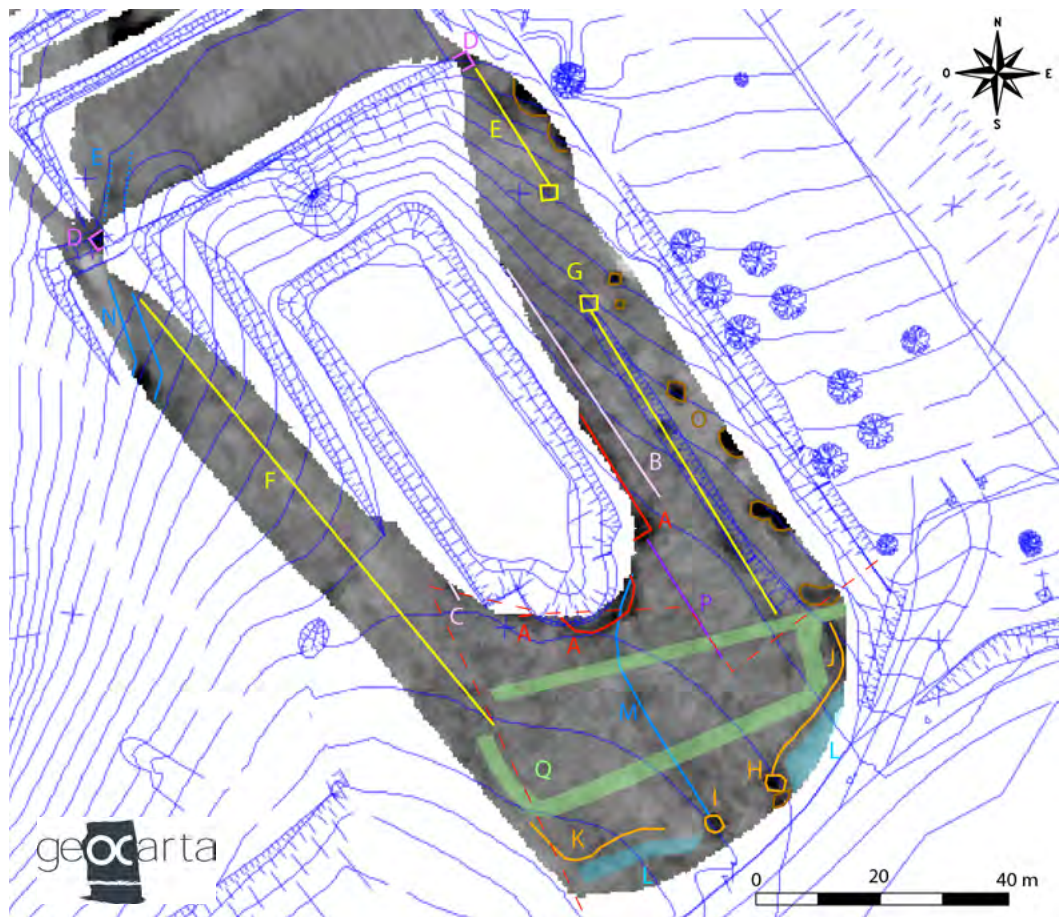


PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR METHODE ELECTRIQUE DANS LES JARDINS DU CHATEAU DE GRAND PRE (VITROLLES-EN-LUBERON, 84)

Rapport d'interprétation des cartes de résistivité



par Cécile TRAVERS
Archéologue spécialiste des jardins

avec la collaboration de GEOCARTA

Février 2020

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	p. 1
A- CONTEXTE D'INTERVENTION.....	p. 2
a- Description du site et du projet.....	p. 2
b- Données géologiques.....	p. 5
c- Données topo-historiques.....	p. 5
d- Hypothèses préalables.....	p. 8
B- CADRE TECHNIQUE DE L'INTERVENTION.....	p. 11
a- Généralités concernant la géophysique appliquée à l'archéologie des jardins.....	p. 11
b- Notice technique sur la méthode ARP.....	p. 12
c- Notice technique sur le positionnement des mesures par GNSS.....	p. 15
d- Conditions de terrain.....	p. 17
C- RESULTATS DE LA PROSPECTION.....	p. 21
a- Méthodologie.....	p. 21
b- Esplanade Ouest.....	p. 22
c- Terrasses n° 3, 4, et 5.....	p. 23
d- Pré.....	p. 24
CONCLUSION.....	p. 26
BIBLIOGRAPHIE.....	p. 27
·	
ANNEXES.....	p. 28

A- CONTEXTE D'INTERVENTION

a- Description du site et du projet

Le château de Grand Pré, situé sur le versant Sud du Grand Lubéron, à Vitrolles-en-Lubéron (84) et appartenant à la même famille depuis le milieu du XVIII^e siècle, a récemment changé de propriétaire. Cette maison de plaisance rurale de la deuxième moitié du XVIII^e siècle étonne par le raffinement et l'élégance des décors de stuc ornant ses intérieurs. A la qualité des décors s'ajoutent l'homogénéité de l'architecture, la présence ancienne d'un jardin en terrasses encore lisible ainsi qu'une activité pré-industrielle marquant l'histoire du site. Construit par Jean et Jean-Gaspard d'Ailhaud entre 1753 et 1779, l'édifice de plan massé et symétrique résulte de l'agrandissement et de l'embellissement d'une bastide préexistante attestée en 1678 et encore partiellement lisible dans le plan du bâtiment actuel. Il est implanté à l'Est du village, sur une plateforme dominant un petit vallon en amphithéâtre d'axe N-S ouvert sur le grand paysage (**fig. 1 et 2**). Une esplanade agrémentée de deux bassins rectangulaires et d'une allée axiale et une longue avenue plantée d'arbres, toutes deux précédées de portails monumentaux, aboutissent respectivement dans l'axe des façades Ouest et Sud du corps de logis jouté par l'ancienne fabrique de produits pharmaceutiques, datant elle aussi de la seconde moitié du XVIII^e siècle. Le jardin, constitué de cinq terrasses successives retenues par des murs de soutènement partiellement conservés (**fig. 3**), est appelé « grand jardin » sur le cadastre de 1838. Il se développe au Sud de l'esplanade Ouest et à l'Ouest de l'avenue Sud, sur un terrain en pente aboutissant à une petite route limitant la propriété au Sud. La présence d'aménagements hydrauliques en désuétude laisse penser qu'il était animé de jeux d'eaux, qui ont aujourd'hui totalement disparu. Un pavillon appelé « l'Horloge » s'élève au sein d'une parcelle boisée jouxtant le côté Est de l'avenue Sud. Ce bâtiment d'aspect classique dont seule la façade Sud est architecturée, pourrait correspondre à une ancienne « fabrique » de jardin. Tous ces éléments, bien qu'ayant souffert d'un manque d'entretien, témoignent d'un projet architectural et paysager ambitieux mis en œuvre par les propriétaires de la seconde moitié du XVIII^e siècle. Le dossier de protection réalisé par Blandine Jourdan (DRAC PACA, CRMH) en février 2013 a révélé que ces éléments ont *a priori* très peu évolué au fil des siècles, et qu'ils participent aujourd'hui de l'unité du domaine et de son double intérêt architectural et paysager. Cela a motivé l'inscription sur la liste supplémentaire des monuments historique du château, de la chapelle, des dépendances, de l'aile de l'ancienne fabrique, de la terrasse du château, du mur de clôture de l'ancienne fabrique, du pavillon dit « de l'Horloge », du pigeonnier, du parc, des anciens bassins, des terrasses et murs de soutènement, de l'allée plantée à l'Ouest avec son portail, son exèdre, et les parties du parc correspondant, de l'allée plantée au Sud avec son portail, ses murs de soutènement et les parties du parc correspondant, par arrêté du 16 juillet 2013.

Le propriétaire actuel ayant à cœur de réhabiliter et de faire revivre les jardins, nous a sollicités pour réaliser une étude approfondie de leur histoire à partir des éléments existants, des sources d'archives et des données archéologiques. En allant au contact des vestiges enfouis dans le sous-sol, l'archéologie permettra de mieux connaître la nature des aménagements réalisés au XVIII^e siècle et ainsi d'orienter le projet de restauration afin qu'il soit le plus respectueux possible de la cohérence du projet originel et des éléments qui en sont hérités. Etant donné qu'aucun plan n'existe de ce jardin, il nous a semblé pertinent de procéder à une prospection géophysique par méthode électrique en amont de toute intervention archéologique, afin de détecter la présence éventuelle de vestiges enfouis et ainsi d'orienter le choix d'implantation des futurs sondages. La société Géocarta (2 galerie Vivienne, 75002 Paris), spécialisée en cartographie du sous-sol pour l'agriculture, l'aménagement et l'archéologie, a été missionnée pour réaliser cette prospection via sa méthode brevetée ARP. Elle a été menée sur l'esplanade Ouest, les terrasses du jardin et le pré, les 4 et 5 novembre 2019.

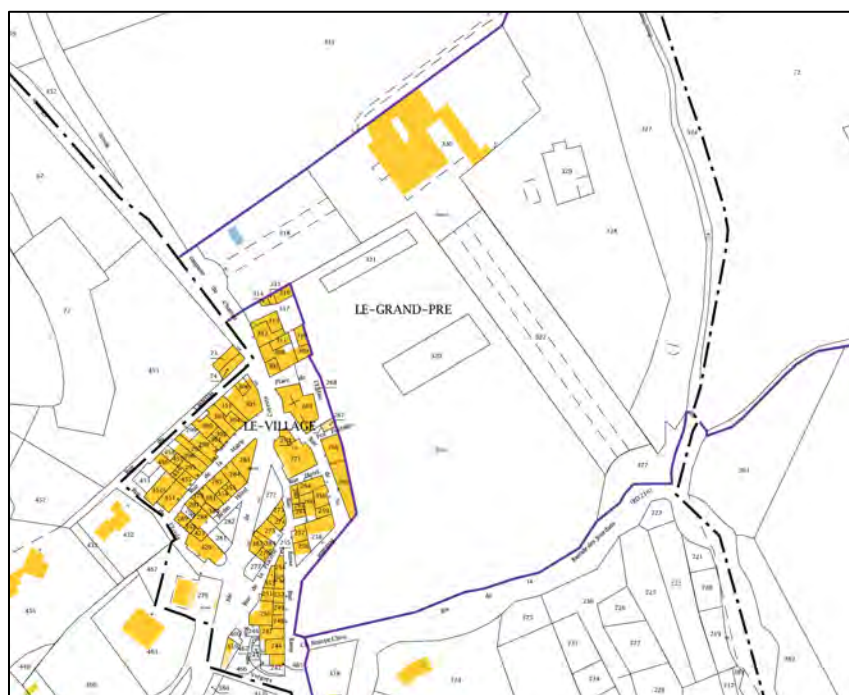


fig. 1 : Plan cadastral actuel (www.cadastre.gouv.fr)

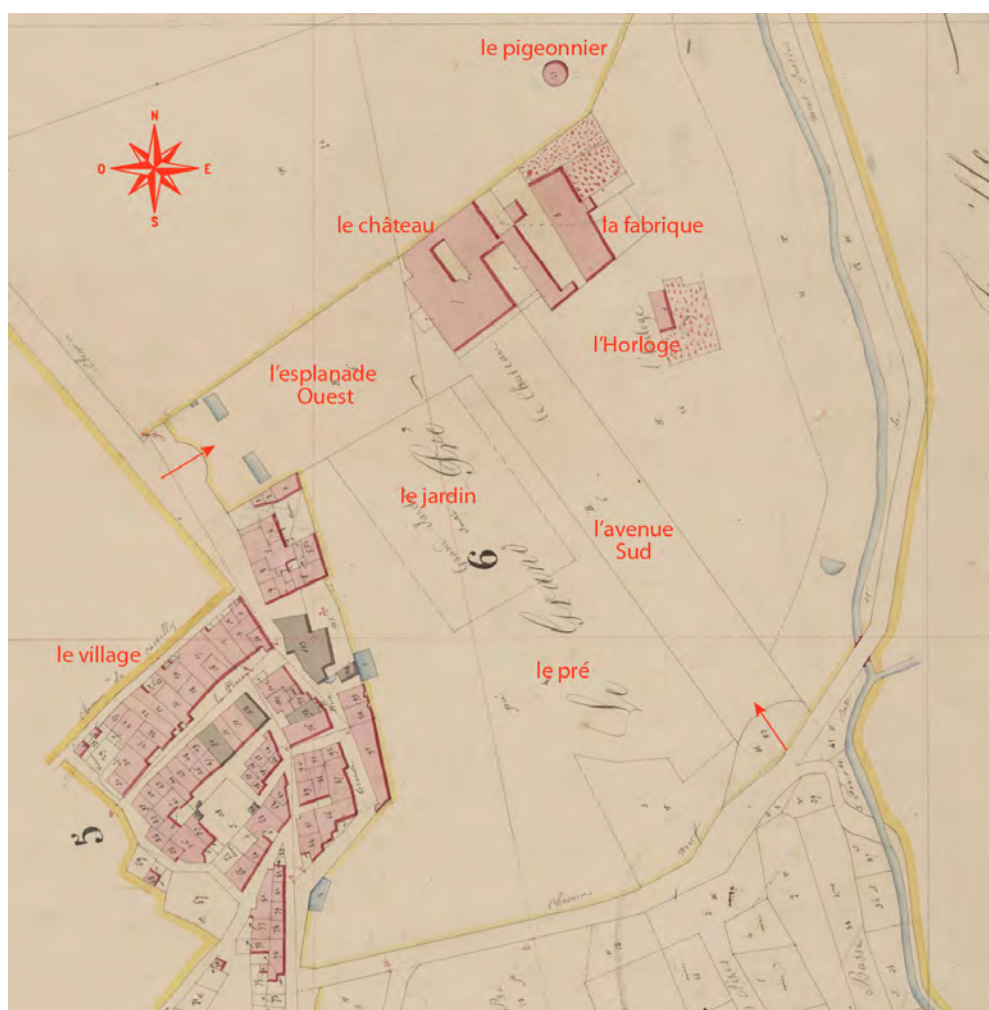


fig. 2 : Localisation des éléments bâtis et paysagers sur le plan cadastral de 1838 (AD 84, 3P2-151-007-H)



fig. 3 : Relevé topographique des jardins du château de Grand Pré (Marti, Ombre et Biagi, géomètres-experts, sept. 2019)

b- Données géologiques

La connaissance de la nature du sous-sol géologique est une donnée importante dans la compréhension des résultats géophysiques. L'étude de la carte géologique du BRGM au 1/50000e permet de savoir que le site est situé en contexte marno-calcaire Hauterivien dominé à l'Est par des calcaires à Toxaster.

Les cartes géophysiques présentées ci-après n'imaginent *a priori* que des sols marno-calcaires dont les potentiels hétérogénéités sont révélées par l'étude des contrastes des valeurs de résistivité mesurée.

c- Données topo-historiques

Lors d'une visite de terrain effectuée le 5 juillet 2019, nous avons pu nous rendre compte de la richesse du site et de son potentiel archéologique. Les éléments de terrain encore visibles (murs de soutènement, bassins, vestiges de structures hydrauliques, accidents topographiques) augurent de la présence de vestiges enfouis et confirment que les jardins du château de Grand Pré résultent d'un programme paysager et architectural réfléchi et ambitieux, ayant su exploiter la pente naturelle du terrain et la présence de sources pour créer une succession de terrasses reliées entre elles par des rampes et/ou des escaliers, et animées de structures hydrauliques alimentées par gravité.

Les données historiques connues sont maigres. Tout juste sait-on que ce programme a dû être conçu entre 1756 et 1779 par Jean-Gaspard d'Ailhaud pour agrémenter les abords du château agrandi et rénové, et qu'au raffinement des décors intérieurs devait certainement répondre une certaine sophistication au niveau du jardin. Ce dernier était sans nul doute un jardin d'agrément classique et régulier, tel que la haute société provençale les affectionnait au XVIIIe siècle, un lieu d'apparat, où Jean-Gaspard d'Ailhaud a pu exprimer toute sa culture et sa sensibilité.

Malheureusement, à ce jour, aucun plan de ce jardin n'a été retrouvé. L'inventaire révolutionnaire des biens séquestrés appartenant aux d'Ailhaud, daté du 20 brumaire an VI (1797), mentionne un jardin et une terrasse sans plus de précision. Le cadastre napoléonien, réalisé en 1838, fait état d'une terrasse haute (esplanade Ouest), d'une allée plantée (allée Sud) et d'un « grand jardin ». En 1838, ce dernier est représenté sous la forme d'une grande parcelle rectangulaire englobant les terrasses n° 1 à n° 5. Actuellement, le pré situé en contrebas de la terrasse n° 5 comporte un espace en creux globalement rectangulaire, axé sur le jardin, et qui se remplit d'eau lors de fortes pluies. Tout laisse croire qu'il s'agit d'un ancien bassin. Le relevé topographique effectué en septembre 2019 confirme très clairement l'existence d'un bassin rectangulaire à exèdre de 56 m de long et 26 m de large (**fig. 4**). Ce bassin n'est pas dessiné sur le plan cadastral de 1838 qui signale à cet endroit une grande parcelle de pré et dans l'axe du jardin, une parcelle aux contours hachés qui pourrait attester d'un aménagement spécifique à cet endroit (allée ?) (**fig. 4**).

Le plan cadastral napoléonien montre en revanche un certain nombre de structures hydrauliques, dont certaines ne sont plus visibles de nos jours (**fig. 4**). Les deux bassins rectangulaires et symétriques situés près du portail d'accès de l'esplanade Ouest, bien que très dégradés, existent toujours. Celui situé du côté Nord est raccordé à une arrivée d'eau équipée d'une niche et d'une petite rigole aérienne débouchant dans l'angle Ouest du bassin. On observe également deux bassins sur le côté Ouest de la propriété, adossés au mur d'enceinte du village. Celui situé le plus au Nord existe toujours mais il n'est plus en eau. Celui situé près de l'angle SO de la propriété a disparu, mais des écoulements arrivent toujours de ce côté car on observe la présence d'une buse qui débouche un peu plus bas dans le pré. En 1838, il y avait donc manifestement deux sources

plan cadastral de 1838

6

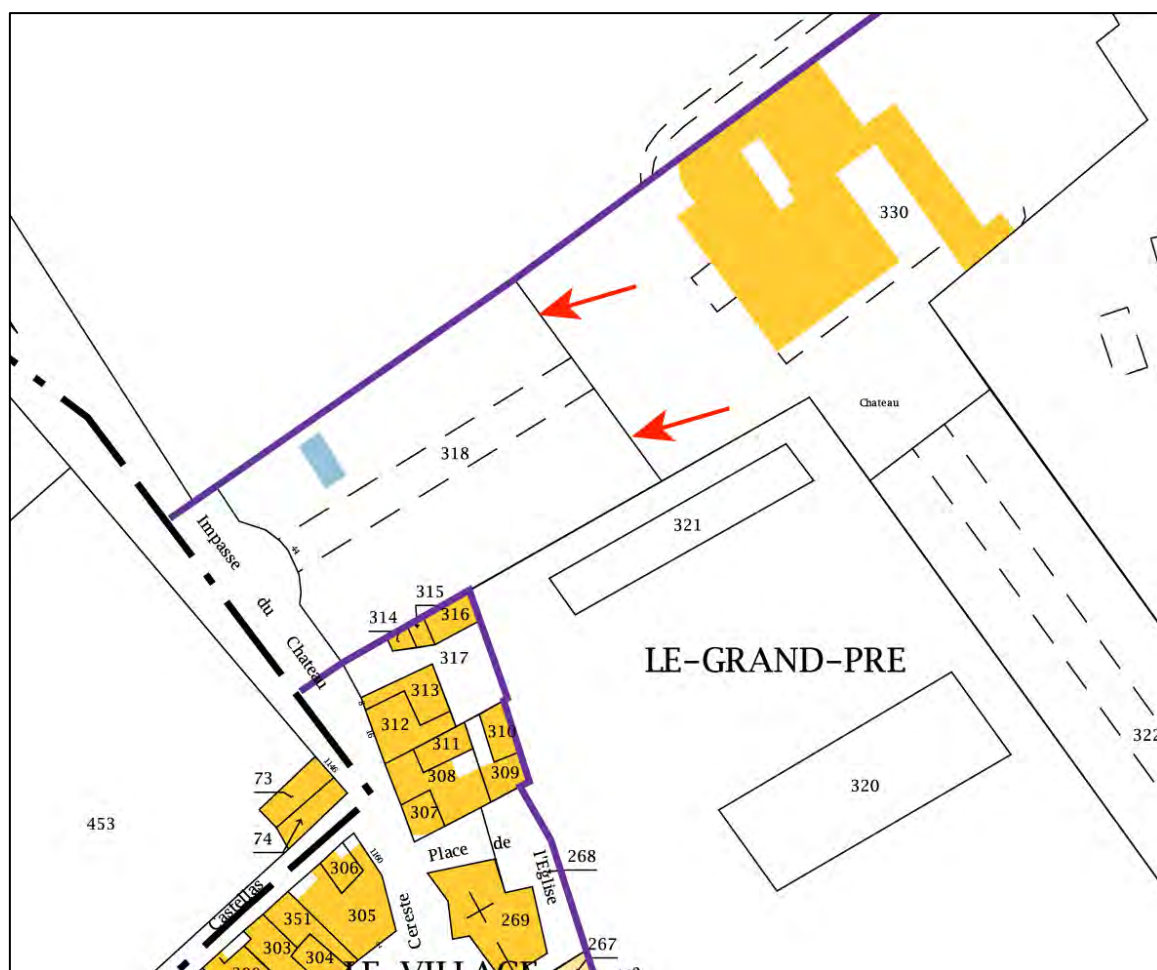


fig. 5 : Limite cadastrale actuelle héritée de la présence d'un ancien canal

This aerial map of the archaeological site of Vindonissa displays topographic contours and elevation numbers. The central area is labeled '376'. To the left, a residential area is shown with numerous elevation numbers (e.g., 308, 307, 306, 305, 304, 303, 302, 301, 300, 299, 298, 297, 296, 295, 294, 293, 292, 291, 290, 289, 288, 287, 286, 285, 284, 283, 282, 281, 280, 279, 278, 277, 276, 275, 274, 273, 272, 271, 270, 269, 268, 267, 266, 265, 264, 263, 262, 261, 260, 259, 258, 257, 256, 255, 254, 253, 252, 251, 250, 249, 248, 247, 246, 245, 244, 243, 242, 241, 240, 239, 238, 237, 236, 235, 234, 233, 232, 231, 230, 229, 228, 227, 226, 225, 224, 223, 222, 221, 220, 219, 218, 217, 216, 215, 214, 213, 212, 211, 210, 209, 208, 207, 206, 205, 204, 203, 202, 201, 200, 199, 198, 197, 196, 195, 194, 193, 192, 191, 190, 189, 188, 187, 186, 185, 184, 183, 182, 181, 180, 179, 178, 177, 176, 175, 174, 173, 172, 171, 170, 169, 168, 167, 166, 165, 164, 163, 162, 161, 160, 159, 158, 157, 156, 155, 154, 153, 152, 151, 150, 149, 148, 147, 146, 145, 144, 143, 142, 141, 140, 139, 138, 137, 136, 135, 134, 133, 132, 131, 130, 129, 128, 127, 126, 125, 124, 123, 122, 121, 120, 119, 118, 117, 116, 115, 114, 113, 112, 111, 110, 109, 108, 107, 106, 105, 104, 103, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 87, 86, 85, 84, 83, 82, 81, 80, 79, 78, 77, 76, 75, 74, 73, 72, 71, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63, 62, 61, 60, 59, 58, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0). The map includes several labels: 'source?' with an arrow pointing to a blue rectangle; 'bassin Nord' and 'bassin Sud' with blue rectangles; 'lavoir' with a blue rectangle; 'canal' with a blue line; 'rampes d' descent' with red arrows; and various letters (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r) marking specific points or areas. A scale bar at the bottom indicates 50 m.

8

Les éléments hydrauliques (en bleu)

Sur l'esplanade Ouest, la présence des deux bassins rectangulaires implique l'existence de canalisations d'adduction et d'évacuation historiques (décharge et trop-plein). On sait que le bassin Nord est alimenté par un petit canal aérien débouchant dans son angle NO, mais nous ignorons si le bassin Sud est autonome et possède sa propre canalisation d'adduction depuis la même source d'approvisionnement, ou s'il est dépendant du bassin Nord et alimenté par le trop plein de ce dernier. L'évacuation du bassin Nord pourrait se faire par une canalisation souterraine **(a)** alimentant le canal aérien traversant l'esplanade Ouest dans l'axe N-S des terrasses du jardin, et celle du bassin Sud par une canalisation **(b)** alimentant le lavoir voisin **(fig. 6)**.

Il est probable qu'une canalisation souterraine **(c)** - aqueduc en pierre ou conduite en terre cuite - servant d'exutoire au canal de l'esplanade Ouest, traversait tout le jardin dans son axe NO-SE et alimentait les potentielles structures hydrauliques animant les différentes terrasses. La seule structure hydraulique dont nous sommes à peu près sûrs de l'existence est un grand bassin rectangulaire à exèdre **(d)** situé au pied de la terrasse n° 5, révélé à la fois par le relevé topographique **(fig. 4)** et par l'accumulation de l'eau à cet endroit lors de fortes pluies. L'épais monticule de terre adossé au mur de soutènement de la terrasse n° 5 pourrait laisser présager de l'existence d'une cascade adossée **(e)**, dispositif fréquent dans les jardins de cette époque. D'après le relevé topographique, cet aménagement était implanté sur l'axe longitudinal du jardin, faisait 10 m de côté et se terminait en arrondi du côté du bassin **(fig. 6)**. A moins qu'il ne s'agisse de déblais jetés depuis la terrasse supérieure et qui se sont accumulés au fil du temps... Il se pourrait également que la terrasse n° 3, dont les dimensions sont nettement supérieures aux autres, était celle qui accueillait le parterre d'agrément, lequel pouvait être orné d'un bassin circulaire **(f)** comme il est fréquent d'en rencontrer dans les jardins en terrasses de cette période. A l'extrémité orientale du mur de soutènement à arcades de la terrasse n° 2, se trouve une niche voûtée au fond de laquelle semble déboucher un conduit **(g)**. S'agit-il d'une ancienne fontaine dont les éléments extérieurs auraient été spoliés ? Il est possible qu'une canalisation souterraine **(h)** traverse la terrasse n° 3 en biais afin de ramener l'eau de cette « fontaine » sur l'axe principal pour alimenter les structures hydrauliques situées en aval. Le grand bassin rectangulaire situé au pied de la terrasse n° 5, constitue *a priori* la dernière pièce du réseau hydraulique du jardin. Il devait comporter un dispositif de trop-plein et de vidange destinés à évacuer l'eau via une conduite souterraine **(i)** vers le cours d'eau voisin passant tout près du portail de l'avenue Sud.

Les éléments architecturaux (en rouge)

Les terrasses du jardin étaient vraisemblablement encadrées par des maçonneries qui jouaient à la fois le rôle de murs de soutènement et de limites visuelles et spatiales participant de l'ordonnancement du jardin. Certains de ces murs, partiellement conservés, sont toujours visibles. D'autres se sont éboulés donnant lieu à la formation de talus au tracé régulier que le relevé topographique a permis de cartographier **(fig. 4)**. D'autres encore ont pu être détruits volontairement sans laisser aucune trace visible.

D'après nos hypothèses **(fig. 6)**, chaque terrasse était soutenue par un mur de soutènement **(a, b, c, de, e)** et était limitée du côté Est par le mur de soutènement **(f)** d'une rampe s'étendant sur toute la longueur de la limite Est des jardins (constituée par le mur de soutènement de l'avenue Sud). Ce mur était probablement interrompu à certains endroits pour permettre l'accès aux terrasses. Les terrasses n° 1 et n° 2 ne semblent pas avoir été fermées à leurs extrémités. Elles assuraient peut-être le rôle de promenades. Les extrémités occidentales des terrasses n° 3 et n° 5 étaient quant à elles probablement fermées par des murs **(g, h)**. Afin de laisser un accès de plain

pied à chaque terrasse depuis la rampe Ouest, ceux-ci ne devaient pas se prolonger jusqu'au bout de chaque terrasse. Le grand bassin rectangulaire, situé au point le plus bas du terrain, semble également avoir été encadré par un système de terrasses (ou de gradins de gazon) parallèles à ses côtés les plus longs (**f, i, j, k**). La grande terrasse allongée aménagée du côté Ouest, le long du mur du village, devait également être soutenue par un mur (**r**).

Pour circuler au sein de ce jardin et passer d'une terrasse à l'autre, tout un système de rampes et d'escaliers devait être nécessaire. Si des escaliers ont existé, ils ont totalement disparu, mais d'après notre analyse, il a pu y en avoir dans l'angle NO du terrain, pour accéder à la rampe Est du jardin depuis la terrasse du château (**l**), à l'extrémité Ouest de la terrasse n° 1 (**m**) pour accéder au lavoir abrité et à la terrasse située le long du mur du village, sur l'axe longitudinal du jardin pour passer de la terrasse n° 2 à la terrasse n° 3¹ et de la terrasse n° 3 à la terrasse n° 4 (**n, o**), à l'extrémité Ouest de la terrasse n° 4 (**p**) et éventuellement à l'angle SO de la terrasse n° 5, pour accéder aux terrasses (ou gradins de gazon) bordant le côté Ouest du grand bassin (**q**).

Les allées (en jaune)

Les anciennes surfaces de circulation, lorsqu'il ne s'agit pas de simples allées enherbées, peuvent être détectées par la prospection géophysique car elles résultent de l'apport de matériaux compactés différents de l'encaissant et sont le lieu de tassements répétés qui impactent la résistivité du sous-sol. Lorsque ces allées étaient bordées d'arbres, les trous de plantation peuvent également apparaître sur les images.

Nous ignorons quelle était la configuration de l'allée historique menant du portail d'accès Ouest au château dans l'axe de l'esplanade Ouest. Dans ce type de composition classique et régulière, il est courant de voir une allée axiale de la largeur du portail, bordée de contre-allées ponctuées par des alignements d'arbres, et aboutissant à un espace dégagé de type cour s'étendant devant la façade de l'édifice (**a**). Nous ignorons également comment était traitée l'extrémité SE du jardin, située entre le grand bassin rectangulaire et la route. Il est permis d'imaginer la présence d'une allée telle que celle décrite ci-dessus (**b**) pour prolonger la perspective axiale jusqu'à la limite du domaine et cadrer la vue sur le lointain.

¹ Des éléments de chaînage marquent une interruption dans le mur de soutènement de la terrasse n°2.

B- CADRE TECHNIQUE DE L'INTERVENTION

a- Généralités concernant la géophysique appliquée à l'archéologie des jardins

La géophysique appliquée à l'archéologie repose sur le principe selon lequel la présence dans le sous-sol d'un aménagement anthropique se traduit par une différence des propriétés physiques locales comparées à celles du milieu environnant. Les prospections géophysiques permettent donc, par la mesure de certaines propriétés - résistivité électrique, magnétisme, densité, comportement à la propagation d'ondes électromagnétiques, etc... - effectuée à la surface du terrain, de mettre en évidence des hétérogénéités naturelles et artificielles du sous-sol. Les mesures du paramètre choisi, effectuées selon un plan déterminé régulier et avec un pas de mesure adapté aux cibles recherchées, permettent d'élaborer des images du sous-sol à partir desquelles les anomalies géophysiques peuvent être interprétées. Certaines d'entre elles, potentiellement attribuables à des aménagements anthropiques, seront comparées aux hypothèses préalables afin de les confirmer ou de les invalider, permettant ainsi de faire progresser les connaissances sur le site étudié.

La méthode électrique – la plus employée en archéologie des jardins et qui a fait ses preuves sur de nombreux sites² - consiste à mesurer la résistivité électrique du proche sous-sol grâce à des électrodes par lesquelles on injecte puis on mesure un courant calibré de faible intensité après son passage dans le sol. La résistivité du sous-sol variant principalement selon la nature des matériaux constitutifs du terrain et leur teneur en eau, les variations de résistivité sont donc sensibles aussi bien à des structures en dur (maçonneries, allées damées...) qu'à des structures de type remblais ou des structures en creux (trous de poteau, trous de plantation...). En règle générale, une structure empierrée ou maçonnée est plus résistante qu'une structure fossoyée dans laquelle l'eau aura tendance à stagner et qui donc apparaîtra comme conductrice. C'est cette variation de résistivité apparente qui est mise en évidence lors de la prospection et qui peut être interprétée en terme de structures archéologiques. La visualisation des données acquises sur le terrain se fait au moyen d'une image obtenue par une conversion informatique de chaque valeur de résistivité (exprimée en Ohm/m) enregistrée lors de la prospection en pixels de couleur ou en dégradé de gris. Les anomalies figurant sur cette image géophysique sont ensuite confrontées aux données historiques, quand elles existent, ou aux hypothèses préalables, et donnent lieu à une interprétation.

Ainsi, dans le cadre de l'étude d'un jardin, quand la maille de prospection et la profondeur d'investigation sont adaptées à la dimension et à la localisation des cibles enfouies dans le sous-sol, il est possible de détecter la présence de maçonneries, de cheminements, de fossés, de canalisations, de drains, voire de traces de plantation.

² DAVID C., « Trois exemples de prospection géophysique par la méthode électrique appliquée à l'archéologie des jardins », *Polia, Revue de l'art des jardins*, n° 8, Automne 2007, p. 73-96

b- Notice technique sur la méthode ARP

Principes de base

La méthode électrique permet de caractériser les variations de la résistivité électrique apparente du sous-sol. Elle consiste en la mesure de la différence de potentiel (tension électrique mesurée en Volt) générée par un courant, d'intensité fixée (quelques mA), injecté dans le sol. La valeur de la résistivité électrique apparente (notée ρ) se déduit des valeurs de l'intensité du courant, de la différence de potentiel et du facteur géométrique propre à la géométrie du dispositif employé lors de l'acquisition des données. La méthode électrique dite « ARP » pour *Automatic Resistivity Profiling* mesure la résistivité électrique du milieu, qui est sa capacité à s'opposer à la circulation d'un courant électrique en son sein. Elle correspond à la résistance d'un tronçon de matériau de 1 m de longueur et de 1 m² de section et est exprimée en ohms-mètres (ohm.m).

La résistivité varie principalement selon la nature des matériaux constitutifs du terrain et de la teneur en eau de ceux-ci. Les variations de résistivité seront donc sensibles aussi bien à des structures en « dur » (pierres, maçonneries,...) qu'à des structures de type remblais ou fossés. En règle générale, une structure empierrée ou maçonnée sera plus résistante qu'une structure fossoyée. C'est cette variation de résistivité apparente qui sera mise en évidence lors de la prospection et qui pourra être interprétée en termes de potentielles structures archéologiques ou géomorphologiques.

Même si la résistivité électrique apparente change en fonction de l'historique des précipitations sur une parcelle (diminution globale lors d'événements pluvieux), ce sont les contrastes de résistivité (valeurs relatives et non absolues) qui nous intéressent et qui trahissent la présence de structures hétérogènes enterrées. Par contre, ce contraste électrique pourra être plus important en saison humide si l'on recherche des structures bâties par exemple. De plus, la qualité de mesure est la meilleure lorsque le sol est légèrement humide en surface.

Prospection

La prospection ARP est une prospection tractée dont l'ensemble du système a été breveté. Plusieurs dispositifs multipôles ont été développés par Géocarta pour répondre aux différentes demandes des clients. Le dispositif de base est formé de 8 roues à pointes assemblées en 4 essieux reliés par un châssis (**fig. 7**). Le premier essieu est composé d'un dipôle émetteur de courant électrique suivi d'une série de trois essieux formant des dipôles récepteurs permettant la mesure du potentiel électrique (configuration appelée « dipôle-équatorial »), résultat de la circulation du courant dans le sol. L'injection et la mesure se font en continu lorsque les 3 roues-électrodes se déplacent. Les écartements croissants des dipôles, correspondant à la distance émetteur-récepteur (0,5 m, 1 m, 2 m), permettent d'intégrer des volumes croissants de sol et par extension des profondeurs de plus en plus importantes (respectivement 0,5 m, *voie 1*, 1 m, *voie 2*, et 1,70 m, *voie 3*, dans les cas usuels). Le courant utilisé pour l'injection est généralement de 10 mA. Le système permet de réaliser des mesures de résistivité au pas de 10 cm quelle que soit la vitesse d'avancement. Ainsi, en réalisant des profils espacés de 1 m dans une parcelle, le dispositif permet d'acquérir plus de 300 000 mesures de résistivité par hectare.

La rapidité d'acquisition des données sur le terrain est assurée par l'utilisation d'un quad qui permet de réaliser des profils avec une vitesse de près de 15 km/h et permettant ainsi de couvrir une surface jusqu'à 100 hectares par jour avec un espacement interprofils de 12 m. Cette vitesse et la nécessité de s'adapter au mieux aux formes de la parcelle prospectée imposent un système électronique de mesure des résistivités et de positionnement GPS ainsi que leur contrôle en temps réel.

Le système est piloté en temps réel par le logiciel propriétaire *Géocarta Office* développé par Géocarta depuis plus de 10 ans. Ce dernier est embarqué sur un PC tout-terrain permettant le contrôle de l'acquisition, de la visualisation, de la qualité des données et de leur enregistrement.

Protocole d'acquisition

La prospection s'effectue suivant des profils parallèles (non forcément rectilignes) de longueurs variables (**fig. 8**), afin d'imager au mieux les structures sur la zone d'étude. La distance entre chaque profil est de l'ordre de 1 m. La distance entre deux mesures le long d'un profil est de l'ordre de 10 cm.



fig. 7 : Dispositif tracté ARP (© Géocarta)



fig. 8 : Parcours d'acquisition et points de mesures (© Géocarta)

Traitement des données

Les données sont systématiquement filtrées afin d'éliminer les points aberrants, valeurs qui n'ont pas de réalité physique (**fig. 9**). Ce filtrage est opéré en une dimension le long des profils et est caractérisé par deux paramètres (largeur de la fenêtre glissante d'étude et pourcentage de réjection des mesures à partir d'un certain seuil par rapport à la médiane).

Après cette séquence de traitement, les données sont interpolées selon un maillage régulier en deux dimensions de 0,3m x 0,3m afin d'être visualisées sous forme cartographique. Les données interpolées peuvent être de nouveau filtrées dans le but de supprimer les valeurs aberrantes éventuelles issues de l'interpolation.

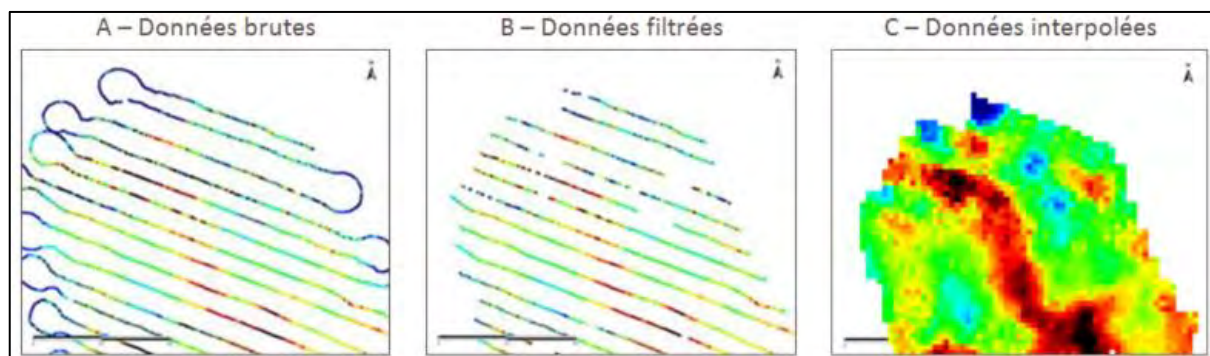


fig. 9 : Evolution des données au cours du traitement (© Géocarta)

Lecture des cartes de résistivité

Sur chacune de ces cartes, les valeurs de résistivité sont représentées par un code couleur représenté sous l'histogramme (**fig. 10**). L'histogramme attribué à chaque carte permet de préciser :

- la palette de couleur utilisée (1)
- les valeurs de résistivité qui lui correspondent (en Ohm/m) (2)
- les pourcentages des valeurs de résistivité obtenues (3)
- le pourcentage de valeurs écartées pour la représentation de la carte (en rouge) (4)

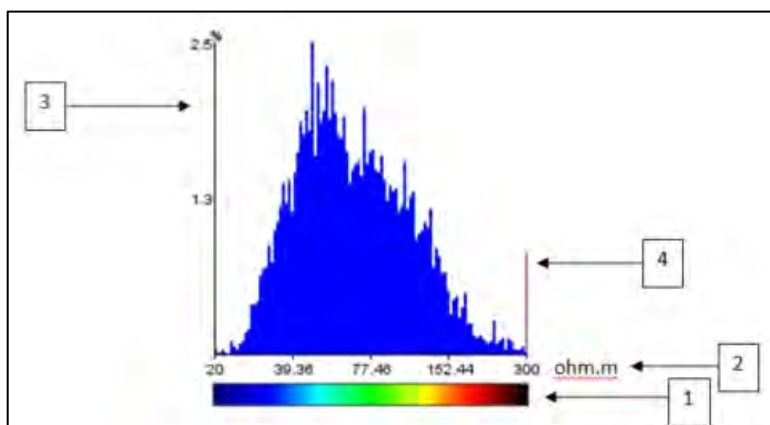


fig. 10 : Histogramme et échelle de couleur d'une carte de résistivité (© Géocarta)

L'histogramme, comme l'échelle de couleur, permettent :

- la connaissance de la gamme de valeurs (mesure quantitative)
- le zonage des mesures sous forme de tâches colorées
- la comparaison de ces zones de résistivité entre elles (mesure/comparaison relative)

- l'examen de l'étendue et de la répartition spatiale de ces zones. Les valeurs de résistivité indiquent la difficulté avec laquelle le courant s'est diffusé dans le sol en un endroit donné. Plus les valeurs sont élevées, plus le milieu est résistant au passage du courant et inversement. Ce comportement du courant vis à vis du sol dépend des variables pédologiques, de l'état hydrique lors de la prospection et des hétérogénéités rencontrées. Une représentation des cartes en échelle dite identique (même valeur minimale et maximale pour chaque carte et même palette de couleur) facilite la comparaison relative entre les différentes cartes ou différentes profondeurs, la même échelle de couleur étant alors utilisée pour toutes les cartes. Au contraire, l'échelle dite « ajustée » permet un examen plus précis de la variabilité sur une parcelle par l'utilisation de toute la palette de couleur pour représenter au mieux l'ensemble des valeurs de résistivité (= dynamique), ce qui est généralement plus utilisé pour l'archéologie. De la même façon, en raison de l'étendue des valeurs de résistivité habituellement observables sur une prospection qui varie souvent de quelques Ohm/m à plusieurs centaines d'Ohm/m, l'échelle logarithmique est généralement plus adaptée pour la visualisation des données.

c- Notice technique sur le positionnement des mesures par GNSS

Le géo-référencement des données est fait de façon automatique et continue avec une précision centimétrique grâce à l'utilisation d'un système global de positionnement par satellites (GNSS) par méthode RTK. Le système GNSS (pour Global Navigation Satellite System) inclut le GPS (système de positionnement Américain) mais également le GLONASS (Russe), Galileo (Européen) et les autres systèmes partagés Japonais, Chinois et Indien.

De nombreux systèmes utilisent aujourd'hui le GNSS mais par abus de langage, le terme GPS est souvent conservé. Pourtant ce dernier est juste une part, certes majeure, du GNSS.

Le principe des mesures de positionnement repose sur l'utilisation d'une base fixe et d'une antenne mobile montée sur le chariot ou le quad (**fig. 11**).

La précision centimétrique des mesures est assurée par rapport à la position de la base GNSS fixe utilisée lors de la prospection (**fig. 12**). La précision est donc relative à cette base. Or, comme tout GNSS, les coordonnées réelles, ou absolues de cette base ont une précision métrique. Afin d'obtenir une précision centimétrique sur les mesures de position et si cela est requis, il est nécessaire de mesurer différents points caractéristiques lors des interventions tels que des bornes ou des points géomètres dont les coordonnées de précision centimétrique sont connues en absolu. La connaissance des coordonnées de ces points dans n'importe quel système de projection permet alors de repositionner les cartes et anomalies pointées avec la précision souhaitée et de façon absolue. De la précision de la base, dépendra la précision absolue des autres points de la prospection.

De la même façon, le GNSS ne permet pas de fournir directement les altitudes orthométriques (hauteurs au-dessus de la mer, autrement dit celles fournies sur les cartes IGN par exemple). En effet, l'altitude obtenue par les mesures GNSS est une hauteur ellipsoïdale, purement géométrique, qui est la distance entre le repère au sol et l'ellipsoïde de référence. La transformation de cette composante en hauteur orthométrique exige nécessairement l'information sur l'ondulation du géoïde de précision compatible à celle obtenue par le GNSS (centimétrique). En d'autres termes, la détermination des altitudes orthométriques par GPS nécessite la combinaison du géoïde, des données issues du GNSS (altitudes ellipsoïdales) et du nivellement de précision (altitudes orthométriques). La précision des résultats reste tributaire de

la qualité du modèle du géoïde (local ou global), des coordonnées des points exprimées dans le système géodésique (WGS 84) ainsi que du réseau de nivellement national (NGF) suivant les pays. Dans notre cas, nous nous référons au modèle global de géoïde fourni par le fabricant de nos instruments Trimble. Les hauteurs fournies sont des hauteurs orthométriques utilisant ce modèle.

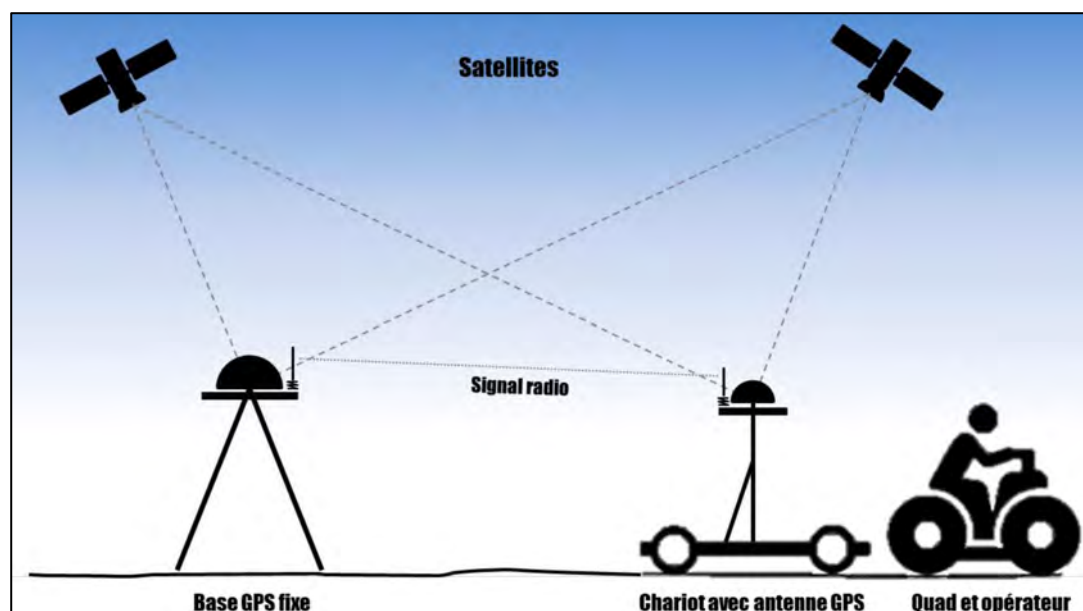


fig. 11 : Schéma de principe de la méthode RTK (© Géocarta)



fig. 12 : Base GNSS RTK de la marque Trimble (© Géocarta)

d- Conditions de terrain

La météo et les conditions générales du terrain, en particulier lorsqu'elles sont extrêmes ou si l'acquisition est étalée sur plusieurs jours, sont des éléments importants à prendre en compte puisque certaines mesures géophysiques peuvent en être impactées. Par exemple, un sol humide conduit mieux l'électricité qu'un sol sec. Les valeurs de résistivité peuvent alors varier de façon importante si le début d'acquisition a lieu sous un temps beau et sec et la fin sous un temps pluvieux. De même, un sol meuble a tendance à être plus conducteur qu'un sol trop tassé souvent plus résistant.

Les conditions météorologiques étaient bonnes lors de l'acquisition. Cependant, en raison de l'état du sol et des conditions du terrain, l'équipe de Géocarta n'a pas pu prospecter toute la surface initialement envisagée (1,5 ha).

L'intervention s'est déroulée après un épisode pluvieux de plusieurs jours, ce qui a rendu le terrain marécageux par endroit ne permettant pas le passage du quad. Ce dernier pèse environ 500 kg, et les risques d'embourbement étaient importants. Un incident de ce type nécessite un dispositif de traction extérieur (treuil ou tracteur suffisamment puissant) compliqué à mettre en œuvre de façon systématique dans le temps qui était imparti à cette intervention.

En dehors de l'humidité des sols, la topographie du site a également limité l'accès à certaines zones. De manière générale, le côté Ouest du jardin était trop pentu pour réaliser des manœuvres en toute sécurité, de même que les abords de l'allée de l'esplanade Ouest. Bien que très humide par endroits (**fig. 13**), la terrasse n° 3 a pu être couverte dans sa totalité du fait de l'espace disponible pour les manœuvres et de l'absence de dénivelé. Dans le cas de la zone centrale du pré situé en contrebas de la terrasse n° 5 (**fig. 14**), aucun passage n'a pu être effectué car la présence d'un très fort dénivelé sur les bords rendait la remontée périlleuse. La combinaison de tous ces facteurs - humidité importante du sol, manque d'espace pour les demi-tour et topographie accidentée - a rendu la prospection très périlleuse par endroit. Lors d'une tentative pour cartographier la terrasse n° 1 (très étroite), le dispositif s'est déporté trop près du bord du fait de la pente et a commencé à glisser, nécessitant un arrêt de la prospection à cause de la dangerosité de la situation. Dans le cas présenté ici, le gardien du château a été sollicité pour maintenir le quad le temps de mettre en place un dispositif de treuillage (**fig. 15**).

Par ailleurs, la surface du sol était occupée ça et là par des amas de déchets végétaux faisant plus d'une dizaine de centimètres d'épaisseur³, et par des objets ponctuels (poteaux métalliques, regards et dalles bétons), qui ont dû être évités, entraînant des pertes d'information localisées et donc des « trous » dans les cartes.

A noter aussi que la terrasse n° 2, outre son étroitesse qui ne permettait pas de demi-tour, n'était pas praticable en raison d'une voûte partiellement effondrée et recouverte de façon précaire (**fig. 16**).

Enfin, sur l'esplanade Ouest, les arbres ont également été une contrainte. Outre qu'ils rendent les manœuvres difficiles, ils masquent le signal GPS et ainsi empêchent d'avoir une précision correcte pour le positionnement des mesures.

Malgré ces difficultés, la surface totale prospectée (0,6 ha) comprend toutes les zones concernées par l'étude archéologique (**fig. 17**) et offre une vue d'ensemble suffisamment large pour appréhender la visualisation d'anomalies dont l'analyse pourra servir à orienter les recherches ultérieures.

³ Les végétaux ont un comportement résistant vis-à-vis de l'électricité et occasionnent des valeurs aberrantes.



fig. 13 : Zone humide sur le bord Ouest de la 3ème terrasse (© Géocarta)



fig. 14 : Zone humide au centre du pré (© Géocarta)



fig. 15 : Dangerosité de certaines terrasses (© Géocarta)



fig. 16 : Voûte effondrée de la 2ème terrasse (© Géocarta)



fig. 17 : Tracés réels des prises de mesure sur le terrain (© Géocarta)

C- RESULTATS DE LA PROSPECTION

a- Méthodologie

Les données acquises par Géocarta les 4 et 5 novembre 2019 ont permis de produire des cartes de résistivité géoréférencées au format .gif livrées en teintes de gris aux profondeurs d'investigation théorique de 0-0,5 m (Voie 1), 0-1 m (Voie 2) et 0-1,70 m (Voie 3). Seules les cartes les plus pertinentes - cartes de résistivité apparente et cartes de variations locales ayant subi un traitement pour augmenter les contrastes au niveau des anomalies géophysiques - sont présentées en annexe de ce rapport (**Annexe n° 1 à 6**). Elles sont au format A4 avec une résolution de 600 dpi pour une impression papier sans perte de qualité des images. Elles sont orientées Nord, c'est-à-dire que les points cardinaux Nord, Sud, Est et Ouest s'alignent respectivement avec le haut, le bas, la droite et la gauche des cartes, et sont calées avec le relevé de géomètre effectué en septembre 2019 par le cabinet *Marti, Ombre & Biagi*. Les échelles sont adaptées et sont indiquées sur les annexes.

Interpréter des cartes de résistivité consiste à expliquer les anomalies géophysiques apparaissant sur les images. Ces anomalies peuvent être ponctuelles, linéaires ou diffuses, et correspondent à des variations de la résistivité électrique du proche sous-sol. Les valeurs résistantes apparaissent comme foncées, tirant vers le noir, et les valeurs conductrices apparaissent comme plus claires, tirant vers le blanc. Ce travail d'interprétation s'appuie en grande partie sur les données historiques et géologiques connues et sur les hypothèses préalables. Le récolement de la documentation cartographique existante et sa numérisation nous a permis de superposer les différents tracés historiques (cadastre XIXe, cadastre actuel, relevé topo) aux images géophysiques, et ainsi, de mettre en évidence des relations entre anomalies géophysiques et certains aménagements passés et actuels, et entre anomalies géophysiques et certaines anomalies topographiques.

Néanmoins nous tenons à préciser que les moyens déployés lors de cette étude, comme toutes les technologies géophysiques, ne mesurent que des paramètres physiques (ici, la résistivité électrique). Ces mesures permettent d'accéder à certaine

s informations sur la nature des observations (type de matériau, profondeur estimée...), mais ne permettent pas de décrire complètement les objets. En l'absence d'observation directe, l'analyse se concentre sur les phénomènes géophysiques relatifs et ne peut pas présumer de la fonctionnalité ou de la nature réelle des objets identifiés. Par ailleurs, chaque carte présente une multitude d'anomalies. Seules seront évoquées celles qui sont jugées significatives à l'aune de notre problématique de recherche. Nous avons choisi de travailler préférentiellement sur les cartes de variations locales (**Annexes n° 2, 4 et 6**), car elles permettent un examen plus précis de la variabilité des valeurs de résistivité sur une même parcelle, ce qui est généralement plus pertinent en archéologie.

Les résultats sont présentés par entité paysagère prospectée (esplanade Ouest, terrasses, pré). Comme évoqué plus haut, en raison de certaines contraintes de terrain, les terrasses n°1 et n°2 n'ont pas pu être prospectée. Il n'y a donc pas d'image à interpréter les concernant.

Globalement, toutes les images obtenues témoignent d'un milieu encaissant moyennement résistant (gris moyen) au sein duquel se distinguent différentes anomalies résistantes (gris foncé à noir) ou conductrices (blanc à gris clair), pouvant être significatives de la présence d'aménagements anthropiques dans le proche sous-sol.

b- Esplanade Ouest

Les images réalisées au niveau de l'esplanade (**Annexe n° 7**) mettent en évidence une césure nette entre la plus grande partie de l'esplanade et une bande d'environ 30 m de large située le long du château, globalement plus résistante et perturbée, comportant notamment un grand nombre d'anomalies résistantes très ponctuelles, sans structuration particulière. Cet aspect, qui est plus accentué sur les images de Voie 2 et Voie 3, traduit peut-être un épandage de matériaux grossiers destinés à stabiliser le sol d'une cour. L'image de voie 1 présente au même endroit de larges taches conductrices pouvant être liées à la présence d'eau stagnante dans les zones affaissées du sol de cette cour, ou à des zones très tassées, comportant une proportion d'éléments grossiers moindre. Cette bande de 30 m de large est limitée du côté SO par une anomalie linéaire résistante (**A**) qui pourrait indiquer la présence d'une limite matérielle de type clôture ou muret. Cette limite est ponctuée de petites anomalies ponctuelles plus résistantes qui pourraient être interprétées comme des fondations de poteaux ou des bases d'éléments de décoration.

Dans cette même zone, on repère une anomalie très résistante en forme d'arc de cercle (**B**), centrée sur l'entrée du château. Cette régularité est étonnante et pourrait indiquer l'existence d'un élément bâti soit contemporain du château XVIIIe (ancien perron ?) soit contemporain de l'ancienne maison seigneuriale ou bastide (ancienne tour ?).

La bande très résistante, suivant le tracé du chemin actuel, et s'étendant d'un bout à l'autre de la partie prospectée (**C**), pourrait quant à elle correspondre à l'ancienne allée d'accès, dont l'assiette aurait été consolidée, comme c'est l'usage pour les surfaces de circulation, avec des matériaux grossiers compactés. D'après les images de prospection, elle se prolongeait jusqu'au perron du château et faisait environ 12 m de large.

Le canal traversant la largeur de l'esplanade dans l'axe des terrasses et du grand bassin rectangulaire, apparaît sous la forme d'une anomalie résistante à très résistante large d'environ 5 m, observée des deux côtés du chemin d'accès (**D**). Il est possible que l'anomalie linéaire résistante d'axe N-S et se détachant de la partie SE de ce canal en direction du jardin, soit une dérivation ou une décharge enterrée (**E**). Cette dernière anomalie n'est visible que sur les images de voie 2 et 3. Une autre anomalie résistante située dans la partie NO de l'esplanade et dans l'axe du bassin Nord a été observée sur le bord NO de l'image de voie 1 seulement⁴ (**F**). Il pourrait s'agir de la canalisation enterrée évoquée dans les hypothèses préalables, mais malheureusement la prospection étant trop limitée dans ce secteur, notre fenêtre d'observation n'est pas suffisante pour pouvoir l'affirmer.

Nous avons également distingué deux autres petites anomalies résistantes globalement circulaires. Celle située sur l'axe de plantation de l'alignement d'arbres actuel parallèle à la façade du château, exactement sur l'entraxe de deux arbres, correspond sans doute à la souche ou au trou de plantation d'un arbre abattu récemment (**G**). Celle située sur l'axe longitudinal de la moitié SE de l'esplanade, et observée sur le bord SO des trois images de prospection, pourrait éventuellement correspondre à la fondation d'un élément de décoration de type vase ou statue (**H**).

Nous distinguons trois autres anomalies surfaciques très résistantes : une à proximité du mur de soutènement de l'esplanade, une devant l'angle Sud du château, et une autre devant l'angle NO du château (**I**). Il est possible que ce soit tout simplement des zones de dépôts de matériaux grossiers plus massifs (démolition ?) ayant été utilisés pour niveler l'esplanade lors de sa création, ou à des dépôts superficiels plus récents.

⁴ Cette partie n'est pas renseignée sur les images de voie 2 et voie 3.

Enfin, dans la moitié NO de l'esplanade, l'image de voie 3 montre un système de trois anomalies très résistantes reliées par des anomalies linéaires moyennement résistantes (**J**), que nous ne savons pas interpréter. Elles pourraient traduire la présence de blocs de pierre et de canalisations, mais leur implantation n'a pas de rapport évident avec les structures hydrauliques en place. Peut-être s'agit-il d'un réseau antérieur à la création de l'esplanade d'où l'apparition de ces anomalies uniquement sur l'image de voie 3 ?

c- Terrasses n° 3, 4 et 5

Les images réalisées au niveau des terrasses n° 3, 4 et 5 du jardin révèlent un certain nombre d'anomalies conductrices et résistantes. Seules celles qui, selon notre analyse, peuvent faire sens eu égard à notre problématique de recherche sont évoquées ici (**Annexe n° 8**).

Une grande anomalie rectangulaire de 20 x 30 m de côté, résistante à très résistante sur ses bords et moyennement résistante à l'intérieur, se distingue clairement sur le côté NE de la terrasse n° 3 (**A**), et ce, aux trois profondeurs d'investigation théoriques. Ses limites sont très nettes sur l'image de voie 1, et plus floues sur les images de voie 2 et 3, ce qui plaide plutôt en faveur d'un aménagement sub-affleurant. On observe que cet objet est légèrement désaxé par rapport aux axes de composition des terrasses, il ne s'agit donc pas *a priori* d'un aménagement historique. En revanche, le plan de géomètre mentionne trois regards situés sur une ligne reliant la terrasse haute du château et l'angle Nord de cette anomalie rectangulaire. Notre hypothèse est qu'il s'agit d'un ouvrage d'assainissement non collectif de type champ d'épandage, destiné à recevoir et à traiter les eaux usées du château arrivant par une canalisation dans son angle Nord. Les anomalies très résistantes observées à ses angles Nord et Sud sont peut-être ce que l'on appelle en jargon technique respectivement les regards de répartition et de bouclage. Les traces résistantes linéaires et parallèles observées à l'intérieur sur l'image de voie 1, pourraient quant à elles traduire la présence des tuyaux d'épandage. L'aménagement récent de cette fosse a malheureusement détruit les éventuelles structures archéologiques pouvant se trouver à cet endroit sur environ 0,80 m d'épaisseur. Il ne sera donc pas utile de mener des investigations archéologiques dans ce secteur.

Une anomalie très résistante, circulaire sur l'image de voie 1 et plus difforme sur les images de voie 2 et 3, apparaît au centre de la partie NO de la terrasse n° 3 (**B**). Les opérateurs ont repéré la présence d'un tas de graviers superficiel à cet endroit, qui a certainement très fortement augmenté la résistivité. Mais le fait que cette anomalie soit également très présente sur les images de voie 2 et 3 laisse penser que ce signal de surface très résistant masque peut-être un aménagement plus profond. Cette anomalie se trouvant sur la terrasse identifiée comme étant celle ayant accueilli un parterre et étant située dans l'axe du canal observé sur l'esplanade, nous pensons naturellement à un bassin. Cependant, que ce soit sur la terrasse n° 3 comme sur les terrasses n° 4 et 5, aucune anomalie axiale, permettant d'être attribuée à une canalisation de distribution d'eau venant du canal et alimentant le grand bassin rectangulaire ne se distingue vraiment sur les images. Nous n'observons pas non plus de trace permettant d'évoquer la présence d'une allée axiale.

Néanmoins, les anomalies résistantes à très résistantes observées dans le prolongement les unes des autres sur les terrasses n° 3, 4 et 5 (**C, D, E**), pourraient témoigner de la présence d'une dérivation (canalisation de décharge ?) se détachant d'une éventuelle canalisation axiale à l'extrémité SE de la terrasse n°3 et se dirigeant vers l'angle Sud de la terrasse n° 5.

Une autre anomalie circulaire résistante, mais beaucoup plus diffuse que la précédente, apparaît au centre de la partie SO de la terrasse n°3 (**F**). Cette anomalie est surtout visible sur l'image de voie 3 et quasiment inexistante sur l'image de voie 1. S'agit-il d'une remontée localisée du substrat

rocheux sous-jacent, d'une concentration localisée de matériaux grossiers, ou d'un bassin ? Il est difficile de conclure. Une petite anomalie résistante quadrangulaire et adjacente au côté SO de l'anomalie Q pourrait être interprétée comme un regard **(G)**. S'il s'agit d'un bassin, étant donné que nous sommes sur une terrasse qui a potentiellement abrité un parterre d'agrément régulier, il serait logique que cet aménagement ait son symétrique au centre de la moitié NE de la terrasse. Malheureusement la présence de la fosse d'épandage ne permet aucune observation à ce sujet.

Les anomalies résistantes localisées sur l'axe principal et à proximité des murs de soutènement des terrasses n° 2 et n° 3 **(H, I)** pourraient résulter de la présence de fondations ou de pierres d'éboulement des escaliers évoqués dans les hypothèses préalables. L'anomalie observée sur la terrasse n° 3 est plus large que celle de la terrasse n° 4, ce qui irait dans le sens d'escaliers dont la taille serait proportionnelle à la taille de la terrasse qui les accueille. Nous les observons aux trois profondeurs d'investigations théoriques.

Deux grandes anomalies résistantes et linéaires, possédant chacune un petit retour en équerre à leur extrémité NE sont visibles au niveau de la terrasse n° 5 et uniquement sur l'image de voie 3 **(J)**. Ces anomalies sont parallèles entre elles et avec les murs de soutènement des terrasses du jardin. Témoignent-elles de terrasses intermédiaires qui auraient été supprimées et nivelées à une certaine époque pour simplifier la mise en culture potagère du jardin, ou s'agit-il de vestiges de châssis de culture pour le coup très récents ? Difficile là encore de conclure.

Les terrasses n° 3 et 5 présentent plusieurs séries d'anomalies linéaires résistantes, parallèles et très peu espacées, intercalées de bandes conductrices **(K)**. Il est possible qu'il s'agisse d'un artefact de prospection, mais nous n'excluons pas la possibilité de planches de culture datant de l'époque où le jardin a perdu son caractère d'agrément et a servi de potager. Ce n'est peut-être pas un hasard si seules les deux plus grandes terrasses du jardin sont affectées par ce phénomène.

Enfin, des anomalies résistantes polygonales, plus ou moins étendues, apparaissent à plusieurs endroits **(L)** sans qu'il soit possible de leur donner une interprétation plausible en rapport avec le fonctionnement de l'ancien jardin d'agrément. Compte tenu du contexte (zone terrassée) et en l'absence d'information directe, nous évoquerons des concentrations localisées de matériaux grossiers ou des pierres éboulées des murs de soutènement.

d- Pré

Les images géophysiques effectuées au niveau du pré s'étendant entre la terrasse n° 5 et la route, révèlent quelques anomalies résistantes et conductrices pouvant faire sens dans le cadre de notre problématique de recherche **(Annexe n° 9)**.

Tout d'abord, un ensemble d'anomalies très résistantes dessinant un angle et un arrondi **(A)** et épousant plus ou moins les contours de la dépression rectangulaire observée sur le relevé topographique, confirment l'existence du grand bassin maçonné rectangulaire à exèdre axiale évoqué dans les hypothèses préalables. Ces anomalies sont très marquées sur l'image de voie 1, ce qui permet de penser que les vestiges maçonnés de ce bassin sont affleurants. D'après les données de la prospection, sa partie rectangulaire fait autour de 26 m de large et son exèdre possède un rayon d'environ 8 m.

Une anomalie linéaire résistante, située près du mur latéral NE de ce bassin et parallèle à ce dernier, apparaît sur l'image de voie 3 **(B)**. Il est possible qu'il s'agisse d'un contremur contenant le corroi d'étanchéité en argile faisant logiquement tout le tour du bassin. On remarque le début d'une anomalie résistante plus ou moins symétrique à B de l'autre côté du bassin **(C)**.

Les trois images montrent deux anomalies quadrangulaires très résistantes marquant les extrémités du mur de soutènement de la terrasse n°5 (**D**). Même là où il a disparu en élévation, celui-ci est donc bien présent dans le sous-sol sur toute sa longueur. Ces anomalies se prolongent en angle droit vers le SE par des anomalies linéaires résistantes en pointillé, pouvant éventuellement indiquer la présence de murs de terrasse latéraux partiellement éboulés (**E** et **F**). L'anomalie située du côté Est (**E**), fait environ 25 m de long et est ponctuée à son extrémité par une anomalie ponctuelle très résistante, visible sur les images de voie 2 et 3, que l'on pourrait interpréter comme la fondation d'un pilier marquant la fin du mur. L'anomalie située du côté Ouest (**F**) semble se prolonger au-delà du bassin vers l'extrémité du pré. Cette dissymétrie est étonnante, il faut donc prendre ces hypothèses avec beaucoup de précautions. De plus, s'il s'agit de murs de terrasse, il est curieux qu'aucun talus n'ait été relevé à cet endroit. En revanche une autre anomalie linéaire résistante ayant la même direction que l'anomalie E mais décalée vers le SO apparaît sur l'image de voie 3 (**G**). Celle-ci coïncide exactement avec la présence d'un talus sur le relevé topographique, ce qui appuie l'hypothèse d'un mur de terrasse à cet endroit. Ce mur ne doit plus subsister qu'en fondation puisque sur les images de voie 1 et 2, il est quasiment invisible. Son extrémité NO est marquée par une anomalie ponctuelle très résistante pouvant là aussi être interprétée comme la fondation d'un pilier.

On ignore comment se terminait le jardin côté route (mur, grille, portail, écran végétal, ha-ha⁵ ?) mais les images géophysiques permettent d'élaborer quelques hypothèses. En effet, près de la limite SE de la zone prospectée, on remarque deux anomalies polygonales très résistantes, symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe longitudinal du jardin et espacées d'environ 12 m (**H**, **I**), qui pourraient évoquer la présence de deux piliers de portail d'entrée ou des bases d'éléments décoratifs (statues, vases ?). Celle située du côté Est (**H**) est reliée à une anomalie linéaire en forme d'accolade (**J**) pouvant signaler la présence d'une limite maçonnée. Du côté Ouest, une anomalie similaire mais moins étendue (**K**) pourrait indiquer que cette limite maçonnée est moins bien conservée de ce côté. Ces anomalies résistantes en forme d'accolade sont bordées côté route par des anomalies surfaciques conductrices (**L**) qui pourraient témoigner de la présence d'un fossé faisant la séparation avec l'extérieur. Dans l'hypothèse où ces anomalies correspondent réellement aux objets présumés, plusieurs configurations d'aménagement sont envisageables : un mur haut équipé d'un portail axial et d'un fossé extérieur, un mur bahut avec grille, équipé d'un portail axial et d'un fossé extérieur, pas de mur ni de portail mais deux statues, ou deux vases, pour ponctuer l'extrémité du jardin et cadrer la vue axiale, ainsi qu'un ha-ha pour empêcher les intrusions sans entraver la vue sur le grand paysage.

En ce qui concerne d'éventuelles structures hydrauliques, l'image de voie 3 présente une anomalie linéaire résistante partant de l'angle SE du bassin, et formant un virage pour aboutir en droite ligne sur l'anomalie I (**L**). Sa position et sa profondeur d'apparition pourraient laisser penser à une canalisation de décharge du bassin. Cependant, cette hypothèse rentre en conflit avec l'interprétation de l'anomalie I comme fondation de pilier ou d'élément décoratif...

Dans l'angle NO de la zone prospectée, l'anomalie formée de deux traits résistants parallèles (**N**), axée sur l'anomalie E de la terrasse n°5, puis bifurquant vers le Sud, pourrait être interprétée comme le prolongement d'un aqueduc maçonné souterrain, permettant d'évacuer l'eau du réseau lorsqu'on ne souhaitait pas la faire aller dans le grand bassin. Cette anomalie est surtout visible

⁵ Fossé formant la limite à la fois marquée et niée d'un jardin afin de donner l'illusion que ce dernier n'a pas de fin et se fond dans le paysage environnant. Dezallier d'Argenville, dans sa *Théorie et Pratique du Jardinage* (1709), en parle ainsi : « Les grilles sont des ornements très-nécessaires dans les enfilades d'allées, pour en prolonger la vue et découvrir bien du pays. On fait présentement des claires-voies appelées des abah, qui sont des ouvertures de murs sans grilles, et à niveau des allées avec un fossé large et profond au pied, et revêtu des deux côtés pour soutenir les terres, et empêcher qu'on y puisse monter. Ce qui surprend la vue en approchant, et fait crier abah, dont ils ont pris le nom. Ces sortes d'ouvertures bouchent moins la vue que les barreaux des grilles ». A partir de 1740, on l'appelle aussi « saut-de-loup » (GRIEVE A., « La limite invisible dans le jardin anglais au XVIIIe siècle : le saut-de-loup ou ha-ha », *Cahiers Charles V*, 4, 1983, pp. 39-45).

sur l'image de voie 3. La zone très résistante située au niveau du changement de direction, très visible sur les images de voie 1 et 2, pourrait être un regard, à moins qu'il s'agisse de pierres éboulées d'un mur de soutènement voisin.

Quant aux anomalies très résistantes, polygonales et ponctuelles observées le long du côté NE de la zone prospectée **(O)**, elles sont sans doute attribuables à la présence de blocs provenant de l'éboulement du mur de soutènement de l'allée Sud du jardin. En effet, à cet endroit ce mur est en très mauvais état.

Une anomalie linéaire résistante partant de l'angle Est du bassin et parallèle à l'axe du jardin **(P)** apparaît sur l'image de voie 2. Elle coïncide exactement avec l'un des décrochés de la limite cadastrale de 1838, axée sur l'angle du bassin, et pourrait correspondre à un ancien aménagement ou à une ancienne transition (bord d'allée ?).

Enfin, en aval du bassin, dans la partie servant actuellement de pâture, se trouvent deux anomalies linéaires conductrices formant un grand trapèze aux angles arrondis **(Q)** et convergeant vers l'angle SE du pré où se trouve probablement une issue. Ces anomalies ne semblent avoir aucun rapport avec l'organisation spatiale de l'ancien jardin. Il est possible qu'elles soient liées au cheminement des animaux. En effet, un tassement du sol peut entraîner une diminution de la résistivité électrique. Elles n'apparaissent que sur les images de voie 1 et 2, ce qui plaide effectivement en faveur d'un phénomène assez superficiel.

CONCLUSION

L'analyse des images issues de la prospection géophysique par méthode électrique menée sur l'esplanade, les terrasses et le pré du château de Grand Pré a montré que le sous-sol de ces trois entités paysagères pouvait comporter des vestiges d'aménagements anthropiques en rapport avec la structuration de l'espace élaborée au XVIII^e siècle.

Certaines anomalies confirment déjà quelques unes de nos hypothèses préalables (le grand bassin rectangulaire à exèdre, le canal de l'esplanade, l'allée axiale de l'esplanade), d'autres sont sujettes à caution et méritent vérification (la clôture SE du jardin, certains escaliers et murs de soutènement, le bassin de la terrasse n° 3), d'autres encore révèlent la présence d'aménagements dont on ignorait l'existence (la fosse d'épandage, une ancienne tour à la place du perron Ouest du château actuel), mais, faute de données historiques, beaucoup d'anomalies n'ont pu donner lieu qu'à des hypothèses fragiles qu'il faut considérer avec beaucoup de précautions. Quel que soit leur degré de validité, il est important de préciser que ces interprétations n'augurent en rien de ce que contient effectivement le sous-sol. Seule une investigation directe du terrain de type archéologique permettra de lever les doutes, de confirmer les différentes hypothèses, et de caractériser les structures détectées sur les images. L'objectif principal de cette prospection était d'apporter des indications spatiales afin de cibler les futures recherches archéologiques et d'optimiser le nombre de sondages à réaliser. L'étape suivante sera donc l'élaboration d'une stratégie d'intervention la plus pertinente possible pour comprendre comment les abords du château du Grand Pré ont été mis en valeur, quels types d'aménagements ont été réalisés au XVIII^e siècle et quelle a été leur évolution jusqu'à nos jours.

BIBLIOGRAPHIE

Cartographie géophysique, Château le Grand Pré, Vitrolles-en-Lubéron (84), Rapport final d'interprétation, Géocarta, 30 décembre 2019

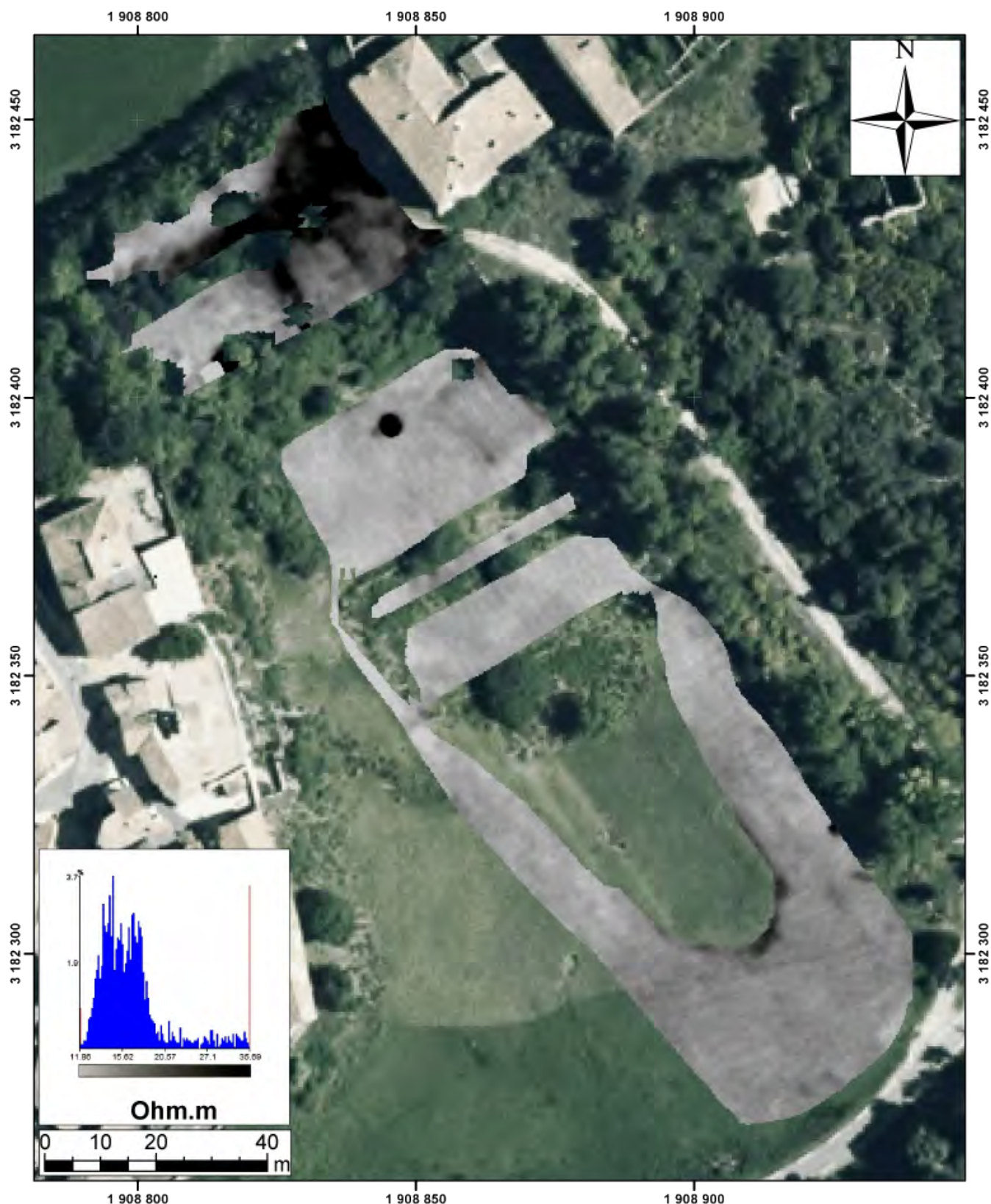
DAVID C., « Trois exemples de prospection géophysique par la méthode électrique appliquée à l'archéologie des jardins », *Polia, Revue de l'art des jardins*, n° 8, Automne 2007

DEZALLIER D'ARGENVILLE A.-J., *La théorie et la pratique du jardinage*, édition de 1747, « Thesaurus », Actes Sud / ENSP, 2003

GRIEVE A., « La limite invisible dans le jardin anglais au XVIIIe siècle : le saut-de-loup ou ha-ha », *Cahiers Charles V*, 4, 1983

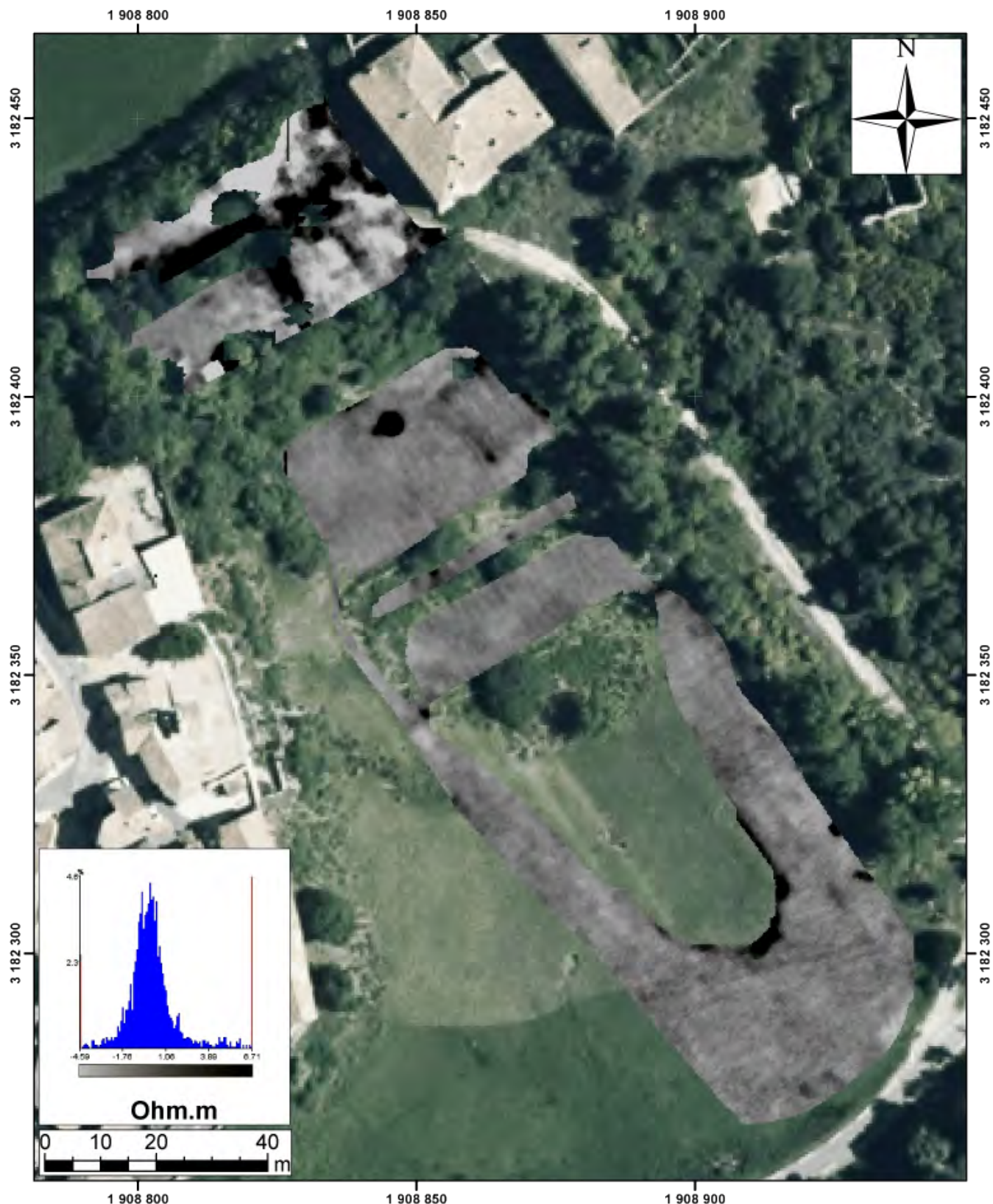
JOURDAN B., *Château de Grand Pré, Dossier de protection*, DRAC PACA, CRMH, Février 2013

ANNEXES



Carte de résistivité apparente en Voie 1
Profondeur d'investigation : 0 à 50 cm - Echelle : 12 à 36 ohm.m

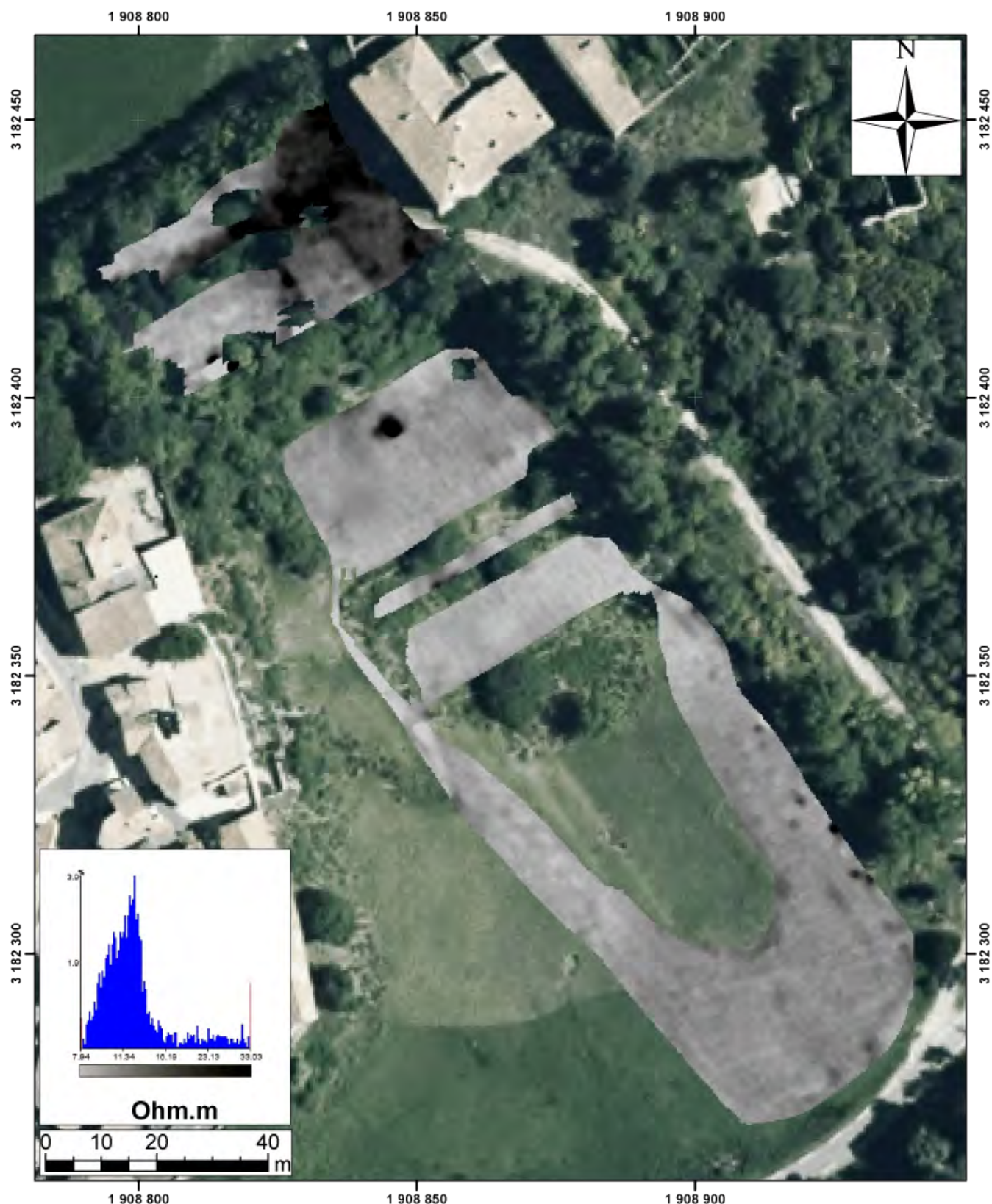
Client :	Cécile TRAVERS ARCHEOVERDE
Surface :	0,6 ha
Système de coordonnées :	RGF93_CC44
Echelle :	1 / 900 (Format A4)
Date acquisition :	Novembre 2019
Date d'émission :	Décembre 2019



Carte des variations locales de résistivité en Voie 1
Profondeur d'investigation : 0 à 50 cm - Echelle : -5 à 6 ohm.m

Client :	Cécile TRAVERS ARCHEOVERDE
Surface :	0,6 ha
Système de coordonnées :	RGF93_CC44
Echelle :	1 / 900 (Format A4)
Date acquisition :	Novembre 2019
Date d'émission :	Décembre 2019

geocarta
www.geocarta.net

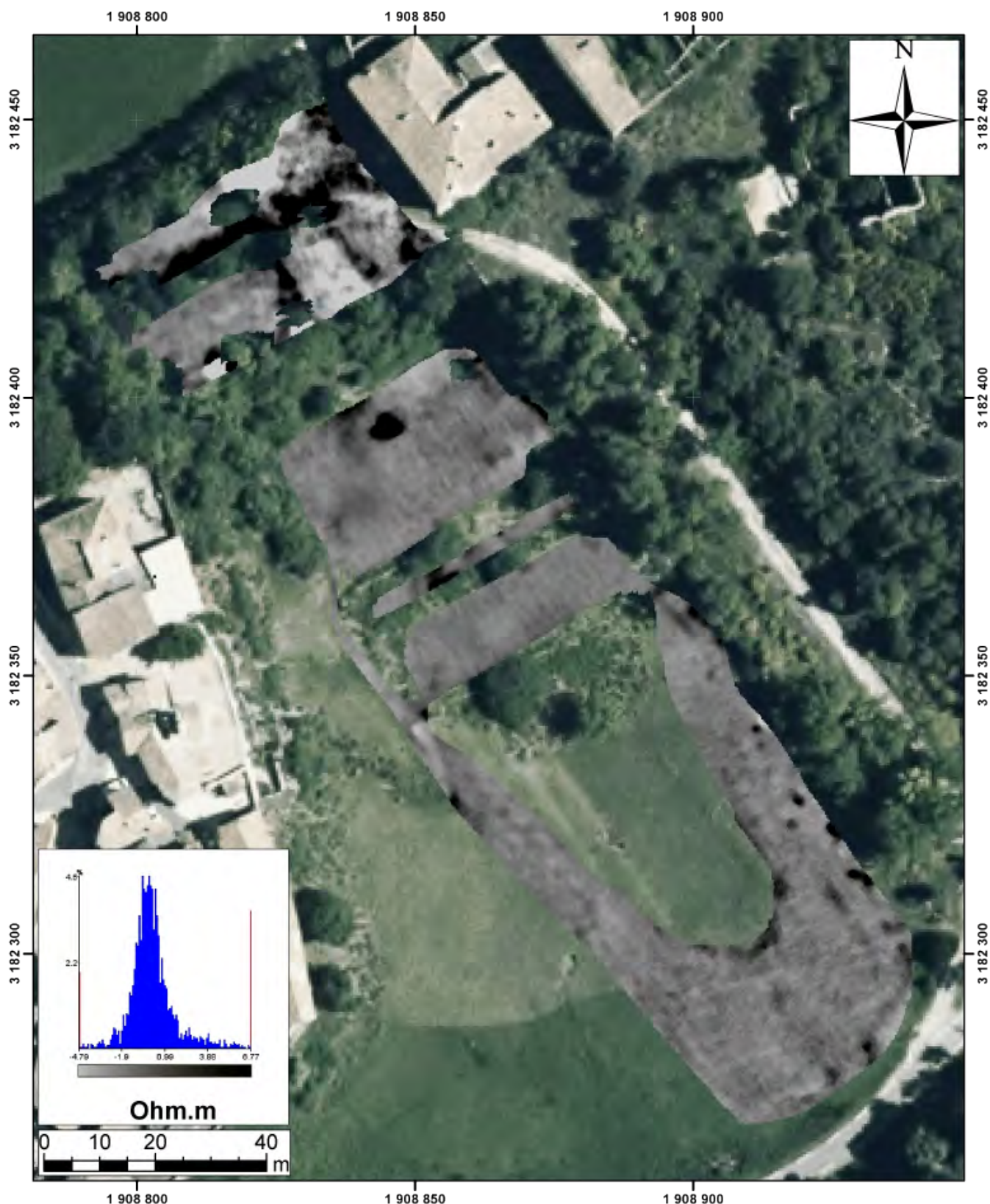


Carte de résistivité apparente en Voie 2

Profondeur d'investigation : 0 à 100 cm - Echelle : 8 à 33 ohm.m

Client :	Cécile TRAVERS ARCHEOVERDE
Surface :	0,6 ha
Système de coordonnées :	RGF93_CC44
Echelle :	1 / 900 (Format A4)
Date acquisition :	Novembre 2019
Date d'émission :	Décembre 2019

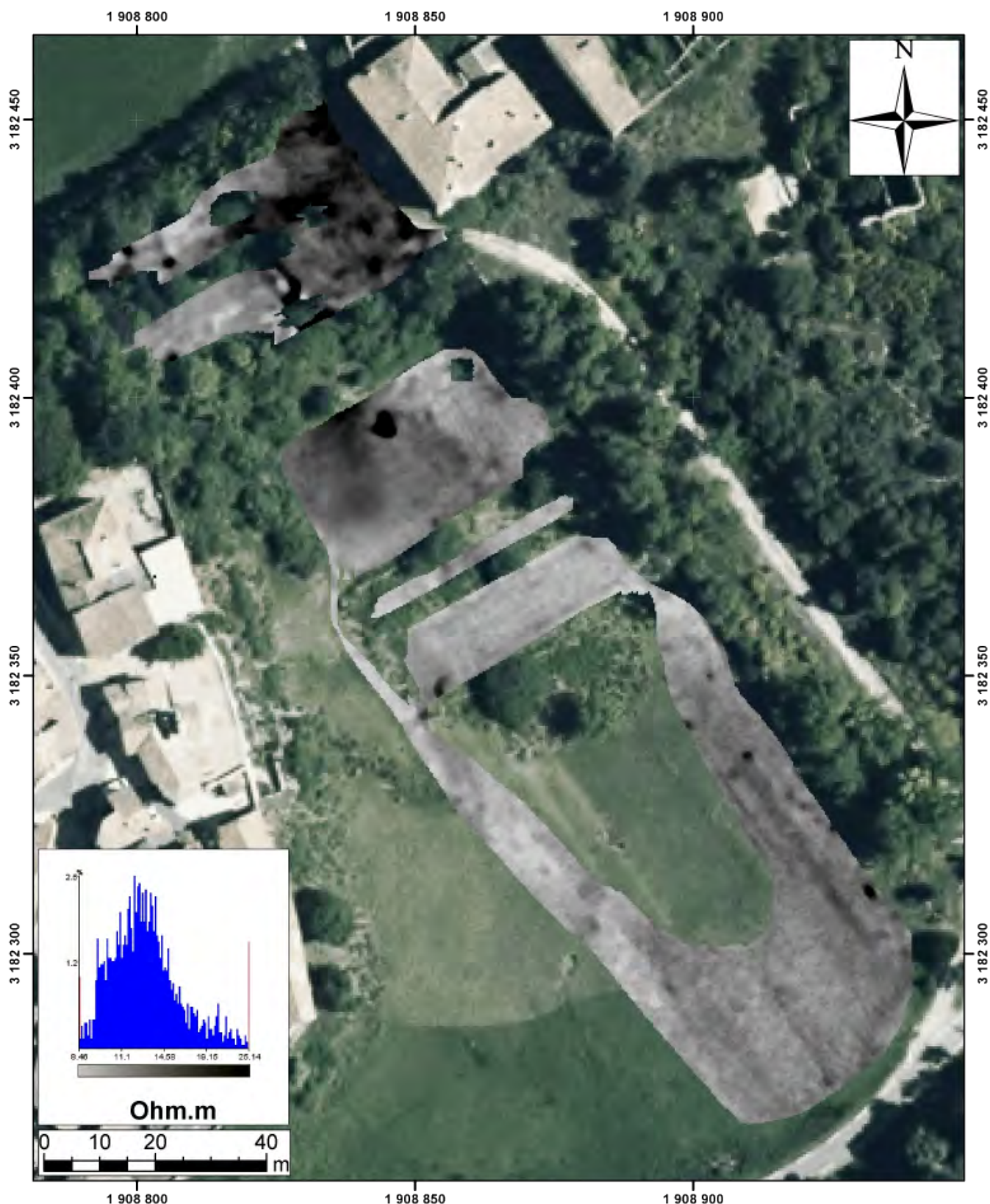
geocarta
www.geocarta.net



Carte des variations locales de résistivité en Voie 2
Profondeur d'investigation : 0 à 100 cm - Echelle : -5 à 7 ohm.m

Client :	Cécile TRAVERS ARCHEOVERDE
Surface :	0,6 ha
Système de coordonnées :	RGF93_CC44
Echelle :	1 / 900 (Format A4)
Date acquisition :	Novembre 2019
Date d'émission :	Décembre 2019

geocarta
www.geocarta.net



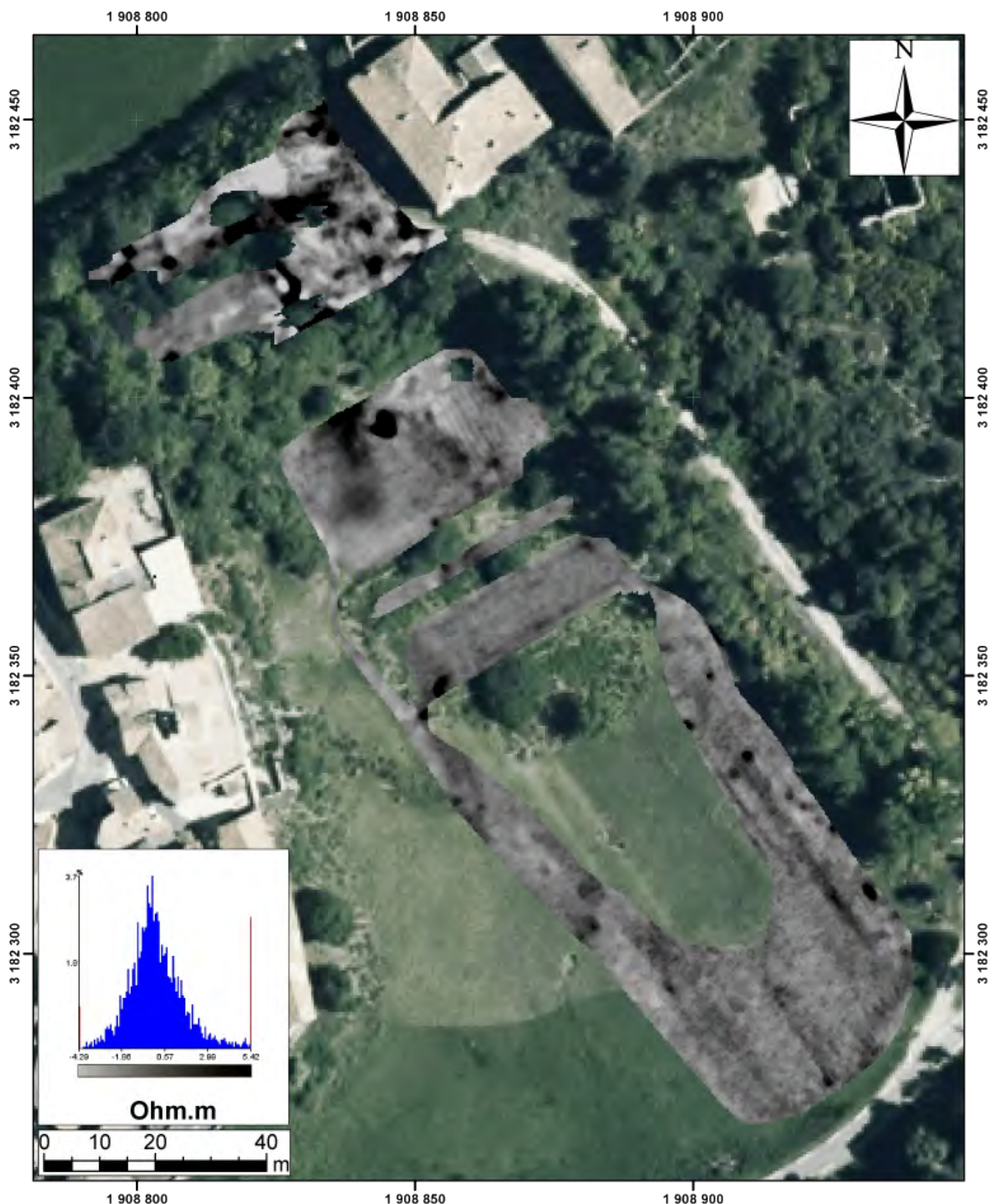
Carte de résistivité apparente en Voie 3

Profondeur d'investigation : 0 à 170 cm - Echelle : 8 à 25 ohm.m

Client :	Cécile TRAVERS ARCHEOVERDE
Surface :	0,6 ha
Système de coordonnées :	RGF93_CC44
Echelle :	1 / 900 (Format A4)
Date acquisition :	Novembre 2019
Date d'émission :	Décembre 2019

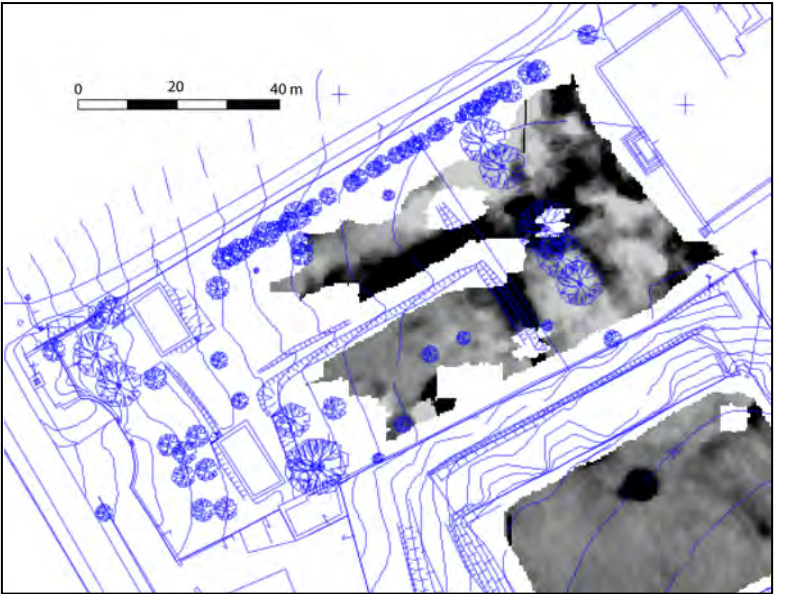
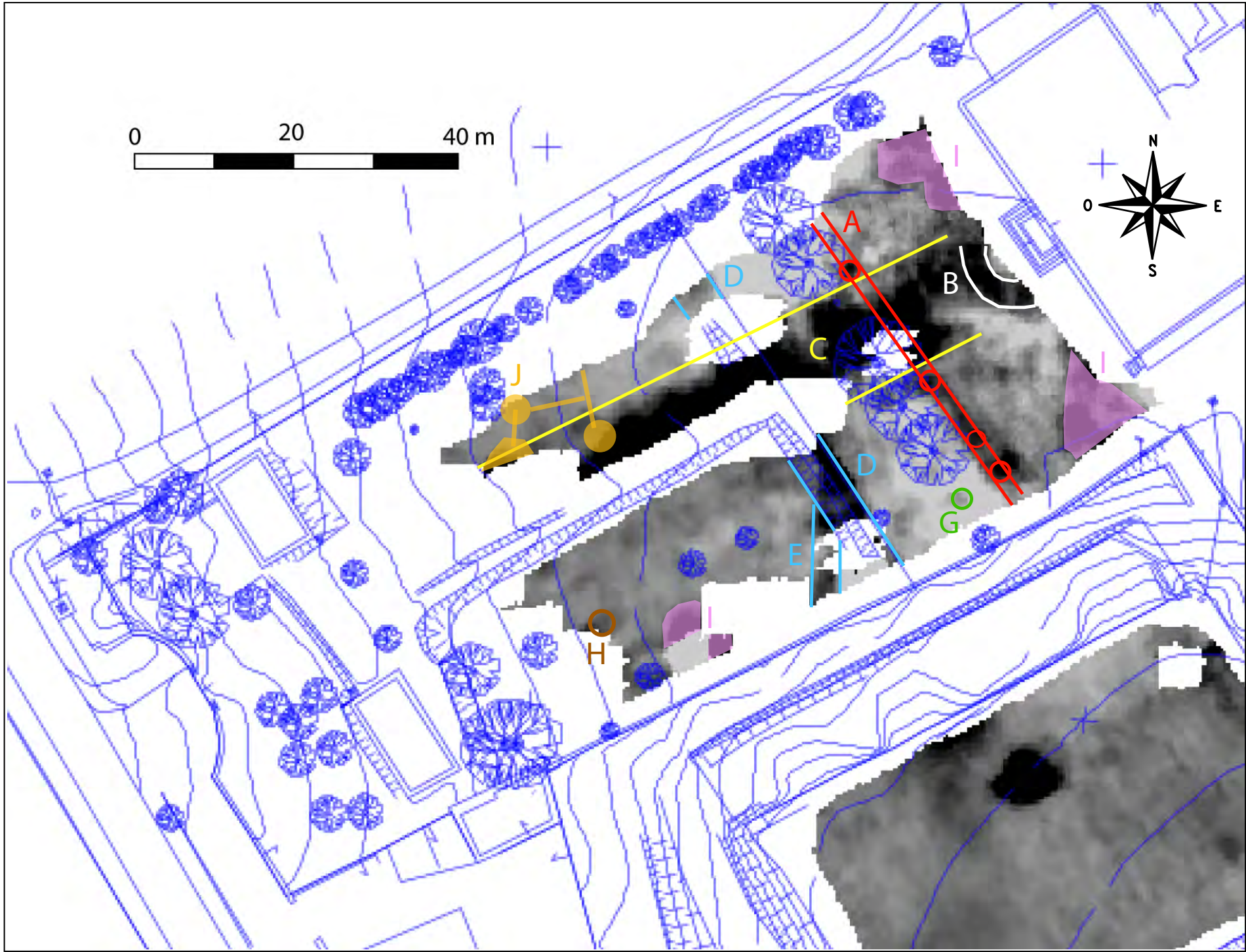
geocarta

www.geocarta.net

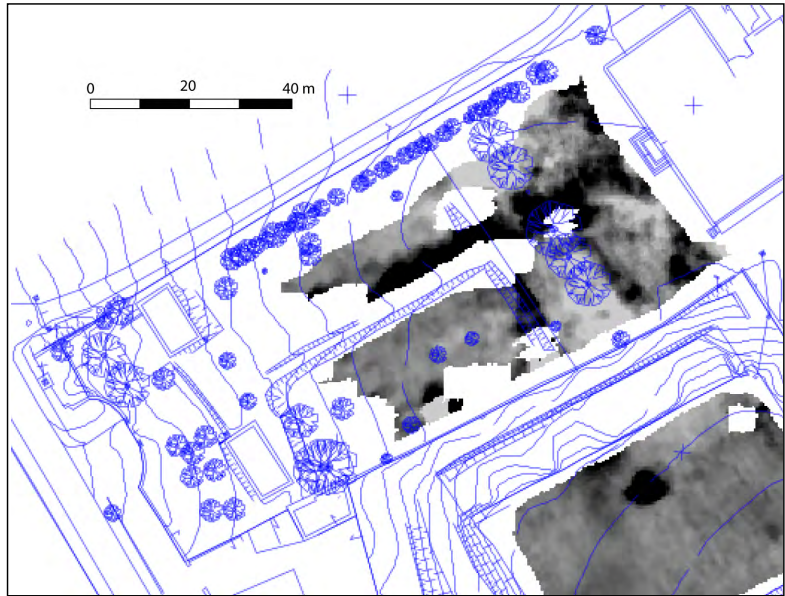


Client :	Cécile TRAVERS ARCHEOVERDE
Surface :	0,6 ha
Système de coordonnées :	RGF93_CC44
Echelle :	1 / 900 (Format A4)
Date acquisition :	Novembre 2019
Date d'émission :	Décembre 2019

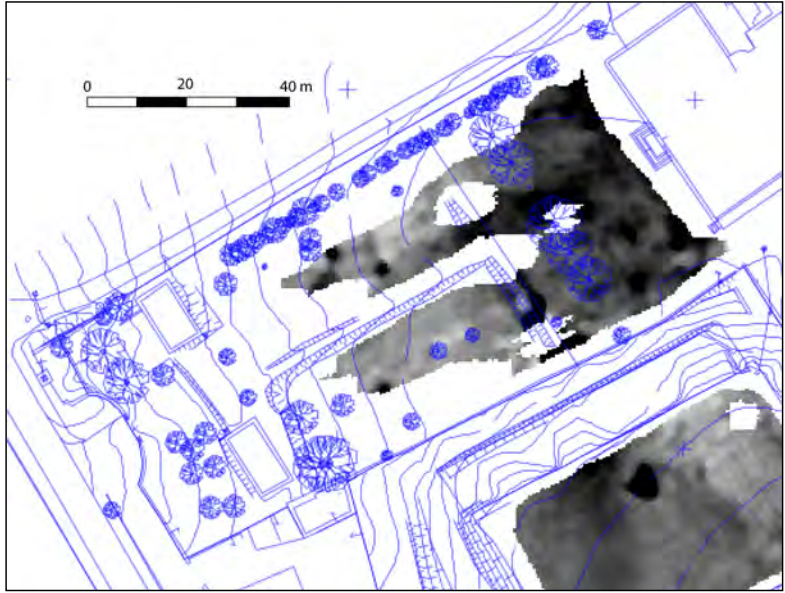
geocarta
 www.geocarta.net



Voie 1 (0-50 cm)

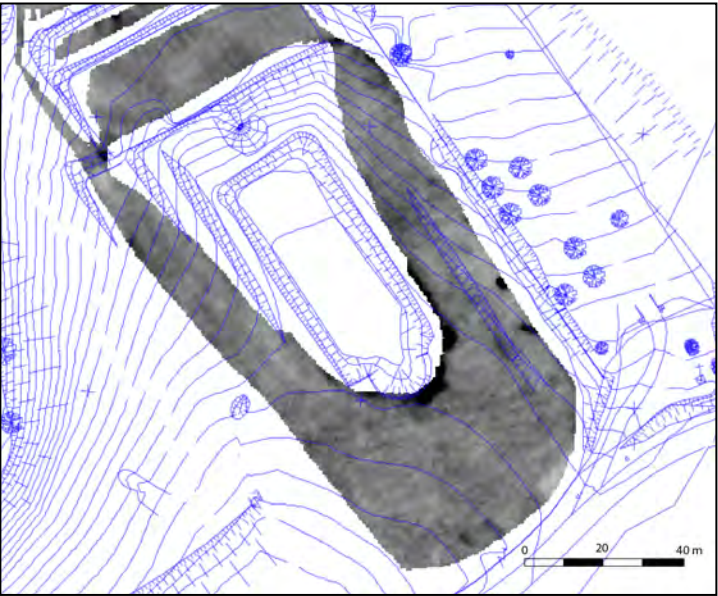
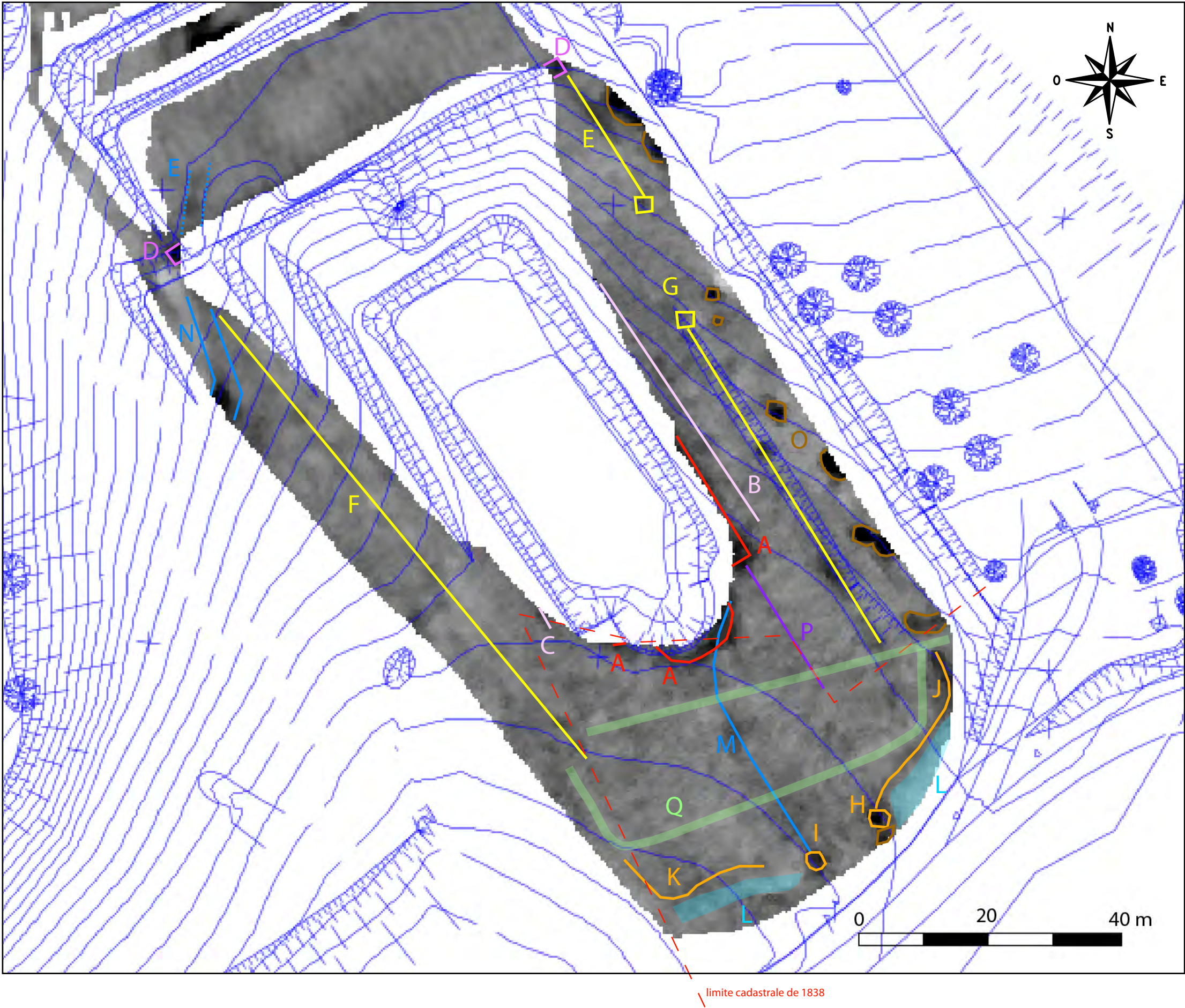


Voie 2 (0-100 cm)

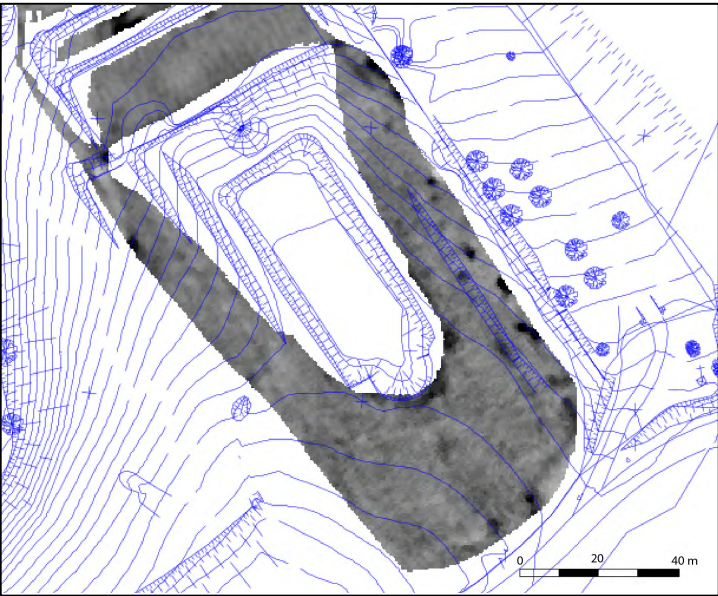


Voie 3 (0-170 cm)

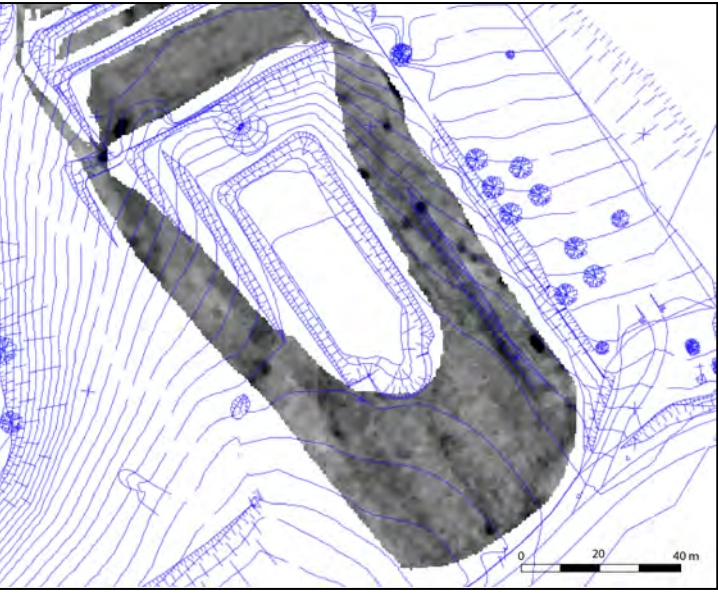
ANNEXE N° 7 : Carte des anomalies géophysiques repérées et interprétées au niveau de l'esplanade



Voie 1 (0-50 cm)



Voie 2 (0-100 cm)



Voie 3 (0-170 cm)

ANNEXE N° 9 : Carte des anomalies géophysiques repérées et interprétées au niveau du pré