones ouvertes. Les secteurs où la densité de points sol diminue sont :

- la Loire
- les zones artificialisées
- les secteurs enrésinés et les secteurs où la végétation est en mutation
- les secteurs avec une végétation arbustive importante (fragons par ex.)

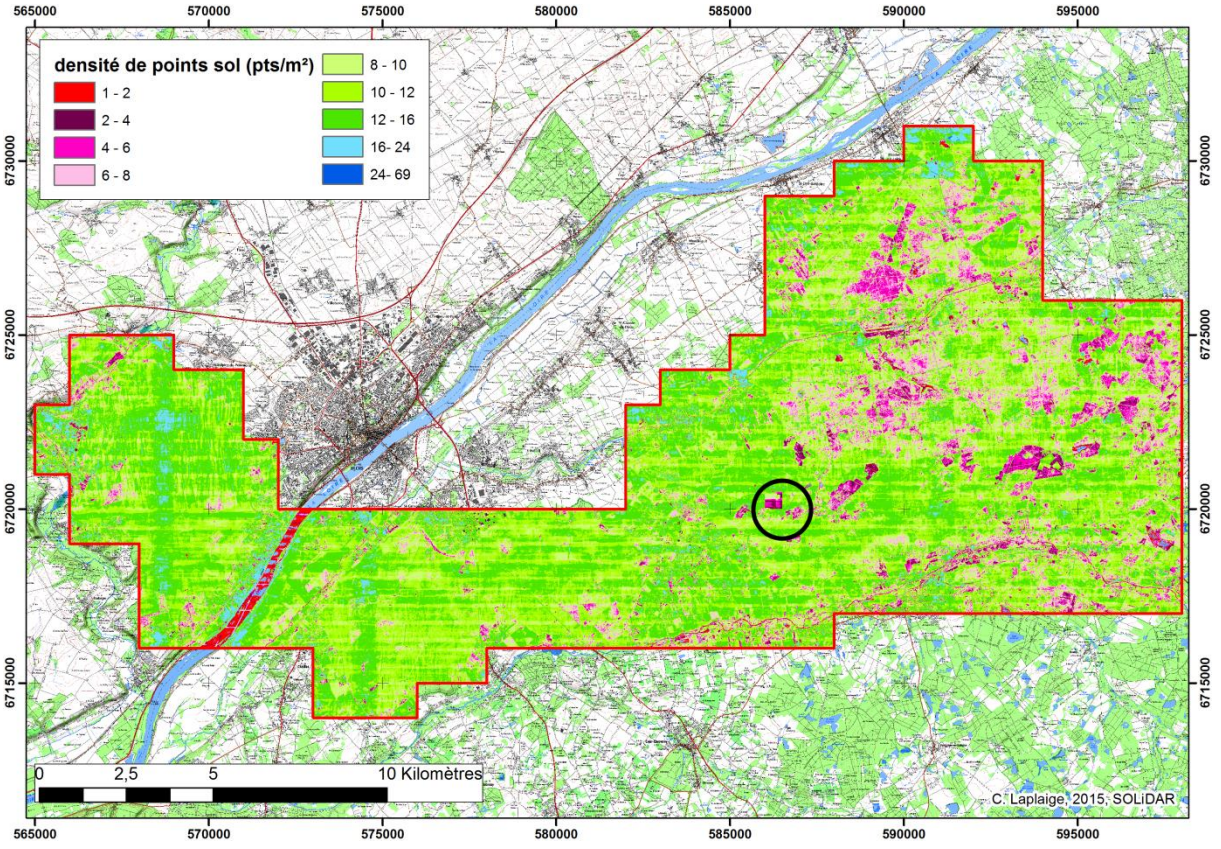


Figure 4: Densité de points sol de l'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

On peut cependant noter que la dalle 698 n'a pas été classifié correctement (rond noir sur la figure 4). Une nouvelle classification de cette dalle a été demandée au prestataire et a été fourni durant le mois de septembre 2015.

Il a été possible de calculer une densité moyenne de points sol sur la zone de 11,28 avec un écart type égal à 4,1. La valeur nominale indiquée lors de l'appel d'offre a donc été respectée.

3.2.2.4 Analyse de la rugosité des données sol

Cet indice a été calculée grâce à l'outil « statistique de points LAS sous forme Raster » disponible sur ArcGIS. A noté que la même manipulation peut être effectuée sur SAGA GIS. L'outil calcule, pour chaque pixel de 50 cm de côté, la différence d'altitude entre le point sol le plus bas et le point sol le plus haut. Par la suite, la valeur obtenue est agrégée suivant une maille de 10 m x 10 m. Dans le cadre de ce programme, l'intérêt de cet indice est double : il permet d'avoir une idée de la qualité de l'acquisition, c'est-à-dire observer la différence d'altitude entre les points réflecteurs restitués, et il permet enfin d'observer de possible erreurs de classification. La figure 5 représente cet indice, les valeurs indiquées correspondent à la différence d'altitude en mètres entre le point sol le plus haut et le point sol le plus bas de chaque pixel. Les variations correspondent aux zones de pentes (talus, terrasses par ex.) et l'on observe une différence d'altitude comprise entre 0 et 5 cm pour les zones ouvertes et 5 à 15 cm pour les zones sous couvert boisés. Ces résultats sont très satisfaisants.

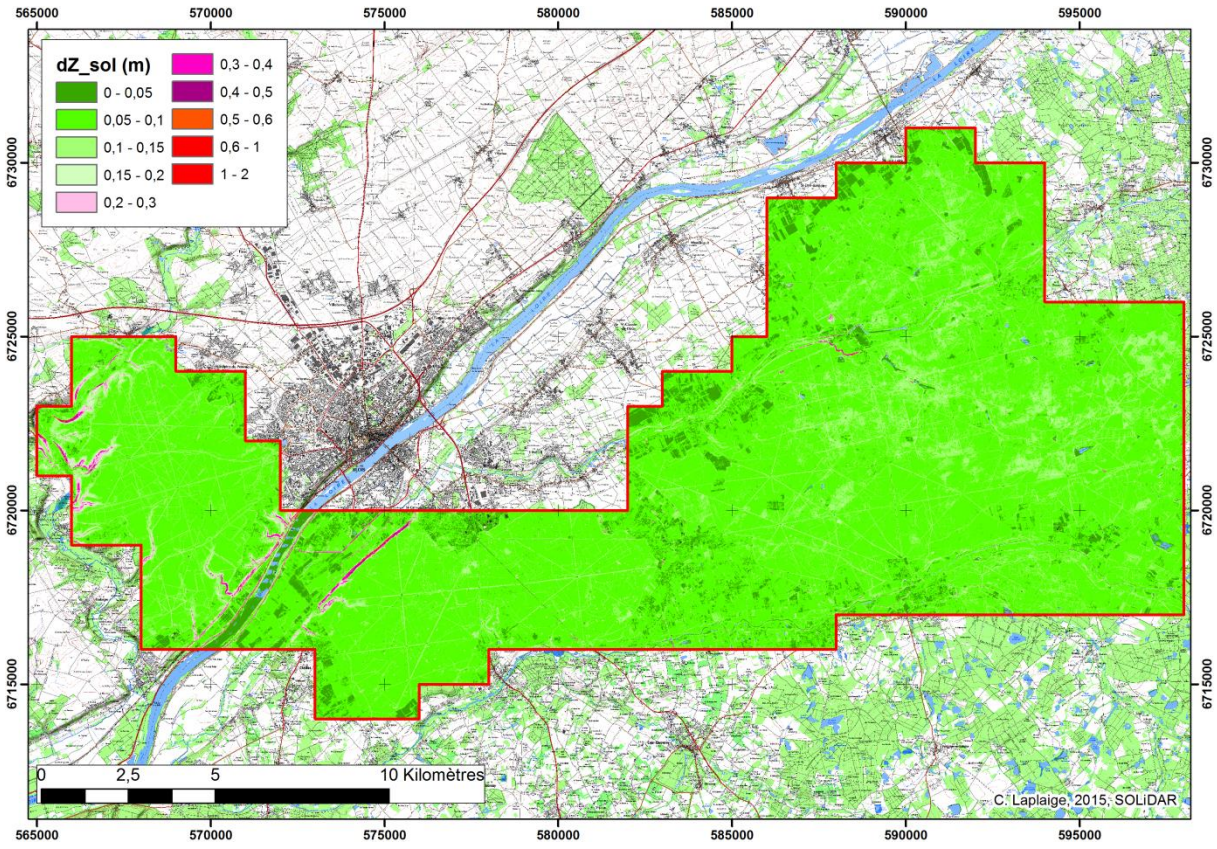


Figure 5 : Différence d'altitude entre le point sol le plus haut et le point sol le plus bas (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

3.2.3 Mise en place d'un indice de qualité

Nous avons créé un indice de qualité afin de combiner les deux grandeurs précédemment décrites. Le but de cet indice est de quantifier la qualité intrinsèque des données suivant les deux paramètres principaux que sont la densité de points sol (qui indique quelle pourrait être la résolution maximale des objets recherchés et la finesse de la restitution) et la rugosité (qui correspond au bruit de la donnée). Le calcul est simple et consiste à multiplier la densité par l'inverse de la rugosité. On obtient alors un « Qualindex » qui renseigne la densité et le bruit de la donnée en tout point de l'espace (fig. 6). On peut noter sur cette figure que les zones les mieux décrites par le LiDAR correspondent aux zones ouvertes (la densité de points sol y est plus importante et le bruit légèrement plus faible du fait de l'absence de troncs ou de chablis en surface). A l'inverse, les secteurs

enrésinés au sud du Domaine de Chambord et au nord du massif de Boulogne sont les secteurs où la qualité de la donnée est la plus faible, principalement du fait d'une plus faible densité de points sol.

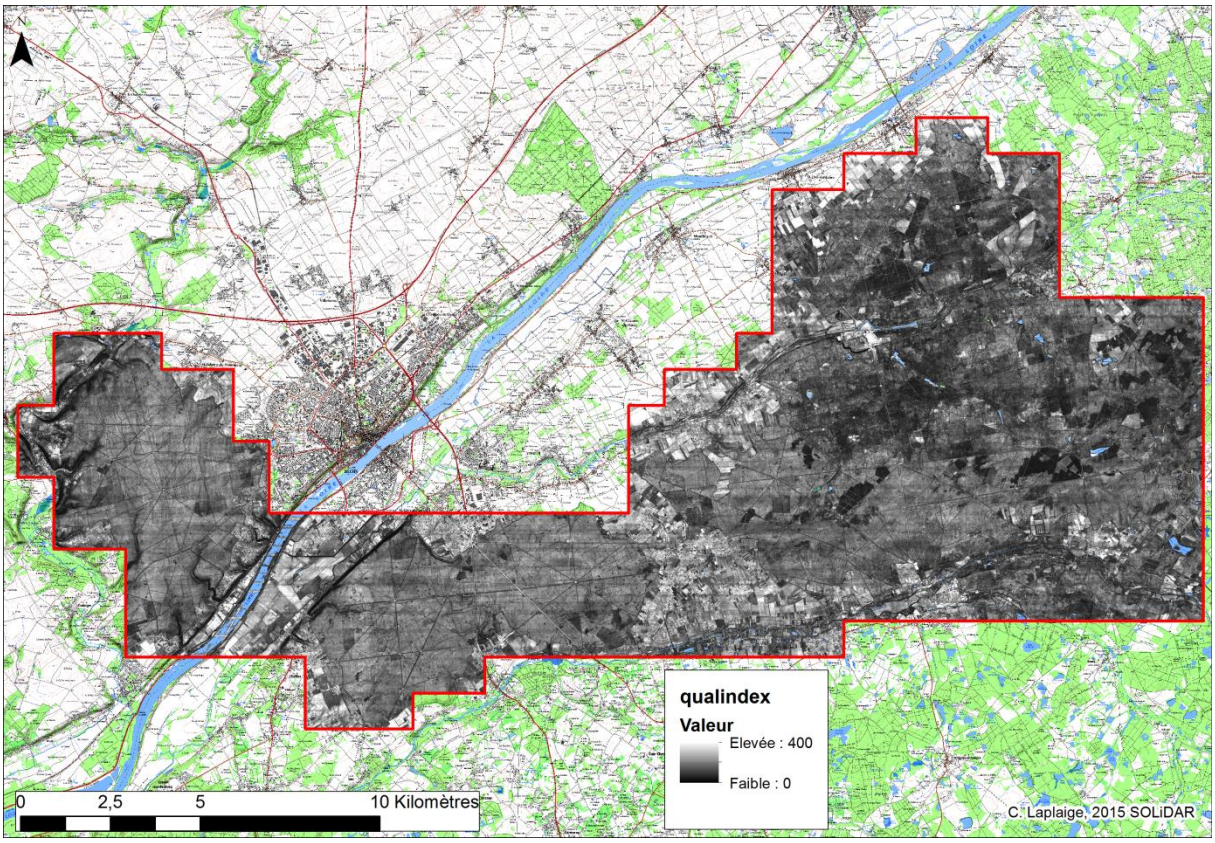


Figure 6 : Qualindex de la donnée LiDAR, C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN

3.3 Mise en place d'un MNT, d'un MNS et d'un MNC à l'échelle du projet

L'étape finale du rapport d'expertise consiste à générer des données utiles pour apprécier la qualité des données et fournir des livrables utilisables par tous les membres du programme quel que soit ses compétences, le matériel à leur disposition et leurs attentes.

Les cartes présentées ci-après ne sont bien entendu qu'une première étape dans le processus d'élaboration de protocoles de traitement et d'analyse de la donnée prévu dans le cadre du programme SOLiDAR. Elles ont cependant le mérite de

- fournir une image détaillée de la topographie du sol, de la végétation et du bâti
- aider à définir les zones de travail prévues dans le cadre de ce projet
- permettre à tous les membres du programme de commencer à travailler sur les données LiDAR

En premier lieu, l'ouverture simultanée de 1068 fichiers (le nombre de fichiers pour la zone d'étude) pose de nombreux problèmes. Il devient fastidieux d'harmoniser les représentations, effectuer des traitements et, surtout, les performances d'affichages sont largement ralenties. Pour pallier ces contraintes, il a été décidé de regrouper les données en onze dalles d'une superficie allant de 12 à 36 km² (fig. 7).

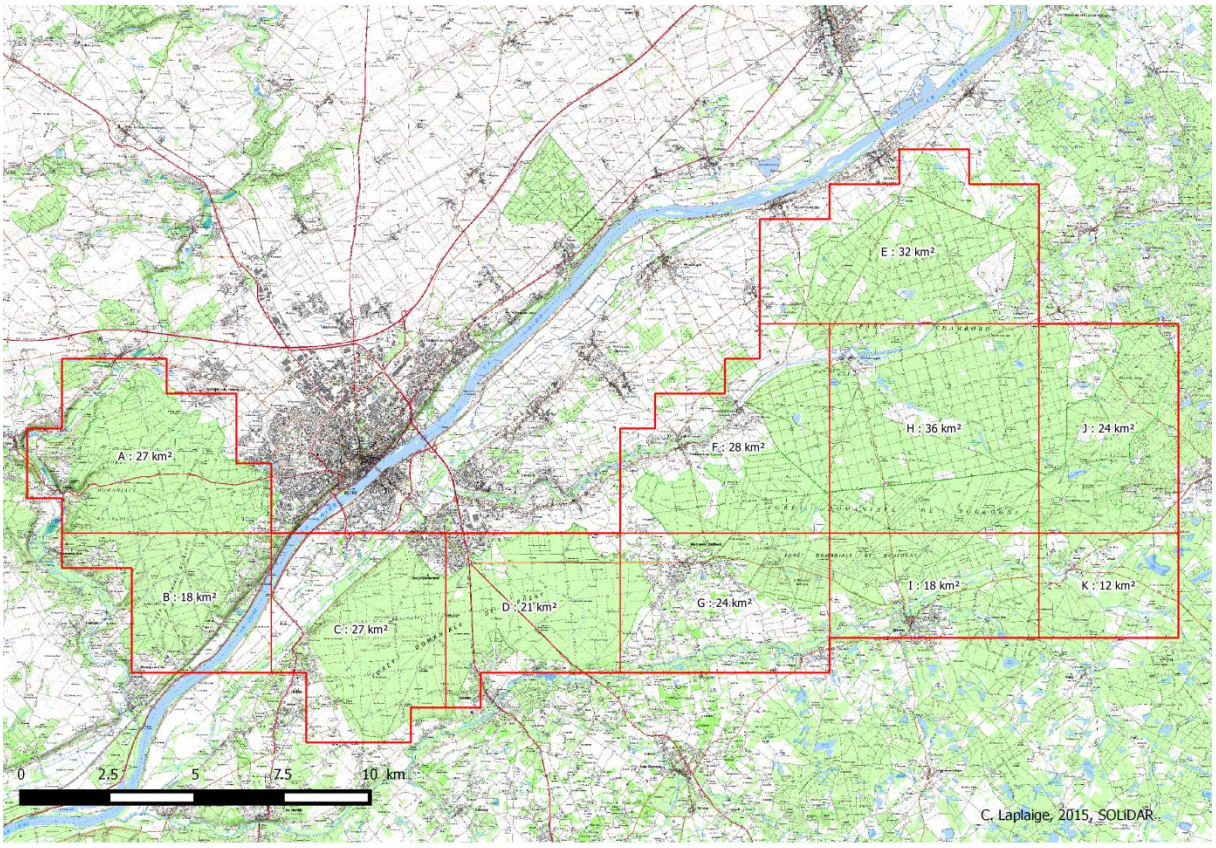


Figure 7: Répartition des dalles (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

Pour ce faire, les trois groupes de 1068 dalles correspondant aux MNT (modèle numérique de terrain), MNS (modèle numérique de surface) et MNC (modèle numérique de canopée) ont été regroupés en un .vrt (raster virtuel) grâce au logiciel QGIS. Enfin, ils ont été découpés suivant un fichier vectoriel créé pour l'occasion puis retransformé en geotiff. Ce type de fichier est lisible par tous les SIG (ArcGIS, QGIS, etc.).

Ainsi, il a été décidé de découper les forêts de Blois et Russy en deux dalles chacune (respectivement [A B] et [C D]). Les massifs de Chambord et Boulogne ont été divisés en sept dalles (E à K). A partir de ces dalles, nous avons généré un modèle numérique de terrain (MNT, variations altimétriques du sol) (fig. 8), un modèle numérique de surface (MNS, variations altimétriques du sol et des éléments qui y sont implantés : bâti, végétation, etc.) (fig. 9) et un modèle numérique de canopée (MNC = MNS – MNT) (fig. 10)

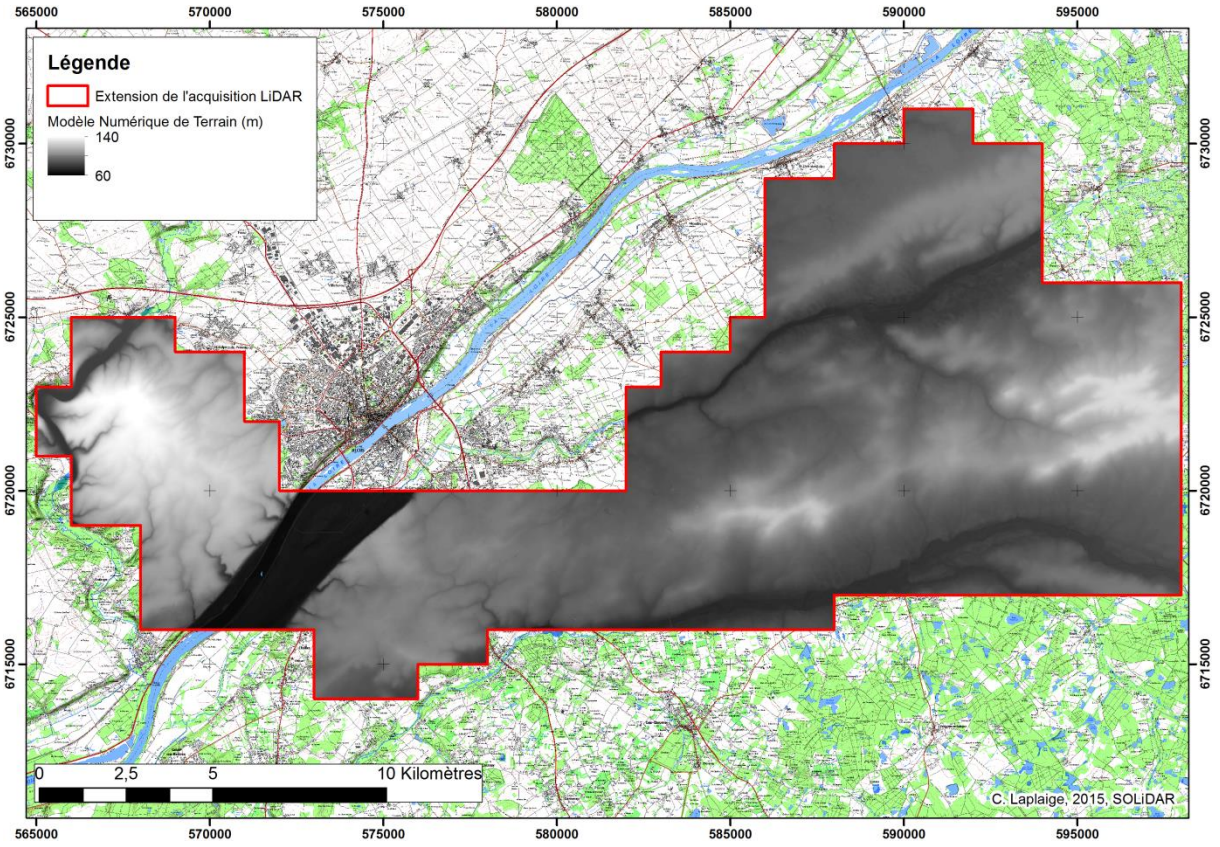


Figure 8 : Modèle Numérique de Terrain (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

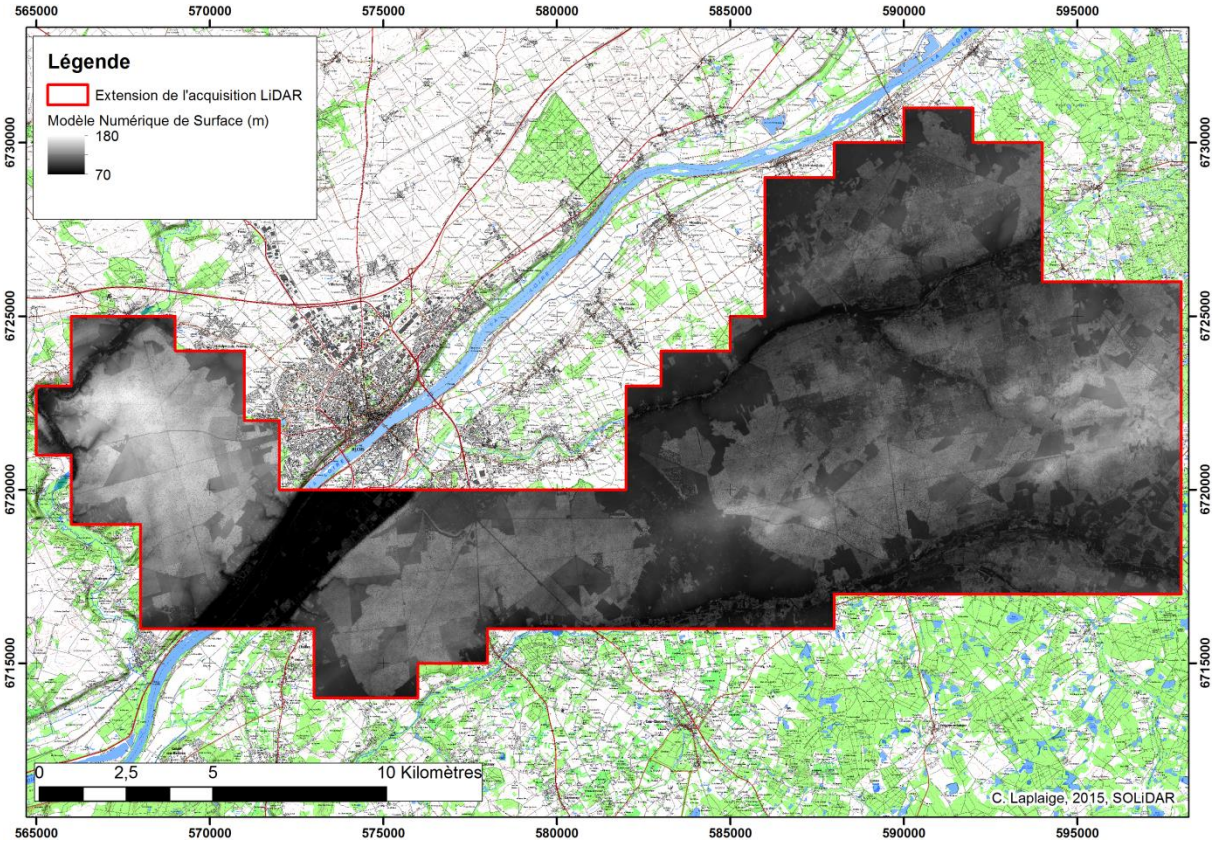


Figure 9 : Modèle Numérique d'élévation (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

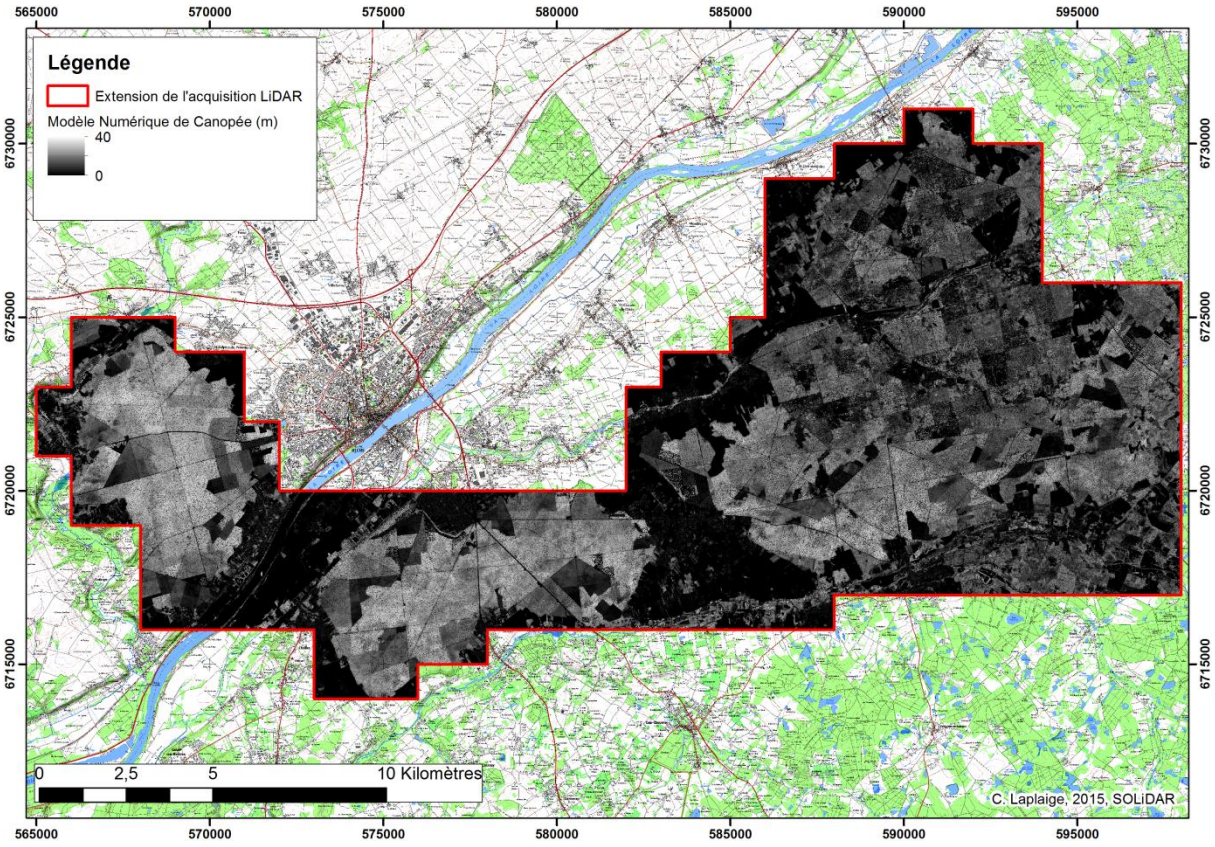


Figure 10 : Modèle Numérique de Canopée (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

3.4 Produits dérivés créés

A partir du MNT, une série de premières visualisations (fig. 11) a été créé grâce à RVT 1.1 (http://iaps.zrc-sazu.si/en/rvt#v) et de l'outil TPI (http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm). La liste ci-dessous décrit ces visualisations :

Nom	Description
HS_315_35	ombrage simple, azimut 315°, élévation 35°
multiHS	composition colorée à partir des ombrages 315_35, 330_35, 345_35
Openess	angle d'ouverture positive (vers le haut)
Slope	degré de la plus forte pente
SVF	Sky View Factor, pourcentage de ciel visible à partir de chaque pixel
TPI	Topographic Position Index, altitude de chaque pixel par rapport à celle des pixels situés dans un anneau de 3m de rayon intérieur et 10 m de rayon extérieur de ce dernier

Figure 11 : Liste des données dérivées produites à partir du MNT (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

L'utilité de ces visualisations est contrainte par les modes de travail des chercheurs ainsi que par leurs thématiques de recherches (pour plus d'informations sur les différents traitements, leurs avantages et leurs inconvénients voir (Laplaige, 2012; Štular et al., 2012)).

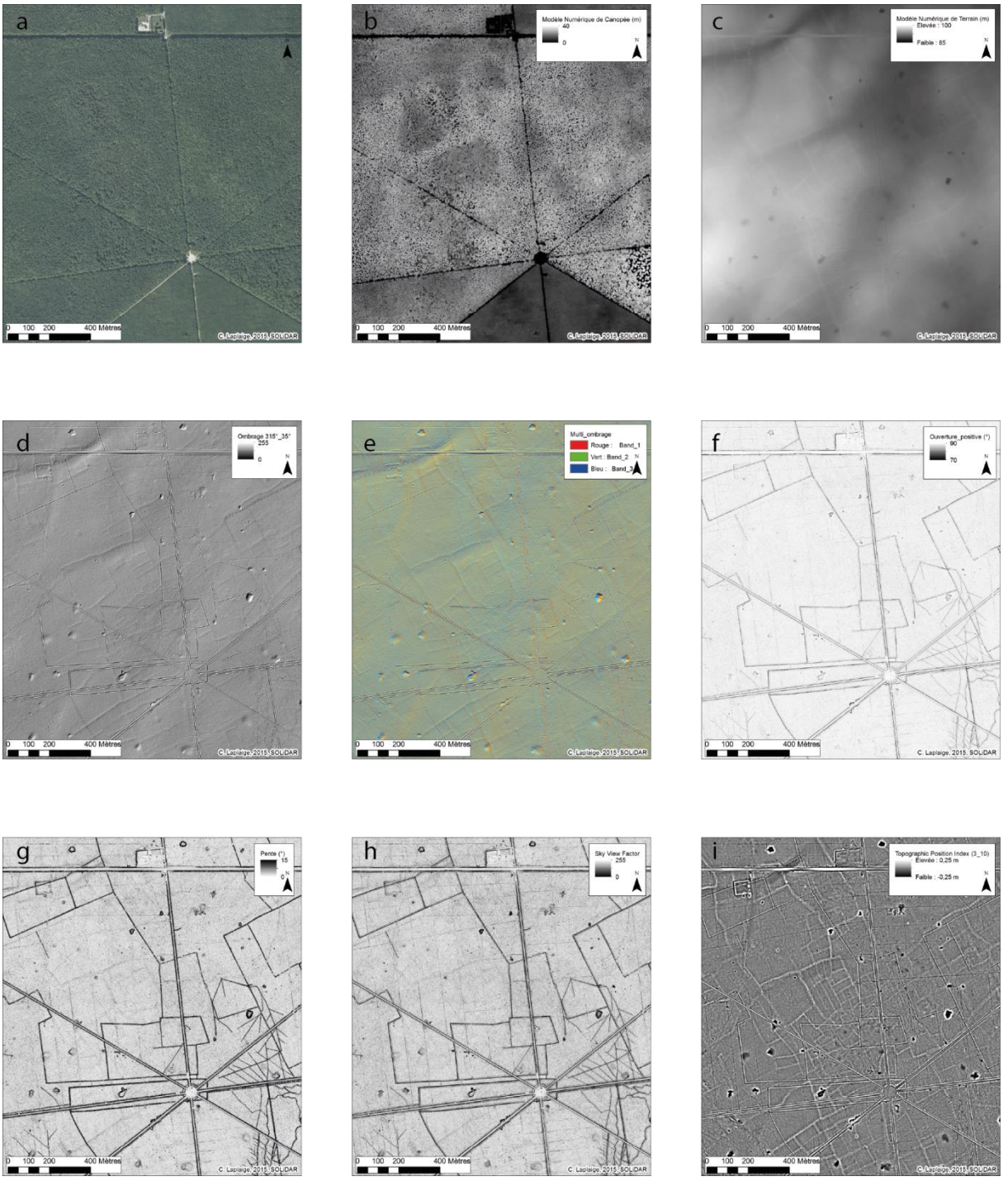


Figure 12: forêt de Russy : a/ Orthophotographie (IGN), b/ MNC, c/ MNT, d/ Ombrage simple 315_35, e/ Multi-ombrage, f/ Ouverture positive, g/ Pente, h/ SVF, i/ TPI (C. Laplaige, 2015 ©SOLiDAR, IGN)

3.5 Les données LiDAR : mode de visualisation utilisé

Sauf mention contraire, le mode de visualisation des données LiDAR dans ce rapport sera toujours le même : il est composé d'un ombrage simple auquel s'ajoute un Topographic Position Index avec une transparence de 50% avec les valeurs positives en blanc et les valeurs négatives en noir (fig. 13). Les avantages de cette visualisation sont multiples : l'ombrage simple permet de se représenter le relief de manière aisée et le Topographic Position Index révèle les anomalies de très faible amplitude.

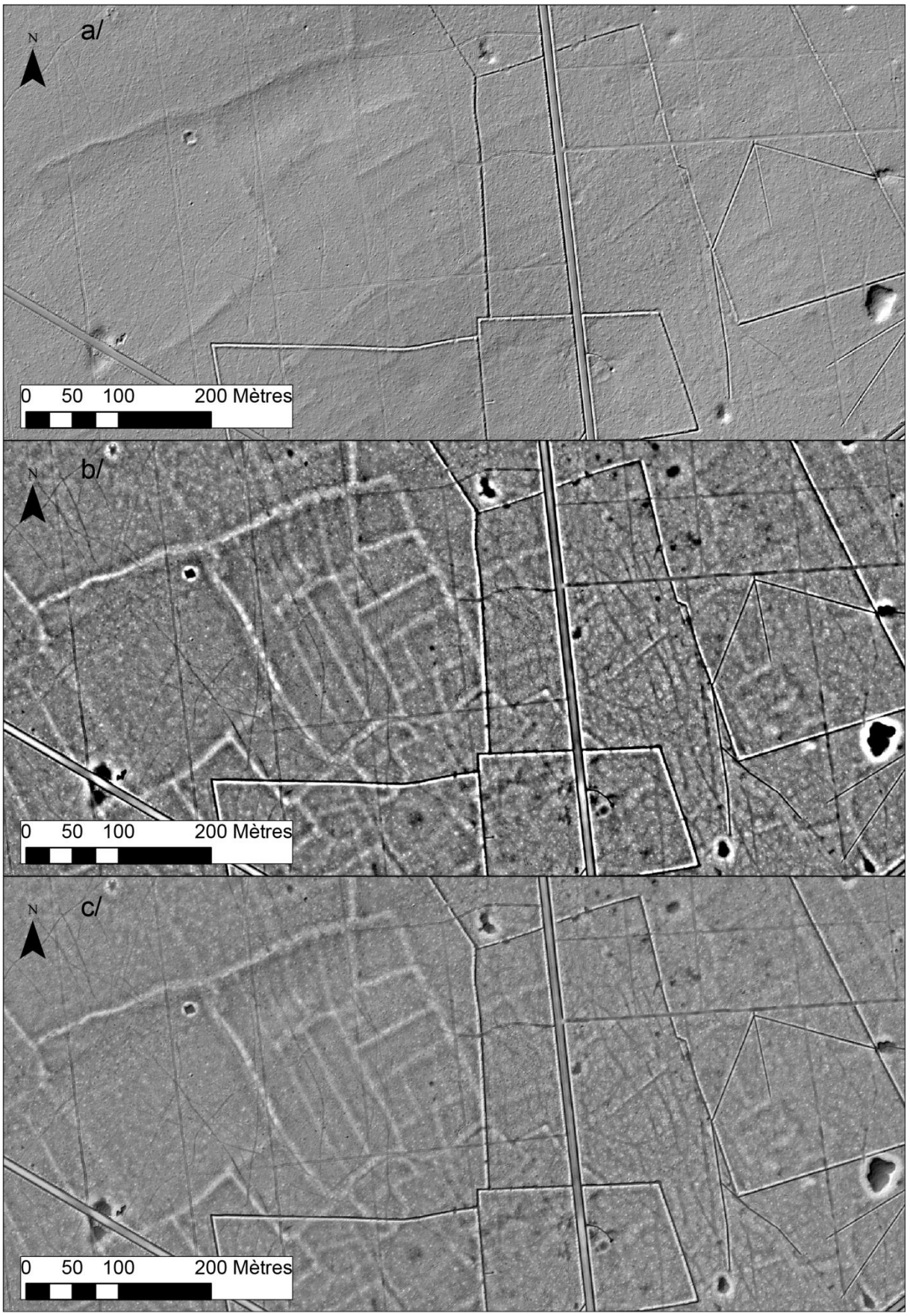


Figure 13 : Forêt de Russy, a/ ombrage Simple, b/Topographic Position Index (TPI), c/ composition prenant en compte l'ombrage simple et le TPI (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4 Premiers résultats

L'information LiDAR couvrant une très grande surface à haute résolution, il devient vite contreproductif de présenter toutes les anomalies du microrelief observables sur les données. A titre d'exemple, on notera qu'un essai de vectorisation des charbonnières observables sur 6 km² a révélé la présence de 200 individus (cf. 4.3.3). De plus, les données LiDAR nous ont été livrées durant l'été 2015, il a donc fallu attendre l'automne de cette année pour commencer à exploiter les données et mettre en place des réflexions thématiques et quelques opérations de terrain. Ce faible laps de temps, entre la mise en place des travaux et la date du rendu du rapport, ne nous a pas permis d'effectuer, pour chaque anomalie du microrelief, une caractérisation morphométrique.

Après un bilan de l'information récolé durant cette première année (plans anciens, plans forestiers, etc.), nous avons décidé de présenter les résultats de manière thématique, en suivant l'organisation du programme.

4.1 Récolement de données

Nous avons mis à profit cette première année pour récoler des données planimétriques ainsi que des bases de données (annexe 3). En effet, l'interprétation des traces matérielles reconnues par l'approche prospective, impose de recenser également les principales sources documentaires disponibles sur lesquelles fonder l'histoire du paysage.

4.1.1 Les données cartographiques actuelles

Les données concernant l'état actuel du sol ont été obtenues auprès de l'IGN et de l'agence européenne de l'environnement. Elles regroupent le parcellaire, la couverture actuelle du sol, l'orthophotographie de 2013, l'hydrographie, la voirie, les toponymes, le modèle numérique de terrain à 25 m ainsi que les différents clichés verticaux acquis sur le secteur de 1965 à 1996. L'intégralité de ces clichés n'a pas encore été géoréférencé.

Les cartes géologiques au 25000 de Blois (n°428), Bracieux (n°429), Montrichard (n°459) et Romorantin (n°460) ont été intégrées au corpus de données et vectorisées (fig. 2 et annexe 5c) afin de les rendre interrogeables. De plus, nous avons vectorisé et intégré la base de données du sous-sol produite par le BRGM. Cette base nous permet ponctuellement d'avoir des informations sur les épaisseurs et sur les successions des couches géologiques.

Les données liées au peuplement forestier nous ont été fournies par le Domaine national de Chambord et l'ONF.

4.1.2 Les données archéologiques

Les données de Patriarche nous ont été fournies par le SRA Centre-Val de Loire pour l'ensemble des communes concernées par le programme (fig. 14). La base ponctuelle comporte 3000 entrées. Dans la zone d'étude de SOLiDAR, la quasi-totalité des sites sont directement issus des travaux de Louis Magiorani et de l'extraction d'informations à partir de la carte de Cassini.

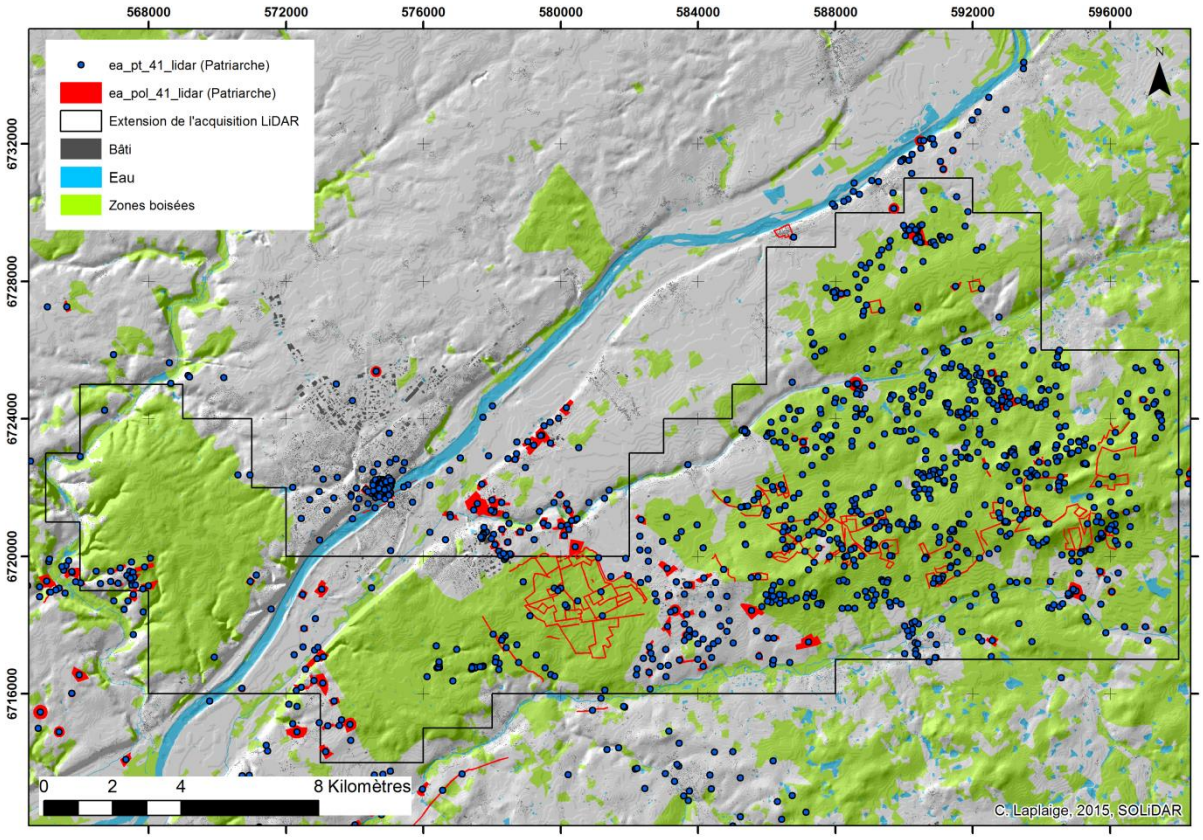


Figure 14 : Sites archéologiques inclus dans Patriarche sur les communes concernées par le programme (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Les données acquises par Louis Magiorani durant 15 années de prospections ont été intégrées dans le programme sous deux formes : les cartes et plans créés sous Illustrator (fig. 15) ont été géoréférencés et la base de données au format Excel a été intégrée au SIG (fig. 16).

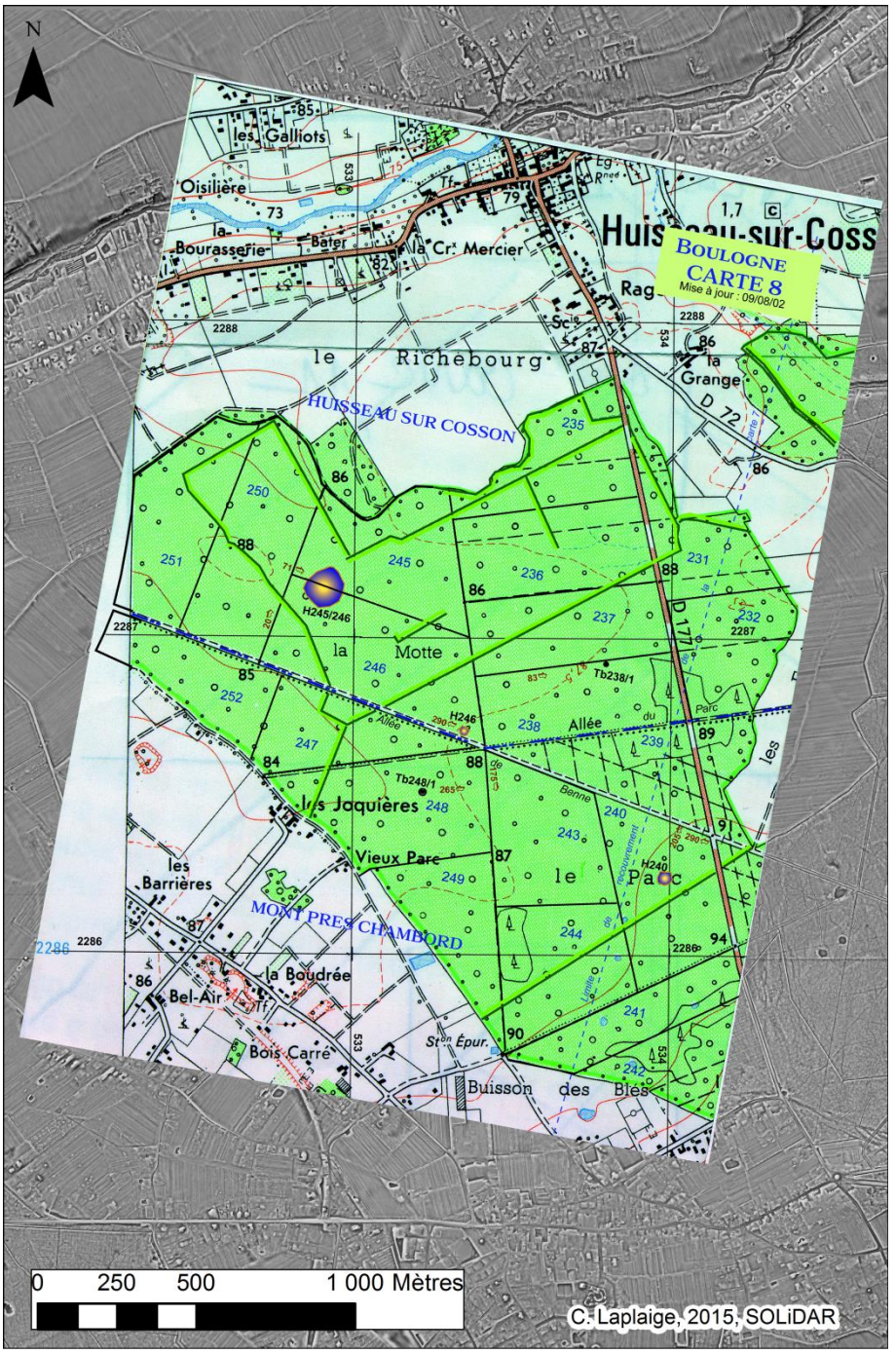


Figure 15 : Feuille Boulogne 8 créée par L. Magiorani drapé sur les données LiDAR (C. Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR)

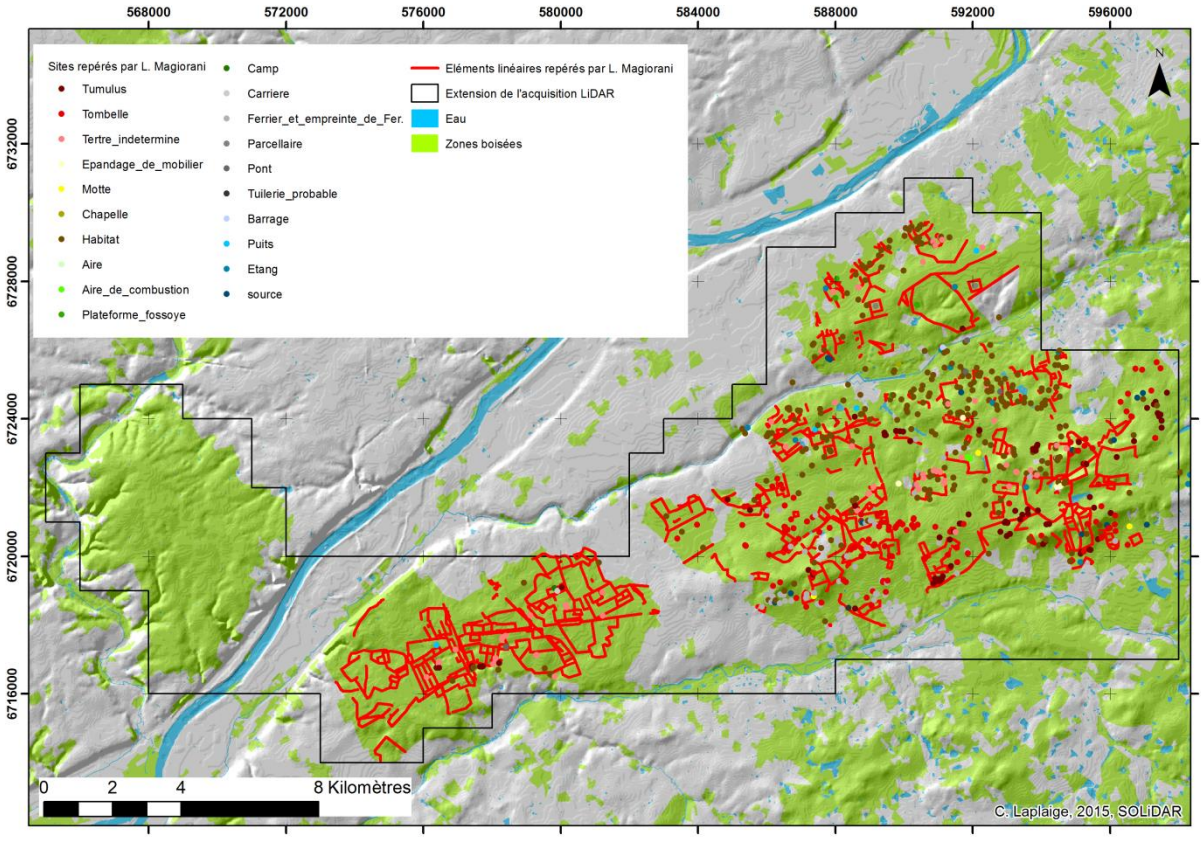


Figure 16 : Sites archéologiques repérés et décrits par Louis Magiorani de 1999 à 2013 (C. Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR)

Un exemple du listing de sites de L. Magiorani est disponible sur les figures 17 et 18. Il a été décidé de conserver la codification mise en place par ses soins et reprise en partie dans Patriarche pour simplifier les liens entre les vestiges indiqués sur ces bases et les artefacts détectés par la télédétection LiDAR. De plus, l'intégralité des informations contenues dans ces listes a été conservée. La principale modification a été de transformer le système de coordonnées du Lambert 2 étendu au Lambert 93.

	Liste des Vestiges.			**BOULOGNE CARTE 8 mise à jour 12 août 2002**		
Sce=	Source				cd = corde	
T =	Tumulus			Les caps sont donnés en degrés par rapport au Nord géographique.	Flor = Florance	
Tb =	Tombelle			a = allée ; cr = carrefour ; r = route ; périph = périphérique ; lim = limite ; L = Layon	fl = flèche	
H =	Habitat			aParc = a du Parc ; aBenne = a de Benne ; rMH = r de Mont à Huisseau		
F =	Ferrier			E = Type elliptique	en m	en m
eF =	empreinte de Ferrier					
Type	**Code**	**Commune**		**Chemin d'accès**	**Diamètre**	**Hauteur**
	Parcelle / n° du Monum.		Les distances sont comptées en pas de 0,75m, ou en m, au cap	N/S ; E/O	; déblais	

			identifié,			
				Cadastre	**à partir de l'axe du carrefour, de l'allée ou du cloisonnement.**	
Tb	238/1	HUISSEAU	BP 8	D177 ; lim 237/238 ; 220 m au 263 sur lim 237/238; 15 m au 173 sous-bois	8 ; 8	0,7
TbE	248/1	MONT	AM 146	cr aParc/aBenne ; 108 m au 175 sur lim 243/248 ; 213 m au 265 sous-bois	6,5 ; 9,5	0,4
H	240	MONT	AM 5	cr rMH/aBenne ; 85 m au 290 sur aBenne ; 170 m au 205 sous-bois	30 ; 30	-
H	245/246	HUISSEAU	BP 6	aBenne ; lim 246/250 ; 295 m au 20 sur lim 246/250 ; de 60 à 170 m sur lim 245/246	140 ; 120	-
H	246	HUISSEAU	BP 6	cr aParc/aBenne ; 80 m au 290 sur aBenne : 15 m au 20 sous-bois	20 ; 20	-

Figure 17 : Extrait de la fiche de site « Boulogne 8n » (D'après L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR)

	Liste des Vestiges.			**BOULOGNE CARTE 8**		**mise à jour 12 août 2002**
		E= type Elliptique ; Ga or = grand axe orienté				
Sce =	Source	ent = entaillé ; surf = surface ; cons = conservation				
T =	Tumulus	lim = limite ; franc = franchissement ; orn = ornières				
Tb =	Tombelle	trav = traversé ; sct = sectionnement ; trac = traces				# année approximative de plantation ou semis
H =	Habitat	rég = régulier(e) ; irrég = irrégulier(e)				
F =	Ferrier					
eF =	empreinte de Ferrier					
Type	**Code**	**Notes sur le monument**	**Coordonnées Lambert**			**Environnement forestier**
	Parcelle / n° du Monum.		**X**	**Y**	**Z**	
Tb	238/1	pas de traces de fossé	533,795	2286,92	88	perchis
TbE	248/1	très plate ; limites bien marquées ; Ga or 60/240	533,22	2286,515	86	futaie de feuillus
H	240	GR (imbrex, tegulae) ; 1 lamelle silex blond	533,98	2286,245	90	vieille futaie de feuillus
H	245/246	GR (imbrex, tegulae) ;	532,9	2287,16	87	vieille futaie de feuillus
H	246	néo-m1 (Chambon) (anse en bouton, nervures…)	533,35	2286,705	87,5	vieille futaie de feuillus

Figure 18 : Extrait de la fiche de site « Boulogne 8a » (D'après L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR)

Le contrôle LiDAR des données créées par Louis Magiorani n'a, pour le moment, pas été effectué de manière exhaustive.

D'une manière générale, on considère, lorsque l'on met en place une acquisition LiDAR dans un secteur postérieurement à des prospections pédestre, que l'on augmente le nombre de sites repérés d'au moins 50% (Georges-Leroy et al., 2007, 2009 ; Risbol et al., 2015). Les premiers tests menés sur certains secteurs du programme SOLiDAR révèlent une détection quasi exhaustive de certains types de vestiges lors des prospections pédestres. Les élévations ponctuelles ont, par exemple, été détectés à plus de 70%. De plus, le

positionnement des vestiges au pas et à la boussole effectué par L. Magiorani, c'est-à-dire sans l'utilisation d'un GPS, est très satisfaisant (fig. 19). Sur cette figure, on peut observer que les linéaments talutés - fossoyés (double traits blanc et noir) ont été parfaitement reconnus, correctement restitués d'un point de vue morphologique, mais décalés géographiquement. Les tertres ont aussi été détectés mais le positionnement des points mérite d'être translaté d'une vingtaine de mètres. Le positionnement relatif entre les points est par contre correct. On peut toutefois noter que certains vestiges n'ont pas été repérés lors des prospections au sol, par exemple : le talus (coupe a-b) mesurant 80 cm de haut pour 30 m de large, ainsi que le chemin creux (c-d), d'une cinquantaine de centimètres de profondeur pour 20 m de large.

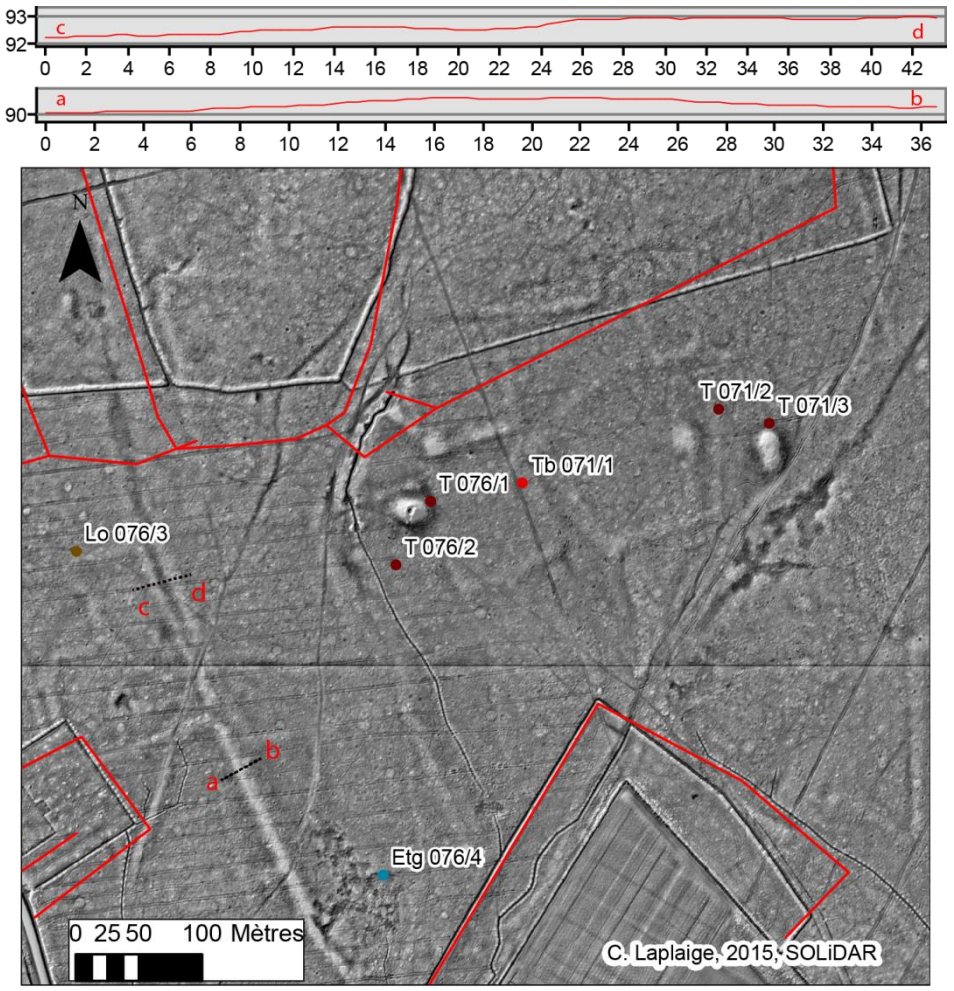


Figure 19 : Boulogne, comparaison entre les anomalies microtopographiques et les positions des vestiges archéologiques relevés lors des prospections pédestres en amont du programme (en rouge) (C . Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR)

4.1.3 Les plans anciens

Suite à une convention mise en place avec les archives départementales du Loir-et-Cher, un certain nombre de documents cartographiques numérisés et datant du XVIIIème au XXème siècle nous ont été fournis. Les cadastres napoléoniens faisaient partis de ce lot de données. De plus, les documents utilisés par L. Magiorani pour ses rapports de 1999 à 2013 ont été intégrés. Enfin, en tant que programme de recherche associé au chantier Chambord-Château d'Intelligence des Patrimoines, nous avons pu accéder au fond des archives du Loir-et-Cher préalablement numérisé, particulièrement le fond 58fi.

4.1.3.1 Le plan cadastral du 19e s.

Le plan cadastral dit « napoléonien » ou ancien cadastre est un cadastre parcellaire unique et centralisé, institué en France par la loi du 15 septembre 1807, à partir du « cadastre-type » défini le 2 novembre 1802.

Nous avons récolé les anciens cadastres des 32 communes concernées par SOLiDAR. La date de relevé de ces cadastres s'échelonne de 1809 à 1827. L'ensemble du corpus est constitué de 336 feuilles en comptant les plans d'assemblage. A l'heure actuelle, il a été décidé de géoréférencer tous les plans d'assemblage ainsi que les feuilles incluses dans la zone d'étude (fig. 20). Les matrices n'ont pour le moment fait l'objet d'aucun travail.

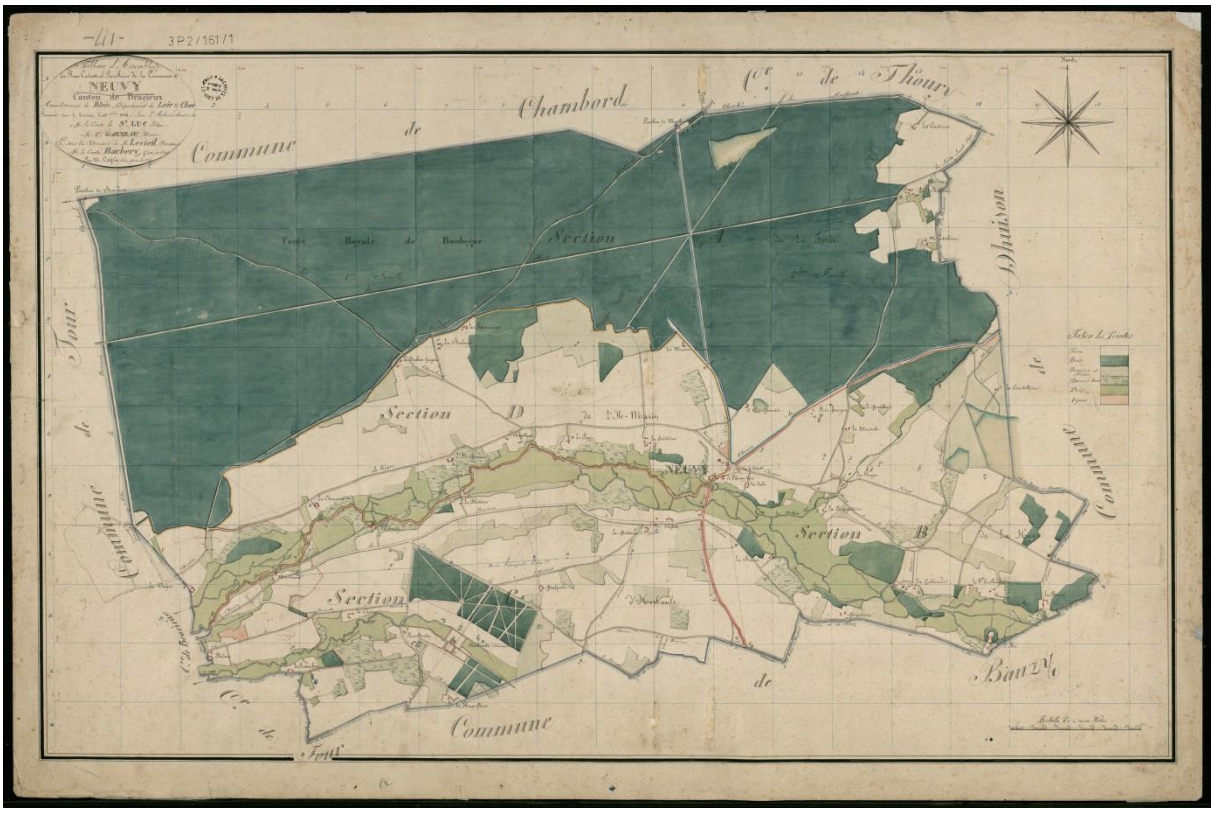


Figure 20 : Plan d'assemblage du cadastre napoléonien de la commune de Neuvy (source AD 41, cote FRAD041_3_P_2%161%00001)

4.1.3.2 La carte de Cassini

Nous avons également géoréférencé et utilisé la portion de la carte de Cassini correspondant à la zone d'étude. Plus ancienne carte topographique établie pour l'ensemble de la France, elle a été la première à bénéficier d'une triangulation générale à l'échelle d'un pays assortie d'un relevé de terrain systématique.

L'intégralité de la zone d'étude prospectée dans le cadre de SOLiDAR correspond à la feuille n°28 (fig. 21). Les informations concernant l'habitat ont préalablement été intégrées dans Patriarche, toutefois, la trame viaire et la nature de l'occupation des sols (vignobles, forêts) n'avaient pour le moment pas été pris en compte.

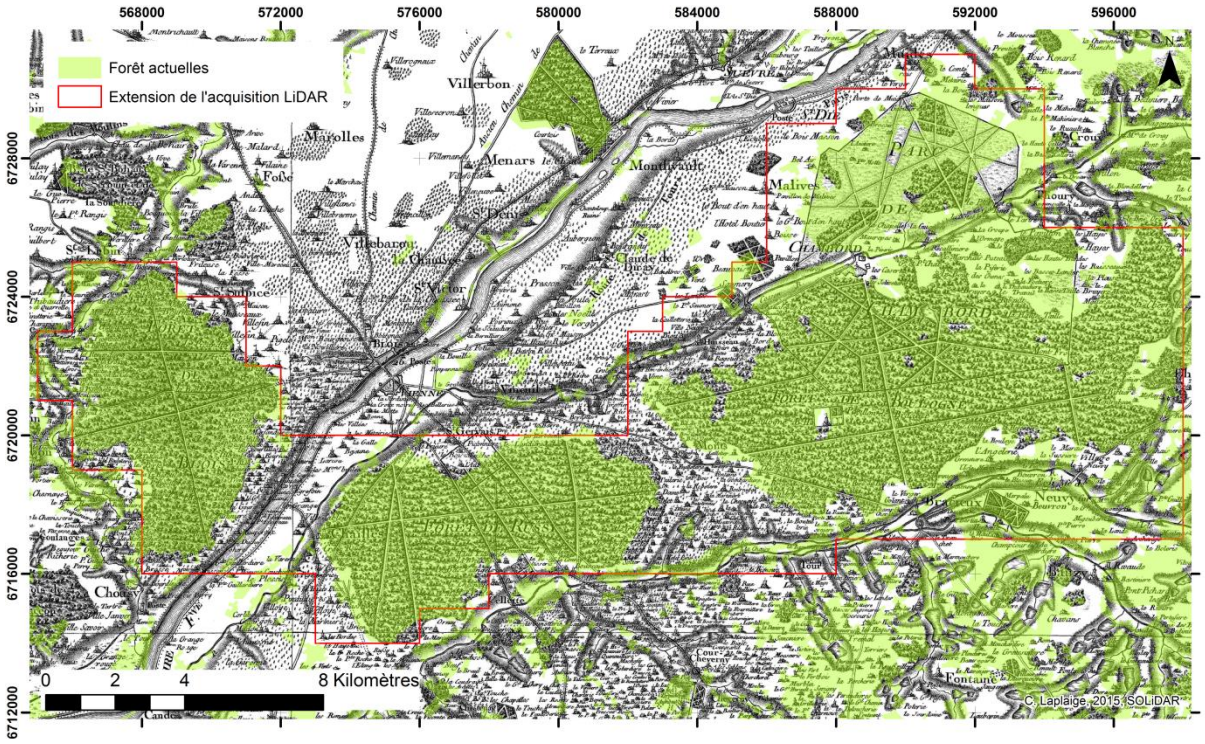


Figure 21 : Carte de Cassini drapée sur l'extension actuelle des forêt (C. Laplaige, 2015 © IGN, SOLiDAR)

4.1.3.3 La carte d'état-major

Les feuilles de la carte d'état-major utilisées sont les feuilles n°108NE et 108 NO (fig. 22). Ces cartes ont été réalisées au XIXème siècle à des fins militaires pour pallier les imprécisions de la carte de Cassini. Elles offrent une vision globale très détaillée et homogène du paysage puisque les routes, la végétation, l'hydrographie, les bâtiments et la topographie y figurent. Les cartes d'état-major constituent un complément utile du cadastre napoléonien (*cf. supra*), daté de la même époque, avec lequel elles se combinent parfaitement.

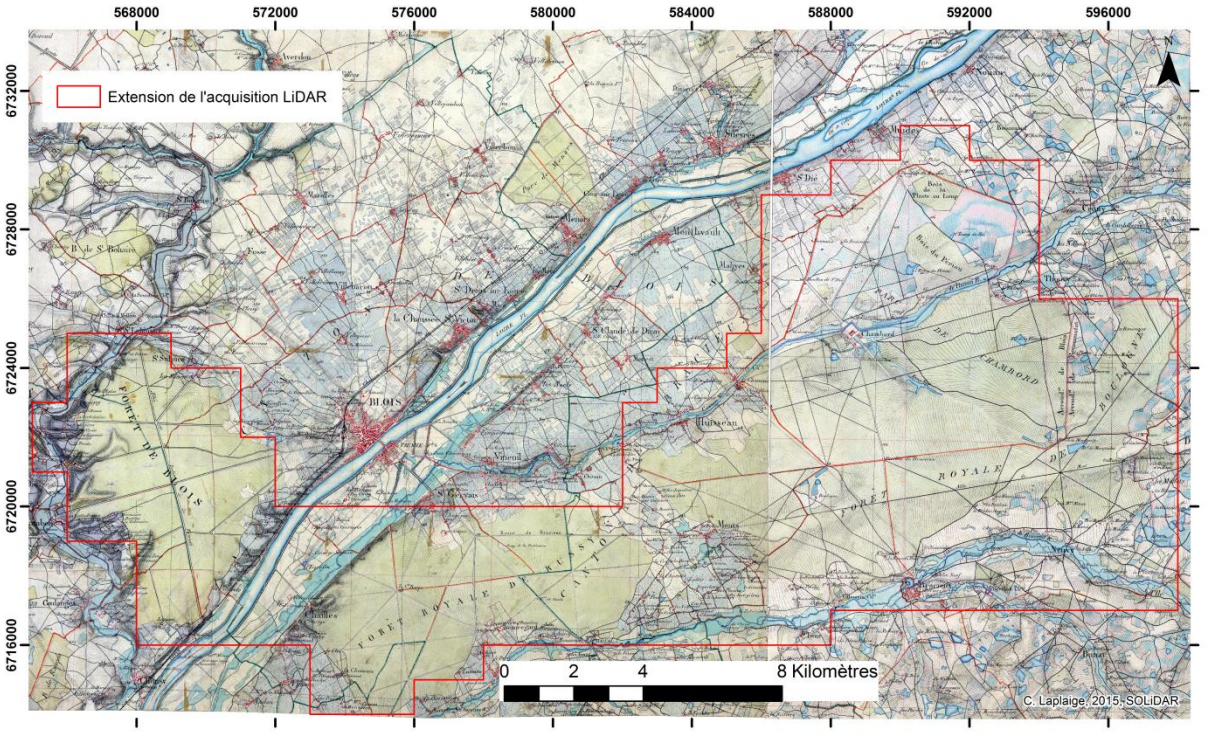


Figure 22 : Carte d'état major et extention de l'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 © IGN, SOLiDAR)

4.1.3.4 Série 1 fi (AD 41)

Grâce à la convention mise en place avec les archives départementales du Loir-et-Cher, les plans de la série 1fi déjà numérisés nous ont été transmis. Ces plans, au nombre de quinze, datés du XVIIème au XXème, sont numérisés en haute résolution et concernent différentes communes incluses dans le programme (la liste des plans est disponible dans l'annexe 3). Ces plans ont été, pour la plupart, géoréférencés. Seuls quatre plans n'ont pour le moment pas pu être redressés, du fait de leur déformation géométrique et/ou de l'absence de points de repères.

4.1.3.5 Série 58 fi

Ce fond de plan a été en partie numérisé par Intelligence des patrimoines (https://www.intelligencedespatrimoines.fr) dans le cadre du projet RIHVAGE (https://rihvage.univ-tours.fr) et du Chantier Chambord-Châteaux. Le fond, qui provient du Domaine national de Chambord et qui est versé aux archives départementales du Loir-et-Cher, contient 605 dessins, pour la plupart provenant de l'agence d'architecture établie à Chambord de 1822 à 1913 et pour partie de l'administration forestière du Domaine. Les plans, carte et relevés sont datés de la fin du XVIIIème jusqu'au XXème siècle. Au final ce sont 213 documents qui ont été numérisés, la plupart portant sur le château et ses différents éléments architecturaux. Nous avons toutefois pu intégrer 19 documents, principalement centrés sur le château, à notre étude (liste disponible en annexe 3).

4.1.3.6 Conclusion

Une base documentaire riche et variée a pu être mise en place suite au récolement de données engagé en 2015. Toutefois, ce travail n'est pas encore terminé. Outre le géoréférencement qu'il reste encore à effectuer pour certains plans, il convient dorénavant de critiquer la donnée et d'essayer de prendre en compte les cartes et plans qui n'ont pas pu être redressés. De plus, les fonds de la BNF ainsi que l'atlas de Trudaine n'ont pour le moment pas été intégrés (environ 30 documents planimétriques), nous essaierons de voir dans quelle mesure il est possible de les récupérer.

4.2 Les différentes trames parcellaires

Les premières analyses des données LiDAR ont montré qu'il existait, dans la zone d'étude, au moins trois trames parcellaire se superposant. La figure 23 est représentative de cette superposition que nous retrouvons dans la quasi-totalité des massifs de Blois, Russy, Boulogne et Chambord.

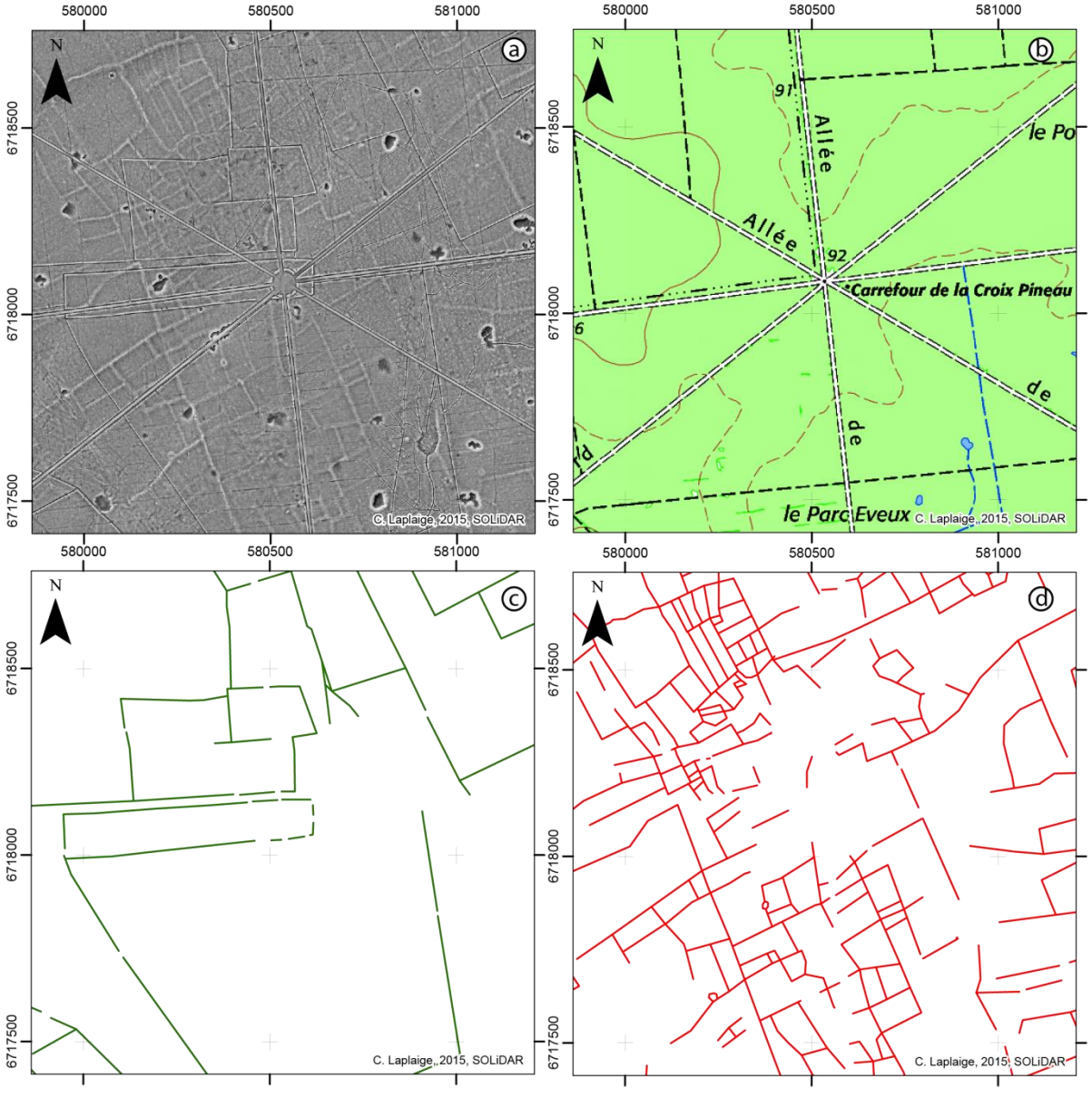


Figure 23 : Forêt de Russy (41), a/scène LiDAR centrée sur la "Croix Pineau", b/scan 25 (©IGN), c/ système taluté/fossoyé, d/ système taluté (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Sur le modèle dérivé des données LiDAR (fig. 23a), on peut observer au premier plan le système viaire de la trame parcellaire actuelle (fig. 23b). Cette trame recoupe un système composé de talus et de fossés (fig. 23c) qui elle-même recoupe un système composé uniquement de talus (fig. 23d). Le système talus-fossé est composé de grandes parcelles polygonales alors que le système taluté est composé de petites parcelles rectangulaires.

Le recoupement évident entre ces trois trames parcellaires nous fournit un début de chronologie relative. Le système taluté est le plus ancien, puis vient le système talus/fossé et pour finir la trame actuelle d'occupation. Enfin, la variabilité morphologique entre ces trois systèmes pourrait suggérer une utilisation différente de l'espace (Chouquer, 1985).

L'un des objectifs du programme sera de restituer et caractériser ces systèmes dans le but de comprendre la mise en place et l'évolution de ces paysages.

4.2.1 La trame talutée - fossoyée

Cette trame constituée d'un talus-fossé a été identifiée durant une quinzaine d'années grâce aux prospections réalisées par L. Magiorani (Magiorani, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011). Elle s'étend de part et d'autre de la Loire et on peut en trouver des éléments dans tous les massifs concernés par le programme (fig. 24 et annexe 5e). Ces linéaments mesurent 320 km de long et s'étendent sur environ 25 km² en forêt de Blois, 28 km² dans Russy, 31 km² dans Boulogne et 16 km² dans Chambord, pour une extension totale de 100 km².

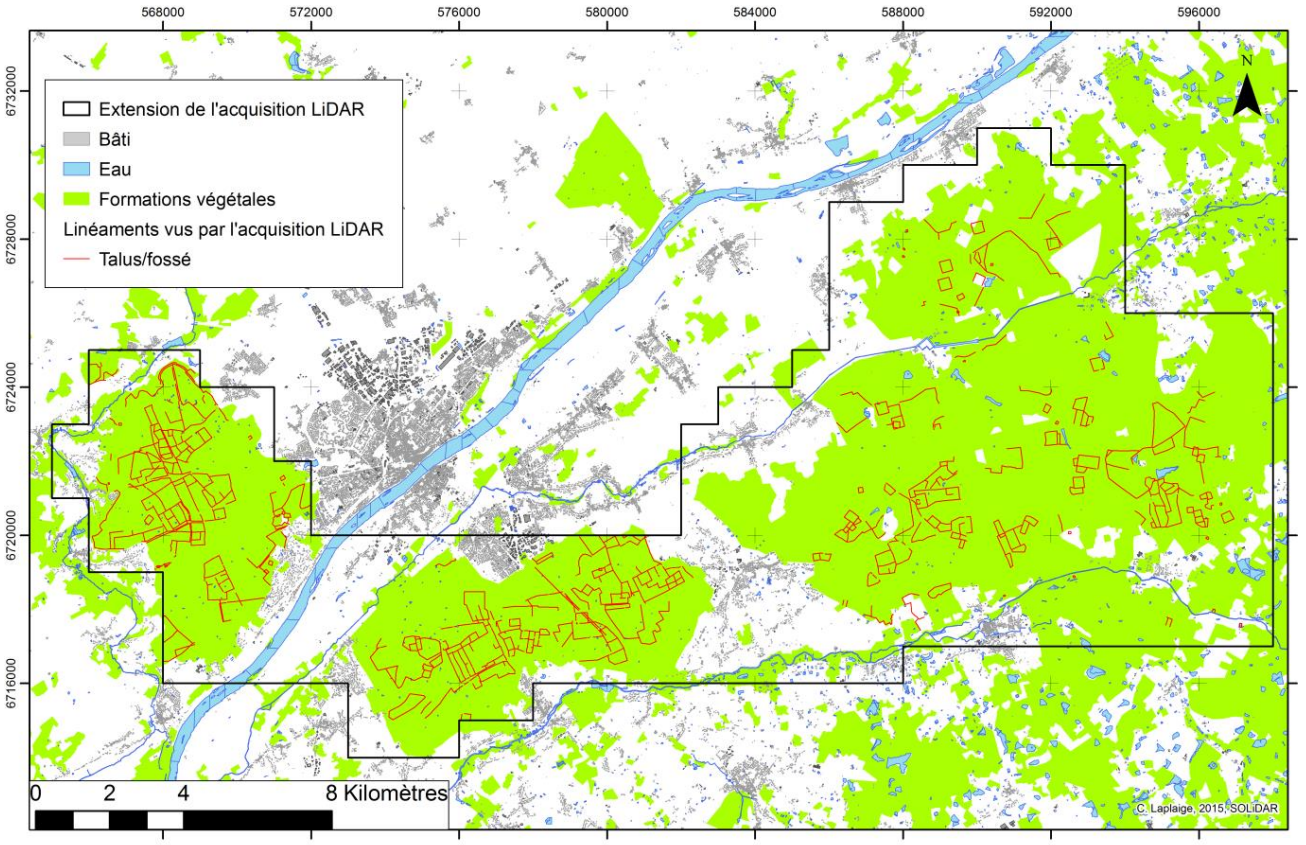


Figure 24 : Linéaments talutés/fossoyés repérés sur les données LiDAR (C. Laplaige, 2015 © Solidar)

Elle est constituée de modules rectangulaires, carrés, polygonaux, enchâssés ou non. En coupe, la structure talus-fossé mesure en moyenne de 6 à 8 m de large pour une profondeur inférieure au mètre (fig25 et 26).

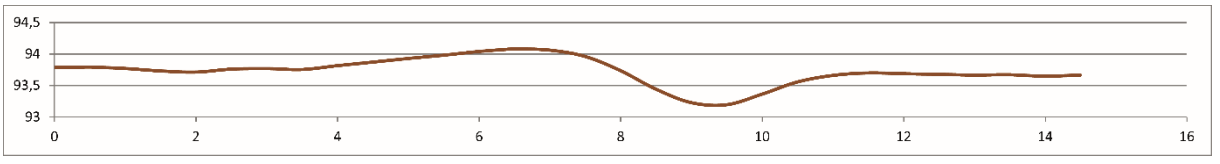


Figure 25 : Blois (41). Vue en coupe d'un talus/fossé (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Figure 26 : Blois (41). Vue d'un talus/fossé (Cliché : A. Crozet, 2015 © SOLiDAR)

Cette forme de limite parcellaire est recoupée par la trame viaire contemporaine (fig. 23), mais peut encore se retrouver dans les limites forestières actuelles (fig. 27). Sur cette figure on peut observer qu'un talus-fossé délimite actuellement le sud de la forêt de Blois (a). Vers l'Est, cette trace présente deux états : l'un correspond à la limite actuelle de la forêt et recoupe (c) le second qui est par ailleurs lui-même recoupé par la trame viaire du parc du Château de l'Isle-Verte (b). Le linéament le plus ancien se suit ensuite vers le Nord-Ouest (d).

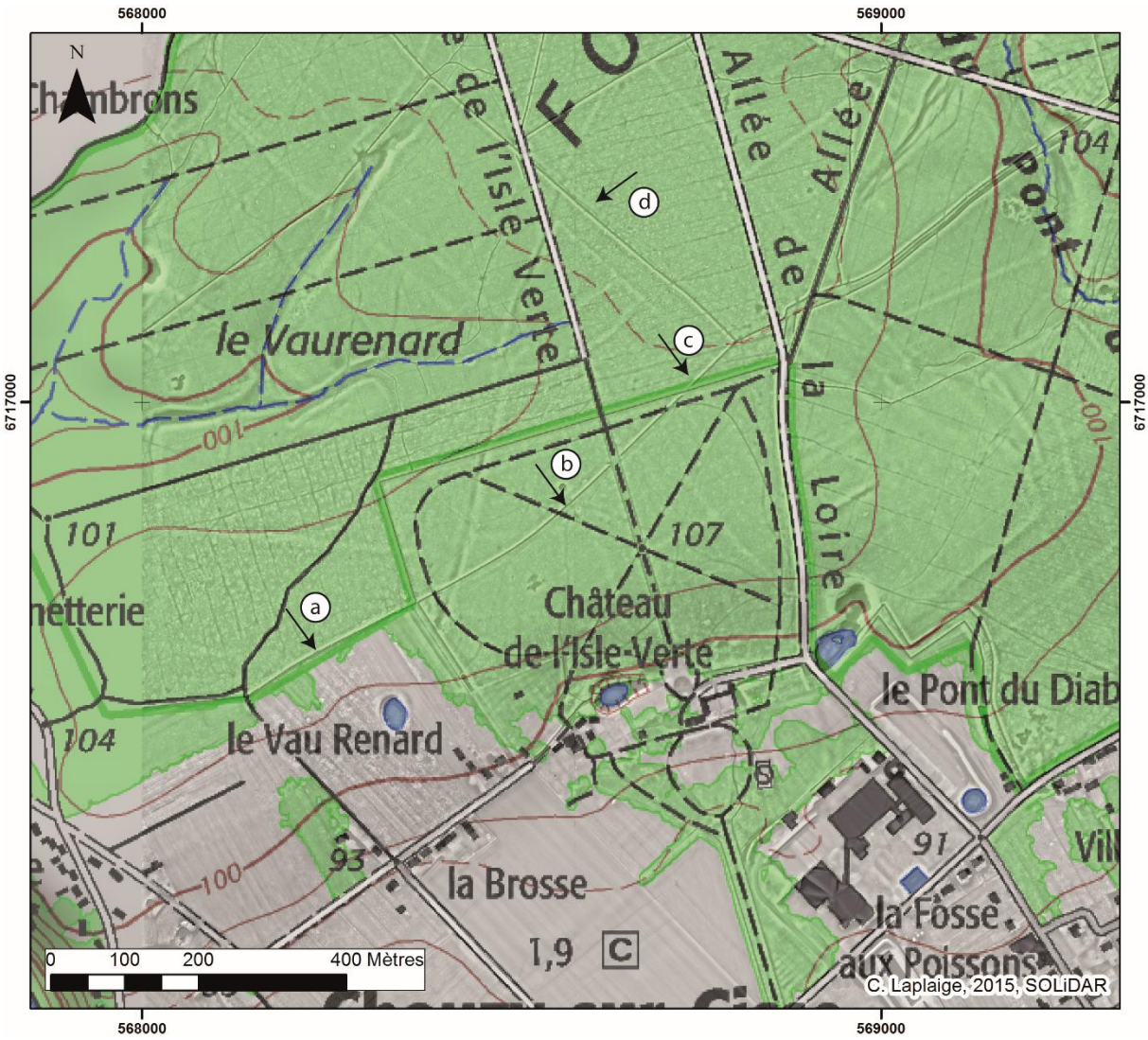


Figure 27 : Blois (41). Scan 25 drappé sur les données dérivées du LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN)

La tradition attribue ces systèmes de talus-fossés aux limites de fiefs médiévaux (Magiorani, 2011; Martin-Demézil, 1963, 1964). Il est vrai que durant l'époque médiévale, surtout à partir du XIIIème, la délimitation des domaines forestiers par des haies et des fossés (en plus des bornes) semble devenu courant (Carpentier et al., 2012; Chouquer and Favory, 1995; JACQUET, 2003). Ces systèmes de haies pouvaient également servir à délimiter des secteurs à différentes vocations au sein des massifs forestiers (par exemple : parcs, breuils, zones de coupe) (JACQUET, 2003; Serres, 2001).

Toutefois, les différents travaux menés sur ces massifs forestiers ne permettent pas d'établir de liens directs entre des limites de fiefs et ces talus-fossés (Magiorani, 2011; Martin-Demézil, 1963, 1964)sur l'intégralité de la zone d'étude.

Il est illusoire d'espérer dater la mise en place ainsi que caractériser l'évolution de tous ces linéaments, nous essaierons donc de travailler sur des secteurs restreints ou zones tests. Grace à cette approche, nous espérons mettre en place des processus d'analyses cohérents et efficients pour appréhender ces limites.

A titre d'exemple, nous ne pouvons pour le moment que mentionner une première observation des limites du prieuré de Boulogne. En 1202, Louis Ier de Blois accorde une nouvelle rente annuelle de 10 sous, à prendre sur le four de Chambord, à l'église de Saint-Aignan, contre des terrains en forêt. Il livre ensuite tous ces droits au prieuré de Grandmont, fondé dans la forêt de Boulogne en 1163. Les moines entourent d'un fossé la zone qui

leur est aliénée. Se trouvant à l'étroit, les moines occupèrent finalement une partie plus grande de la forêt, entourée elle aussi de fossés (Martin-Demézil, 1963 p. 162). Ces limites sont observables sur un plan de 1671 (AD41 : 1fi 1585) et toujours existantes dans le paysage actuel (fig. 28)

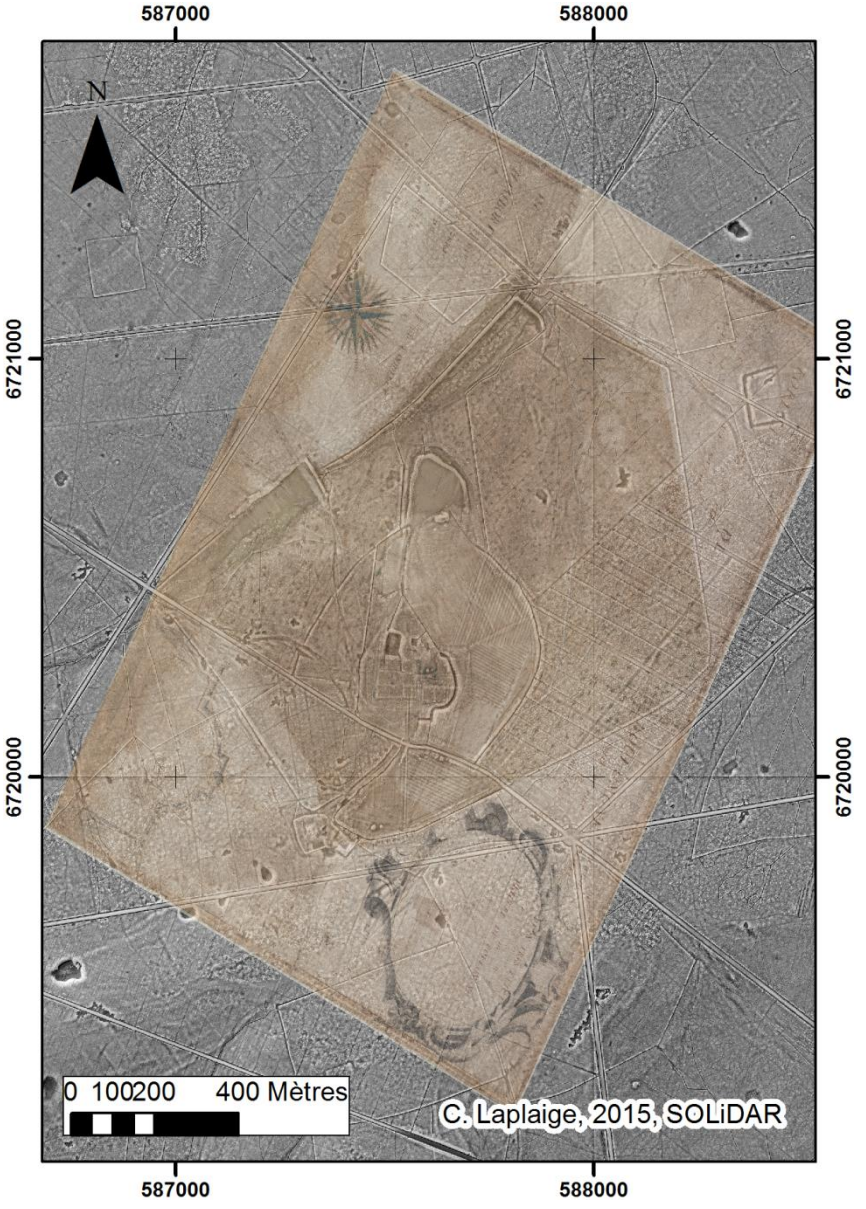


Figure 28 : « Plan très exact du priéuré de Boulogne » drapé sur les données dérivées du LiDAR. On peut noter la concordance entre les limites du prieuré et les talus/fossés. (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, AD41 cote : 1fi 01585)

4.2.2 La trame talutée

4.2.2.1 Présentation et description morphologique

Cette trame inédite n'avait jamais été reconnue en prospection. En effet, les anomalies du microrelief la trahissant sont bien trop ténues pour être observées à l'œil nu. La figure 29 présente une coupe d'un ensemble de talus dilatée cinq fois et révèle que ces derniers font, pour les plus marqués, environ 15 centimètres de haut pour une quinzaine de mètres de large.

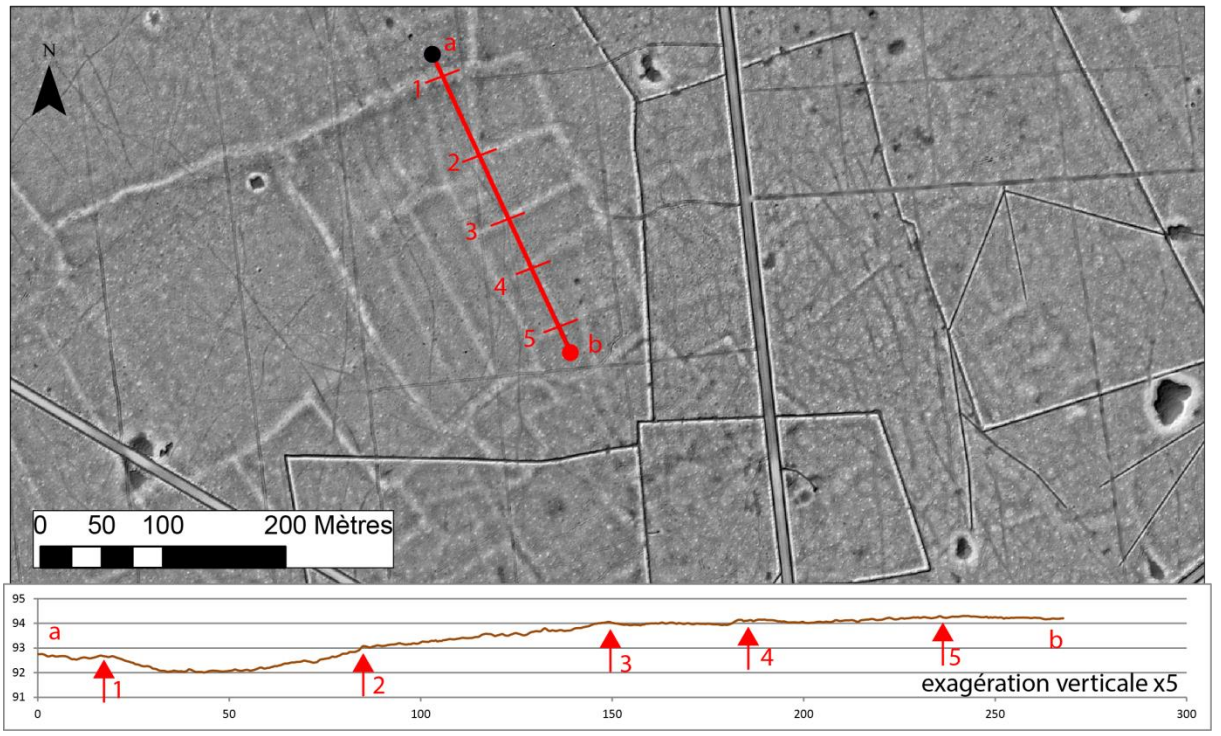


Figure 29 : Vineuil (41). Vue et coupe (exagération verticale x5) d'un système taluté (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Cette trame se développe sur les 4 massifs forestiers sur environ 90 km² (respectivement Blois : 22 km², Russy 33 km², Boulogne 22 km² et Chambord 9km²). La longueur cumulée des linéaments est de 530 km. La répartition de cette trame est observable sur la figure 30 et l'annexe 5f. Nous associons, pour le moment, les chemins creux (fig. 31) à cette trame talutée car ils semblent liés dans la majorité des cas. Cette longueur cumulée et cette extension sont semblables à celles restituées en forêt de Haye (54) (600 km de linéaments pour une extension de 85 km²) (Georges-Leroy, 2014).

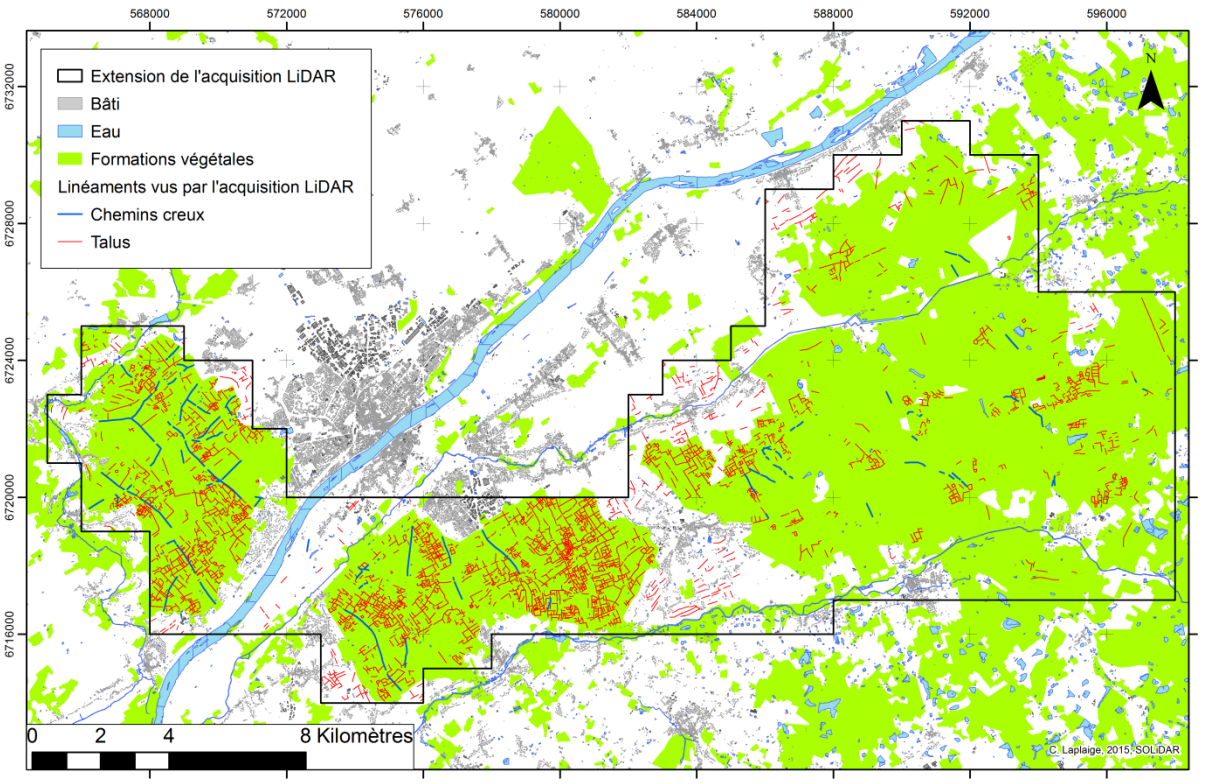


Figure 30 : Linéaments talutés et chemins creux détectés dans la zone d'acquisition LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

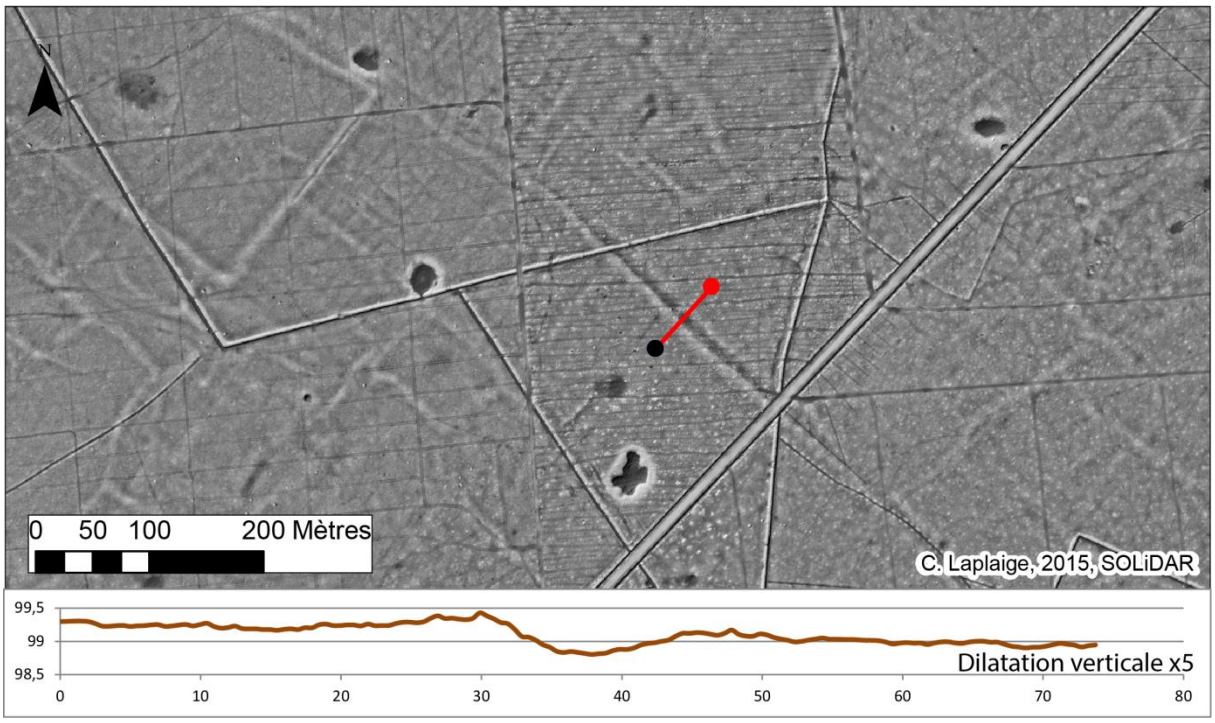


Figure 31 : Blois (41). Vue en plan et en coupe (exagération verticale x5) d'un chemin creux (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4.2.2.2 Analyse de la morphologie du système

Ce système semble, à première vue, assez homogène, orienté perpendiculairement à l'axe de la Loire (qui est à peu près orienté à 45°, c'est-à-dire Nord-Est/Sud-Ouest) avec des parcelles ayant une surface majoritairement de l'ordre de l'hectare. Toutefois, ce système n'est pas continu : la plaine alluviale de la Loire semble vide de vestiges (on peut noter de rares talus ou levés, mais sans la structuration caractéristique que l'on retrouve en forêt). La ville de Mont-près-Chambord, à la jonction entre le massif de Russy et le massif de Boulogne créée une discontinuité dans cette trame parcellaire. Enfin, le tiers Est de la zone d'étude est beaucoup moins riche en vestiges talutés. On peut cependant remarquer certains secteurs où l'on retrouve une plus forte concentration de ces vestiges, principalement à l'extrême Est de la zone d'étude.

Une analyse plus fine de la répartition des talus au sein de chaque massif forestier révèle, dans un premier temps, une dizaine de « noyaux » où la densité de talus est supérieure à 10 (fig. 32). On peut aussi observer des zones de vide au sein de mêmes massifs forestiers (1 à 7 fig. 32). Il est nécessaire de s'interroger sur l'hétérogénéité de cette répartition : conservation différentielle des vestiges, contraintes géomorphologiques, sociales, variation de la nature de l'occupation du sol ?

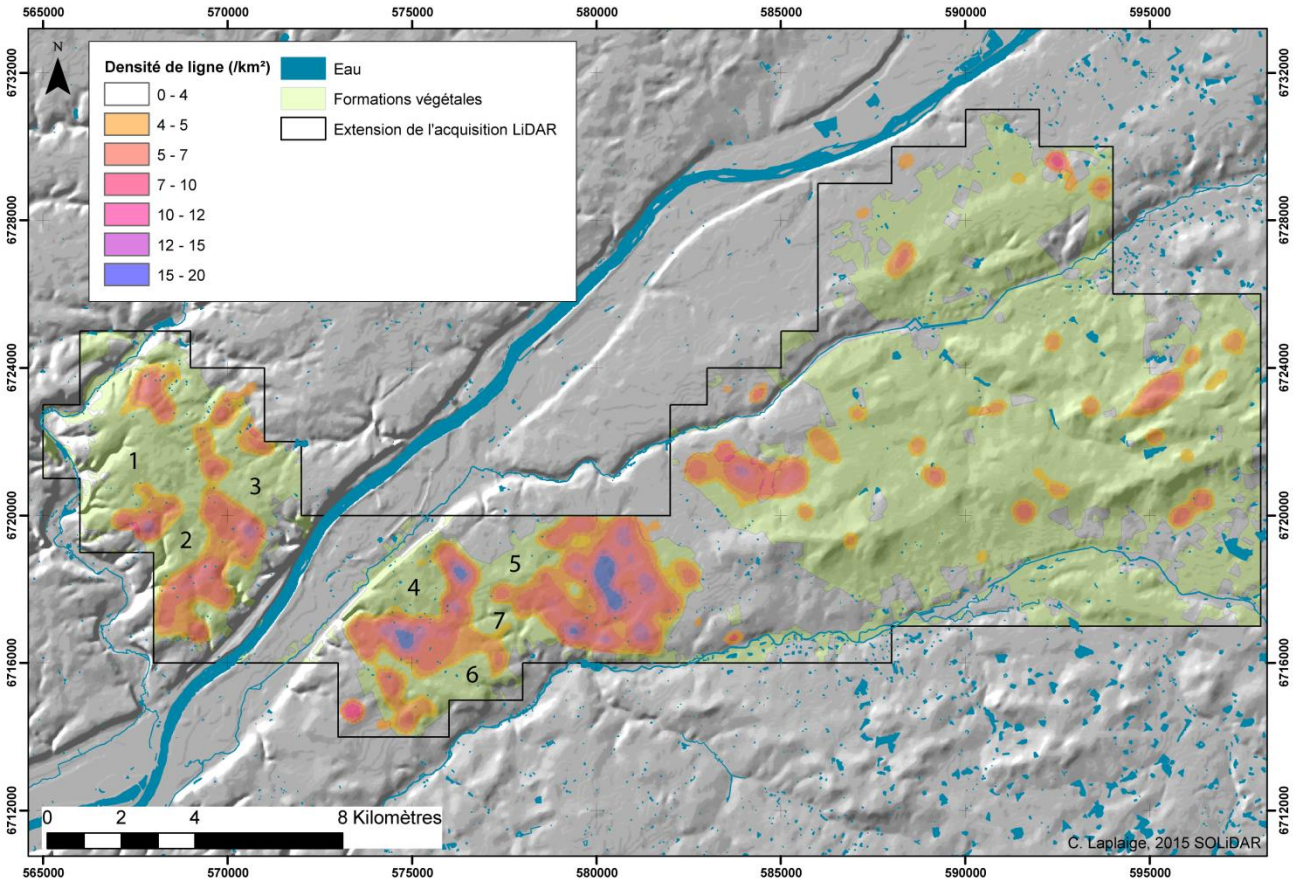


Figure 32 : Densité de noyau des linéaments talutés, la densité est mesurée sur un rayon de 500 m puis normalisée au km² (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Une première analyse de la distribution des orientations de linéaments (fig. 33) pourrait révéler une orientation préférentielle ONO/ESE (azimut 60°). Il est intéressant de noter que cette orientation diffère légèrement de celle de l'axe de la Loire dans ce secteur (NE/SO (45°)) ainsi que celle du Beuvron et du Cosson (respectivement 75° et 65°).

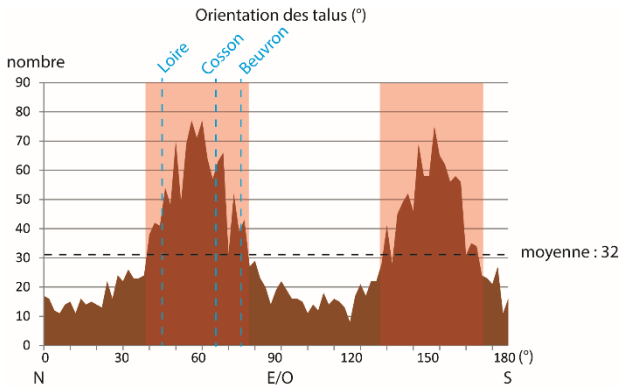


Figure 33 : orientation des Talus (note, les orientations ont été reportées sur π afin de rendre le diagramme plus lisible) (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Si l'on représente sur une carte la direction des talus en isolant les orientations les plus dont le nombre est supérieur à la moyenne (ici : 32) (de 40 à 80° et de de 130 à 170°), on peut observer, outre des variations de l'orientation de certains linéaments probablement dues à des contraintes géomorphologiques, que seuls deux secteurs, en forêt de Russy, semblent posséder une orientation discordante (a et b fig. 34). De plus, les linéaments à l'Est de la zone d'étude possèdent une orientation différente de l'orientation majoritaire restituée en forêt de Blois et Russy. Ils n'ont cependant fait, pour le moment, d'aucune analyse plus approfondie.

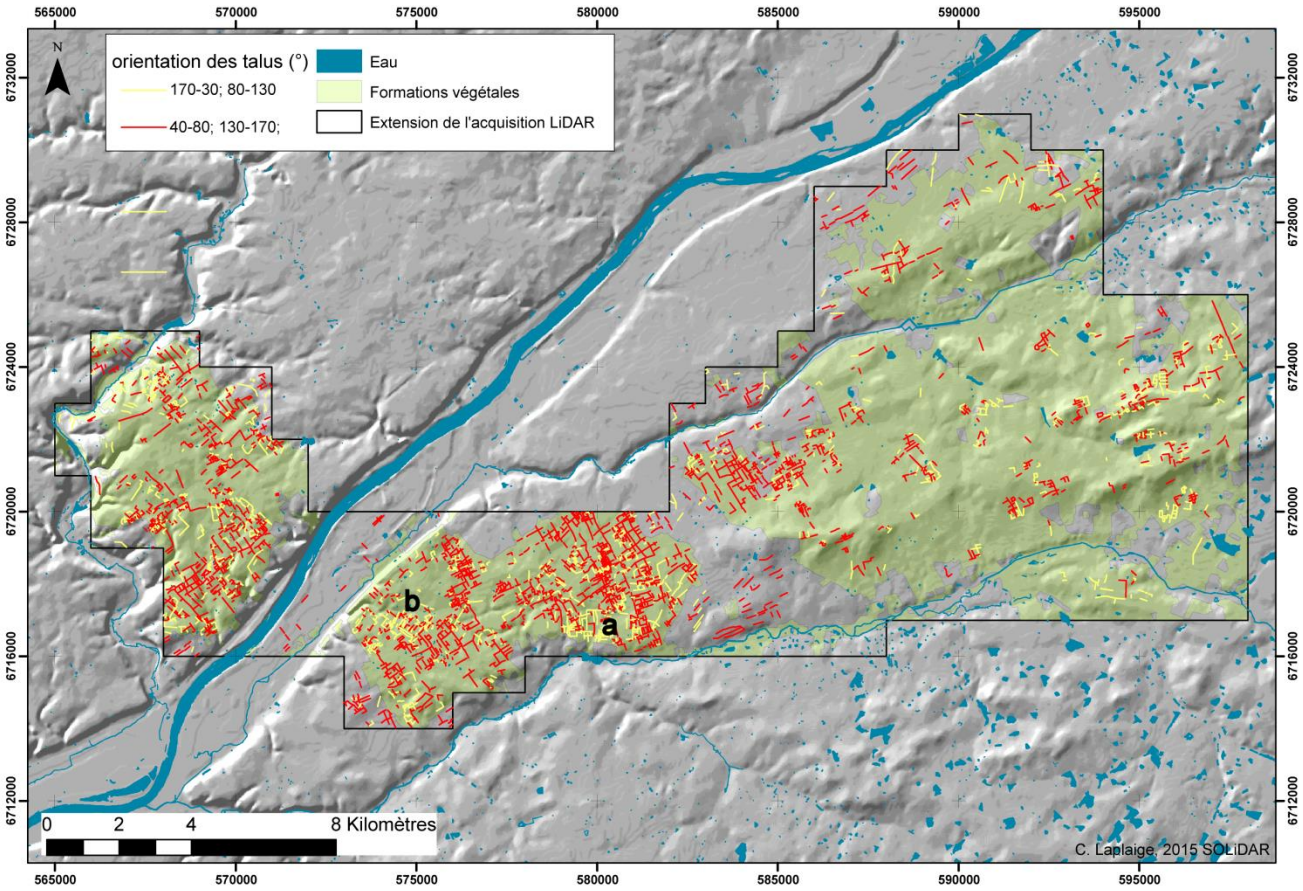


Figure 34 : Linéaments talutés détectés dans la zone d'étude avec indication de leur orientation (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4.2.2.3 Prise en compte de certains paramètres environnementaux

Lorsque l'on caractérise les pentes moyennes sur lesquels s'installe cette trame talutée, on observe que ces dernières ne dépassent pas les 18° (contre un maximum de 52° dans les massifs forestiers) avec une moyenne de 1.2° (contre 1.45° dans les massifs forestiers). On ne peut donc pas en conclure que la pente ait un effet majeur sur l'implantation de ces vestiges.

Il pourrait sembler plus pertinent de s'intéresser à la nature du substrat géologique sur lequel s'implantent les structures. La figure 35 met en relation les superficies des affleurements géologiques et la nature des couches géologiques sur lesquelles s'implantent les talus. Nous avons volontairement conservé uniquement les espaces actuellement sous forêt afin d'avoir un espace d'analyse homogène. Les valeurs représentées ont été normalisées afin d'être comparées.

Ce diagramme suggère que les talus sont implanter majoritairement sur certaines couches géologiques, on peut ainsi citer les calcaires de Pithiviers (m1Pi), aux mélanges de Limon des plateaux avec des dépôts miocènes (CLP m/m2-3), les calcaires de Beauce (m1a, très probablement semblables aux calcaires de Pithiviers, mais apparaissant sur une autre feuille), aux limons des plateaux (LP) et aux marnes et sables du Blaisois (m1bB, là aussi, correspondant très probablement aux marnes de l'orléanais (m2O)). Cette surreprésentation des talus sur ces couches pourrait s'expliquer par le caractère favorable à l'agriculture de ces dernières (cf. partie 2)

A l'inverse, les alluvions modernes (Fy et Fz) ne comportent que peu de talus par rapport à leurs surfaces, ce qui peut s'expliquer par le fait que ces terrains se trouvent principalement autour de Chambord, dans un secteur marécageux. Les vieilles terrasses (Fx et Fv) ainsi que les sables et argiles de Sologne (m3P1So) comportent elles aussi peu de talus.

Les sols s'implantant sur ces couches géologiques étant largement hydromorphes et décrites comme podzoliques et/ou gorgées d'eau, on serait tenté d'expliquer le faible nombre de talus sur ces sols par le caractère répulsif de ces derniers pour l'agriculture. Toutefois, des travaux archéologiques récents ainsi que plusieurs sources historiques nuancent et contredisent la vision hostile et répulsive de ces terrains (Favory, 2015). Il est donc nécessaire de tester à l'avenir d'autres contraintes environnementales (proximité de l'eau de surface, profondeur de la nappe par ex.) afin de pouvoir tenir un discours plus assuré.

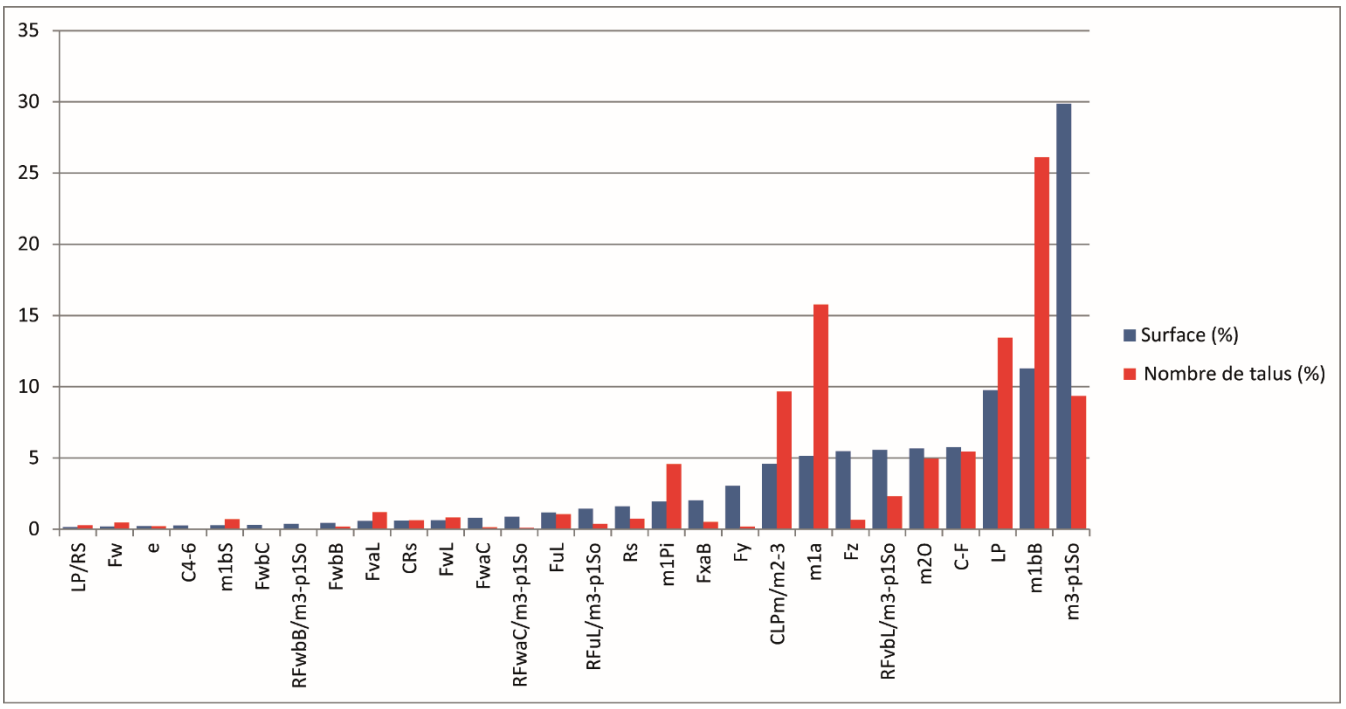


Figure 35 : Répartition des linéaments talutés en fonctio n de la nature du substrat géologique (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4.2.2.4 Pérennité de la trame talutée

On peut s'interroger sur la pérennité de ce système parcellaire et sur son influence sur le paysage actuel. Si, dans les massifs forestiers, on observe un recoupement des parcelles taluté par le système taluté/fossoyé, fournissant une chronologie relative de fin d'utilisation, qu'en est-il en zone ouverte ?

Il est couramment admis que des parcellaires anciens peuvent avoir perduré jusqu'à l'époque moderne car ils sont des éléments structurant fortement le paysage (Brigand, 2010; Chouquer, 1985; Thivet et al., 2009). L'analyse particulière d'un secteur au nord de la forêt de Boulogne, sur la commune de Huisseau-sur-cosson permet de s'interroger sur la continuité de la trame talutée en zone ouverte (fig. 36). Sur cette figure, on peut noter que le système taluté se retrouve au sein mais aussi à l'extérieur du massif de Boulogne. Les vestiges de ces talus provoquent encore des anomalies phytographiques et l'on peut observer, en intégrant le cadastre napoléonien à l'image, que ces talus correspondent à de la trame viaire et des limites de carrés de culture.

Le lien entre le parcellaire découvert en forêt et la trame parcellaire napoléonienne en zone ouverte est pour le moment limité à un seul secteur. Il convient d'étendre nos analyses à tous les secteurs en périphérie des massifs forestiers. Cependant, cet exemple permet de posé l'hypothèse de la pérennité de ce système parcellaire jusqu'au 19e siècle alors qu'il est fossilisé par la mise en place des massifs forestiers. Il restera à tenter d'en déterminer l'origine.

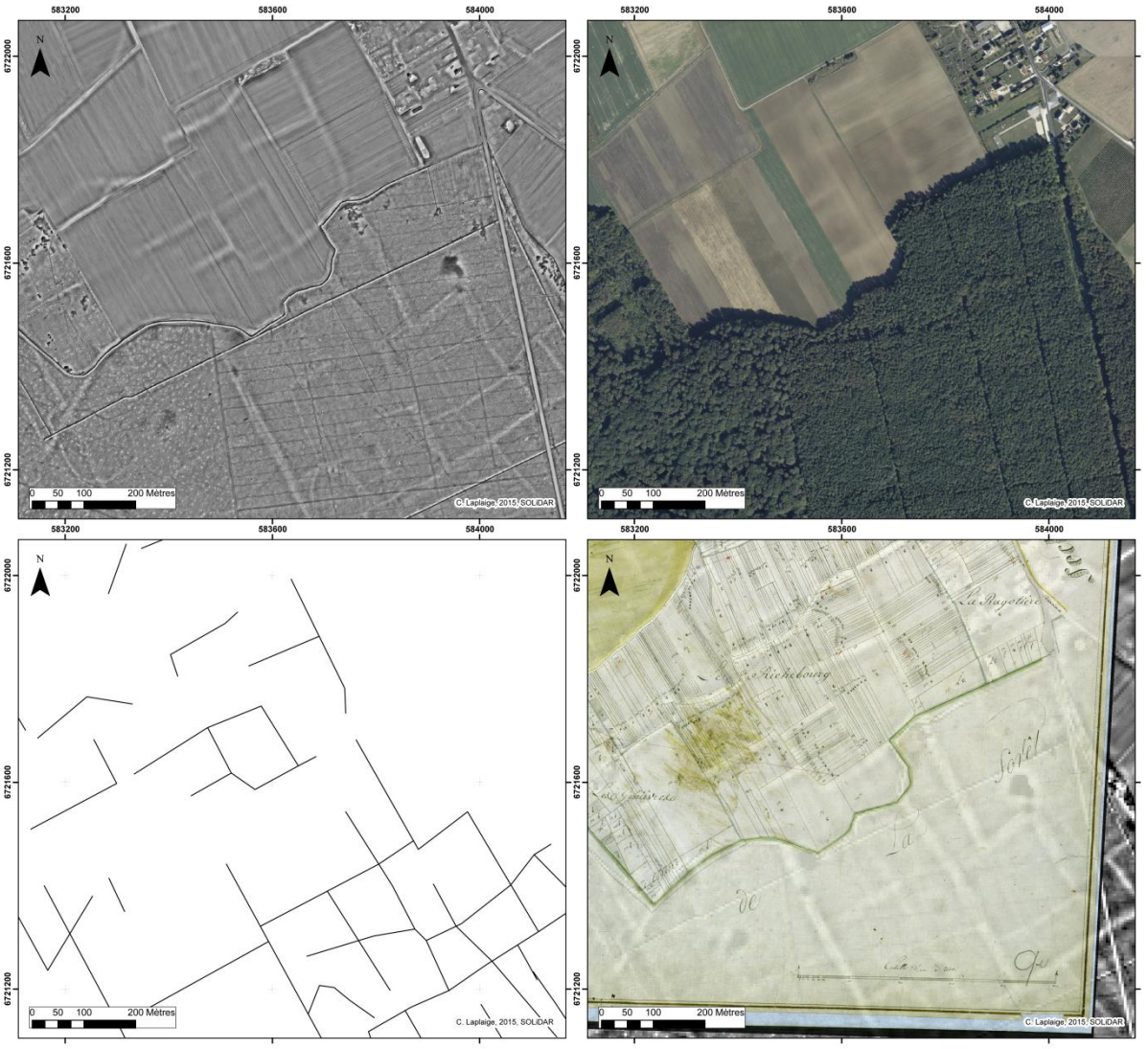


Figure 36 : Huisseau sur Cosson (41), le « Richebourg ». Scène LiDAR révélant des talus sous le couvert boisé et en zone ouverte, orthophotographie où les talus correspondent à des anomalies phytographiques, schéma d'interprétation, plan cadastral napoléonien drappé sur les données LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4.2.2.5 Conclusion et perspective

Les premières observations présentées précédemment ont montré que même si ce système taluté peut au premier abord sembler homogène, une observation plus fine vient cependant nuancer nos propos.

Les variations de densité à grande échelle de cette trame (très présente dans Blois et Russy, quasiment absente dans Chambord et le centre de Boulogne) pourraient s'expliquer par des contraintes géologiques, le secteur Est de notre zone d'étude correspondant à la Sologne, peu fertile.

La trame semble posséder, dans sa quasi-totalité, la même orientation (environ 60°). On peut cependant s'interroger sur les éléments ayant conduit à la mise en place de cette direction ONO/ESE. Si la direction générale de la Loire dans ce secteur (45°) peut sembler être un élément fort dans la mise en place de ces espaces, on a pu noter qu'il existait une différence d'orientation d'environ 15° et que la trame talutée aurait en fait une orientation plus proche de celle du Cosson.

On remarque par ailleurs que la trame présente des noyaux, secteurs où la densité de limites parcellaires est plus grande. A contrario, des zones vides de vestiges semblent apparaître (fig. 32). Cette répartition pourrait

suggérer soit, une conservation différentielle des vestiges, soit des adaptations aux conditions géomorphologiques, soit une utilisation différente des secteurs ou une combinaison des trois.

Afin d'analyser plus finement cette trame, les analyses spatiales doivent être complétées pour en caractériser l'organisation. De plus, nous proposons de mettre en place des prospections géophysiques sur certains de ces talus afin de comprendre leur structuration (panneaux électriques ou profil Radar). Ces tests devraient offrir des possibilités d'ouverture de certains talus fin 2016/début 2017, afin de comprendre les modalités de mise en place et l'évolution de ces structures. Enfin, si les conditions le permettent, nous pourrions alors procéder à des datations OSL à la base des talus dans l'objectif d'en préciser l'origine. Actuellement, seule la comparaison avec les nombreux exemples de systèmes de ce type dans la bibliographie est possible. Ces derniers renvoient quasi exclusivement à la fin de l'Age du Fer et au Haut Empire (Chouquer and Favory, 1995; Ferdière, 1980, 2006; Fruchart, 2014; Georges-Leroy et al., 2007a, 2007b; Goguey et al., 2010; Kooistra and Maas, 2008).

Il est communément admis que la meilleure façon de dater un parcellaire est de dater les habitats qui y sont connectés (Georges-Leroy, 2014; Goguey et al., 2010). Cependant, la question de la pérennité de l'organisation parcellaire (cf. 4.2.2.4) invite à se réinterroger cette corrélation. L'association d'un parcellaire à un habitat bien daté ne permettant pas de fixer ni l'antériorité ni la postériorité de l'organisation spatiale du paysage.

4.2.3 Les habitats liés au parcellaire taluté

La recherche d'habitats connectés au parcellaire est la manière la plus courante de dater ce dernier (Fruchart, 2014; Georges-Leroy et al., 2009; Goguey et al., 2010). On insistera toutefois sur le fait que :

- la datation d'un habitat ne fournit pas les bornes chronologiques du parcellaire auquel il est relié (en effet, ce dernier a pu être en place avant l'habitat et perduré après l'abandon de celui-ci).
- La forte fragmentation et la faible abondance du mobilier céramique issu des prospections limitent les interprétations chronologiques et fonctionnelles.
- Le parcellaire s'étendant sur 100 km², il faut se garder de généraliser les observations à partir de quelques analyses ponctuelles.

En plus des différents sites repérés par Louis Magiorani lors de ces prospections, nous avons essayé de rechercher des ensembles de talus pouvant trahir la présence d'habitats connectés au parcellaire taluté. La manière dont ces sites ont été conservés par la forêt et leur morphologie visible sur les données LiDAR ont été largement documentés notamment lors des acquisitions LiDAR sur la forêt de Haye (54) de Besançon (25) ou du Chatillonais (21) (Fruchart, 2014; Georges-Leroy et al., 2009; Goguey et al., 2010; Laplaige, 2012). Nous avons ainsi recherché de petites parcelles, inférieures à 1 ha, incluant de préférence un tertre (fig. 37).

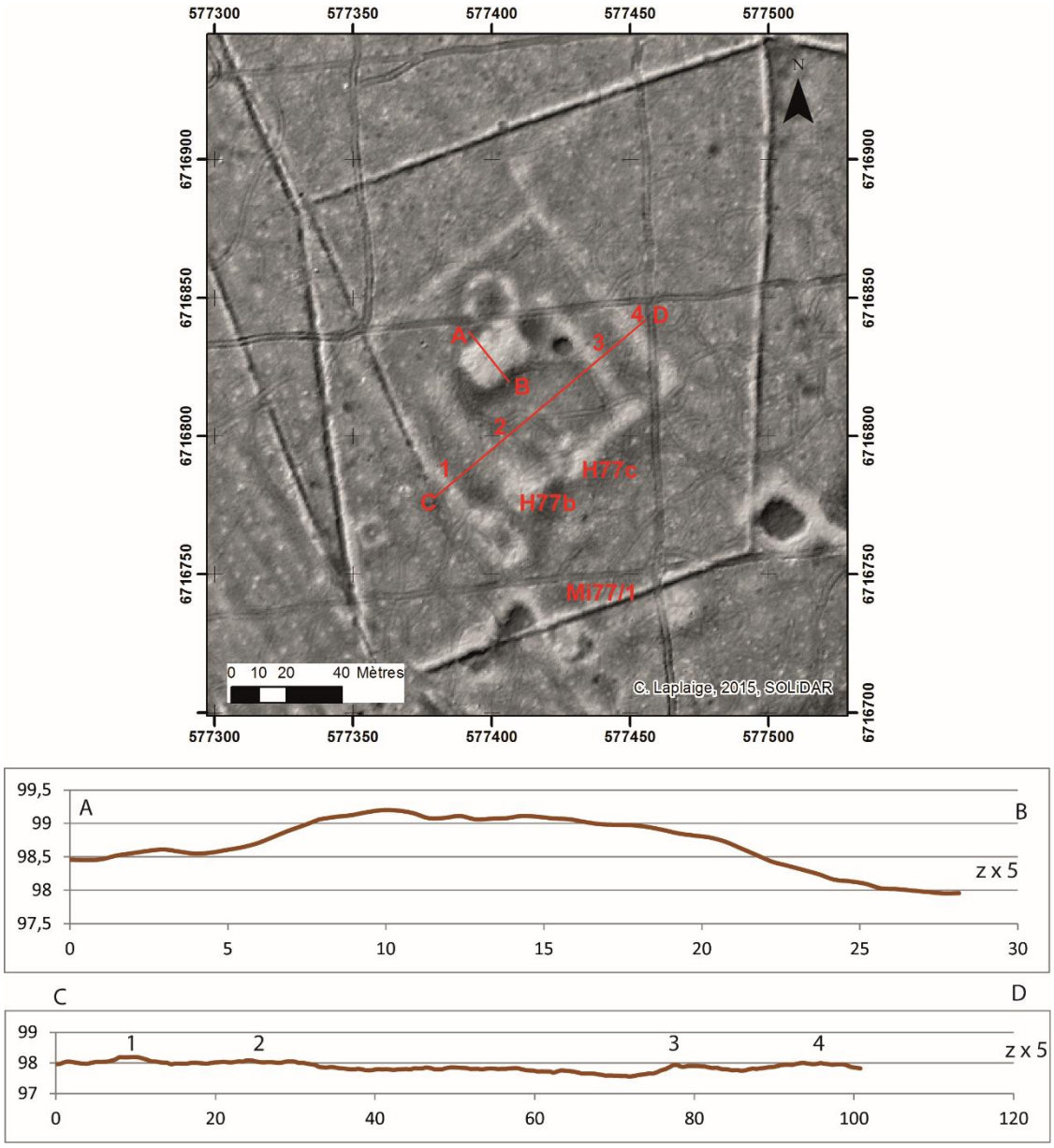


Figure 37 : Forêt de Russy, scène LiDAR révélant un probable habitat (77), pointage des découvertes de mobilier (Mi77/1, H77b et H77c) et coupes sur l'élévation centrale et l'ensemble de la structure (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Sur cette figure, on peut observer un tertre de 50 cm à 1 m de haut pour 17 m de large et 25 m de long. Il s'inscrit dans deux carrés concentriques avec un côté commun. Les talus constituants ces carrés font une vingtaine de centimètres de haut (C-D). Les indications H77b, H77c et Mi77/1 précisent les taupinières où ont été découvertes du mobilier.

Les habitats supposés détectés par l'analyse des données LiDAR (au nombre de 34) ont été classé suivant un indice de confiance allant de 1 à 3 en fonction de différents paramètres :

- La structure semble posséder une connexion évidente avec le parcellaire environnant
- La structure possède des talus extérieurs biens marqués et fermés
- La structure intègre au moins un tertre

La figure 38 présente la répartition de ces sites dans la zone d'étude. Les habitats reconnus durant les travaux de Louis Magiorani antérieurement au programme SOLiDAR ont bien évidemment été intégrés Cependant nous

n'avons pris en compte que les sites caractérisés comme habitat et connectés au parcellaire taluté. En effet, dans un premier temps, l'objectif est de voir dans quelle mesure le LiDAR peut renseigner sur l'occupation du sol avant de proposer une restitution de ce réseau d'habitat.

Sur les 34 sites repérés, 16 n'avaient pas été vus par L. Magiorani (dont 3 en forêt de Blois, jamais prospectée) et 2 (H68 et H77) avaient été classés comme des groupes de tertres, le lien entre les différentes structures étant difficile à faire à partir des seules observations de terrain.

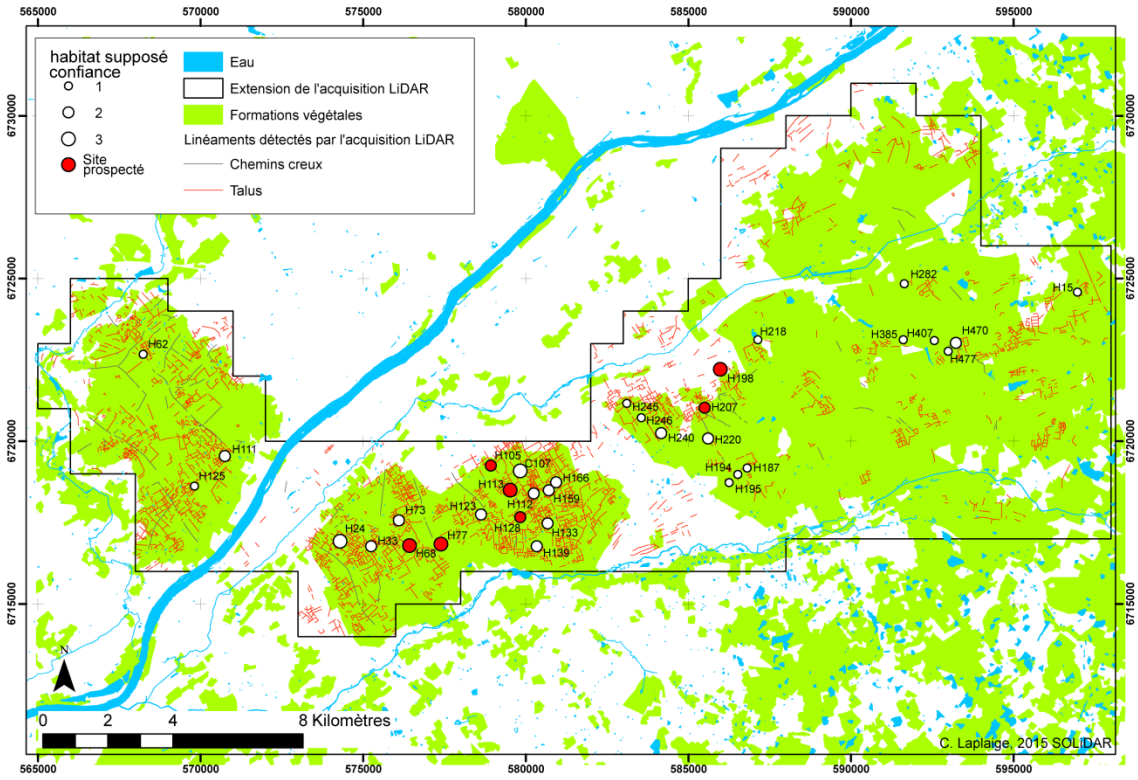


Figure 39 : position des habitats supposés, connectés au parcellaire taluté (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

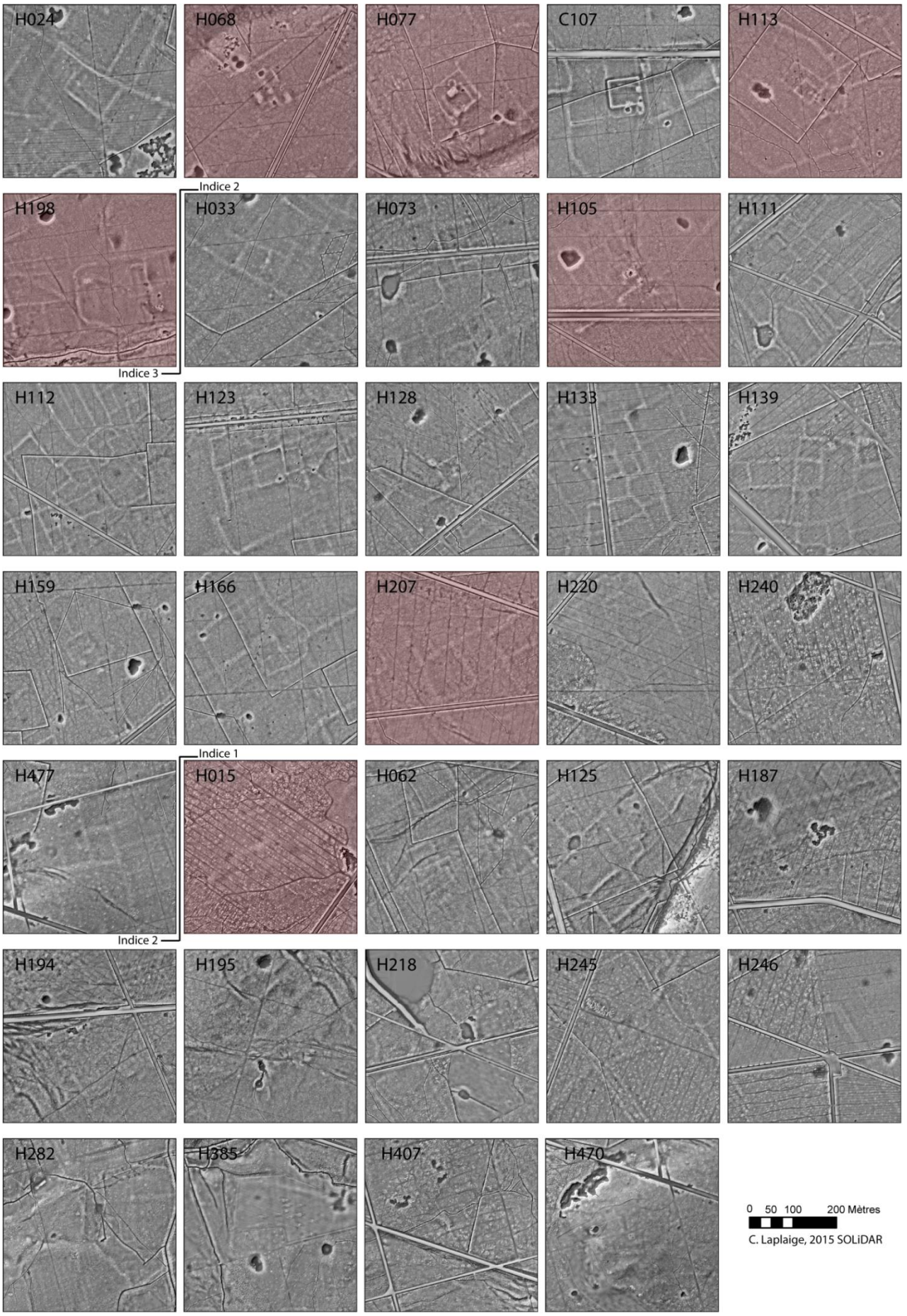


Figure 38 : habitats probables repérés sur les données LiDAR classés en fonction de leur indice. Les sites en rouge correspondent aux sites prospectés en 2015.

La figure 38 représente les scènes LiDAR des habitats probables repérés sur ces dernières. Certains sites ont été prospectés afin de vérifier si les habitats supposés livraient du mobilier susceptible de les caractériser et de les dater. Nous avons commencé par les sites avec les indices les plus forts, afin de valider l'approche. Les fiches de ces sites prospectés sont disponibles en annexe 4.

A l'heure actuelle, six sites ont été prospectés. Ils ont tous livré un peu de mobilier céramique très fragmenté (fig. 39) et trouvés dans les chablis, les taupinières ou en retournant les feuilles. Les tessons de vaisselle n'ont pour le moment fait l'objet d'aucune étude approfondie et ne nous permettent pas ni de dater ni de caractériser les habitats de manière précise. On notera cependant que P. Husi et A. Ferdière ayant observé les tessons issus de la prospection de H68 fournissent une datation Haut-Empire pour la majorité de ces derniers.

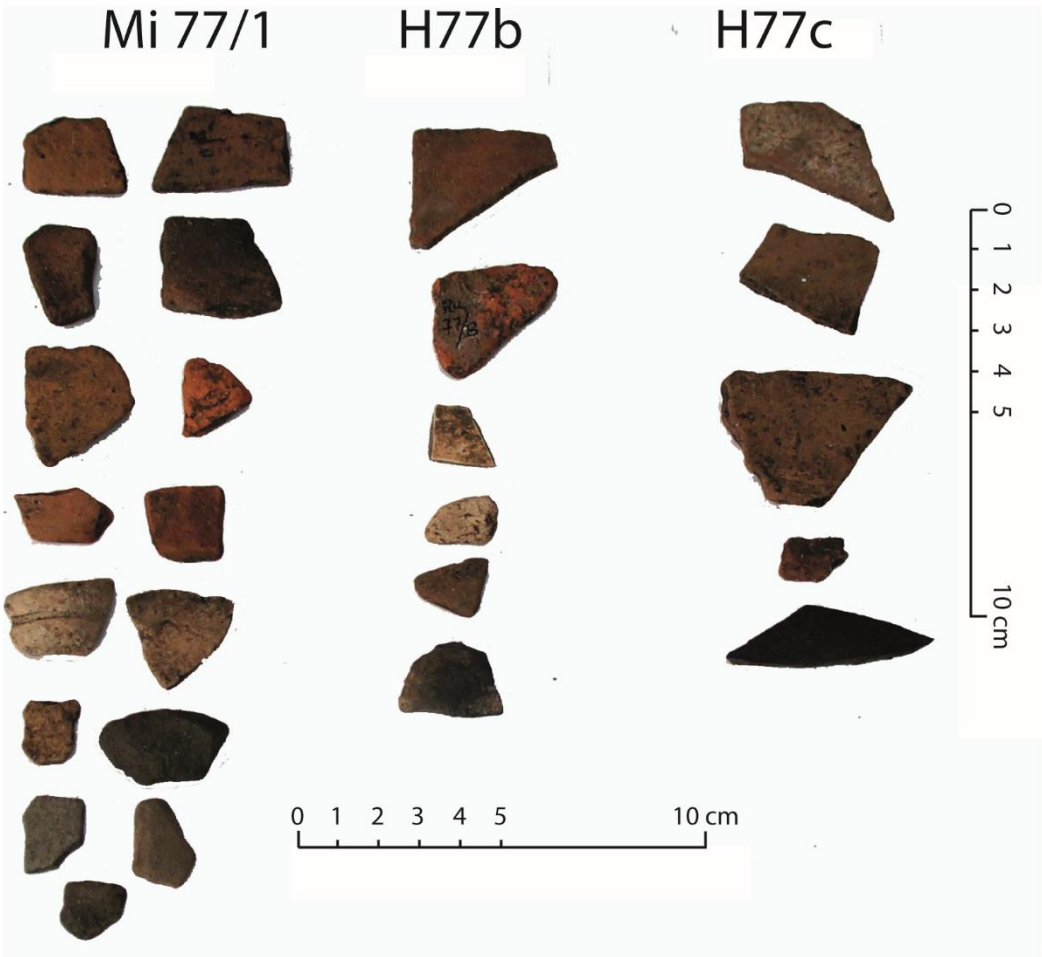


Figure 39 : Forêt de Russy, H77, mobilier découvert en prospection (C. Laplaige, L. Magiorani, 2015 © SOLiDAR)

Les objectifs pour l'année à venir sont:

- La poursuite de la reconnaissance de ces habitats à partir des données LiDAR. Le faible nombre de vestiges détectés pourrait nous inciter à supposer qu'un certain nombre d'habitats n'ont pas été repérés. Nos critères de détermination sont peut-être trop restrictifs et peu adaptés aux vestiges recherchés.
- Il est nécessaire de caractériser et quantifier le mobilier découvert. Le travail de cette année étant limité au ramassage et aux photographies. Par ailleurs la TCA ramassée a été pesée et conservée.
- Une prospection géophysique est envisagée sur au moins un habitat afin d'avoir une image des structures en creux à mettre en relation avec les structures en élévation. Cette acquisition augmenterait considérablement nos connaissances de quelques sites choisis (stratification et recoupement de structures multiples par exemple).

4.3 Les activités sylvicoles et cynégétiques

4.3.1 Introduction

Les sources écrites mentionnent l'existence de pratiques cynégétiques et sylvicoles dans les forêts de Blois, Russy, Boulogne et Chambord (Joanne, 2012; Magiorani, 2004).

Un grand nombre de ces activités sont susceptibles de laisser des traces dans la microtopographie. On peut citer, sans être exhaustif, la production de charbon de bois, la production de bois de construction, le pacage d'animaux, la chasse, la récolte de ressources végétales (glands, fougères etc.) (Fruchart, 2014; JACQUET, 2003).

Cependant, leur identification reste difficile sur le terrain, car elles sont souvent temporaires, vouées à la destruction (Magiorani, 2009), ou encore très similaires à de vestiges plus facilement identifiables comme les limites parcellaires ou les tumulus (Zadora-Rio, 1986). Le relevé exhaustif de toutes ces structures est pour le moment impossible car, en plus des difficultés de détection et de caractérisation, leur nombre est très important (*cf. infra*).

Afin d'appréhender ces structures fugaces, nous avons dans un premier temps essayé de mieux comprendre ces activités, de nous interroger sur les types de traces qu'elles peuvent laisser puis de mettre en place des modalités de détection.

Sources manuscrites /ethnologiques ⇨	**Etat archéologique** ⇨	**LiDAR**
Structure	Vestige	Anomalie microtopographique

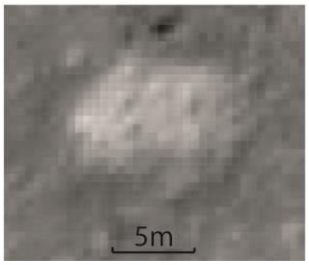


Figure 40: Schéma illustrant la transformation d'une structure en vestige archéologique se traduisant par une anomalie microtopographique (C. Laplaige, A. Crozet, 2015 © SOLiDAR)

4.3.2 Les activités cynégétiques : les parcs

Certains parcs à gibiers sont carrés à rectangulaires, délimités par un talus extérieur-fossé intérieur, qui recevait sans doute une haie plessé ou une palissade. Un de ces parcs est attesté par le plan Polignac datant de la fin du 18ème (fig. 41). Nous en avons détectés sept, tous localisés dans Chambord, à partir de l'analyse des données dérivées du LiDAR. Il faut bien évidemment ajouter à ce nombre des enceintes bien plus étendues : les limites des parcs de Chambord, Villesavin et Beauregard (fig. 42). Une planche présentant le mur d'enceinte du domaine de Chambord est disponible sur la figure 43.

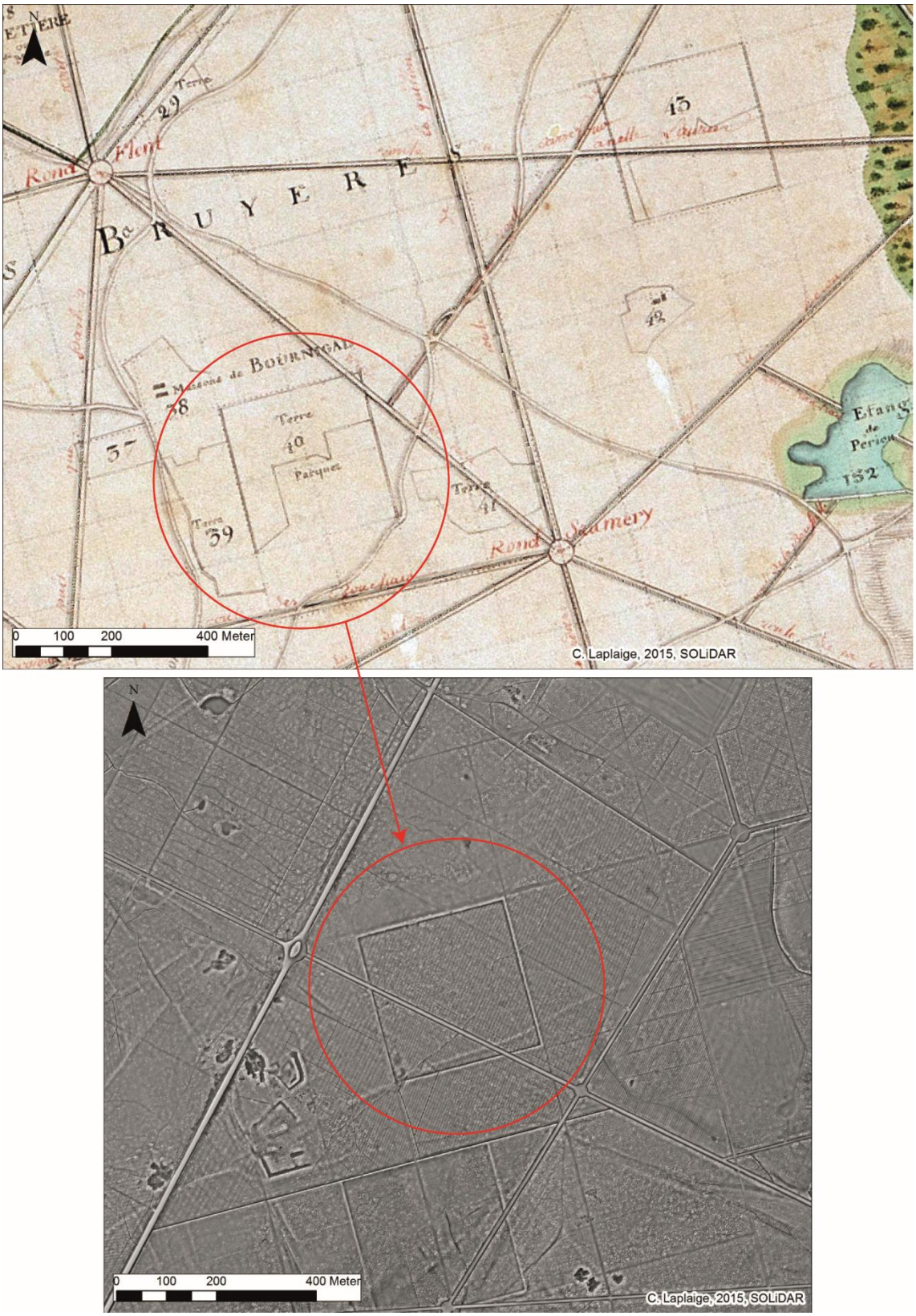


Figure 41 : Chambord (41). Mise en correspondance d'un parquet observable sur le plan N2 Loir-et-Cher 2 et l'anomalie microtopographique visible sur les données LiDAR (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

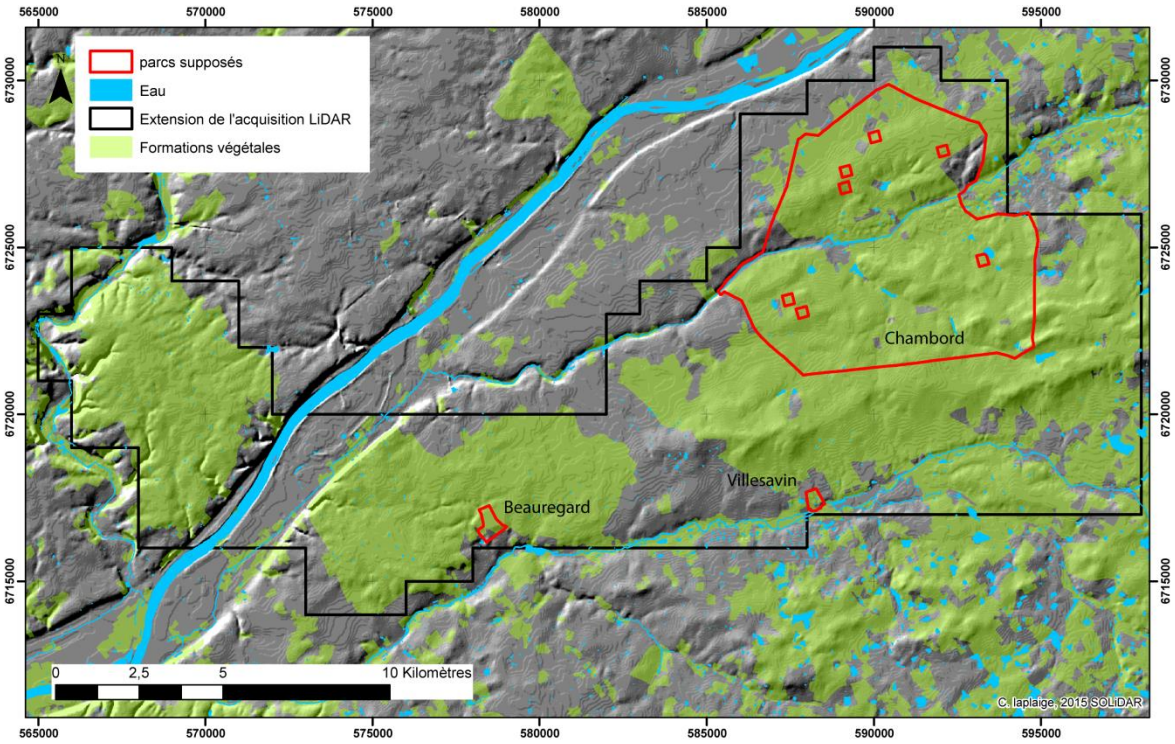


Figure 42 : Localisation des parcs confirmés ou supposés dans la zone d'étude (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

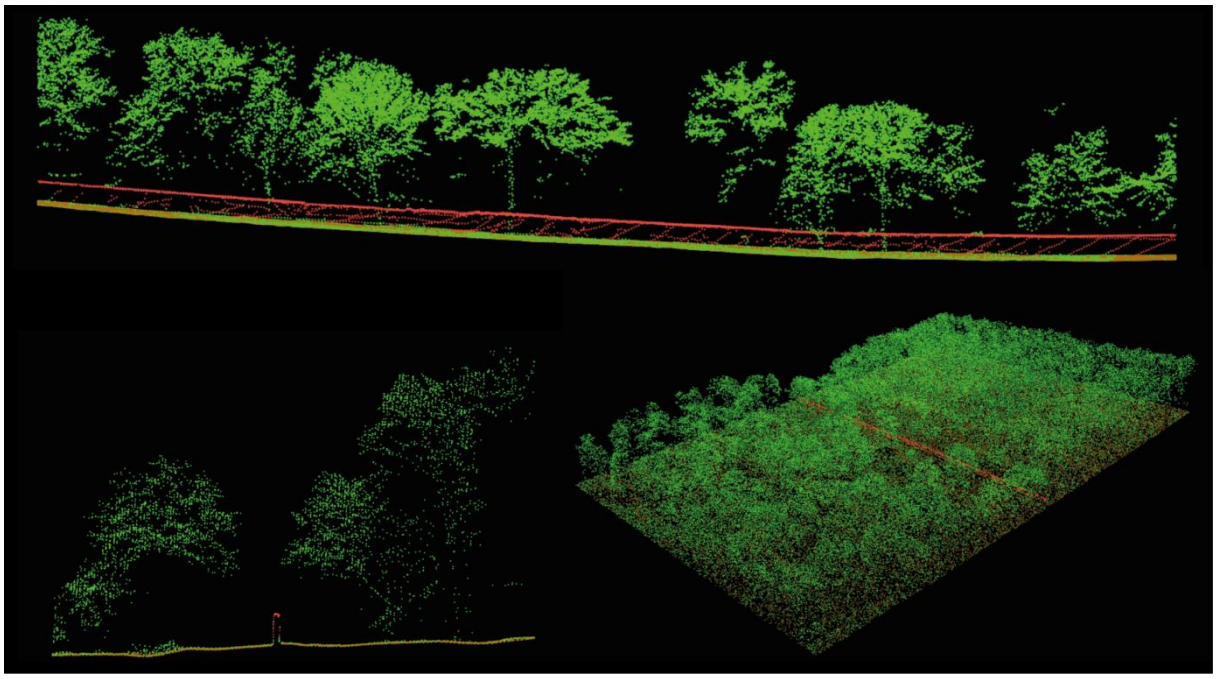


Figure 43 : Chambord (41). Présentation du nuage de points à hauteur du mur d'enceinte du domaine. Les points rouges sont classés comme bâti, les verts comme végétation et les bruns comme sol (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4.3.3 Les activités sylvicoles : loges et charbonnières

Les pratiques sylvicoles anciennes telles que les plateformes de charbonnage et les loges laissent des traces ténues et ponctuelles.

<u>Les loges</u>

Les loges désignent les habitats de forestiers, charbonniers, écorceurs, etc.

Les enregistrements ethnographiques de l'Union pour la Culture Populaire de Sologne (UPCS, Salbris (41)) nous apprennent que ces structures étaient souvent des lieux de vie pérennes tels qu'ils sont visibles sur d'anciennes cartes postales (fig. 44 en haut).

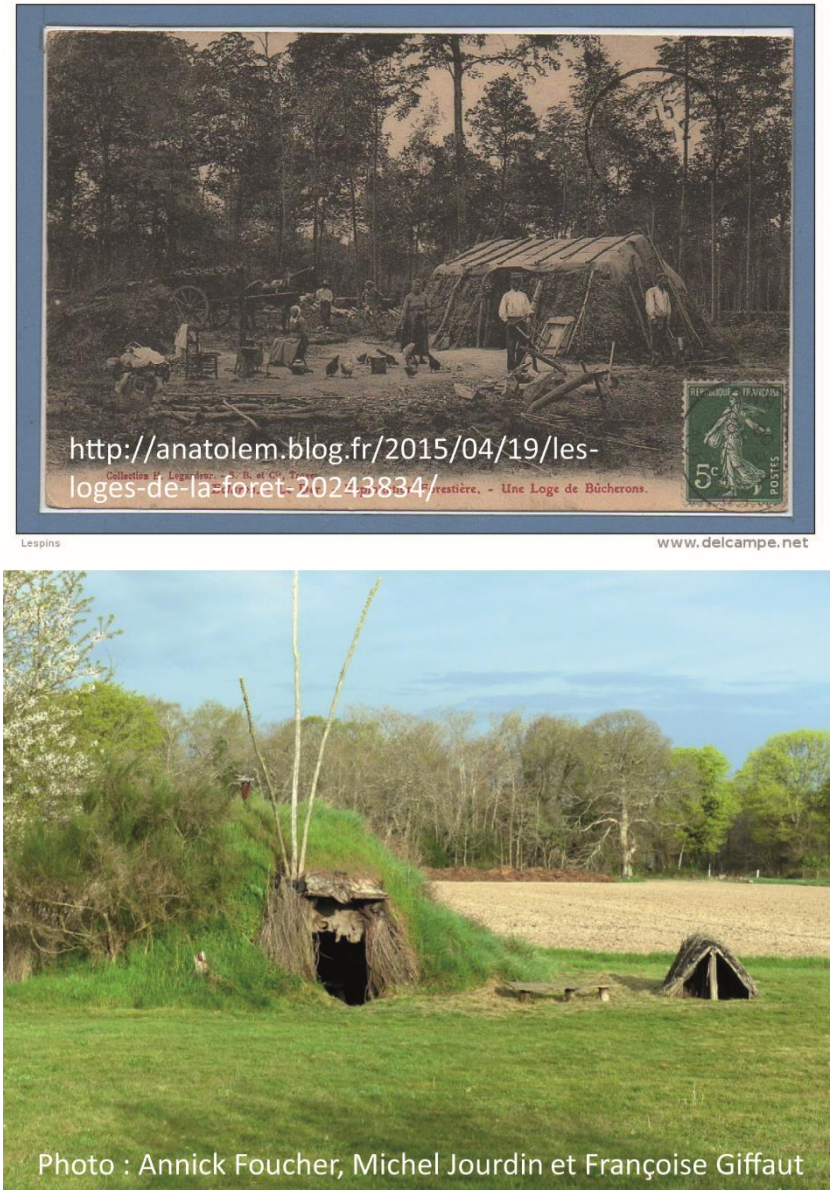


Figure 44 : en haut vue d'une loge de Bucheron sur une carte postale (n.d.) ; en bas, restitution d'une loge à la maison du braconnage (Chaon, 41)

Elles présentent des caractéristiques particulières : elles sont souvent ovales, rondes ou rectangulaire, avec une ouverture au sud, et un diamètre inférieur à 6 m. Louis Magiorani dénombré 86 structures, quasiment toutes dans le domaine de Chambord.

Ces vestiges sont identifiables sur les données LiDAR (fig. 45). Sur cette figure, on peut observer une élévation annulaire avec une ouverture au sud.

Figure 45 : Vue des vestiges d'une loge (cliché X. Rodier) et présentation de sa signature microtopographique (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Les charbonnières

Le charbon de bois, utilisé pour le chauffage et pour les industries est obtenu après cuisson du bois à l'étouffé dans une « meule » (ou charbonnière) pendant une vingtaine de jours (Burri, 2009). Les vestiges des charbonnières correspondent à des plateformes circulaires ou ovalaires d'une dizaine de mètres de diamètre. Aisément détectables dans les secteurs de forte pente (Deforce et al., 2013; Fruchart, 2014; Laplaige, 2012), ces vestiges sont bien plus difficiles à discerner dans les zones planes. Les données LiDAR révèlent cependant la présence de ces structures dans l'ensemble des massifs alors qu'elles étaient pour le moment inconnues (fig. 46).

Après détection de structures ponctuelles planes d'un diamètre de l'ordre du décamètre, nous sommes allés contrôler certaines de ces anomalies sur le terrain. Les tests ont révélé la présence systématique de couches noires et charbonneuses.

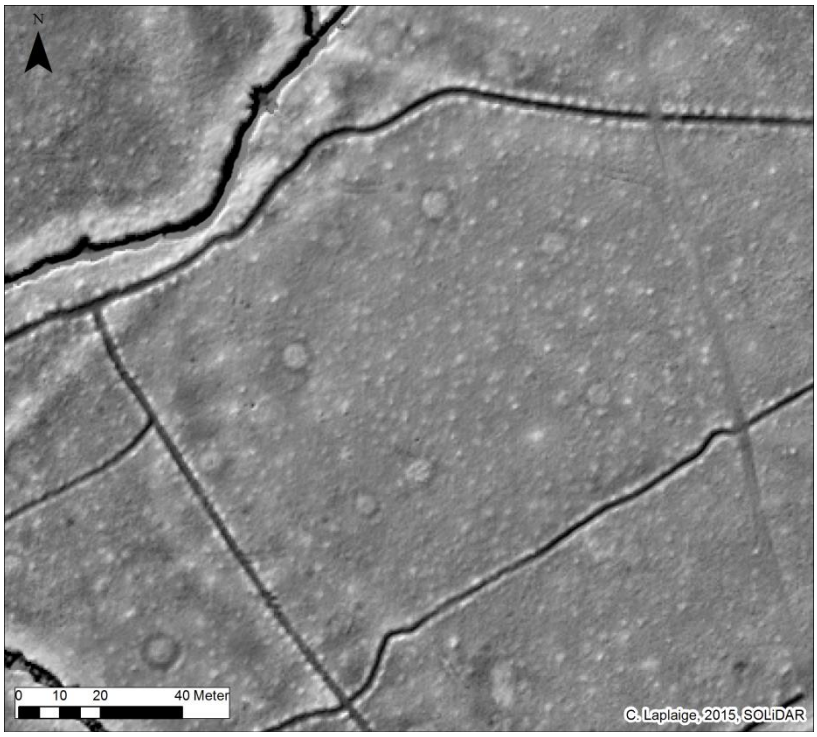


Figure 46 : Chambord (41). Scène LiDAR révélant plusieurs charbonnières (pastilles blanches ou anneaux foncés). (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

Etant données leur quantité importante le pointage systématique n'a été effectué que dans une zone test de 6 km² autour du pavillon de Montfrault, à cheval sur le massif de Boulogne et le domaine de Chambord. Il a révélé 204 anomalies ponctuelles (fig. 47). Ces anomalies se distribuent suivant deux grands types morphologiques (fig. 48) : soit une plateforme en légère élévation (fig. 48 haut) ou alors un espace plan entouré, à même altitude que le milieu environnant, entouré d'un fossé (fig. 48 bas). Nous ne pouvons pour le moment ni proposer une date de mise en place de ces structures, ni fournir aucune explication quant aux variabilités morphologiques des vestiges.

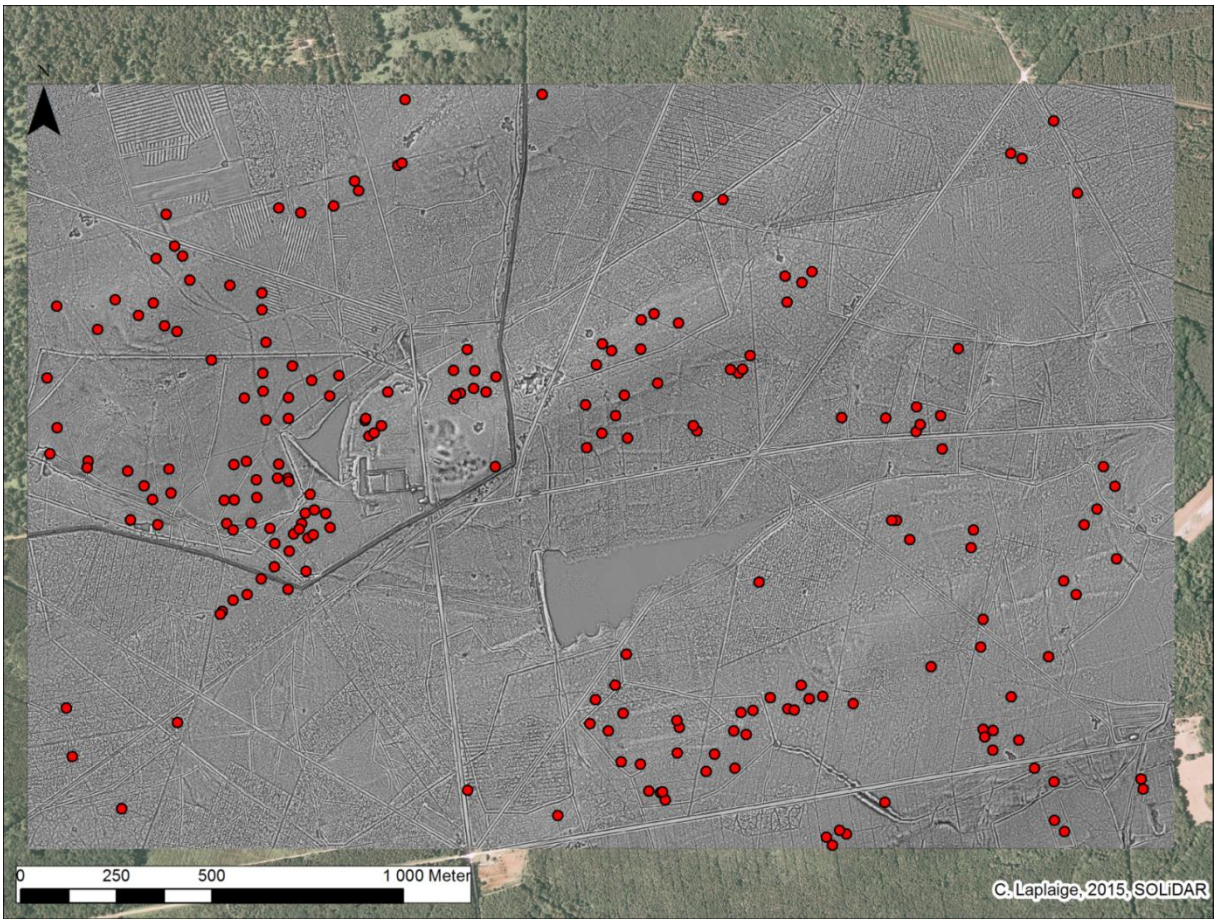


Figure 47 : anomalies ponctuelles classées comme charbonnière sur le secteur de Montfrault (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

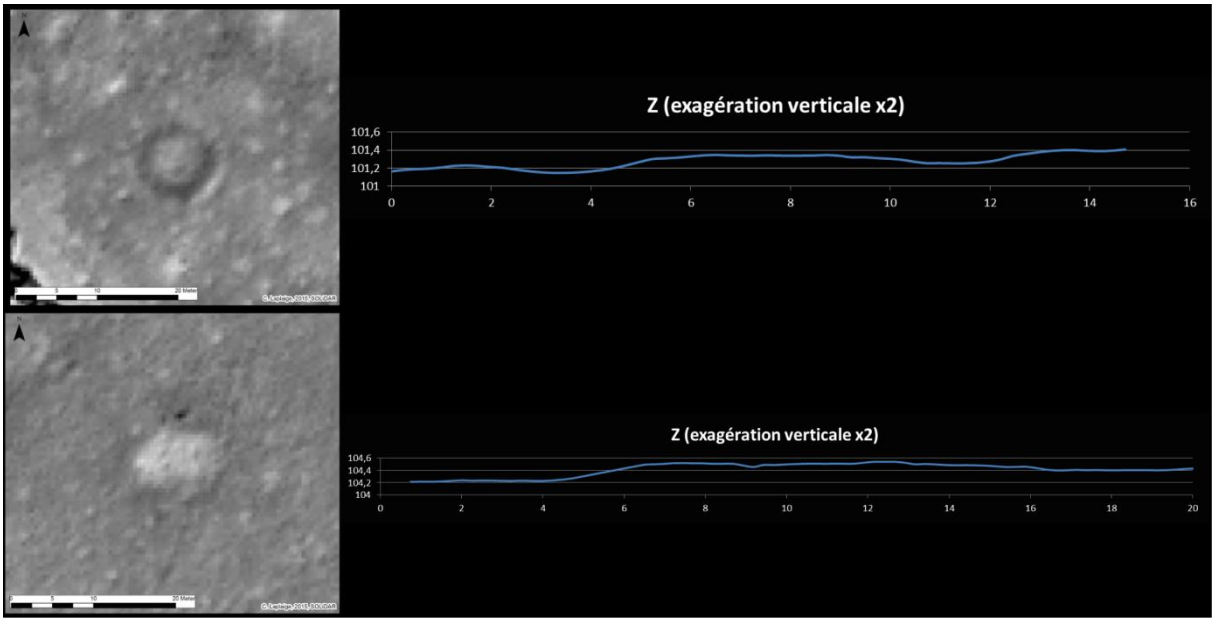


Figure 48 : vue en coupe de deux types de charbonnière (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)

4.3.4 Conclusion

Les premiers tests effectués ont révélé les potentialités de la méthode LiDAR pour la détection des structures issus de ces activés sylvicoles et cynégétiques malgré la difficulté de caractériser ces vestiges.

En 2016, nous essaierons d'en préciser plus finement la nature en intensifiant le travail sur des zones tests, en particulier dans le secteur de Montfrault.

5 Conclusion et perspectives

Les premiers résultats du programme SOLiDAR permettent de préciser les pistes de recherche sur la fabrique du paysage depuis les premières occupations sédentaires dans cette zone géographique à cheval sur le pays blésois et la Sologne.

L'analyse de la qualité des données LiDAR a permis de les validées conformément à nos attentes. Leur grande qualité répond aux attentes du programme.

Une base documentaire a été mise en place suite au récolement de données engagé en 2015. De nouvelles informations seront intégrées en 2016 dans le cadre du programme, comme le géoréférencement des photographies verticales de l'IGN, même si les informations sous le couvert végétal seront limitées, et les fonds de la BNF (environ 30 documents planimétriques). L'atlas de Trudaine devrait également être géoréférencé dans l'année. Enfin, le dépouillement des anomalies phytographiques visibles sur les orthophotographies actuelles (Geoportail, GoogleEarth, Bing) complétera le corpus.

Les premières lectures des données LiDAR ont révélé au moins deux trames parcellaires antérieures à l'actuelles, s'étendant sur une centaine de kilomètres carrés. Pour leur analyse, le financement d'un stage de Master en Informatique a été obtenu auprès du RTR Image. Il sera encadré, en collaboration avec l'équipe Reconnaissance des formes et analyse d'images (RFAI) du Laboratoire d'Informatique de l'université François-Rabelais (EA 6300 LI). Il consistera à mettre en place une méthode vectorisation et de caractérisation des différents types de linéaments présents dans les images dérivées des données LiDAR.

Les méthodes de classification automatique d'anomalies à partir de données LiDAR connaissent un fort développement mais ne concerne quasi exclusivement que des structures ponctuelles (Schneider et al., 2015; Trier and Pilø, 2012; Trier et al., 2015). Ce travail sera donc précurseur dans le domaine de la reconnaissance automatisée de vestiges archéologiques linéaires à partir de données microtopographiques.

Le système taluté fera l'objet d'une attention plus particulière que le système taluté-fossoyé. Nous nous proposons ainsi de poursuivre les analyses spatiales afin de caractériser au mieux chaque constituant de la trame (zone de vides, variations de l'orientation de la densité etc.). Nous mettrons en place des prospections géophysique dans le but de comprendre la structuration de certains linéaments (présence d'une partie construite, d'un fossé etc.). En fonction du résultat de ces tests, nous souhaitons procéder à de vérification de terrain fin 2016 ou début 2017. Il s'agira d'effectuer des coupes manuelles dans les talus afin d'en observer la structures et de procéder à des prélèvements pour datations OSL le cas échéant. L'objectif principal étant de comprendre et si possible de dater les modalités de mise en place de ces structures.

Les habitats connectés à la trame parcellaire continueront d'être prospectés et analysés sur les données LiDAR. Pour le moment, les sept sites ayant fait l'objet de prospection ont livré du mobilier, confortant les modalités de détection des sites, sans présenter toutefois de critères discriminants.

L'analyse du mobilier issu de ces prospections fournira peut-être quelques éléments de datation. Cependant, il est nécessaire d'envisager ponctuellement des opérations de prospection à l'aide de détecteurs à métaux afin de :

- Fournir des datations complémentaires pour tous les types de structures ;
- caractériser certaines structures.

Cette approche par la détection d'objets métalliques aura valeur de test et n'est pas envisageable de manière extensive.

Enfin, des prospections géophysiques seront réalisées sur ou deux sites d'habitats potentiels afin de mettre en relation les structures en creux (fosses, fossés, silos, etc.) et les micro-reliefs.

Le séminaire « LIDAR et archéologie de la forêt » organisé à Tours le 1er décembre 2015 dans le cadre du programme nous ont conduits à envisager l'étude des structures sylvicoles et cynégétiques dans des zones sélectionnées comme, par exemple, le secteur de Montfrault. Nous nous intéresserons principalement à la caractérisation des charbonnières et des loges et engagerons une recherche sur parcs et les garennes.

La question des tertres n'est pas abordée dans ce rapport. Lors de ses prospections, L. Magiorani a repéré de nombreuses élévations ponctuelles d'une surface pluri-métrique qu'il a caractérisées comme « tumulus » ou « tombelle » (fig. 16). Cette dénomination a été reprise dans Patriarche afin de pouvoir protéger ces vestiges. Il est prévu d'engager dès l'hiver 2016 une étude de ces vestiges en collaboration avec Raphael Angevin (SRA Centre Val-de-Loire). Une analyse spatiale et morphométrique de ces vestiges (positionnement, relation aux voisins, morphologie des groupes, dimensions) permettra d'essayer de les caractériser et de les catégoriser. Par la suite, durant l'hiver, nous proposons de mettre en place des acquisitions géophysiques ponctuelles (probablement des panneaux électriques ou des acquisitions Radar) sur certains de ces vestiges afin de voir s'il est possible d'en restituer une structuration interne. Enfin, nous essaierons de débuter une comparaison entre l'organisation spatiale des tertres qui nous sembleront d'origine funéraire et des tertres repérés en Sologne (Krausz, 2003; Milcent, 1995).

Bibliographie

Brigand, R. (2010). Centuriations romaines et dynamique des parcellaires. Une approche diachronique des formes rurales et urbaines de la plaine centrale de Venise (Italie). phdthesis. Université de Franche-Comté ; Università degli Studi di Padova.

Burri, S. (2009). Enquête ethnoarchéologique sur le mode de vie et le savoir-faire des derniers charbonniers de Calabre (Italie).

Carpentier, V., Marcigny, C., Collectif, Baudouin, P., and Clairfontaine, F.F. de (2012). Des hommes aux champs : Pour une archéologie des espaces ruraux du Néolithique au Moyen Age (Rennes: PU Rennes).

Challis, K., Carey, C., Kincey, M., and Howard, A.J. (2011). Airborne lidar intensity and geoarchaeological prospection in river valley floors. Archaeol. Prospect. *18*, 1–13.

Chase, A.F., Chase, D.Z., Weishampel, J.F., Drake, J.B., Shrestha, R.L., Slatton, K.C., Awe, J.J., and Carter, W.E. (2011). Airborne LiDAR, archaeology, and the ancient Maya landscape at Caracol, Belize. J. Archaeol. Sci. *38*, 387–398.

Chouquer, G. (1985). L'étude des paysages (Paris: Editions Errance).

Chouquer, G., and Favory, F. (1995). Aux origines antiques et médiévales des parcellaires. Hist. Sociétés Rural. 4 2e Semest. p. 11–46.

Cowley, D.C., and Opitz, R.S. (2012). Interpreting Archaeological Topography: Lasers, 3D Data, Observation, Visualisation and Applications (Oxford, UK ; Oakville, CT: Oxbow Books).

Cruz-Mermy, D. et al. (2007). Carte géologique de la France à 1/50000, Feuille Bracieux (429).

Deforce, K., Boeren, I., Adriaenssens, S., Bastiaens, J., De Keersmaeker, L., Haneca, K., Tys, D., and Vandekerkhove, K. (2013). Selective woodland exploitation for charcoal production. A detailed analysis of charcoal kiln remains (ca. 1300–1900 AD) from Zoersel (northern Belgium). J. Archaeol. Sci. *40*, 681–689.

Doneus, M., Briese, C., Fera, M., and Janner, M. (2008). Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning. J. Archaeol. Sci. *35*, 882–893.

Dupouey, J.-L., Dambrine, E., Dardignac, C., and Georges-Leroy, M. (2007). La mémoire des forêts. Actes du colloque "Forêt, archéologie et environnement" 14-16 décembre 2004 (Nancy: ONF/INRA/DRAC Loraine).

Favory, F. (2015). Contrainte hydrique et mise en valeur du terroir durant l'Antiquité et le Moyen Age. In De La Reconstitution Des Paysages à L'histoire Des Sociétés. 10 000 Ans D'archives Sédimentaires En Zones Humides, (Barral, Philippe; Magny, Michel; Thivet, Matthieu), p. 288.

Ferdière, A. (1980). recherche des parcellaires fossiles et cadastres antique : l'exemple de la Gaule du Nord. 159–354 p.

Ferdière, A. (2006). Les transformations des campagnes et de l'économie rurale en Gaule romaine. In La Romanisation et La Question de L'héritage Celtique, (Bibracte), pp. 109–130p.

Fruchart, C. (2014). Analyse spatiale et temporelle des paysages de la forêt de Chailluz (Besançon, Doubs) de l'Antiquité à nos jours. phdthesis. Université de Franche-Comté.

Fruchart, C., Laplaige, C., Opitz, R., and Nuninger, L. (2011). The LIEPPEC Project: using lidar for the study of long term landscape change. Antiquity *085*, http://antiquity.ac.uk/projgall/opitz327/.

Georges-Leroy, M. (2014). Le laser révèle un parcellaire antique, associé à de l'habitat, dans le massif forestier de haye. Pays Lorrain *95*, 43–50.

Georges-Leroy, M., Heckenbenner, D., Laffite, J.-D., and Meyer, N. (2007a). Les parcellaires anciens fossilisés dans les forêts lorraines. In La Mémoire Des Forêts. Actes Du Colloque « Forêt, Archéologie et Environnement » 14 - 16 Décembre 2004, J.-L. Dupouey, E. Dambrine, C. Dardignac, and M. Georges-Leroy, eds. (Nancy: ONF/INRA/DRAC Loraine), pp. 121–131.

Georges-Leroy, M., Tolle, F., and Nouvel, P. (2007b). Analysis of the intensity of agrarian exploitation by spatial analysis of ancient field systems preserved by forest cover. In Layers of Perception. 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), R.-G.K. des D.A. Instituts, ed. (Berlin, Germany: Dr Rudolf Habelt GmbH, Bonn), p. résumé p. 281, 8 p. sur CD.

Georges-Leroy, M., Bock, J., Dambrine, E., and Dupouey, J.-L. (2009). Le massif forestier, objet pertinent pour la recherche archéologique. L'exemple du massif forestier de Haye (Meurthe-et-Moselle). Rev. Géographique Est *49*.

Goguey, D., Pautrat, Y., Guillaumet, J.-P., Thevenot, J.-P., and Popovitch, L. (2010). Dix ans d'archéologie forestière dans le Châtillonnais (Côte-d'Or) : enclos, habitats, parcellaires. Rev. Archéologique Est.

JACQUET, G. (2003). La forêt en val de Loire aux périodes préindustrielles : histoire, morphologie, archéologie, dendrologie. L'exemple de l'Indre- et- Loire (Xe XVIe siècles). Thèse de doctorat. Université de TOURS.

Joanne, A. (2012). Géographie du département de Loir-et-Cher (Hachette Livre BNF).

Kooistra, M.J., and Maas, G.J. (2008). The widespread occurrence of Celtic field systems in the central part of the Netherlands. J. Archaeol. Sci. *35*, 2318–2328.

Kraus, K., and Pfeifer, N. (1998). Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. *53*, 193–203.

Krausz, S. (2003). Découvertes archéologiques en Sologne : Les fouilles sur l'autoroute A85 entre Theillay et Saint-Romain-sur-Cher (Romorantin-Lanthenay (BP237, 41204 Cedex): Les Amis du Musée de Sologne).

Laplaige, C. (2012). Comparaison de signaux (géophysique, LiDAR) utilisés dans l'étude des dynamiques anthropiques et naturelles. THESE. Université de Franche-Comté.

Magiorani, L. (1999). DFS 1999 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2000). DFS 2000 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2001). DFS 2001 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2002). DFS 2002 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2003). DFS 2003 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2004). DFS 2004 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2005). DFS 2005 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2006). DFS 2006 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2007). DFS 2007 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2008). DFS 2008 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2009). DFS 2009 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2010). DFS 2010 (SRA Centre Val-deLoire).

Magiorani, L. (2011). DFS 2011, Prospections en forêt de Russy (SRA Centre Val-deLoire).

Martin-Demézil, J. (1963). Les forêts du comté de Blois jusqu'à la fin du 15ème siècle. Mém. Société Sci. Lett. Loir--Cher *34*.

Martin-Demézil, J. (1964). Les forêts du comté de Blois jusqu'à la fin du 15ème siècle. Mém. Société Sci. Lett. Loir--Cher *35*.

Milcent, P.-Y. (1995). La Sologne entre Bronze et Fer (XIIIe-Ve s. av. J. C.). Bull. Groupe Rech. Archéologiques Hist. Sologne *17*, p.45–73.

Nuninger, L., Oštir, K., Kokalj, Z., Georges-Leroy, M., and Opitz, R. (2011). La télédétection. In Information Spatiale et Archéologie, B.F. Barge Olivier, Saligny Laure, Nuninger Laure Rodier Xavier (dir.), ed. (Errance), pp. 108–116.

Risbøl, O., Bollandsås, O.M., Nesbakken, A., Ørka, H.O., Næsset, E., and Gobakken, T. (2013). Interpreting cultural remains in airborne laser scanning generated digital terrain models: effects of size and shape on detection success rates. J. Archaeol. Sci. *40*, 4688–4700.

Schneider, A., Takla, M., Nicolay, A., Raab, A., and Raab, T. (2015). A Template-matching Approach Combining Morphometric Variables for Automated Mapping of Charcoal Kiln Sites. Archaeol. Prospect. *22*, 45–62.

Serres, O. de (2001). Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs (Arles: Actes Sud).

Sittler, B. (2004). REVEALING HISTORICAL LANDSCAPES BY USING AIRBORNE LASER SCANNING A 3-D MODELL OF RIDGE AND FURROW IN FORESTS NEAR RASTATT (GERMANY)-. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.

Sittler, B., and Hauger, K. (2007). Les apports du laser aéroporté à la documentation de parcellaires anciens fossilisés par la forêt : l'exemple des champs bombés de Rastatt en Pays de Bade. In La Mémoire Des Forêts. Actes Du Colloque « Forêt, Archéologie et Environnement » 14 - 16 Décembre 2004, J.-L. Dupouey, E. Dambrine, C. Dardignac, and M. Georges-Leroy, eds. (Nancy: ONF/INRA/DRAC Loraine), pp. 155–161.

Štular, B., Kokalj, Ž., Oštir, K., and Nuninger, L. (2012). Visualization of lidar-derived relief models for detection of archaeological features. J. Archaeol. Sci. *39*, 3354–3360.

Thivet, M., Bossuet, G., and Mougin, P. (2009). Mise en évidence de l'impact de l'occupation antique dans la morphogénèse d'un paysage de fond de vallée. Le cas du site d'Epomanduodurum (Mandeure-Mathay, Doubs). Rev. Archéologique Est *58*, 417–437.

Trier, Ø.D., and Pilø, L.H. (2012). Automatic Detection of Pit Structures in Airborne Laser Scanning Data. Archaeol. Prospect. *19*, 103–121.

Trier, Ø.D., Zortea, M., and Tonning, C. (2015). Automatic detection of mound structures in airborne laser scanning data. J. Archaeol. Sci. Rep. *2*, 69–79.

Zadora-Rio, E. (1986). Parcs à gibier et garennes à lapins : contribution à une étude archéologique des territoires de chasse dans le paysage médiéval. Hommes Terres Nord 1986 2-3 p. 133–139.

Annexes

Annexe 1 : Autorisations de prospection

OFFICE NATIONAL DES FORETS
Agence Centre Val de Loire
100 Bd de la Salle - BP 22
45760 BOIGNY – SUR - BIONNE

AUTORISATION DE PROSPECTION ARCHÉOLOGIQUE

L'Etat et l'Office National des Forêts accordent par le présent contrat administratif une autorisation de prospection archéologique pour les vérifications des sols dans le cadre du programme SOLiDAR pour les forêts domaniales de Boulogne, Russy et Blois à Messieurs Clément LAPLAIGE et Xavier RODIER de l'Université François Rabelais de Tours pour une utilisation ci-dessous énoncée.

Cette utilisation devant rester subordonnée à la gestion forestière, le présent acte ne saurait créer au profit du titulaire de l'autorisation un droit réel immobilier opposable à l'Etat ou à l'Office National des Forêts pendant et au-delà de la durée prévue par le présent acte.

L'Etat et l'Office National des Forêts déclarent solennellement que toutes les clauses affirmant la primauté de la gestion forestière sur toute autre considération ou utilisation de l'immeuble sont des clauses déterminantes de leur consentement sans lesquelles ils n'auraient jamais contracté.

Article 1 : Objet de l'autorisation

L'Office National des Forêts accorde à Messieurs Clément LAPLAIGE et Xavier RODIER de l'Université François Rabelais de Tours, UMR 7324 - CITERES, MSH Villes et Territoires - BP 60449, 37204 TOURS cedex 03 - l'autorisation de prospection archéologique pour les vérifications des sols – programme SOLiDAR. L'emplacement exact est déterminé en accord avec le service forestier local des forêts domaniales de Boulogne, Russy et Blois.

Article 2 : Durée de l'autorisation

Cette autorisation est accordée à titre de simple tolérance, précaire et révocable à tout moment sans indemnité du 1er janvier 2015 au 31 décembre 2018.

Article 3 : Conditions de l'autorisation

Les prospetions consisteront en une vérification au sol et un relevé des anomalies microtopographiques repérées grâce à la technologie LiDAR. Ponctuellement, afin de fournir des éléments de datation et de caractérisation des sites découverts, l'utilisation de détecteur de métaux sera envisagée. Enfin, dans le but de préciser la nature des vestiges en sous-sol (paléo-formes fluviales, structures archéologiques), des prospections géophysiques multi-méthodes seront conduites (magnétiques, électromagnétiques, électriques, radar).
La présente autorisation est soumise à l'autorisation administrative de la DRAC conformément aux articles L.531-1 et R.531-1 à R.531-3 du Code du Patrimoine. Les titulaires de la présente autorisation veilleront à recueillir auprès de la DRAC ce document et à l'adresser à l'ONF.

Une copie du rapport de prospections archéologiques sera adressée à l'agence Centre Val de Loire de l'Office National des Forêts à l'issue de la présente autorisation.

Les données cartographiques (qualité des sols et sylvicoles) des sites prospectés seront communiquées à l'agence Centre Val de Loire de l'Office National des Forêts sous forme de fichier informatique utilisable par un Système d'Information Géographique (SIG).

Une autorisation de circulation sur les routes forestières interdites à la circulation sera fournie aux fins de permettre aux titulaires de la présente un libre accès à la voirie forestière. Ces autorisations seront identifiées avec le numéro d'immatriculation du véhicule utilisé et seront nominatives.

Ce document devra être placé devant le pare-brise du véhicule autorisé lors de son stationnement.

Le non respect d'une de ces clauses est une cause de révocation immédiate de la présente autorisation.

4 - Périodes d'interdiction

Pour des raisons de sécurité, les prospections archéologiques sont formellement interdites :

- les jours de chasse
- les jours d'exploitation forestière sur les parcelles
- après la survenue d'évènements climatiques classés en vigilance orange et rouge (coup de vent, tempête, ...).

Afin de s'assurer de l'accessibilité des forêts concernées, les bénéficiaires de l'autorisation contacteront le responsable local de l'ONF concernant les activités suivantes :

➢ exploitation forestière et environnemental :

- Forêt domaniale de Boulogne :
  - ✓ Monsieur BOTTEAU Sébastien (tél. : 02 54 70 70 53 - tél. mobile : 06 19 96 58 96 - e-mail : sebastien.botteau@onf.fr).
- Forêt domaniale de Russy :
  - ✓ Madame FERTÉ Aurélie (tél. : 02 54 46 49 25 - tél. mobile : 06 18 36 66 92 – e-mail : ferte.aurelie@onf.fr).
- Forêt domaniale de Blois :
  - ✓ Monsieur BOUCHOUX Bernard (tél. : 02 54 43 80 75 - tél. mobile : 06 23 65 03 76 – e-mail : bernard.bouchoux@onf.fr).

➢ Chasse

- Forêt domaniale de Boulogne
  - ✓ Monsieur BOTTEAU Sébastien (tél. : 02 54 70 70 53 - tél. mobile : 06 19 96 58 96 - e-mail : sebastien.botteau@onf.fr).
- Forêt domaniale de Russy :
  - ✓ Monsieur TÉTU Pierre (tél. : 02 54 32 01 35 - tél. mobile : 06 20 34 08 70 – e-mail : pierre.tetu@onf.fr).
- Forêt domaniale de Blois :
  - ✓ Monsieur HERMOUET Julien (tél. : 02 54 43 84 31 - tél. mobile : 06 12 05 78 79 - e-mail : julien.hermouet@onf.fr)

➢ Correspondant du suivi du projet pour les 3 forêts :

✓ Monsieur MAFFRE Yvon - (tél. : 02 54 87 53 11 - tél. mobile : 06 12 05 78 84 - e-mail : yvon.maffre@onf.fr).

Article 5 : Respect du site forestier

La conservation des peuplements forestiers et leur renouvellement constituant un des objectifs essentiels de la gestion forestière durable dont l'ONF est le garant, les titulaires de l'autorisation s'interdisent impérativement toute intervention dans les peuplements forestiers ayant pour effet de supprimer, endommager, détruire même à une échelle modeste les peuplements et les jeunes plants (parcelles en régénération).

Article 6 : Responsabilités

6.1 - Les titulaires de l'autorisation

Les titulaires de l'autorisation reconnaissent être civilement et solidairement responsables de tous dommages causés à l'Etat, à l'ONF ou aux tiers, des accidents, actes dommageables à quelque titre que ce soit, découlant de l'exercice de la présente autorisation.

Les titulaires de l'autorisation seront civilement responsables vis-à-vis de l'ONF ou des tiers. En cas de recours amiable ou contentieux exercé contre l'Etat ou l'ONF par des prestataires, fournisseurs des titulaires de l'autorisation ou par des tiers à raison de l'exercice de l'autorisation, les titulaires de l'autorisation s'engagent à prendre fait et cause pour l'Etat ou l'ONF et à les garantir solidairement des condamnations qui pourraient être prononcées contre eux.

6.2 - L'ONF

L'ONF reste gardien des peuplements forestiers, végétaux, ouvrages et infrastructures dédiés à la gestion forestière et à la protection de la forêt, ainsi que des rochers et pierres qui participent naturellement de la propriété forestière.

En cas de préjudices causés aux titulaires de l'autorisation, à leurs biens et à leurs ayants droit à raison de chute d'arbre, de branche, pierre ou rocher etc., faisant naturellement partie de la propriété forestière domaniale, il est admis de convention expresse que, par dérogation au 1er alinéa de l'article 1384 du code civil, l'ONF ne peut voir sa responsabilité engagée qu'en cas de faute manifeste.

6.3 - Assurance responsabilité civile

Les titulaires de l'autorisation sont impérativement tenus de souscrire une assurance responsabilité civile qui couvre, pendant toute sa durée, l'ensemble des risques liés à l'exercice de la présente autorisation, notamment les risques d'incendie de forêt.

Article 7 : Clauses environnementales

L'ONF est certifié ISO 14001 et s'engage à ce titre à être en conformité avec les exigences environnementales fixées par les lois et règlements en vigueur et à mettre en œuvre une politique environnementale destinée à maîtriser les impacts significatifs de ses activités sur l'environnement.

Par ailleurs, dans le cadre de la gestion durable des massifs forestiers qui lui sont confiés, l'ONF respecte les cahiers des charges PEFC (*Pan European Forest Certification*).

Les exigences correspondantes sont pour l'essentiel retranscrites dans le règlement national des travaux et services forestiers (RNTSF) approuvé par le conseil d'administration de l'ONF (résolution n° 2010-12 du 21 juillet 2010) et arrêté par son Directeur général (décision du 23 juillet 2010 publiée au JORF du 8 septembre 2010 - Avis n° 83 p 16392). Ce règlement est mis à jour en fonction des évolutions du contexte réglementaire ou des de la politique environnementale de l'ONF.

Le RNTSF est téléchargeable sur le site internet www.onf.fr.

En conséquence, les titulaires de l'autorisation s'engagent à :

-prendre connaissance du RNTSF et à en respecter les dispositions, plus particulièrement le point 2 *Préservation des milieux naturels et du patrimoine* (§ 2-1 à 2-7-3).

-informer leurs salariés, préposés, prestataires, ayants-droit ... des prescriptions du RNTSF et des prescriptions particulières éventuelles à respecter dans leurs interventions en forêt au titre de la présente autorisation.

Article 8 : Conditions financières

La présente autorisation est accordée à titre gratuit.

La présente autorisation est établie en deux exemplaires originaux destinés à chacun des signataires qui en ont eu lecture.

Fait à Boigny sur Bionne, le 25 novembre 2014

La Directrice d'Agence Centre Val de Loire	Les titulaires de l'autorisation (*) lu et approuvé
Madame Dominique de VILLEBONNE	Messieurs Clément LAPLAIGE et Xavier RODIER de l'Université François Rabelais de Tours

(*) faire précéder la signature de la mention "lu et approuvé"

UNIVERSITÉ FRANÇOIS - RABELAIS TOURS

CONVENTION DE PARTICIPATION AU PROJET LIDAR

ENTRE :

Domaine national de Chambord
Etablissement public à caractère industriel et commercial
Dont le siège est situé Château de Chambord – 41250 CHAMBORD
N° SIRET 483 258 596 00012
Code APE : 9103Z
Représenté par M. Jean d'Haussonville, directeur général,
Ci-après désigné par le « DNC »

D'une part,

ET :

L'UNIVERSITE FRANÇOIS RABELAIS,
Etablissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel,
Dont le siège social est 3, rue des Tanneurs, BP 4103, 37041 Tours Cedex 1,
Représentée par son Président, Loïc VAILLANT,
Ci-après désignée par l'« Université »,

Le CNRS
Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique,
Dont le siège est situé 3 Rue Michel-Ange, 75794 PARIS CEDEX 16,
Représenté par son Directeur Général, Monsieur Alain FUCHS, lequel a délégué sa signature pour la présente convention à Monsieur Patrice SOULLIE, Délégué régional de la Délégation Centre Poitou-Charentes, située 3E, avenue de la Recherche Scientifique 45071 Orléans Cedex 2,
Ci-après désigné le « CNRS »

L'Université François Rabelais et le CNRS agissant tant en leur nom qu'au nom et pour le compte du laboratoire Cités TERritoires Environnement et Sociétés, UMR 7324 dirigé par Patrice Melé, ci-après désigné par « CITERES »,

De deuxième part,

L'Université et le CNRS sont ci-après désignés « les Etablissements ».

Les Etablissements et le DNC sont ci-après désignés individuellement par la « Partie » ou collectivement par les « Parties ».

ETANT PREALABLEMENT EXPOSE :

Dans le cadre du projet SOLIDAR, ci-après désigné par le « Projet » financé en grande partie par la Région Centre, CITERES prévoit une étude des sols sur les forêts de Chambord, Boulogne, Russy et Blois.

Le Domaine National de Chambord est partenaire du Projet. Outre la mise à disposition d'un certain nombre de données historiques et cartographiques, il propose un accès contrôlé au domaine pour le bon déroulement du Projet et participe financièrement au budget du Projet.

Par le présent contrat, les Parties entendent fixer les modalités de cette participation.

IL A ETE CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 - OBJET DE LA CONVENTION

CITERES conduit le projet SOLIDAR auquel le DNC participe financièrement et logistiquement (autorisation d'un accès contrôlé au domaine).

Le présent contrat a pour objet d'établir et de définir les modalités de cette participation.

ARTICLE 2 – DUREE du CONTRAT

Le présent contrat prend effet au 1er janvier 2015 et pour une durée de 3 (trois) ans.
Il pourra être renouvelé par voie d'avenant qui précisera notamment son objet, sa durée ainsi que les modalités de son financement.
Cependant, les dispositions des articles 6, 7, 8 et 9 resteront en vigueur nonobstant l'échéance ou la résiliation anticipée du contrat, pour la durée qui leur est propre.

ARTICLE 3 – REALISATION DE L'ETUDE

3.1 Responsables scientifiques

Les responsables scientifiques pour le suivi du Projet sont :
Pour CITERES : Xavier Rodier, responsable du Projet
Pour DNC : Luc Forlivesi, conservateur général, Directeur du patrimoine et des publics

3.2 Réalisation des travaux

La réalisation du Projet est confiée à CITERES.

Pour réaliser le Projet, le DNC permettra un accès contrôlé au domaine. Les modalités en seront fixées en accord avec le responsable scientifique du DNC qui consultera en interne les directions selon leurs compétences. Les jours d'accès seront précisés en fonction du calendrier des événements dont la préparation et le déroulement sont prévus sur le site du DNC . Il en sera de même pour les survols de la zone du DNC lors de l'acquisition des données.

3.3 Locaux et frais afférents

Le Projet sera réalisé dans les locaux de CITERES et du DNC.
Les responsables du Projet seront amenés à se déplacer sur ces deux sites pour la réalisation des travaux.

Si les locaux mis à disposition nécessitant des aménagements, la Partie qui a sollicité les aménagements en effectuera préalablement la demande formelle auprès de la Partie qui met les locaux à disposition et en assurera les frais. A l'expiration du Contrat, les changements ou améliorations apportés aux locaux resteront la propriété de la Partie qui a mis les locaux à disposition.

Les frais de fonctionnement général des matériels et les frais d'infrastructure courants mis à disposition de chacune des Parties sont à la charge de la Partie qui les utilise.

ARTICLE 4 – DEROULEMENT ET SUIVI DE L'ETUDE

Des réunions destinées à permettre au DNC et aux Etablissements d'être informés de l'avancée de l'Etude et des travaux effectués auront lieu, à compter du début de l'Etude, tous les trois (3) mois d'un commun accord dans les locaux soit du DNC, soit de CITERES. Néanmoins, des réunions intercalaires pourront être organisées à la demande de l'une ou de l'autre des Parties.

Par ailleurs, les Parties s'informeront mutuellement sans retard de toute difficulté rencontrée dans la réalisation de l'Etude.
D'un commun accord, les Parties pourront convenir de modifier et/ou réorienter certains travaux pour la réalisation de l'Etude.

ARTICLE 5 - MODALITES FINANCIERES

En contrepartie des engagements pris par les Etablissements, le DNC s'engage à verser à l'Université la somme forfaitaire suivante : 30 000 € (trente mille euros) qui seront versés en trois fois au 13 mars de chaque année (2015, 2016 et 2017).

Le versement de cette somme, sera effectué sur le compte du Trésor Public, ouvert au nom de l'Université à l'ordre de Mme l'Agent Comptable de l'Université François-Rabelais et couvrira l'ensemble de la participation du DNC au présent projet pendant la durée du présent contrat.

TITULAIRE DU COMPTE Université François Rabelais Madame l'Agent Comptable – 60, rue du plat d'étain – BP 12050 – 37020 TOURS Cedex 1				
Domiciliation	Code Banque	Code Guichet	N° de compte	Clé
TP Tours	10071	37000	00001000075	77
IBAN	FR76 1007 1370 0000 0010 0007 577		BIC	TRPUFRP1

La participation du DNC au financement de l'Etude n'est aucunement exclusive d'autres financements que CITERES pourrait obtenir de tiers dans le cadre de subventions, de bourses d'étude, ou autres.

ARTICLE 6 - CONFIDENTIALITE

6.1 On entend par « Informations Confidentielles », toutes les informations et toutes les données, sous quelque forme et de quelque nature qu'elles soient, incluant notamment tout document écrit ou imprimé, tout échantillon, modèle, toute connaissance brevetable ou non, se rapportant aux activités des Parties, divulguées par l'une à une autre au titre du présent contrat.

6.2 Chaque Partie s'engage à ne pas publier ou à ne pas divulguer, de quelque façon que ce soit les Informations Confidentielles appartenant aux autres Parties et dont elle pourrait avoir connaissance à l'occasion de l'exécution du présent contrat, sauf précision contraire de la Partie émettrice, et ce, tant que les Informations Confidentielles ne seront pas tombées dans le domaine public.

6.3 Les Parties s'engagent à ce que les Informations Confidentielles qui leurs sont transmises :

- soient protégées et gardées strictement confidentielles et soient traitées avec le même degré de précaution et de protection qu'elles accordent à leurs propres Informations Confidentielles;
- ne soient divulguées de manière interne qu'aux seuls membres de leur personnel ayant besoin de les connaître en vue de la réalisation des programme de recherche ;
- ne soient pas utilisées dans d'autres objectifs que ceux définis par le présent contrat ;
- ne soient ni copiées, ni reproduites, ni dupliquées sans autorisation écrite et spécifique de la Partie qui les a transmises.

6.4 Les Parties n'auront aucune obligation et ne seront soumises à aucune restriction eu égard à toutes les Informations Confidentielles dont elles peuvent apporter la preuve :

- qu'elles sont entrées dans le domaine public préalablement à leur divulgation ou après celle-ci par un tiers de bonne foi ;
- qu'elles sont déjà connues de celles-ci, cette connaissance préalable pouvant être démontrée par l'existence de documents appropriés dans leurs dossiers ;
- qu'elles ont été reçues d'un tiers autorisé à les divulguer, de manière licite, sans restriction ni violation du présent contrat ;
- que l'utilisation ou la divulgation ont été autorisées par écrit par la Partie de qui elles émanent ;
- que la divulgation est requise par toute loi ou décision de justice.

6.5 Toutes les Informations Confidentielles et leurs reproductions, transmises par une Partie resteront la propriété de cette et devront lui être restituées immédiatement sur simple demande.

ARTICLE 7 : PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

7.1 Toute publication ou communication d'informations, relatives aux résultats de l'Etude, par l'une des Parties, devra recevoir, pendant la durée du présent contrat et les douze (12) mois qui suivent son expiration, l'accord écrit de l'autre Partie qui fera connaître sa décision dans un délai maximum d'un mois à compter de la demande. Passé ce délai et faute de réponse, l'accord sera réputé acquis.

En conséquence, tout projet de publication ou communication sera soumis à l'avis de l'autre Partie qui pourra modifier ou supprimer certaines informations dont la divulgation serait de nature à porter préjudice à l'exploitation industrielle et commerciale, dans de bonnes conditions, des résultats de l'Etude.
Cependant, de telles modifications ou suppressions ne devront pas porter atteinte à la valeur scientifique de la publication.
De plus, l'autre Partie pourra retarder la publication ou la communication d'une période maximale de dix-huit (18) mois à compter de la demande si des informations contenues dans la publication ou communication, doivent faire l'objet d'une protection au titre de la propriété industrielle.

7.2 Toutefois les dispositions du présent article ne pourront faire obstacle :

- ni à l'obligation qui incombe aux personnels de recherche de chacune des Parties de produire un rapport d'activité à l'organisme dont ils relèvent, cette communication ne constituant pas une divulgation au sens des lois sur la propriété industrielle ;
- ni à la soutenance d'un rapport ou d'une thèse par un étudiant ou un doctorant ayant participé à un programme de recherche mis en œuvre dans le cadre du présent contrat.

7.3 Les éventuelles publications ou communications devront mentionner le concours apporté par chacune des Parties à la réalisation du programme de recherche, notamment par l'apposition du logo des Parties.

ARTICLE 8 - RESPONSABILITE

8.1 Dommage au personnel

Le personnel de chacune des Parties qui effectuera des travaux au titre du présent contrat conserve son statut quel que soit son lieu de travail effectif. Ce personnel devra néanmoins se conformer au règlement intérieur de la Partie qui l'accueille durant son temps de présence dans les locaux de celle-ci.
Chacune des Parties continuera d'assumer à l'égard du personnel qu'elle rémunère toutes les obligations sociales et fiscales et d'exercer envers lui toutes les prérogatives administratives de gestion.
Chaque Partie prend en charge la couverture de son personnel conformément à la législation applicable dans le domaine de la Sécurité Sociale, du régime des accidents du travail et des maladies professionnelles et dans le cadre de son statut propre, et procède aux formalités légales qui lui incombent.

8.2 Dommage aux biens

Chacune des Parties conserve à sa charge sans recours contre les autres Parties, sauf en cas de faute lourde ou intentionnelle, la réparation des dommages subis par ses biens propres du fait ou à l'occasion de l'exécution du présent contrat.

8.3 Dommage aux tiers

Chacune des Parties est responsable suivant les règles de droit commun des dommages de toute nature causés aux tiers.

ARTICLE 9 : RESILIATION

9.1 Une Partie pourra se prévaloir de plein droit de la résiliation du présent contrat en cas d'inexécution par une autre Partie de l'une quelconque des obligations contractuelles à sa charge, sans préjudice de tout autre droit ou action.

Une telle résiliation ne deviendra effective que trois mois après mise en demeure de la Partie plaignante envers la Partie défaillante, exposant par lettre recommandée avec demande d'avis de réception, les motifs de la plainte, à moins que dans ce délai, la Partie défaillante n'ait remédié à l'inexécution reprochée ou n'ait apporté la preuve d'un empêchement consécutif à un cas de force majeure.

L'exercice de cette faculté de résiliation ne dispensera pas la Partie défaillante de remplir les obligations contractées par elle jusqu'à la date d'effet de la résiliation ; la Partie plaignante conservera en outre le droit à réparation de tous dommages résultant pour elle de cette résiliation anticipée du présent contrat pour inexécution.

9.2 Le présent contrat sera résilié de plein droit en cas de cession totale ou partielle ainsi qu'en cas de redressement ou de liquidation judiciaire d'une Partie ; il sera également résilié de plein droit en cas de cessation d'activité ou de dissolution d'une Partie, sous réserve des dispositions légales en vigueur.

ARTICLE 10 - DISPOSITIONS DIVERSES

10.1 Cession

Le présent contrat étant conclu *intuitu personae*, aucune des Parties ne pourra céder de quelque façon que ce soit les droits et obligations qui en sont issus sans le consentement préalable des autres Parties.

10.2 Invalidité d'une clause

Si une ou plusieurs stipulations du présent contrat étaient tenues pour non valides ou déclarées telles en application d'un traité, d'une loi ou d'un règlement, ou encore à la suite d'une décision d'une juridiction compétente, les autres stipulations garderont toute leur force et leur portée.
Les Parties procèderont alors sans délai aux modifications nécessaires en respectant, dans la mesure du possible, l'accord de volonté existant au moment de la signature du contrat.

10.3 Modifications

Aucune addition ou modification des termes du présent contrat n'aura d'effet entre les Parties, à moins d'avoir fait l'objet d'un avenant signé par leurs représentants dûment habilités.

10.4 Tolérance

Toute tolérance consentie par l'une des Parties au regard de l'exécution par une autre Partie d'une quelconque de ses obligations découlant du contrat ne saurait être considérée, quelle que soit sa durée, comme une renonciation à ses droits et comme dispensant cette autre Partie d'accomplir à l'avenir la ou les obligations concernées dans les termes et conditions du présent contrat.

ARTICLE 11 : LOI APPLICABLE - LITIGES

Le présent contrat est soumis à la loi française.

Les Parties s'efforceront de résoudre à l'amiable les contestations qui pourraient surgir de l'interprétation ou de l'exécution du présent contrat. En cas de désaccord persistant, le litige sera porté devant les tribunaux français compétents.

A ....., Le .....

Fait en trois exemplaires (un par Partie),

Pour l'Université François Rabelais **Loïc VAILLANT, Président**	**Pour le Domaine National de Chambord** **Jean d'Haussonville, Directeur général**
Pour le CNRS **Patrice SOULLIE, Délégué Régional**	

UNIVERSITÉ FRANÇOIS - RABELAIS TOURS

ANNEXE 1 – PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Présentation:

Les forêts domaniales de Chambord, Boulogne, Russy et Blois forment un massif de près de 25 000 ha au sein duquel le domaine de Chambord a été créé entre 1522 et 1650. Des prospections archéologiques de surface menées en lien avec la DRAC (Service Régional de l'Archéologie) depuis 10 ans, ont livré des traces d'occupation depuis le néolithique (http://www.archeoforet.org/).

Objectifs

S'inscrivant dans le programme de recherches Chambord-Châteaux au sein de la structure *Intelligence des patrimoines*, les partenaires réunis unissent leurs compétences et leurs moyens pour mettre en œuvre une campagne de télédétection aérienne LiDAR (Light Detection and Ranging). Le LiDAR fournit des données altimétriques de haute résolution pour l'analyse du couvert végétal ainsi que pour la détection des microreliefs sous couvert forestier révélant des structures archéologiques ou naturelles invisibles à l'œil. Le croisement des données LiDAR avec les sources archéologiques (prospections), écrites (textes et plans) et écologiques, permettra d'engager une étude diachronique du territoire considéré. Ce projet constitue une première en Région Centre. Ses objectifs sont l'apport de connaissances sur :

- l'histoire des paysages et des peuplements
- l'impact de l'utilisation ancienne des sols sur l'état et le fonctionnement des écosystèmes forestiers actuels.

Le projet SOLiDAR a pour ambition d'établir les protocoles de traitements adaptés pour la compréhension des dynamiques environnementales et culturelles afin de permettre l'étude diachronique de l'occupation du sol en croisant les données de télédétection et les sources archéologiques, écrites, géomorphologique et écologique.

Résultats attendus :

Les résultats attendus sont la découverte de structures susceptibles de révéler les dynamiques des activités agricoles (parcellaires, enclos, chemins…), forestières (cynégétique, charbonnage…) et du peuplement (habitats, tertres) ainsi que l'identification de témoins paléoenvironnementaux. L'analyse diachronique de ces structures permettra de mieux comprendre les transformations du paysage dans la longue durée par l'apport de connaissances sur l'histoire des paysages et des peuplements, l'impact de l'utilisation ancienne des sols sur l'état et le fonctionnement des écosystèmes forestiers actuels, les interactions entre l'hydrosystème et l'implantation du domaine de Chambord.

Annexe 2 : Exemple d'une commande las info d'une dalle LiDAR

```
[2015-07-21/11:55:33] Executing tool: LAS Info
[2015-07-21/11:55:33]
[2015-07-21/11:55:33] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:33] Header Summary
[2015-07-21/11:55:33] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:33] File Name:                          H:\Clem\2015-07-08_SINTEGRA\03-SEMIS SOL SURSOL BATI\11722_Chambord_LIDAR_Semis-Sol-
Sursol-Bati_L93-IGN69_000010.las
[2015-07-21/11:55:33] Version:                            1.2
[2015-07-21/11:55:33] Source ID:                          0
[2015-07-21/11:55:33] Reserved:                           0
[2015-07-21/11:55:33] Project ID/GUID:                    '00000000-0000-0000-0000-000000000000'
[2015-07-21/11:55:33] System Identifier:                  ''
[2015-07-21/11:55:33] Generating Software:                'TerraScan'
[2015-07-21/11:55:33] File Creation Day/Year:             175/2015
[2015-07-21/11:55:33] Header Size:                        227
[2015-07-21/11:55:33] Offset to Point Data:               229
[2015-07-21/11:55:33] Number Var. Length Records:         0
[2015-07-21/11:55:33] Point Data Format:                  1
[2015-07-21/11:55:33] Point Data Record Length:     28
[2015-07-21/11:55:33] Number of Point Records:      9404646
[2015-07-21/11:55:33] Number of Points by Return:   7627798 1045502 532415 165316 29920
[2015-07-21/11:55:33] Scale Factor X Y Z:                 0.01 0.01 0.01
[2015-07-21/11:55:33] Offset X Y Z:                       -0.000000 -0.000000 -0.000000
[2015-07-21/11:55:33] Min X Y Z:                          590999.960000 6730499.970000 88.030000
[2015-07-21/11:55:33] Max X Y Z:                          591500.040000 6730999.990000 144.830000
[2015-07-21/11:55:33] Spatial Reference:
[2015-07-21/11:55:36]
[2015-07-21/11:55:36] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:36] Point Inspection Summary
[2015-07-21/11:55:36] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:36] Header Point Count:                 9404646
[2015-07-21/11:55:36] Actual Point Count:                 9404646
[2015-07-21/11:55:36]
[2015-07-21/11:55:36] Minimum and Maximum Attributes (min, max)
[2015-07-21/11:55:36] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:36] Min X Y Z:                          590999.960000 6730499.970000 88.030000
[2015-07-21/11:55:36] Max X Y Z:                          591500.040000 6730999.990000 144.830000
[2015-07-21/11:55:36] Bounding Box:                       590999.96, 6730499.97, 591500.04, 6730999.99
[2015-07-21/11:55:36] Time:                                     107775493.240459, 109597006.279526
[2015-07-21/11:55:36] Return Number:                1, 7
[2015-07-21/11:55:36] Return Count:                       1, 7
[2015-07-21/11:55:36] Flightline Edge:                    0, 1
[2015-07-21/11:55:36] Intensity:                          1, 21555
[2015-07-21/11:55:36] Scan Direction Flag:                1, 1
[2015-07-21/11:55:36] Scan Angle Rank:                    -37, 35
[2015-07-21/11:55:36] Classification:                     2, 6
[2015-07-21/11:55:36] Point Source Id:              14, 112
[2015-07-21/11:55:36] Minimum Color:                      0 0 0
[2015-07-21/11:55:36] Maximum Color:                0 0 0
[2015-07-21/11:55:36]
[2015-07-21/11:55:36] Number of Points by Return
[2015-07-21/11:55:36] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:36]     (0) 7627798
[2015-07-21/11:55:36]     (1) 1045502
[2015-07-21/11:55:36]     (2) 532415
[2015-07-21/11:55:36]     (3) 165316
[2015-07-21/11:55:36]     (4) 29920
[2015-07-21/11:55:36] Total Points:     9400951
[2015-07-21/11:55:36]
[2015-07-21/11:55:36] Number of Returns by Pulse
[2015-07-21/11:55:36] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:36]     (0) 0
[2015-07-21/11:55:36]     (1) 6583922
[2015-07-21/11:55:36]     (2) 1027026
[2015-07-21/11:55:36]     (3) 1100027
[2015-07-21/11:55:36]     (4) 540637
[2015-07-21/11:55:36]     (5) 132265
[2015-07-21/11:55:36]     (6) 18995
[2015-07-21/11:55:36]     (7) 1774
[2015-07-21/11:55:36] Total Pulses:     9404646
[2015-07-21/11:55:36]
[2015-07-21/11:55:36] Point Classifications
[2015-07-21/11:55:36] ----------------------------------------------------------
[2015-07-21/11:55:36]     3994862                 Ground (2)
[2015-07-21/11:55:36]     5403397                 Medium Vegetation (4)
[2015-07-21/11:55:36]     6387                    Building (6)
```

Annexe 3 : Liste des données récolées dans le cadre du programme SOLiDAR

Titre	Fournisseur	Date	Nature	Format	Description	Travaux effectués dans le cadre du programme SOLiDAR
Données géographiques						
BD Parcellaire	IGN	2015	Planimétrique	Raster & vecteur	Parcellaire actuel du Loir-et-Cher	
BD Forêt	IGN	2015	Planimétrique	Vecteur	formation végétale du Loir-et- Cher	
BD NYME	IGN	2015	Planimétrique	vecteur		
BD TOPO	IGN	2015	Planimétrique	vecteur	réseau routier, voies ferrées, transport et énergie, hydrographie, bâti, végétation, orographie, administratif (communes), zones d'activités, toponymes	
Corine Land Cover	SOeS et l'Agence Européenne de l'Environnement	2006	Planimétrique	vecteur	Nature de la couverture du sol du Loir-et-Cher	
BD_alti	IGN	2015	Planimétrique	raster	MNT à 25 m	
Scan 25	IGN		Planimétrique	raster		
Orthophoto_historique	IGN	1967-1996	Planimétrique	raster	Orthophotographies historiques	géoréférencement
Orthophoto	IGN	2013	Planimétrique	raster		
Données géologiques						
Cartes géologiques 1/50000 n° 428 (Blois), 429 (Bracieux), 459 (Montrichard), 460 (Romorantin)	BRGM	1977-2007	Planimétrique	raster	Carte du substrat géologique affleurant au 1/50000	géoréférencement, harmonisation, vectorisation
Base de données du sous-sol	BRGM	2015	Base de données	Base de données	Données de sondages effectuées par le BRGM	vectorisation
Données forestières						
Carte du parcellaire des 3 forêts (Blois, Boulogne, Russy)	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Parcellaire des 3 forêts (Blois, Boulogne, Russy)	transformation de la projection en L93
stations dans Russy	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Stations forestières dans Russy	transformation de la projection en L93
stations dans Boulogne	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Stations forestières dans Boulogne	transformation de la projection en L93
Cartes du peuplement Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Peuplement dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
Cartes du peuplement	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Peuplement dans la forêt de Russy	transformation de la projection en L93

Russy						
cantons	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Cantons	transformation de la projection en L93
richesses culturelles Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Richesses culturelles dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
Carte de la sensibilité paysagère Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Sensibilité paysagère dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions d'eau potable à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions d'eau potable dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions d'eaux usées à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions d'eaux usées dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de gaz à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de gaz dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de lignes électriques à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de lignes électriques dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de lignes téléphoniques à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de lignes téléphoniques dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de monuments à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de monuments dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de portillons à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de portillons dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de ruchers à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de ruchers dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
concessions de transformateurs à Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Concessions de transformateurs dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
dessertes Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Dessertes dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
dessertes Boulogne	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Dessertes dans la forêt de Boulogne	transformation de la projection en L93
dessertes Russy	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Dessertes dans la forêt de Russy	transformation de la projection en L93
sentiers Russy	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Sentiers dans la forêt de Russy	transformation de la projection en L93
Carte géologique Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Carte géologique de la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
Carte géologique Russy	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Carte géologique de la forêt de Russy	transformation de la projection en L93
limites forestières Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Limites forestières dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93
limites forestières Russy	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Limites forestières dans la forêt de Russy	transformation de la projection en L93
mares Boulogne	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Mares dans la forêt de Boulogne	transformation de la projection en L93
unités de gestion Boulogne	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Unités de gestion dans la forêt de Boulogne	transformation de la projection en L93
unités de gestion Blois	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Unités de gestion dans la forêt de Blois	transformation de la projection en L93

ZNIEFF Boulogne	ONF	2015	Planimétrique	vecteur	Zones d'Interêt Ecologique, Faunistique et Floristique dans la forêt de Boulogne	transformation de la projection en L93
Plan forestier de Chambord	DNC	2015	Planimétrique	vecteur	Classement en Natura 2000, toponyme, nature de la parcelle et nature du peuplement végétal	
Données archéologiques						
ea_geoloc_41_lidar	SRA C-VdL	2015	Planimétrique	vecteur	Sites archéologiques dont la position n'est pas connue	
ea_pt_41_lidar	SRA C-VdL	2015	Planimétrique	vecteur	Sites archéologiques extraits de Patriarche au format ponctuel	
ea_pol_41_lidar	SRA C-VdL	2015	Planimétrique	vecteur	Sites archéologiques extraits de Patriarche au format polygone	
Déclarations de découverte archéologique	L. Magiorani	1999 - 2013	texte	fiches de DDA		
Cartes des découvertes	L. Magiorani	2014	Planimétrique	raster	Plans des découvertes au 1/10000	géoréférencement
Tableaux récapitulatifs des sites	L. Magiorani	2014	Base de données	Base de données	Intégralité des sites découverts sous format .xls	vectorisation, harmonisation et mise en place des correspondances avec Patriarche
Données archivistiques						
Cadastre napoléonien	AD41	1809-1827	Planimétrique	raster	regroupe toutes les feuilles de toutes les communes concernées par le programme	géoréférencement
Carte de Cassini	IGN	18èmes	Planimétrique	raster	feuille n°29	géoréférencement
Carte d'état-major	IGN	1840	Planimétrique	raster	Couleur, 1/80000, feuilles 108NE et 108 NO (Blois)	géoréférencement
1_Fi_01467	AD41	1755	Planimétrique	raster	Plan cadastral de la commune de Chambon-sur-Cisse	géoréférencement
1_Fi_00382	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan cadastral de la commune de Chouzy-sur-Cisse	géoréférencement
1_Fi_00599	AD41	1774	Planimétrique	raster	Plan cadastral d'une pièce de bois de la commune de Chouzy-sur-Cisse (le Veaurenar, les Haguères et le Veaujagot)	Non géoréférençable
1_Fi_01469	AD41	1757	Planimétrique	raster	Plan cadastral du Léage	géoréférencement
1_Fi_00068	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan cadastral d'une partie de la commune de Cour Cheverny	Non géoréférençable
1_Fi_00163	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan cadastral de la forêt de Blois	géoréférencement
1_Fi_00199	AD41	1901	Planimétrique	raster	Plan topographique de la forêt de Blois	géoréférencement
1_Fi_01585	AD41	1671	Planimétrique	raster	Plan (17ème siècle) du prieuré de Boulogne en	géoréférencement

					forêt de Boulogne	
1_FI_00076	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan cadastral d'une partie de la commune de Huisseau-sur-Cosson	géoréférencement
1_Fi_00084	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan cadastral d'une partie de la commune d'Orchaise	Non géoréférençable
1_Fi_00387	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan du château de Chambord et de ses aménagements	géoréférencement
1_Fi_00388	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan du château de Chambord et de ses aménagements	géoréférencement
1_Fi_00028_00001	AD41	1785	Planimétrique	raster	Plan circulaire de la « Parroisse de Seur. Diocèse de Blois. 1785. »	Non géoréférençable
1_Fi_00028_00002	AD41	1790	Planimétrique	raster	« Plan topographique de la Parroisse de Seur, du canton de Celettes, du district et du département du Loir-et-Cher 1790 »	géoréférencement
1_Fi_00233	AD41	n.d.	Planimétrique	raster	Plan du grand chemin de Seur à Blois	géoréférencement
AD41, 58 Fi 1	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan du château et du village de Chambord]	
AD41, 58Fi 2	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	Plan du parc de Chambord	
AD41, 58 Fi 4	AD41 via Ipat	1891	Planimétrique	raster	[Aménagement des bois de Chambord divisés en 20 séries comprises sous les numéros 1 à 20]	
AD41, 58 Fi 5	AD41 via Ipat	1913	Planimétrique	raster	Plan géométral du parc de Chambord, dressé en 1913 par A. Florent, ancien Arpenteur Géomètre, sous la direction de Mr le Comte de Traversay, gouverneur du Domaine	
AD41, 58 Fi 6	AD41 via Ipat	1913	Planimétrique	raster	Plan géométral du parc de Chambord, dressé en 1913 par A. Florent, ancien Arpenteur Géomètre, sous la direction de Mr le Comte de Traversay, gouverneur du Domaine	
AD41, 58Fi 7	AD41 via Ipat	1852	Planimétrique	raster	Domaine de Chambord : plaine entre la route de St Dié et celle de Muides	
AD41, 58Fi 8	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan général du Domaine de Chambord : forêts de Blois, Boulogne et Russy]	
AD41, 58Fi 9	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan du du domaine de Chambord]	
AD41, 58 Fi 10	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan du château et du village de Chambord]	
AD41, 58 Fi 12	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Domaine de Chambord. Plan du cours du Cosson (1ère feuille)]	

AD41, 58 Fi 14	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan de jardins français du Château de Chambord avec indication des essences à planter place Charles X]	
AD41, 58 Fi 15	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Grande faisanderie - plan d'un parc d'agrément (jardin anglais) dans le Domaine de Chambord]	
AD41, 58 Fi 16	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan de jardin anglais pour le jardin du presbytère du Domaine de Chambord]	
AD41, 58Fi 21	AD41 via Ipat	1869	Planimétrique	raster	Plans des ronds du parc de Chambord : rond de St Dié	
AD41, 58Fi 22	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	Rond de la Belle Pierre	
AD41, 58 Fi 23	AD41 via Ipat	1866	Planimétrique	raster	[Plan de la plantation au droit de l'hôtel Saint Michel, Domaine de Chambord]	
AD41, 58 Fi 24	AD41 via Ipat	n.d.	Planimétrique	raster	[Plan d'aménagement de la Place Charles X du Domaine de Chambord, avec plan de plantations et indication des essences à utiliser]	
AD41, 58 Fi 60	AD41 via Ipat	Vers 1820	Planimétrique	raster	[Plan général du Domaine de Chambord : commune et château plus détaillé]	géoréférencement
AD41, 58 Fi 518	AD41 via Ipat	Fin XVIIIe	Planimétrique	raster	Plan de la forêt de Boulogne, minute d'arpentage, ech en toises	
NII Loir-et-Cher 2	Archives Nationales via L. Magiorani	fin XVIIIe	Planimétrique	raster	Plan dit "Polignac	géoréférencement
Plan 1600	L. Magiorani	XVIIe	Planimétrique	raster	Peinture murale, due à Louis Poisson, au rez-de-chaussée (galerie de cerfs) de l'aile dite de la galerie de Diane, au château de Fontainebleau	géoréférencement

Annexe 4 : Fiches des sites prospectés

Nom : H68

Coordonnées :
X : 576435
Y : 6716777

Commune : Celette

Massif forestier : Russy

Parcelle : 68

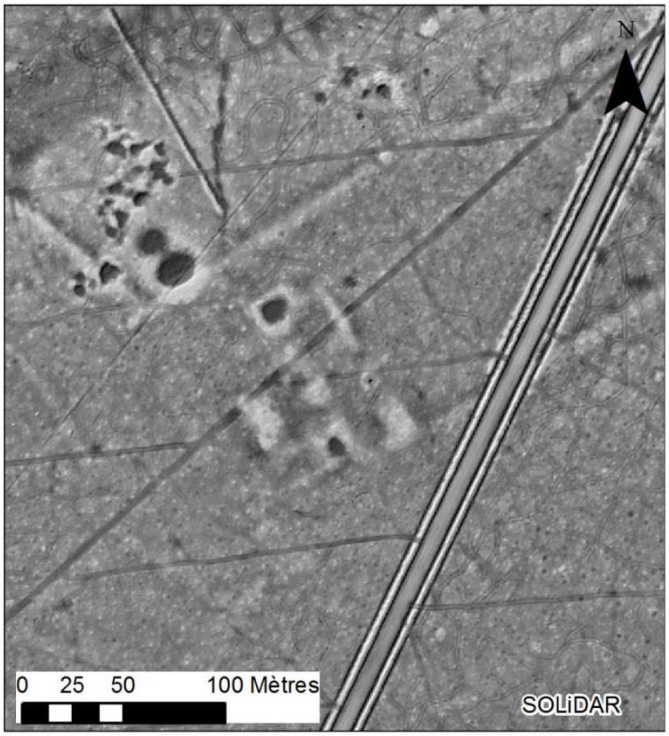
Date de prospection :

Prospecteurs : Louis Magiorani

Liste des opérations : ramassage

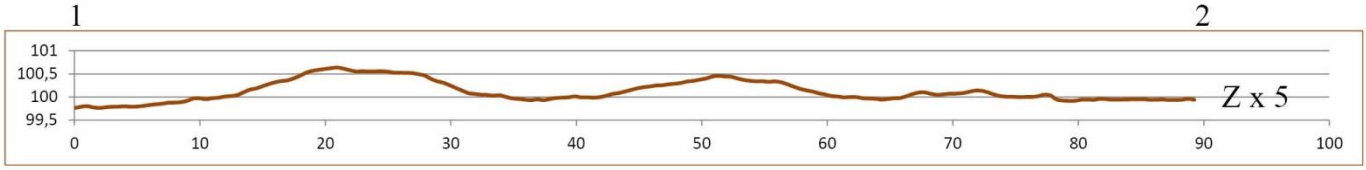
Description du site : cf. DFS 2011

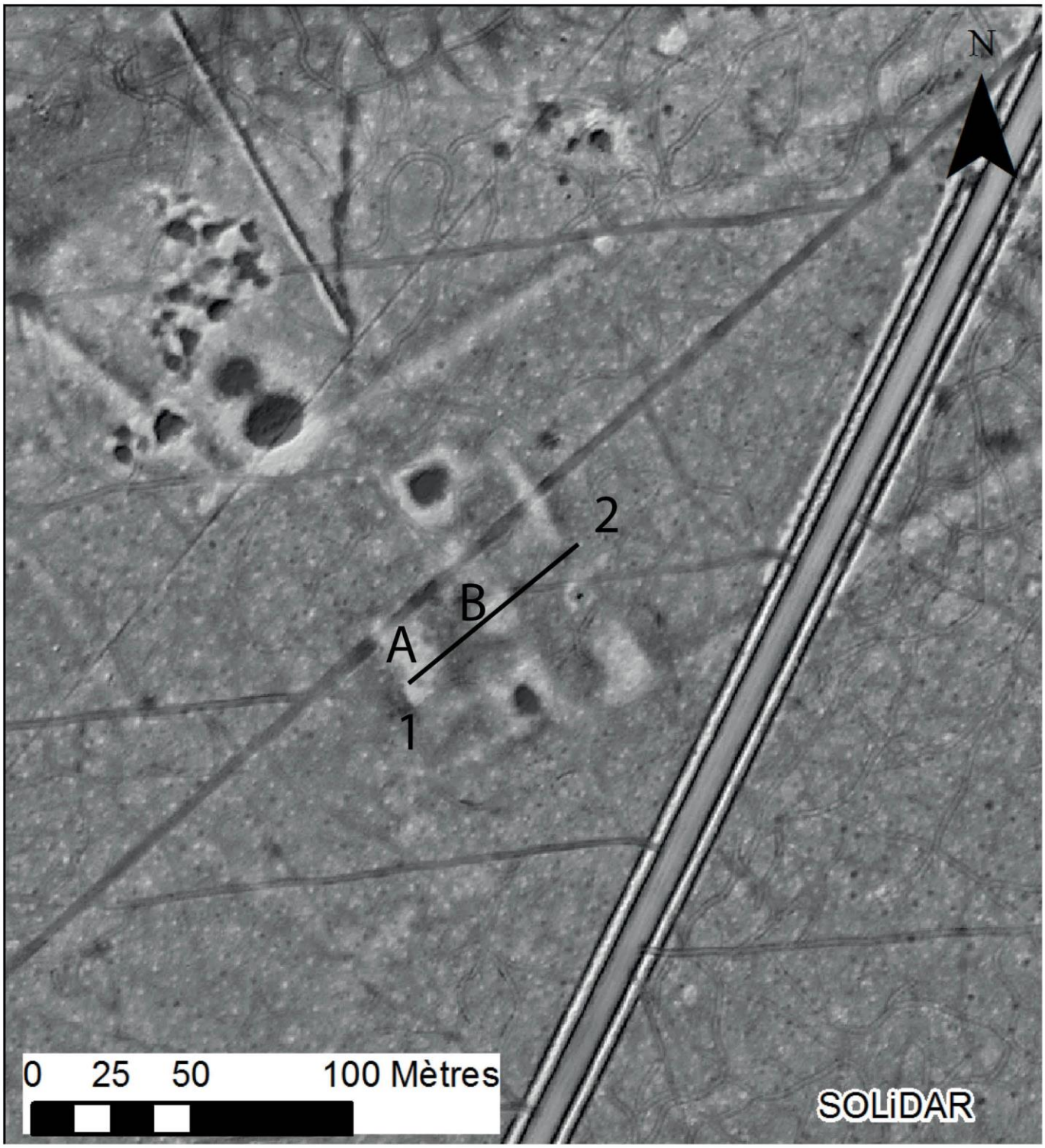
	Oui	Non
Recherche de mobilier	x	
Découverte de mobilier	x	



Site inédit : oui, renvoie à d'anciens ID

ID Patriarche : 37228, 37229, 37232
ID L. Magiorani : T68/1, 2, 3




N
2
B
A
1
0 25 50 100 Mètres
SOLiDAR

H68a

H68b

Nom : H77

Coordonnées :
X : 577410
Y : 6716820

Commune : Celette

Massif forestier : Russy

Parcelle : 77

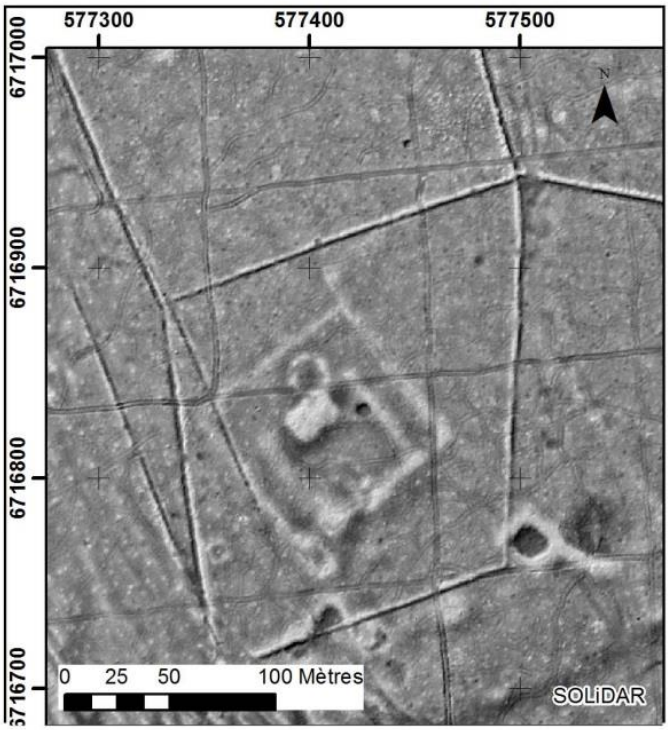
Date de prospection :

Prospecteurs : Louis Magiorani

Liste des opérations : photographies + rammassage

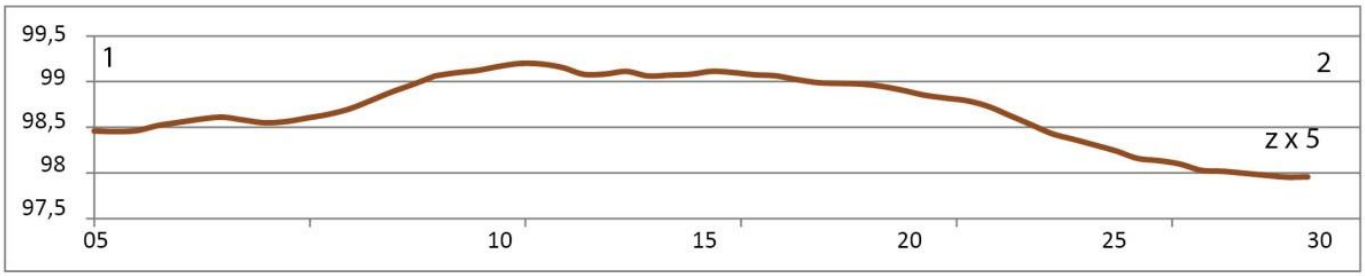
Description du site :

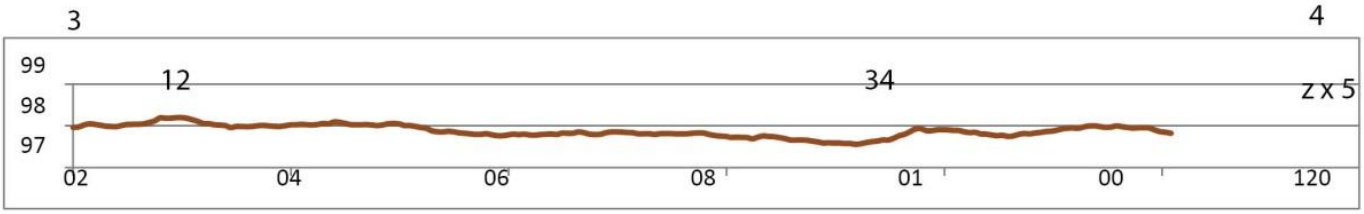
	Oui	Non
Recherche de mobilier	x	
Découverte de mobilier	x	

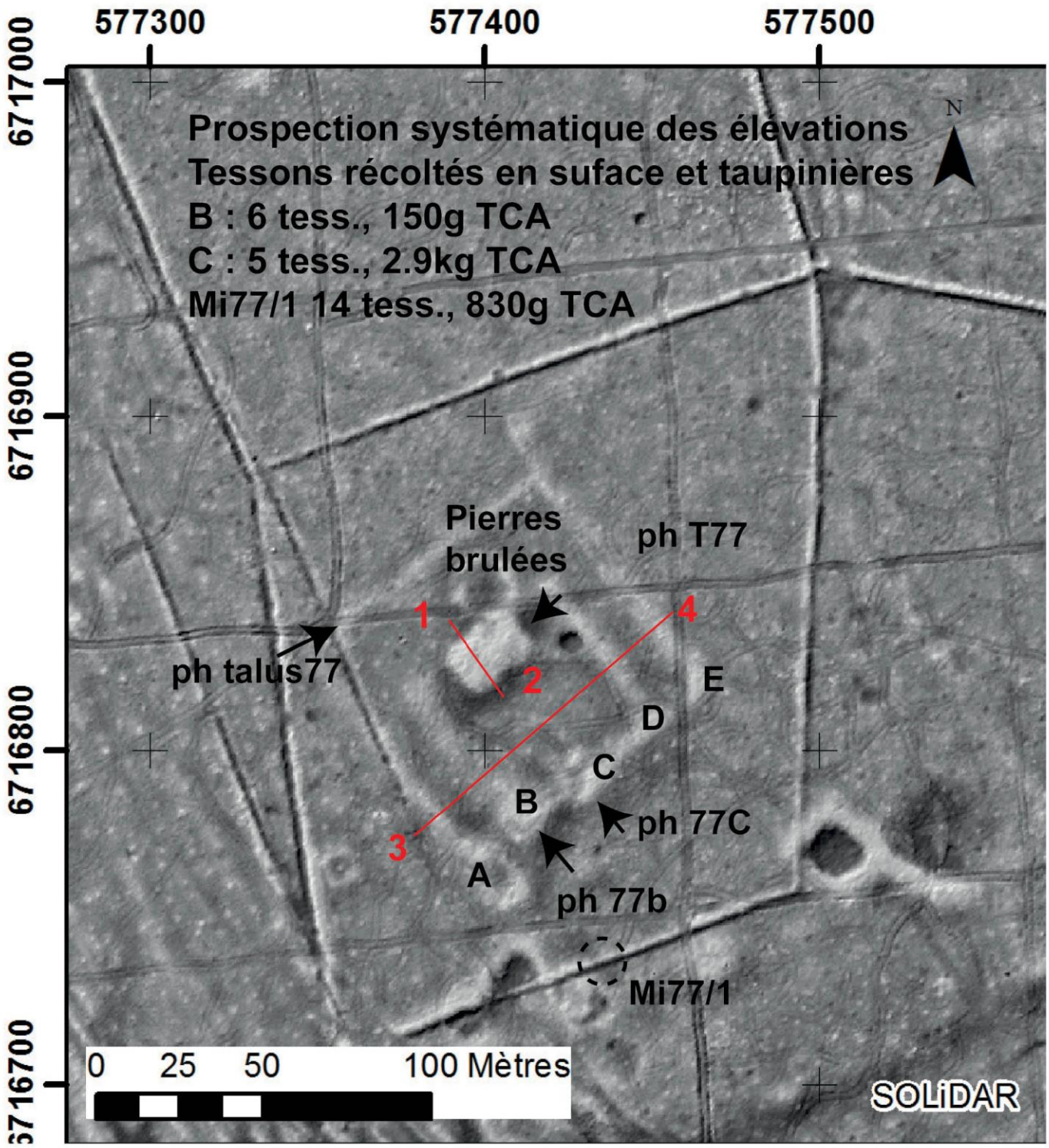


Site inédit : oui, renvoie à d'anciens ID

ID Patriarche : 0637240, 0637241, 0637242, 0637243, 0637244
ID L. Magiorani : Mi 77/1, 4, 5 ; T 77/2, 3





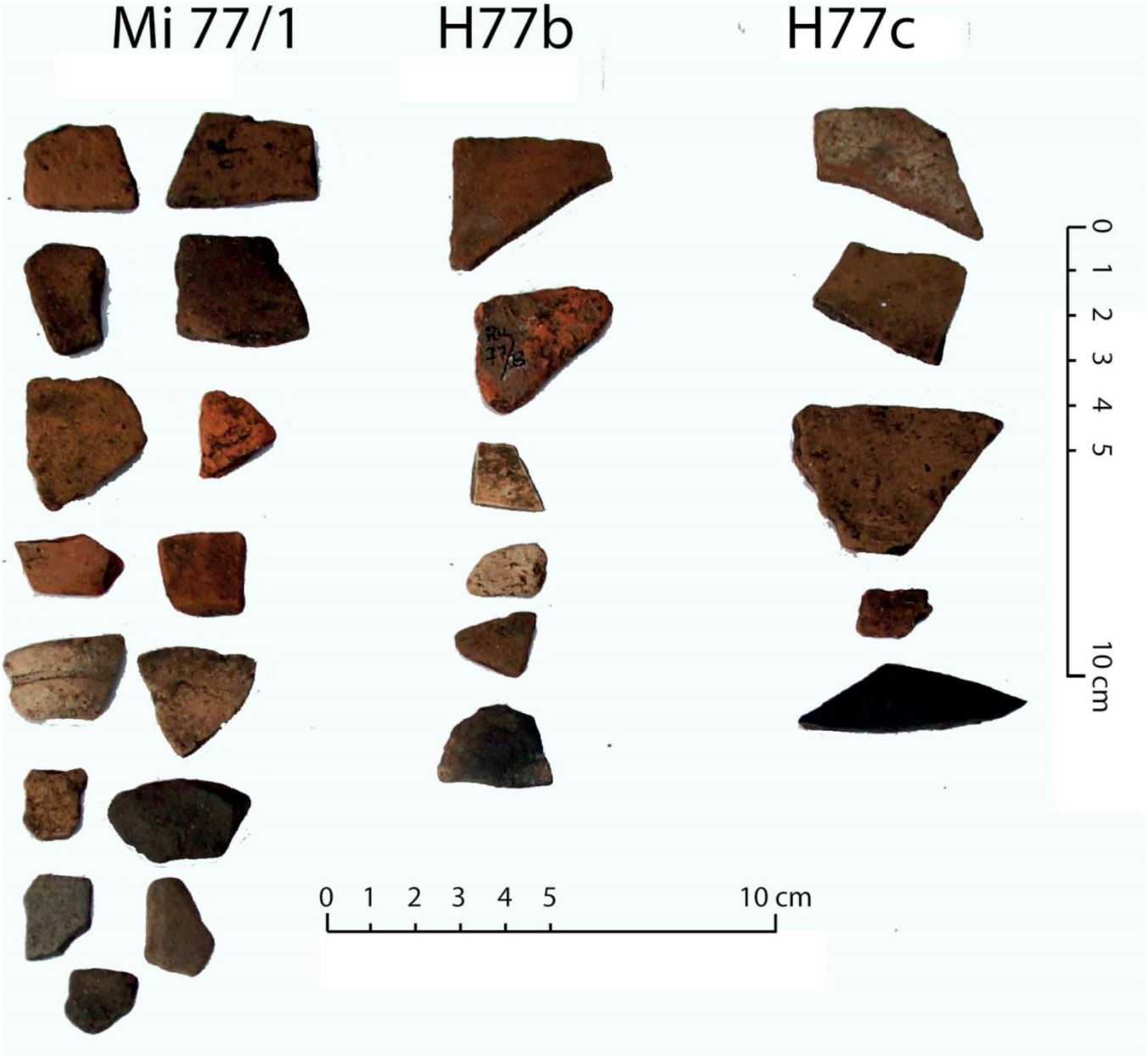

577300
577400
577500
6717000
6716900
6716800
6716700
Prospection systématique des élévations
Tessons récoltés en suface et taupinières
B : 6 tess., 150g TCA
C : 5 tess., 2.9kg TCA
Mi77/1 14 tess., 830g TCA
N
Pierres brulées
ph T77
ph talus77
1
2
3
4
A
B
C
D
E
ph 77C
ph 77b
Mi77/1
0 25 50 100 Mètres
SOLiDAR

77B

77C

T77

Talus 77


Mi 77/1
H77b
H77c
0 1 2 3 4 5 10 cm
0 1 2 3 4 5 10 cm

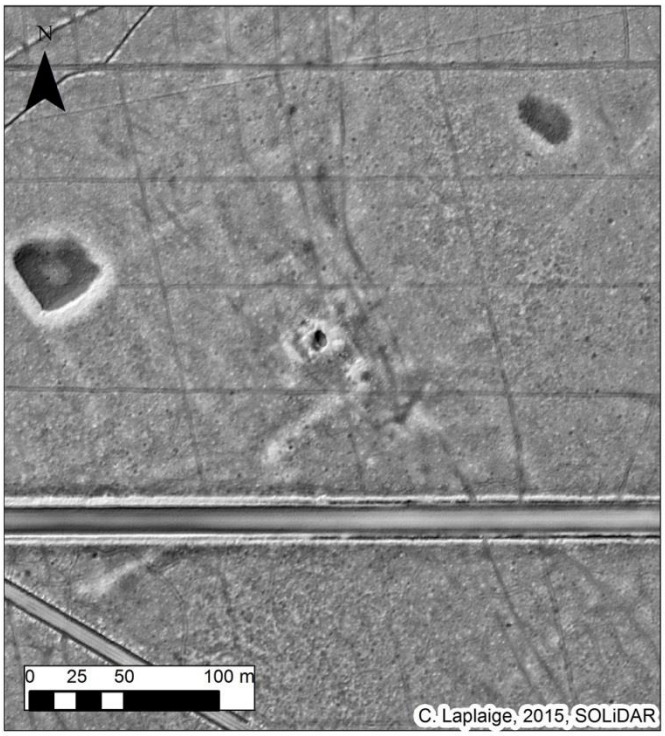
Nom : H105

Coordonnées :
X : 578920
Y : 6719250

Commune : Vineuil

Massif forestier : Russy

Parcelle : 105



Date de prospection :

Prospecteurs : Louis Magiorani

Liste des opérations : ramassage sous feuilles

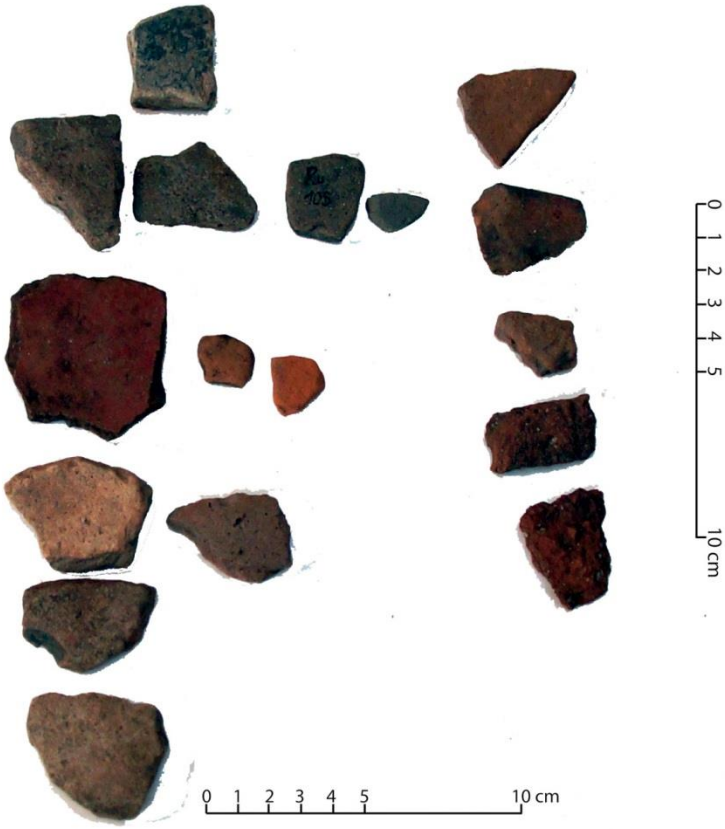
Description du site : cf. DFS 2011

	Oui	Non
Recherche de mobilier	x	
Découverte de mobilier	x	

Site inédit : non

ID Patriarche : 0637213
ID L. Magiorani : H105

H105



Nom : H113

Coordonnées :
X : 579510
Y : 6718480

Commune : Vineuil

Massif forestier : Russy

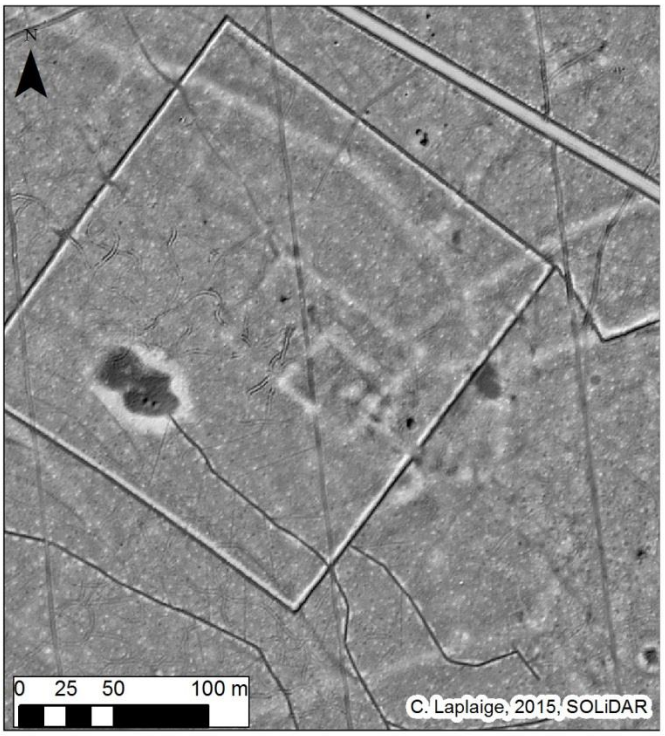
Parcelle : 113

Date de prospection : décembre 2015
Prospecteurs : Louis Magiorani, Aude Crozet, Xavier Rodier, Clément Laplaige

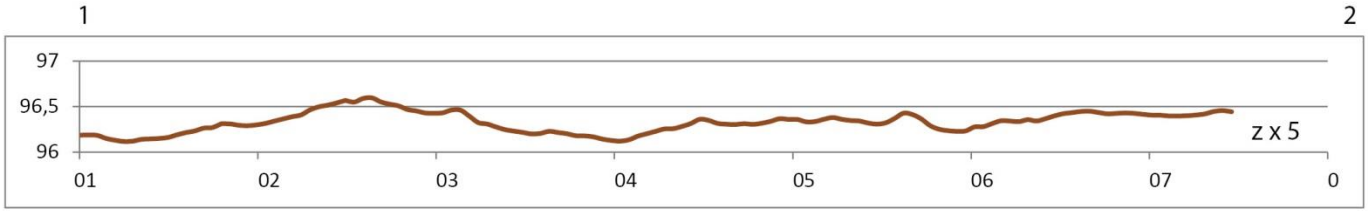
Liste des opérations : ramassage sous feuilles

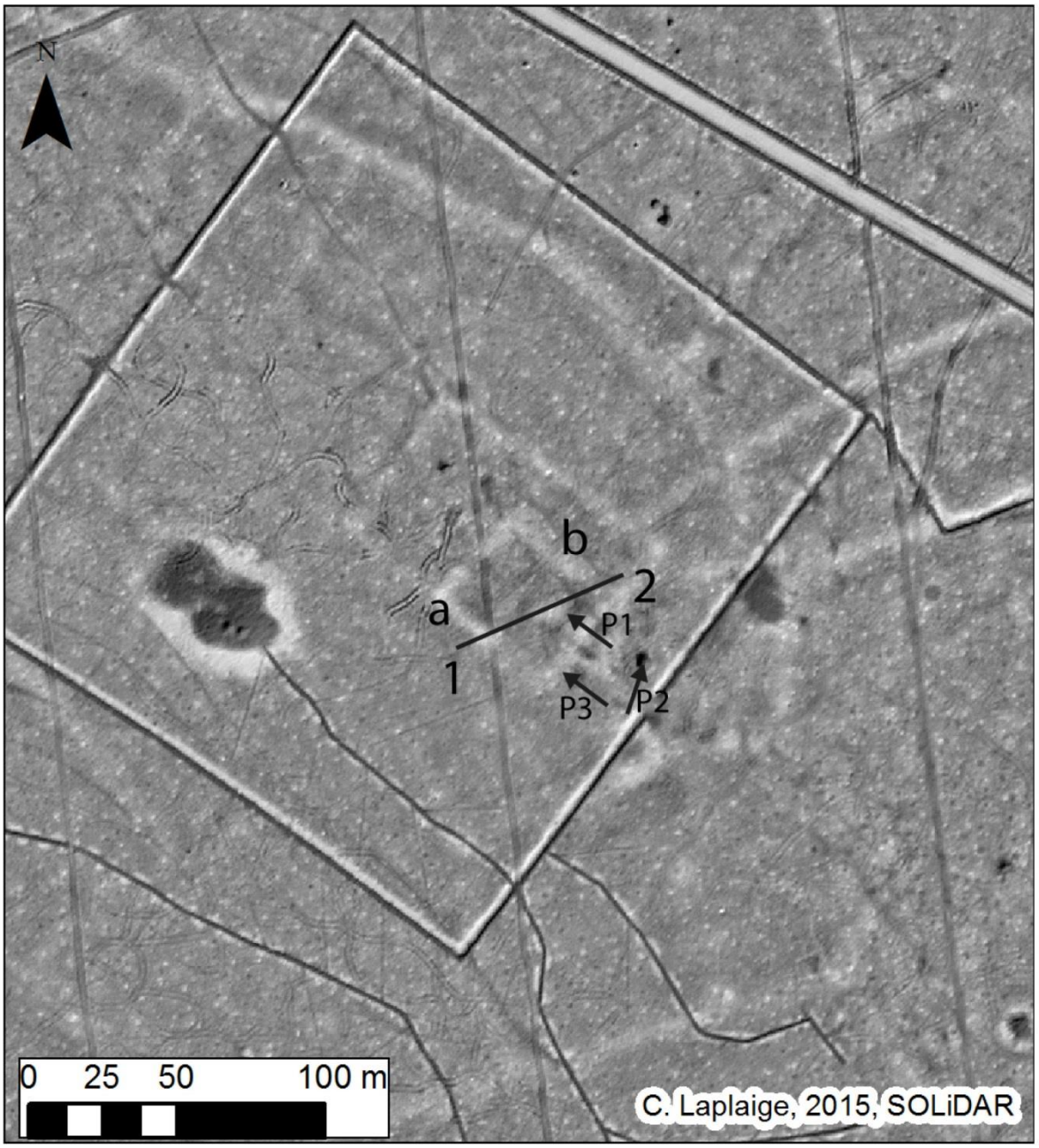
Description du site : accessible, mobilier trouvé au pied de deux arbres

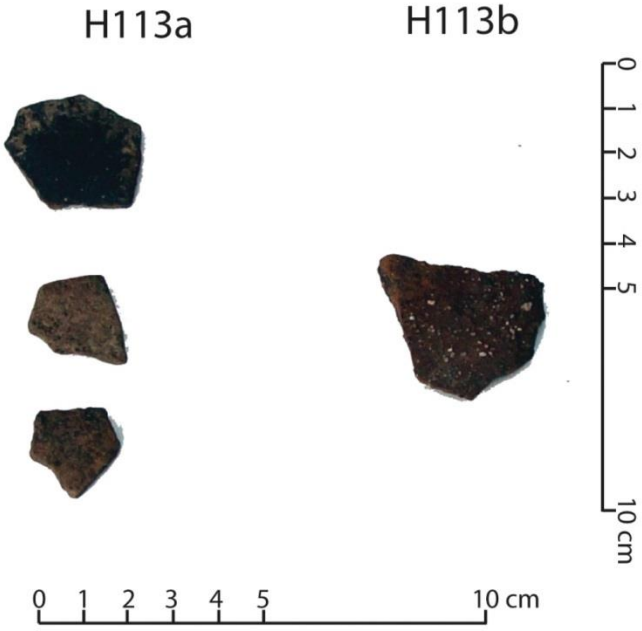
	Oui	Non
Recherche de mobilier	x	
Découverte de mobilier	x	



Site inédit : oui
ID Patriarche :
ID L. Magiorani :




N
b
2
a
P1
1
P3
P2
0 25 50 100 m
C. Laplaige, 2015, SOLiDAR


H113a
H113b
0 1 2 3 4 5 10 cm
0 1 2 3 4 5 10 cm

P1

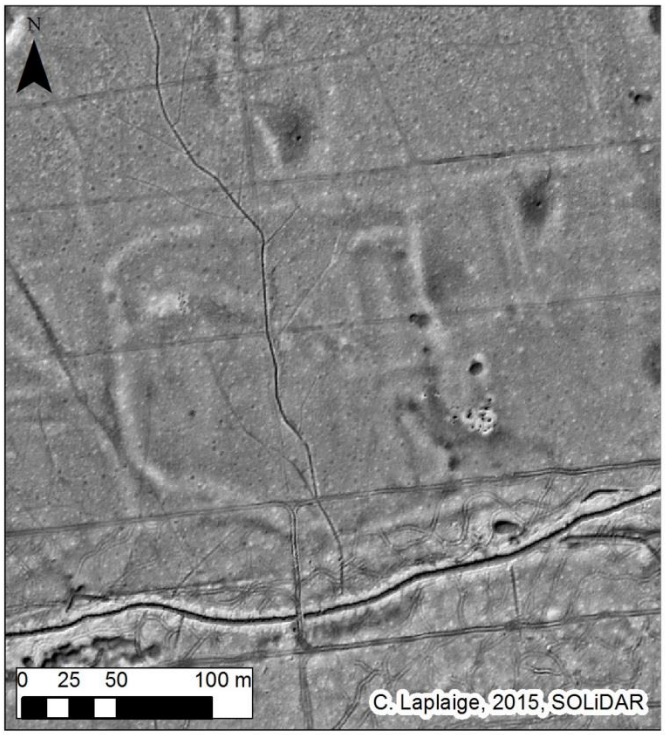
P2

Nom : H198

Coordonnées :
X : 586000
Y : 6722200

Commune : Huisseau-sur-Cosson

Massif forestier : Boulogne
Parcelle : 198



Date de prospection : décembre 2015

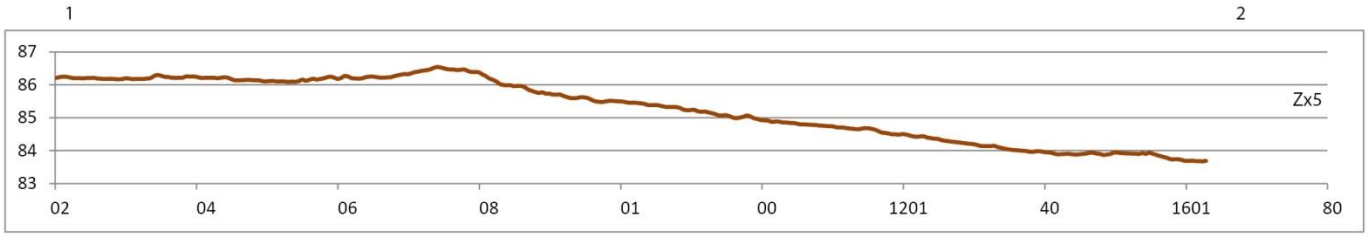
Prospecteurs : Louis Magiorani

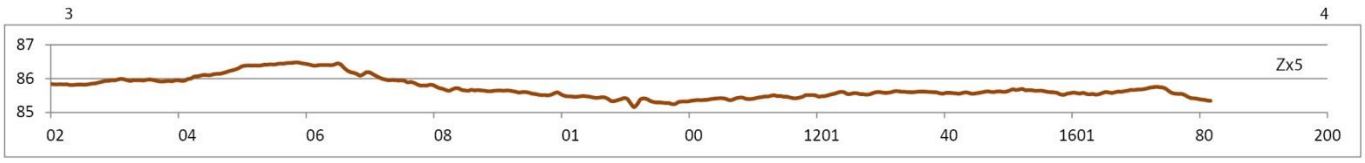
Liste des opérations : ramassage sous feuilles

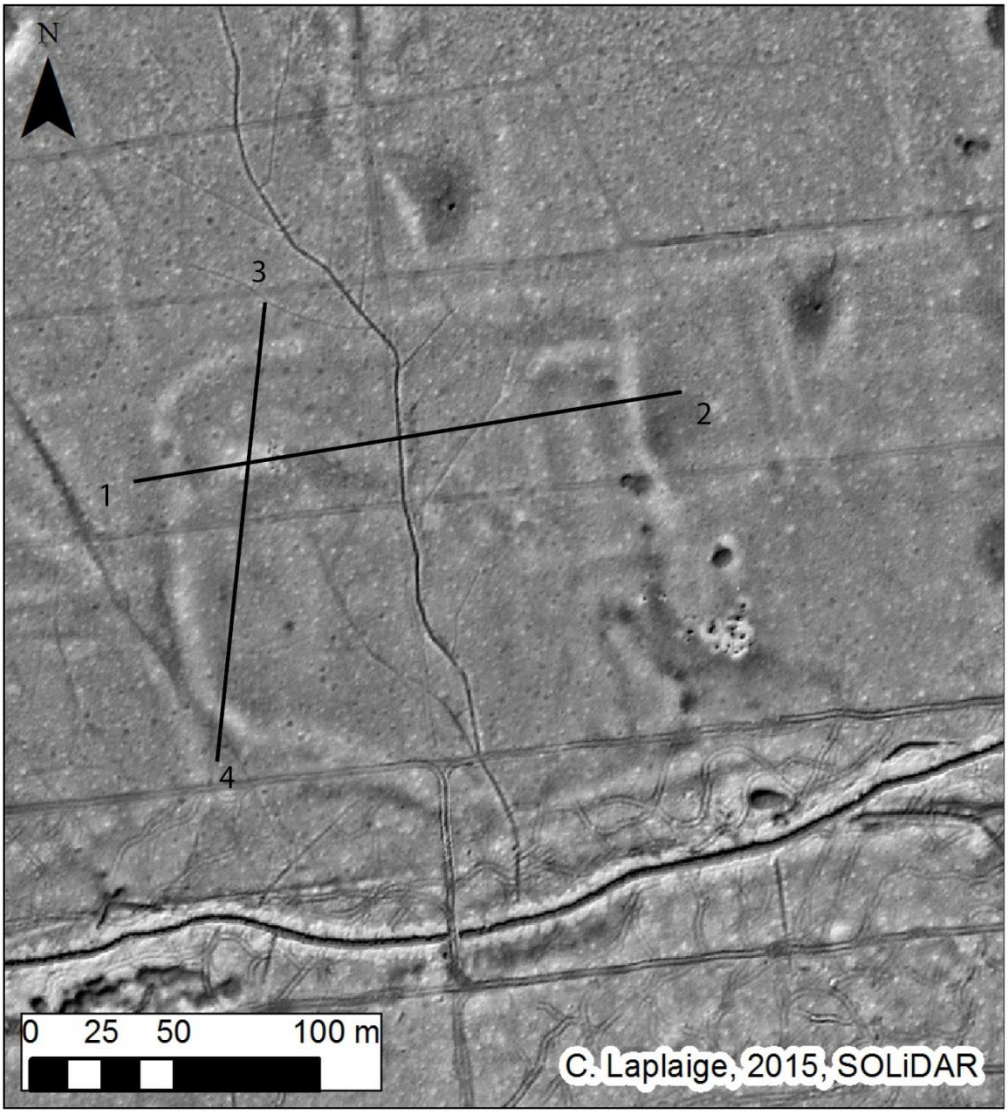
Description du site : cf. DFS 2000

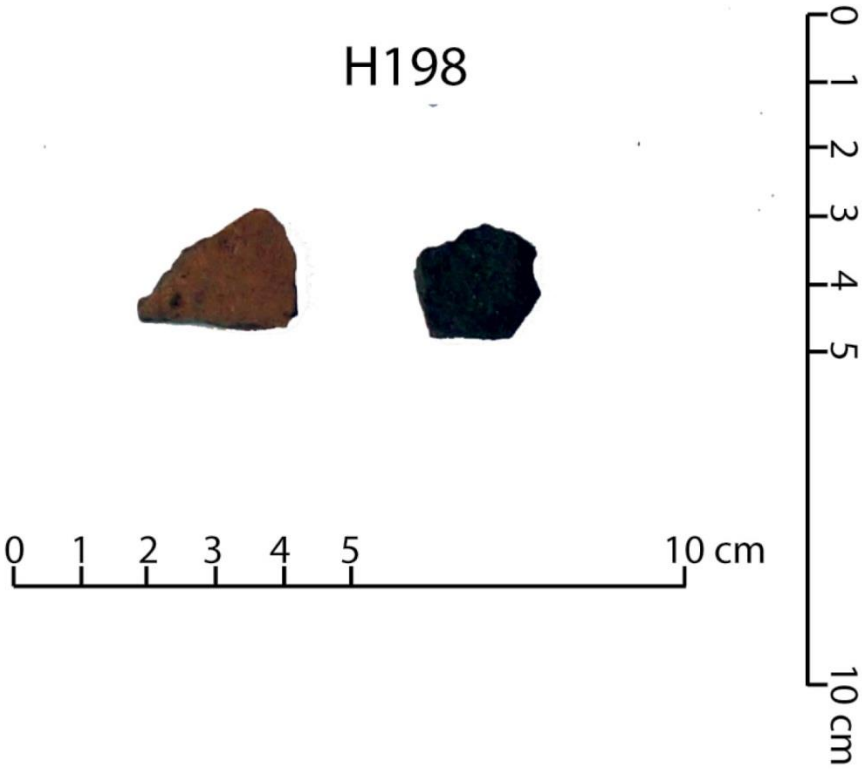
	Oui	Non
Recherche de mobilier	x	
Découverte de mobilier	x	

Site inédit : non
ID Patriarche : 0619701
ID L. Magiorani : H198






N
3
2
1
4
0 25 50 100 m
C. Laplaige, 2015, SOLiDAR

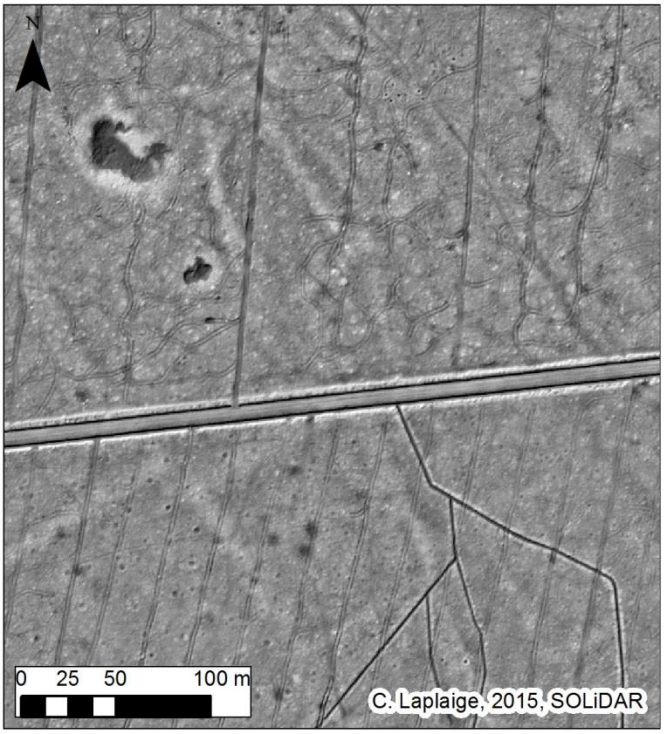

H198
0 1 2 3 4 5 10 cm
0 1 2 3 4 5 10 cm

Nom : H207

Coordonnées :
X : 585290
Y : 6720930

Commune : Huisseau-sur-Cosson

Massif forestier : Boulogne
Parcelle : 207



Date de prospection : décembre 2015

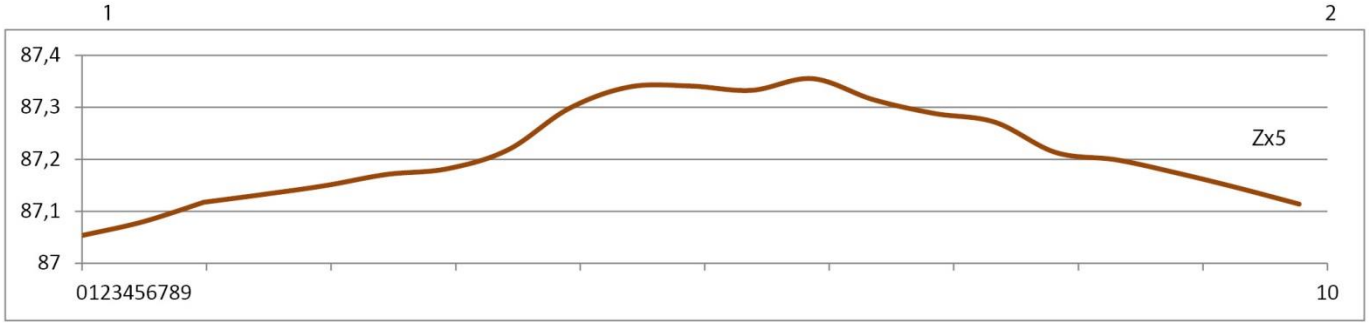
Prospecteurs : Louis Magiorani

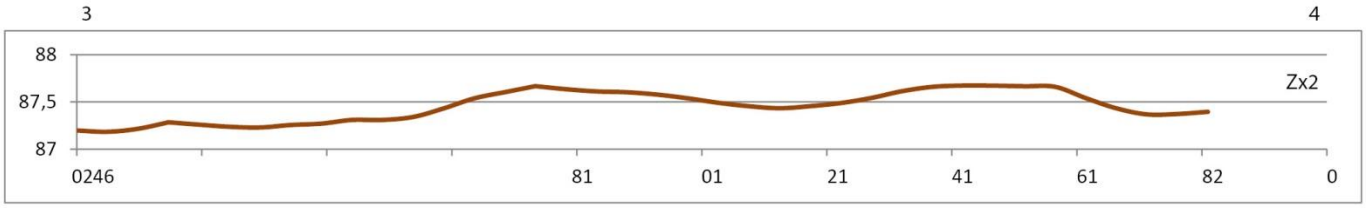
Liste des opérations : ramassage sous feuilles

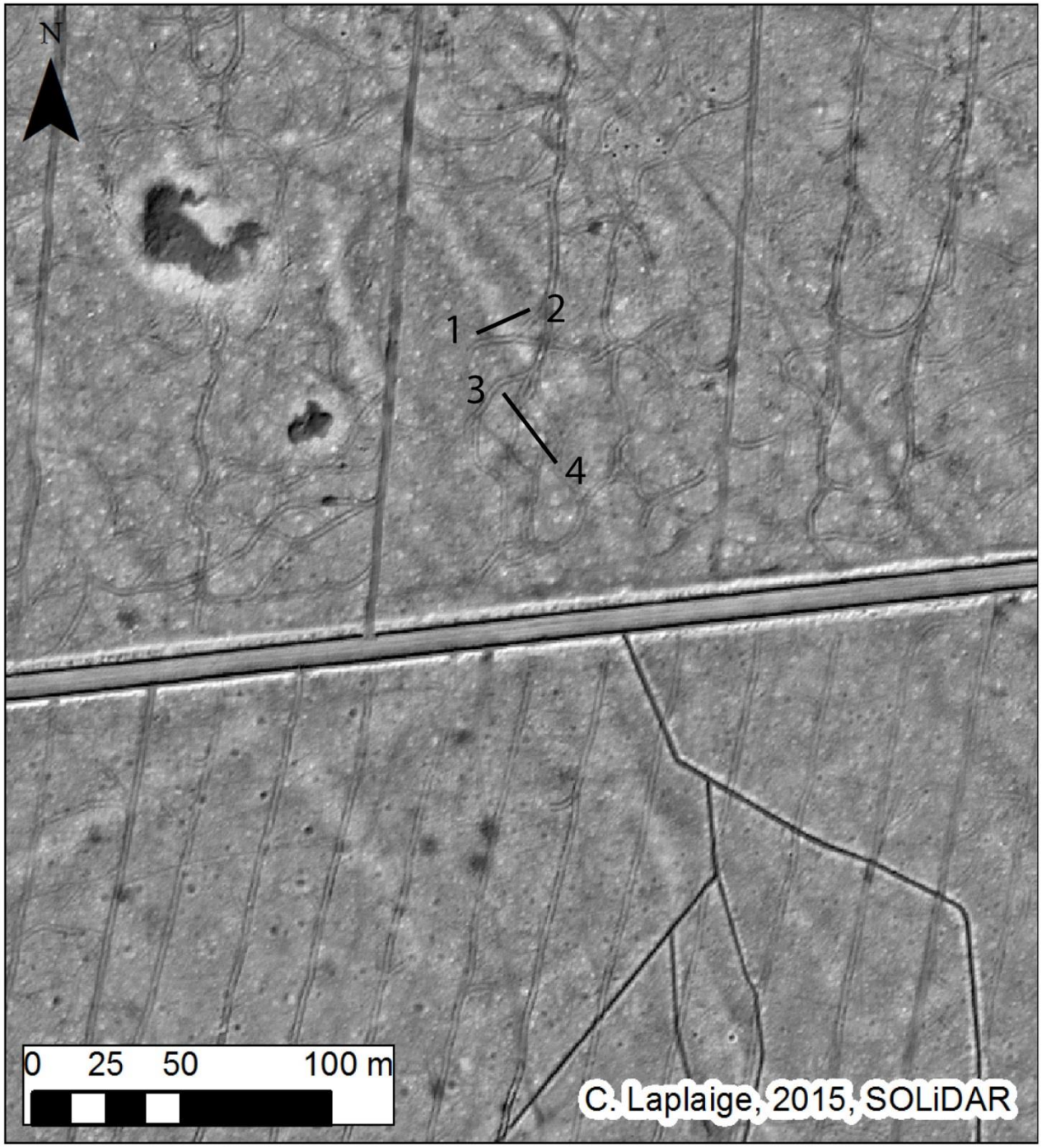
Description du site : cf. DFS 2004

	Oui	Non
Recherche de mobilier	x	
Découverte de mobilier	x	

Site inédit : oui, renvoie à d'anciens ID
ID Patriarche : 0619707
ID L. Magiorani : Tbe207/1

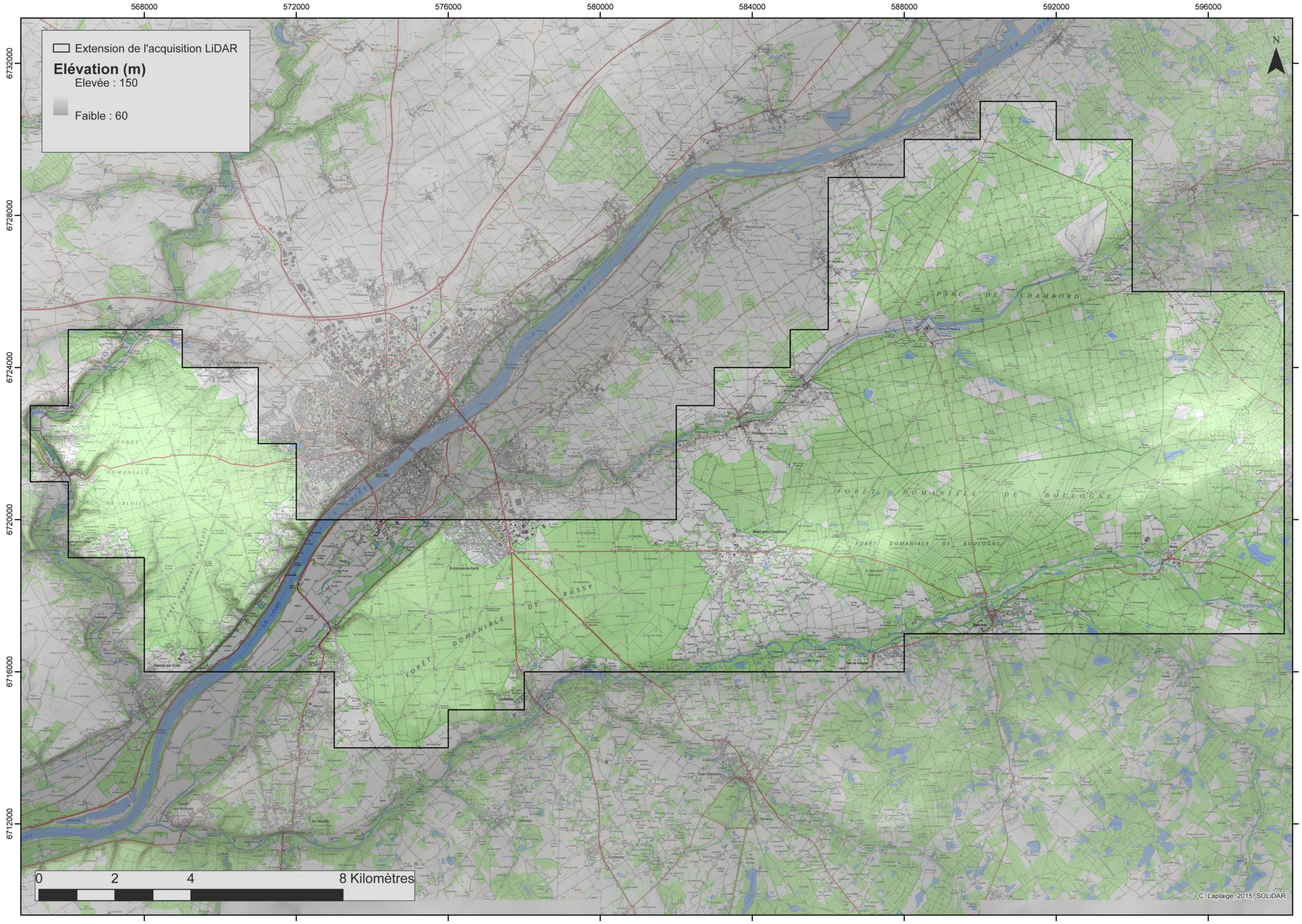




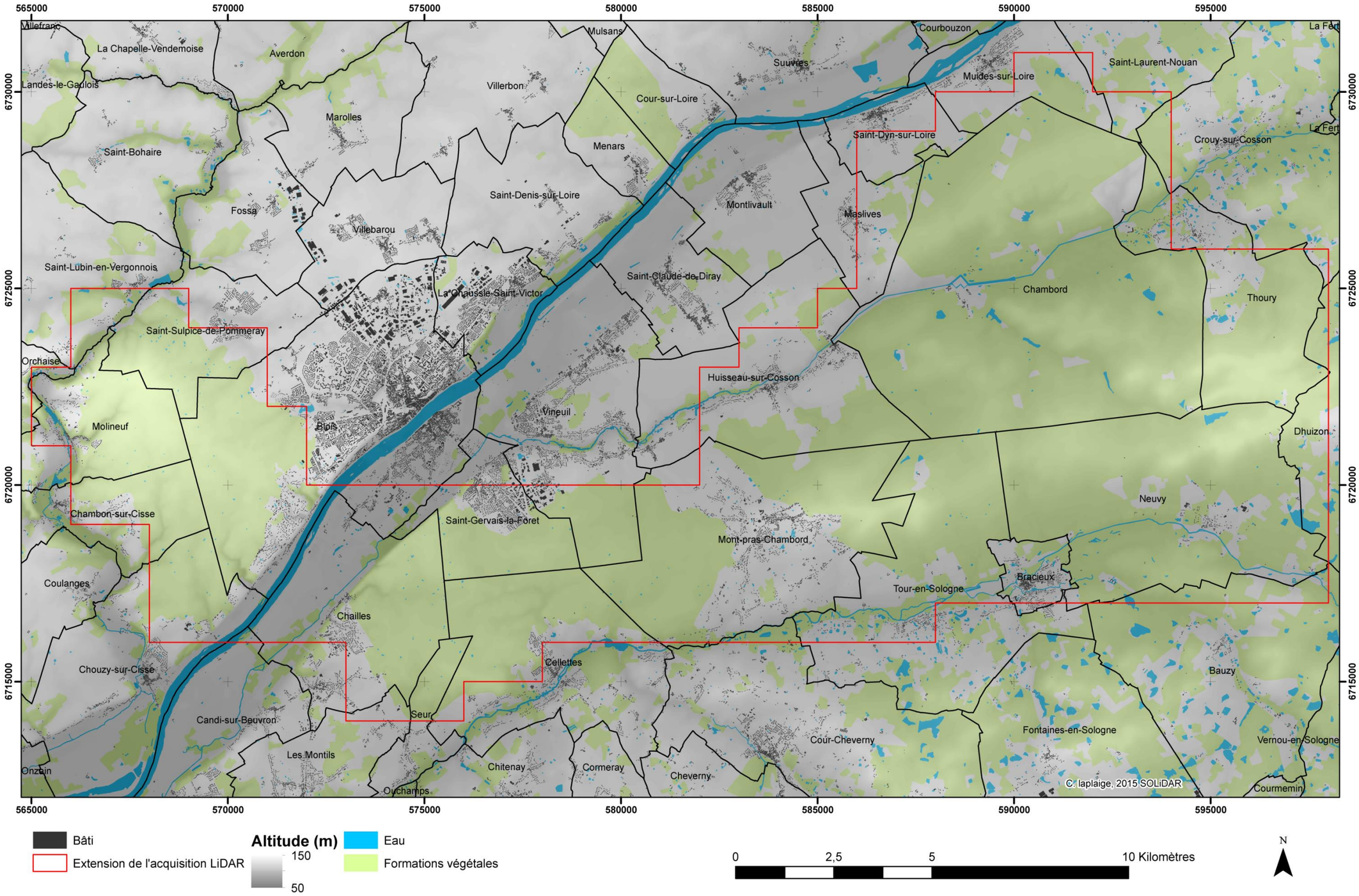

N
1
2
3
4
0 25 50 100 m
C. Laplaige, 2015, SOLiDAR

H207

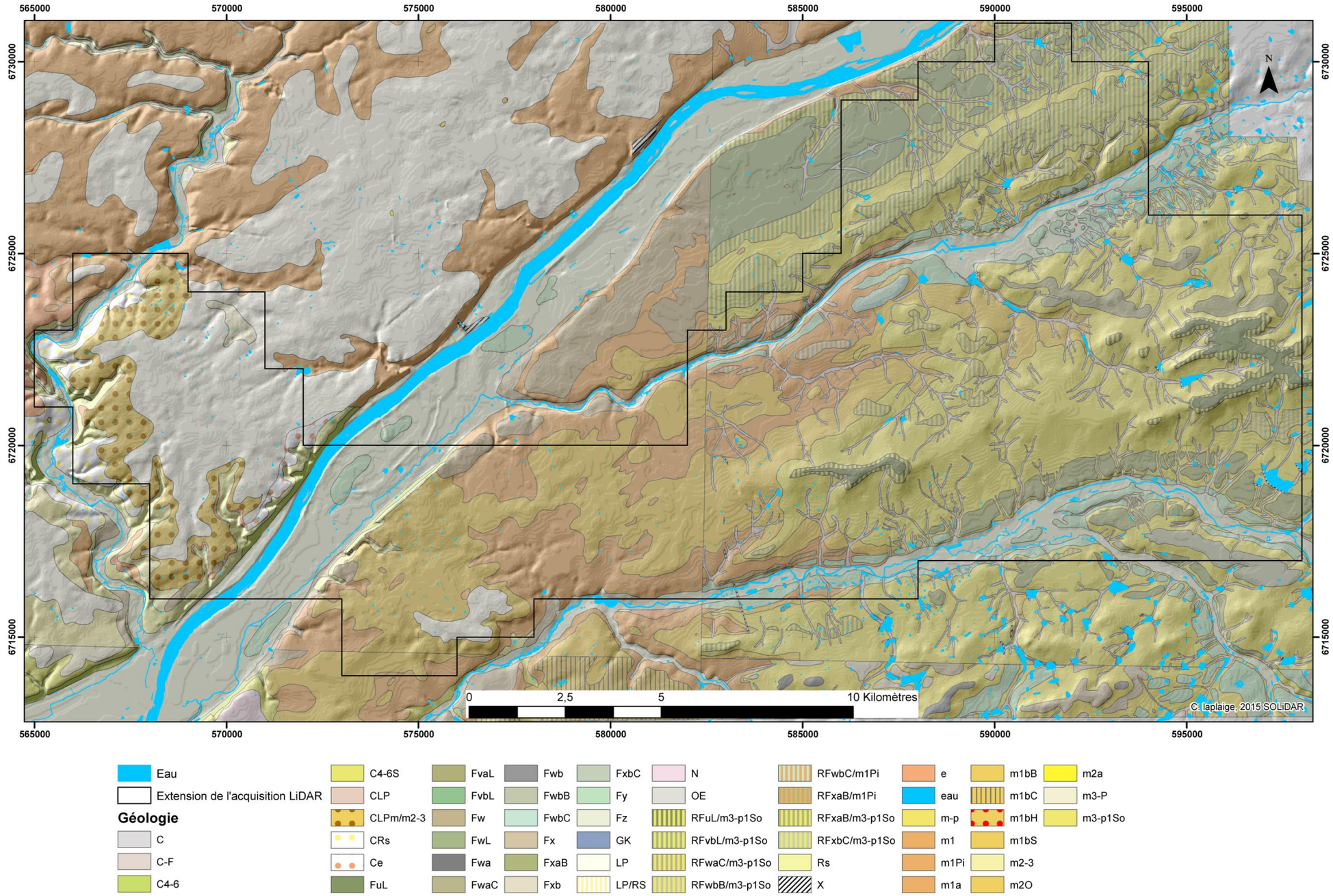
Annexe 5a : localisation de la zone d'étude drapée sur le scan 25 et le modèle d'élévation à 25 m (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN)



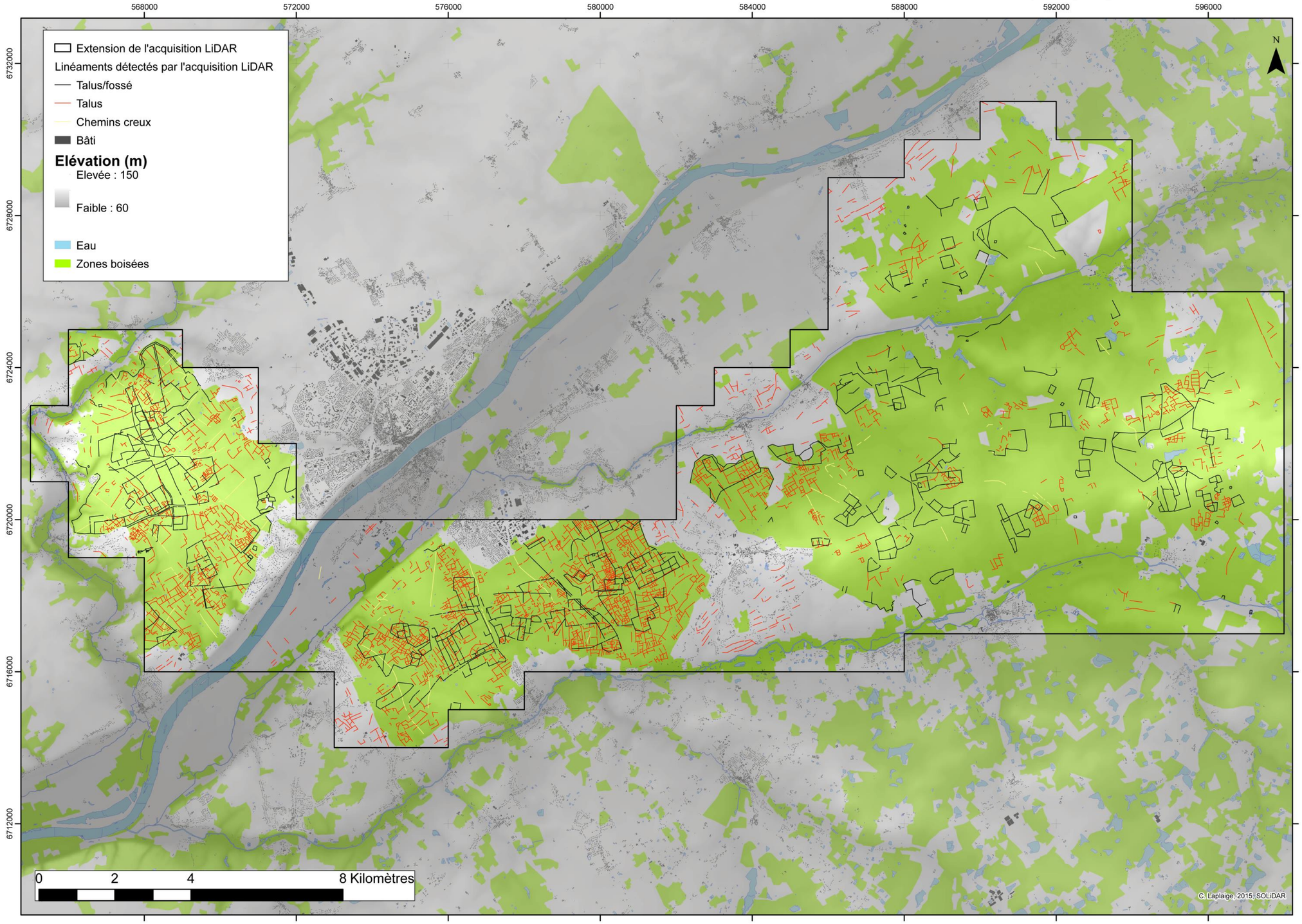
Annexe 5b : Communes concernées par le programme SOLiDAR et communes attenantes (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)



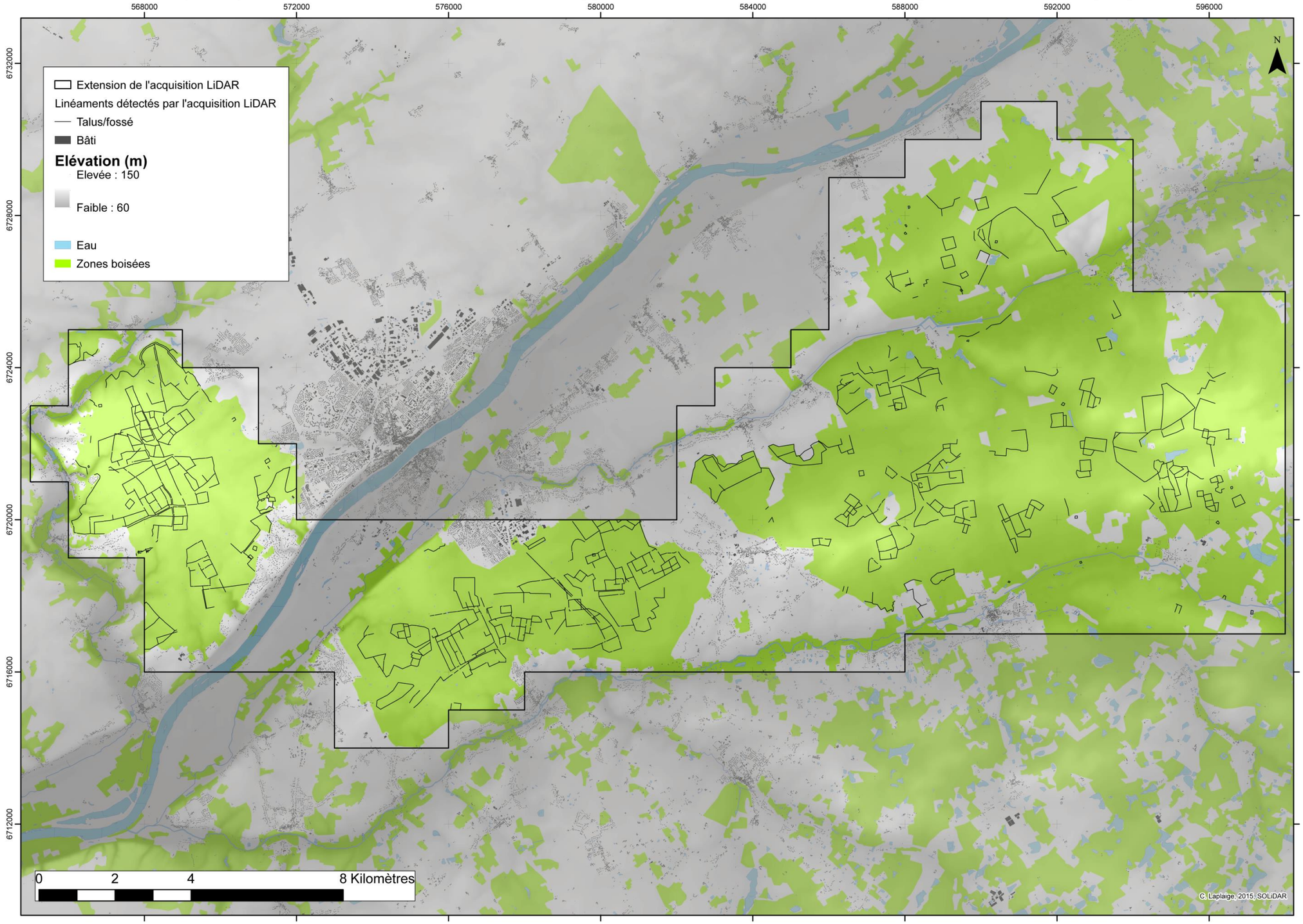
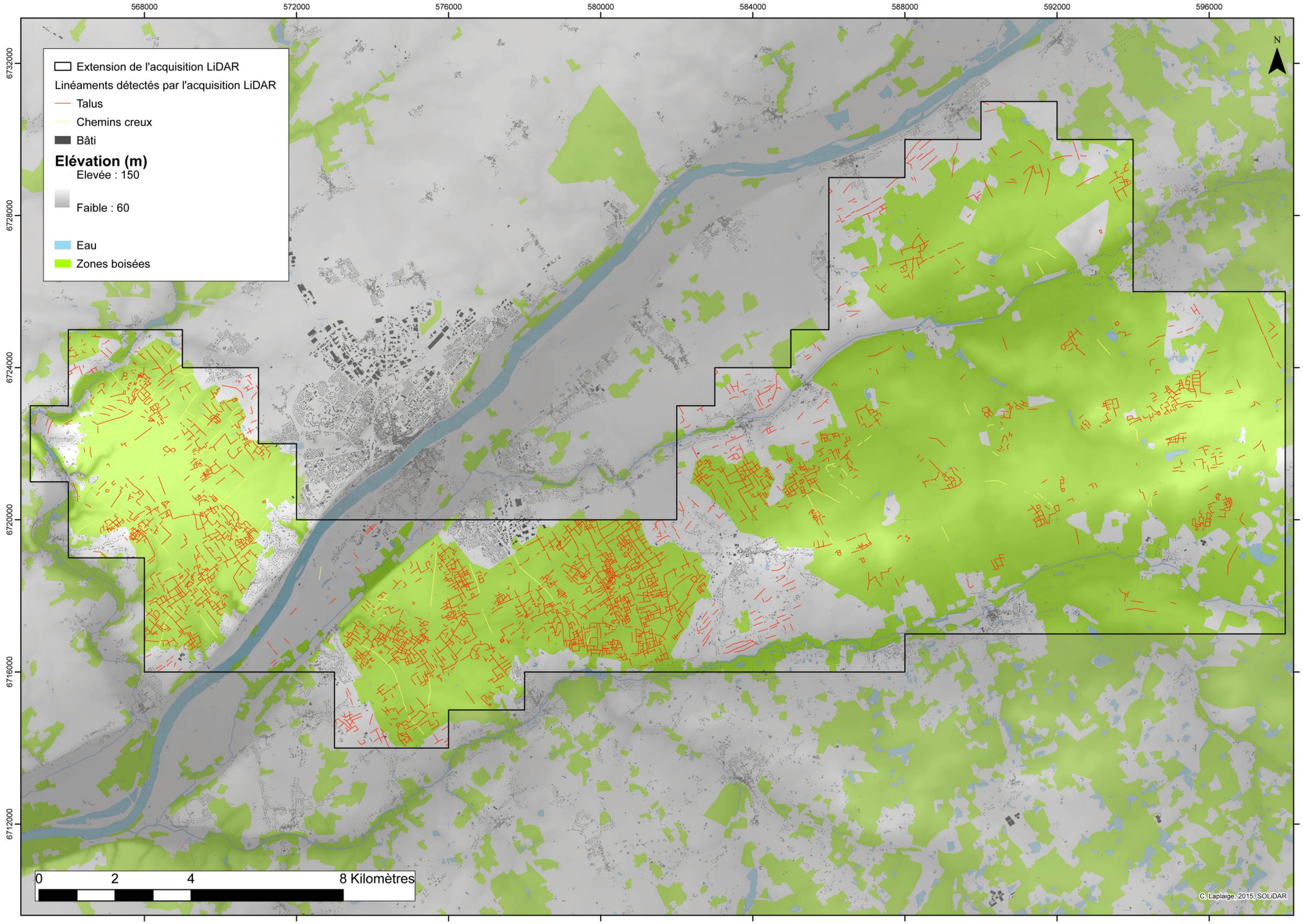
Annexe 5c : Carte des couches géologiques affleurantes drappées sur un ombrage simple (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR)



Annexe 5d : Linéaments détectés sur les données LiDAR et drappés sur le modèle d'élévation à 25 m, la couverture végétale et le bâti (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN)



Annexe 5e : Linéaments talutés/fossoyés détectés sur les données LiDAR et drappés sur le MNT à 25 m, la couverture végétale et le bâti (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN)



Annexe 5f : Linéaments talutés détectés sur les données LiDAR et drappés sur le modèle d'élévation à 25 m, la couverture végétale et le bâti (C. Laplaige, 2015 © SOLiDAR, IGN)