



ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE RAPPORT INTERMEDIAIRE DES PROSPECTIONS GÉOPHYSIQUES

London Bridge Technology

Réf. INRA : 0402-C/18.1597

N° d'opération INRA: 2024-174

Dates de l'intervention : 12 au 18 novembre 2024

Adrien MARCHIEL - GEOCARTA

20/12/2024

Version Finale 13/02/2025

Table des matières

Générique de l'opération	3
Fiche signalétique	4
1. Identité du projet	4
2. Opération archéologique	4
3. Résultats	5
Notice scientifique	6
État du terrain prospecté	6
Compte-rendu de la réunion préalable	7
Autorisation ministérielle	8
Remerciements	9
4. Cadre de l'opération	1
4.1. Raisons de l'intervention	1
4.2. Contexte géographique et topographique	1
4.3. Contexte géologique et pédologique	2
5. Contexte historique et archéologique.....	2
6. Objectifs scientifiques de l'opération	3
7. Déroulement de l'opération archéologique et méthodologie	3
7.1. Méthode de Prospection.....	3
7.2. Moyens techniques et humains.....	4
7.3. Déroulement de l'opération.....	5
8. Résultats de l'opération	5
8.1. Méthodologie d'interprétation des résultats de mesure	5
8.2. Présentation des résultats	8
9. Résumé / Sites identifiées.....	19
10. Conclusion.....	19
11. Annexes	20
11.1. Projet scientifique d'intervention (PSI)	20
11.2. Inventaires des documents photographiques	20
11.3. Inventaire des documents graphiques	20
11.4. Inventaire des documents numériques.....	20
11.5. Inventaire des documents imprimés.....	20

Générique de l'opération

Intervenants administratifs auprès de l'INRA

Foni Le Brun-Ricalens, directeur de l'INRA

Secrétariat du Département de la recherche archéologique :

Alexandra Reinhardt - Tél: 26 02 81 33

Carmen Reuland - Tél: 26 02 81 65

Marco Dias Da Costa - Tél: 26 02 81 74

sec.archeo@inra.etat.lu

Responsable(s) du suivi scientifique (RSS) de l'INRA

Laurent BROU, archéologue, agent de l'INRA et responsable du suivi scientifique de l'opération

Opérateur archéologique

GEOCARTA, responsable d'opération :

GEOCARTA, intervenant :

GEOCARTA, intervenant :

GEOCARTA, intervenant :

Adrien MARCHIEL, ingénieur géophysicien

Etienne THILLOUX, ingénieur géophysicien

Armand GROUT, ingénieur géophysicien

Jean-René DEYGAS, technicien

Mesurage

GEOCARTA, responsable d'opération :

GEOCARTA, intervenant :

GEOCARTA, intervenant :

GEOCARTA, intervenant :

Adrien MARCHIEL, ingénieur géophysicien

Etienne THILLOUX, ingénieur géophysicien

Armand GROUT, ingénieur géophysicien

Jean-René DEYGAS, technicien

Plans

GEOCARTA, responsable d'opération :

Adrien MARCHIEL, ingénieur géophysicien

Photographies

GEOCARTA, responsable d'opération :

GEOCARTA, intervenant :

Adrien MARCHIEL, ingénieur géophysicien

Etienne THILLOUX, ingénieur géophysicien

Fiche signalétique

Référence INRA : 0402-C/18.1597
N° d'opération INRA : 2024-174

1. Identité du projet

Intitulé du projet : London Bridge
Nature du projet d'aménagement : Exécution du PAP zone spéciale Data Center
Commune(s) : Bissen
Section(s) : Section B de Bissen-Sud
Lieu(x)-dit(s) : Busbierg
Parcelle(s) cadastrale(s) : Liste, se référer à la description page 5

Superficie du projet d'aménagement : 274.000 m² ou 27,4 ha (surface du PAP hors zones forestières ou haies identifiées comme relevant de l'art. 21 de la loi du 18 juillet 2018)

Maître(s) d'ouvrage du projet
d'aménagement : London Bridge Technology S.à r.l.
Propriétaire(s) du/des terrain(s)
si différent(s) du maître d'ouvrage : Syndicat Agricole Bissen 277/4972
Bissen, la commune : 259/4974, 213/4942, 383/4944
Domaine de l'Etat : 233/3130, 257/1710

2. Opération archéologique

Nature de l'opération : Prospection magnétique AMP et électrique ARP
Opérateur archéologique : GEOCARTA
Responsable d'opération (RO) : Adrien MARCHIEL, ingénieur géophysicien
Responsable du suivi scientifique (RSS) :
INRA : Laurent BROU, Archéologue

Surface prospectable : 275 326 m² / 27,5 ha
Surface prospectée : AMP : 260 684 m² / 26,0 ha
ARP : 274 450 m² / 27,4 ha

Pourcentage de la surface prospectée
par rapport à la surface à prospecter : AMP : 94%
ARP : 99%

Surface non prospectable : 1800 m² / 0.18 ha de surfaces protégées
2000 m² / 0.2 ha de route
9000 m² / 0.9 ha de surface labourée (AMP)

Date de la réunion de chantier : 25/09/2024
Dates de l'opération : début : 12/11/2024
fin : 18/11/2024

Coordonnées LUREF : 73775 E | 95372 N, 267 m
(point central de la zone d'opération effectuée)

3. Résultats

Résultat : ☒ négatif ☐ positif

Coordonnées LUREF : Sans objet

Interprétation des résultats des mesures géophysiques : Les mesures géophysiques montrent de nombreux drains ainsi que plusieurs anomalies dont l'origine semble être l'exploitation récente du terrain.

Résumé: Aucune structure archéologique n'as pu être identifiée.

Photographies : 0
Cartes : 21
Plans : 16

Parcelle à traiter (propriété LB Technology)		
259/4622	197/783	258/1224
258/1223	257/1711	197/4785
275/2082	276/2083	276/2085
276/2087	277/2089	252/791
235/0*	234/2384	234/2385
234/4975	196/4783	200/0
201/603	203/3128	206/0
213/4943	210/4939	264/0
279/2092	247/1165	290/1947
290/1946	277/4973	284/2101
283/2100	283/2099	283/2098
283/2097	282/2096	281/2095
279/2094	279/2093	276/3070
276/3	277/2090	265/0
276/2088	276/2086	276/2084
275/1166	274/1867	272/1944
272/1943	271/0	269/1835
268/0	266/0	* parcelles partiellement touchées
Parcelles à traiter (autres propriétaires)		
259/4974	213/4942	383/4944
277/4972	233/3130	257/1710

Notice scientifique

L'opération consiste en une cartographie géophysique par mesure du gradient magnétique et de la résistivité électrique sur une surface de 27,5 hectares. Cette cartographie s'inscrit dans le cadre du projet London Bridge et vise à caractériser la présence de structures enfouies. Les données produites permettent d'identifier plusieurs anomalies, qui, au regard de notre expérience semblent être liées aux aménagements récents ou à la géomorphologie du site.

État du terrain prospecté

Le terrain, situé proche de la ville de Bissen, se compose de plusieurs parcelles pour un total de 27,5 hectares. Certaines de ces parcelles sont enherbées et permettent un passage aisé du matériel de prospection géophysique. Néanmoins, plusieurs parcelles qui étaient en culture de maïs lors de la visite de terrain avaient été récoltées. La terre retournée et imbibée d'eau ainsi que les ornières dues au passage de machines agricoles ont nécessité quelques précautions afin de préserver le personnel et le matériel. Enfin lors de la journée du 15/11, l'acquisition AMP sur la parcelle 233/3130 a dû être interrompue en raison du labourage de cette dernière. La présence du tracteur rendait l'acquisition de données dangereuse. Ainsi la partie ouest de la parcelle 233/3130 n'a pas pu être entièrement couverte par la méthode AMP, la terre labourée ne permettant pas le passage du matériel de prospection géophysique.

Compte-rendu de la réunion préalable

COMPTE-RENDU DE LA RÉUNION PRÉALABLE À UNE OPÉRATION D'ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE			
Compte-rendu n°	01	de la réunion du	25/09/2024
Heure	9h00		
Rédigé le	17/10/2024		
par	Edouard de Ferrières – Geocarta		
OA	Geocarta – prospection géophysique		
Lieu	Bissen	B de Bissen-Sud	« Busbierg »
Intitulé du projet	Projet London Bridge		
Réf. INRA	0402-C/18.1597		
Réf. MO	BSN1A		
Réf. OA	DC4327		

Participants / personnes concernées par l'opération					
Société / organisme	Abbr.	Prénom, nom	E-mail	Prés.	Diff.
Maître d'ouvrage					
Bureau d'étude					
Energie et Environnement S.A.	EE	Lorraine Agostini Ingénieur projets	lorraine.agostini@enerenvi.lu	x	x
Institut national de recherches archéologiques	INRA				
Secrétariat du Département de la recherche archéologique	SDRA	Mme Alexandra Reinhardt Mme Carmen Reuland M. Marco Dias Da Costa	sec.archeo@inra.etat.lu		x
Responsable(s) du suivi scientifique	RSS	Laurent Brou	laurent.brou@inra.etat.lu		x
Opérateur archéologique	OA				
Représentant OA		Etienne Thilloux Ingénieur géophysicien	etienne.thilloux@geocarta.net	x	x
Responsable d'opération	RO	Adrien Marchiel Ingénieur géophysicien	adrien.marchiel@geocarta.net	x	x

1. L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE

1.1. Généralités	GEOCARTA déploiera deux méthodes de prospection géophysique à visée archéologique : le magnétique et la résistivité électrique. Ce sont des méthodes non destructives, tractées par des quad équipés de pneus basse pression.		
1.2. Date de démarrage de l'opération prévue	A partir du 4 novembre 2024 (date prévisionnelle – à affiner en fonction de l'instruction du dossier et/ou des conditions météorologiques)		
1.3. N° d'opération INRA	0402-C/18.1597		
1.4. RO	Adrien Marchiel, ingénieur géophysicien, adrien.marchiel@geocarta.net		
1.5. Autorisations	Oui	Non	Type d'autorisation
		x	Arrêté ministériel INRA (instruction du PSI à venir)
		x	Autorisation d'accès au terrain (en cours au 25/09/2024)

2. ÉTAT DES LIEUX

2.1. Description	<p>Le terrain se présente sous forme de prairies et de quelques champs de maïs (récolte en cours ou à venir)</p> <p>On relève la présence de quelques zones détrempées (en rapport avec des précipitations récentes). Le terrain semble ne pas réessuyer rapidement.</p> <p>Il a également été relevé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La présence à différents endroits du site de clôtures métalliques ; - En lisière de la zone boisée la présence de quelques arbres ayant chuté. <p>Energie et Environnement mentionne la présence d'une canalisation d'eau enfouie traversant le site et reliant un forage (situé hors périmètre d'intervention) et une zone industrielle (également hors périmètre).</p> <p>Enfin, EE indique la présence de zones d'habitat protégés qui seront à exclure lors de l'acquisition.</p>
-------------------------	--

3. INSTALLATION DE CHANTIER

3.1. Indications	Chantier mobile : pas d'installation spécifiques requises.
-------------------------	--

4. TÂCHES			
4.1. Indications	Nom, prénom (organisme)	Délais	Tâche(s)

5. REMARQUES

6. PHOTOS/FIGURES



Dans la partie Nord, exemple de prairies accessibles



Dans la partie Sud, exemple de prairies accessibles



Dans la partie Nord, quelques arbres tombés en lisière de bois (à droite)



Dans la partie Sud, une zone de mottes



Dans la partie Sud, exemple d'une zone détrempée (en rapport avec des précipitations récentes)



Champ de maïs, avant récolte

Autorisation ministérielle



Réf. INRA : 0402-C/18.1597
Objet : Autorisation ministérielle

Luxembourg, le 04 NOV. 2024

AUTORISATION MINISTÉRIELLE D'OPÉRATION D'ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE

Le Ministre de la Culture,

Vu la loi du 25 février 2022 relative au patrimoine culturel;

Vu le règlement grand-ducal du 9 mars 2022 précisant les modalités de la demande et de la délivrance de l'agrément des opérateurs archéologiques, fixant les conditions de demande et d'octroi de l'autorisation ministérielle nécessaire pour accomplir des opérations d'archéologie et déterminant les modalités de saisine et les documents à joindre à la demande de protection d'un élément immeuble relevant du patrimoine archéologique ;

Sur avis du directeur de *l'Institut national de recherches archéologiques*, dénommé ci-après INRA ;

Arrête :

ARTICLE 1

Il sera procédé à une opération d'archéologie préventive, à savoir une opération de diagnostic archéologique, sous la maîtrise d'ouvrage de London Bridge Technology S.à r.l..

N° d'opération INRA : **2024-174**
Commune : Bissen
Section : B de Bissen-Sud
Lieu-dit : « Busbiert »
Parcelles cadastrales: 259/4622, 197/783, 258/1224, 258/1223, 257/1711, 197/4785, 275/2082, 276/2083, 276/2085, 276/2087, 277/2089, 252/791, 235/0, 234/2384, 234/2385, 234/4975, 196/4783, 200/0, 201/603, 203/3128, 206/0, 213/4943, 210/4939, 264/0, 279/2092, 247/1165, 290/1947, 290/1946, 277/4973, 284/2101, 283/2100, 283/2099, 283/2098, 283/2097, 282/2096, 281/2095, 279/2094, 279/2093, 276/3070, 276/3, 277/2090, 265/0, 276/2088, 276/2086, 276/2084, 275/1166, 274/1867, 272/1944, 272/1943, 271/0, 269/1835, 268/0, 266/0, 259/4974, 213/4942, 383/4944, 277/4972, 233/3130, 257/1710

Type d'opération de diagnostic archéologique : prospections géophysiques

ARTICLE 2

L'opération d'archéologie préventive précitée sera effectuée sous la responsabilité de l'opérateur archéologique agréé GEOCARTA SAS et elle sera scientifiquement et techniquement dirigée par Monsieur Adrien MARCHIEL, employé auprès de GEOCARTA SAS. L'opération d'archéologie préventive susmentionnée sera réalisée conformément aux prescriptions émises par l'INRA dans le

cahier des charges scientifiques annexé et faisant partie intégrante de la présente autorisation. Cette opération sera menée sous le contrôle de Monsieur Laurent BROU, agent de l'INRA et responsable du suivi scientifique de l'opération susmentionnée, qui veillera à la bonne application des recommandations, des directives de fouilles et de documentation de l'INRA.

ARTICLE 3

Une version digitale du plan de l'opération d'archéologie préventive est à transmettre à l'INRA au plus tard 7 jours ouvrés après la fin de l'opération. Suite à la réception de ce plan, l'INRA informera l'opérateur du délai de livraison du rapport final d'opération. Ce rapport doit être rédigé selon le modèle de rapport d'opération de l'INRA.

ARTICLE 4

Toute documentation de terrain ainsi que tout élément archéologique sont confiés à l'INRA après la fin de l'opération d'archéologie préventive, pendant le délai nécessaire à leur inventarisation et à des fins d'étude scientifique.

ARTICLE 5

L'emploi de détecteurs de métaux et de tout autre équipement de détection électronique et magnétique par les employés de l'opérateur archéologique agréé est autorisé dans le cadre de la réalisation de l'opération d'archéologie préventive susvisée.

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, stylized 'E' followed by several loops and a long vertical stroke extending downwards.

Eric THILL
Ministre de la Culture

Remerciements

GEOCARTA tient à remercier tous les intervenants du projet.



Cartographie géophysique de Bissen

20 décembre 2024

Services cartographiques
Agriculture - Viticulture - Archéologie - Aménagement

4. Cadre de l'opération

4.1. Raisons de l'intervention

L'entreprise London Bridge Technology S.à r.l. est Maître d'Ouvrage de l'aménagement d'un terrain sur la commune de Bissen au Luxembourg pour un projet d'aménagement. La demande faite par Energie et Environnement S.A., auprès de la société GEOCARTA s'inscrit dans le cadre de la prescription archéologique. L'objectif de cette étude était d'identifier d'éventuelles structures archéologiques enfouies par imagerie du sous-sol à l'aide des méthodes géophysiques de mesure de résistivité (ARP) et du gradient magnétique (AMP).

4.2. Contexte géographique et topographique

La zone d'étude, qui est présentée Figure 1, se situe au nord-est de la ville de Bissen. Elle est adjacente au sud à une zone industrielle et entourée de terrains agricoles et de forêts sur ses autres limites. Elle est traversée par une route non-carrossable fréquentée uniquement par les engins agricoles et les véhicules de l'entreprise d'aménagement. Enfin, certaines parties de la zone d'étude, entourées en rouge sur la Figure 1, sont protégées et donc inaccessibles pour l'acquisition.

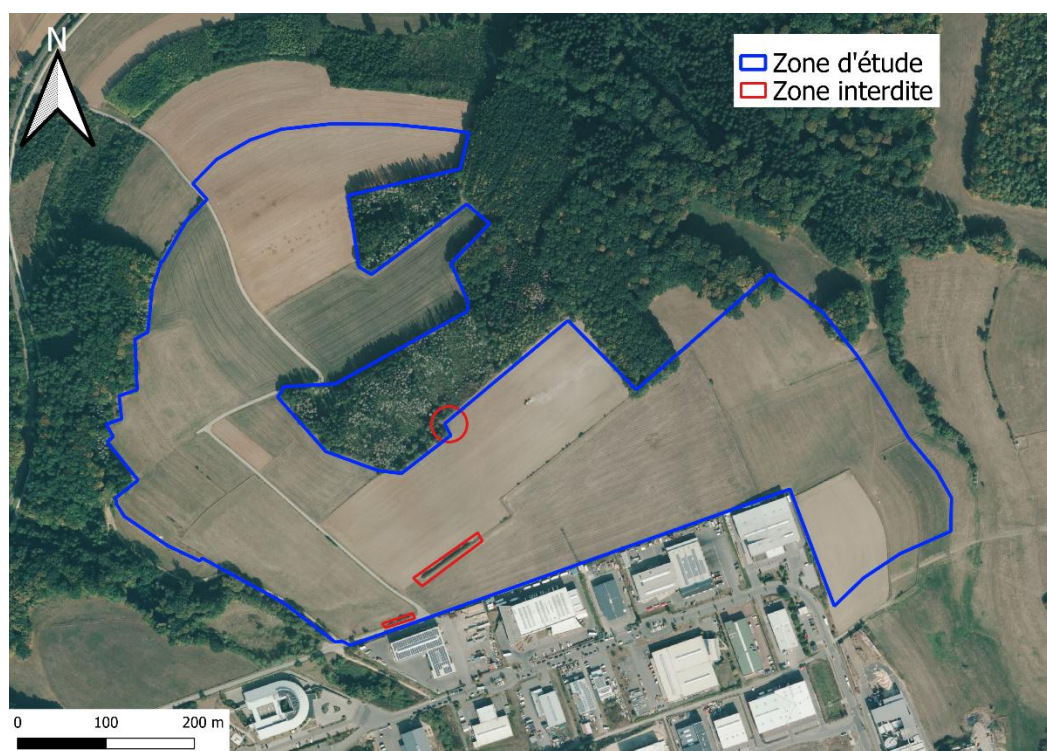
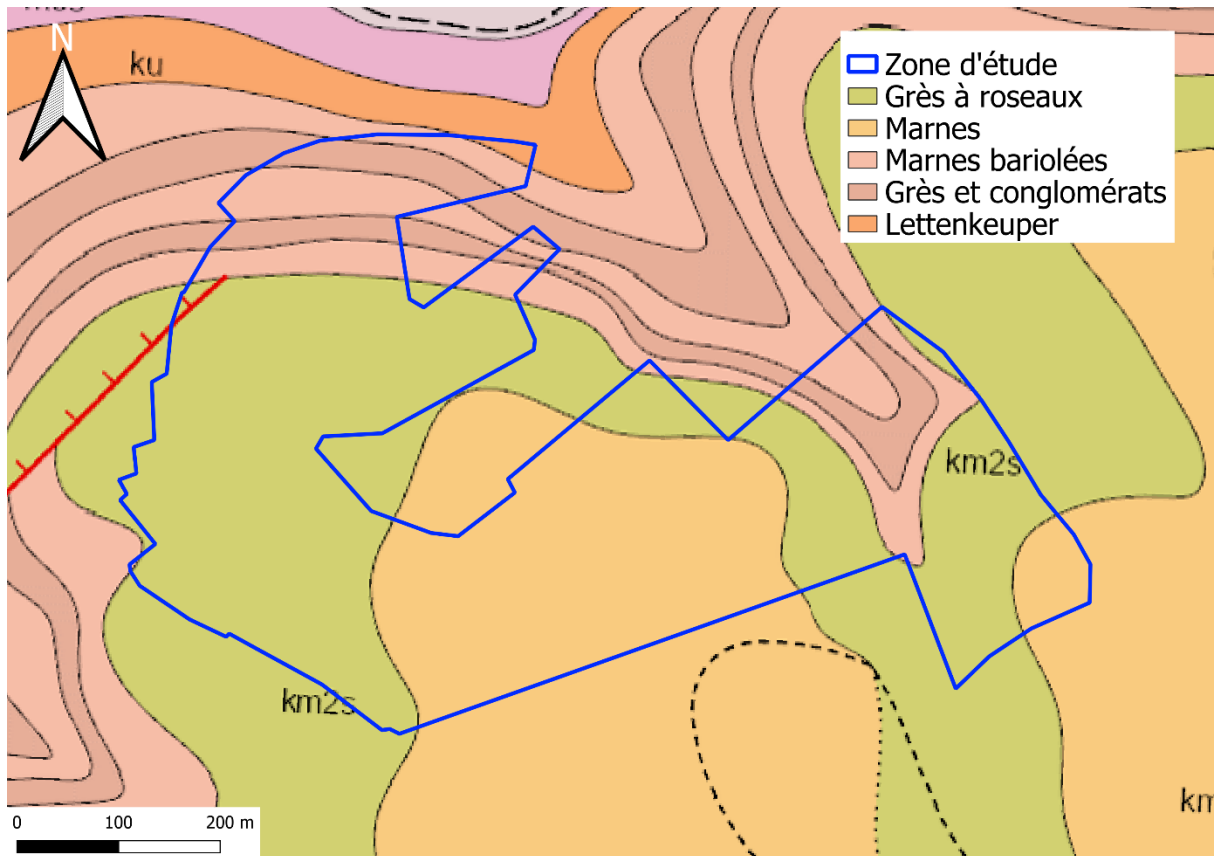


Figure 1: Localisation de la zone d'étude sur fond satellite Bing.

4.3. Contexte géologique et pédologique

La zone d'étude recoupe des terrains du Keuper (Trias supérieur). Elles se compose majoritairement de grès et de marnes avec une alternance de bancs argileux notamment dans le grès à roseaux et les marnes bariolées. Sur la partie nord et est de la zone d'étude, l'alternance irrégulière entre grès conglomératique et marnes bariolées laisse supposer un terrain hétérogène. Tandis que dans le reste de la zone d'étude, les grès à roseaux et les marnes, plus compactes, suggèrent une meilleure homogénéité du terrain.



5. Contexte historique et archéologique

L'INRA (anciennement CNRA), en 2020, en prescrivant une étude géophysique signale qu'il n'y a "pas de sites archéologiques connus sur les terrains compris dans l'emprise. Le site important le plus proche (à environ 300 m) est une villa gallo-romaine à Bissen-An Erwent en contre-bas, dans la vallée de l'Attert (CNRA / carte archéologique)." Nous sommes donc dans un contexte de non déterminisme quant à une éventuelle occupation antérieure de la zone.

6. Objectifs scientifiques de l'opération

L'objectif principal de cette prospection était de vérifier la présence ou l'absence de vestiges archéologiques. La géophysique est une méthode de prospection non-destructive qui permet de caractériser la présence de tels objets sans risque de les dégrader.

De plus, compte tenu de la surface à couvrir (27 ha) et du fait que certains terrains soient exploités dans le cadre d'activités agricoles, l'application d'une méthode à la fois rapide et précise était nécessaire.

En proposant une densité de mesures comprises entre 250 000 et 300 000 points par hectare les méthodes ARP (mesure de la résistivité électrique) et AMP (mesure du gradient magnétique terrestre) fournissent un maillage suffisamment fin pour une durée d'acquisition n'excédant pas 7 jours dans ce cas.

7. Déroulement de l'opération archéologique et méthodologie

7.1. Méthode de Prospection

7.1.1. Prospection géomagnétique

Cette méthode, dite méthode « AMP » pour *Automatic Magnetic Profiling* mesure les variations locales du champ magnétique liées à la présence de matériaux / objets magnétiques enfouis comme présenté sur la Figure 3. Ce dispositif, conçu par GEOCARTA peut être tracté par un véhicule (quad, pick-up...) ou poussé par un opérateur.

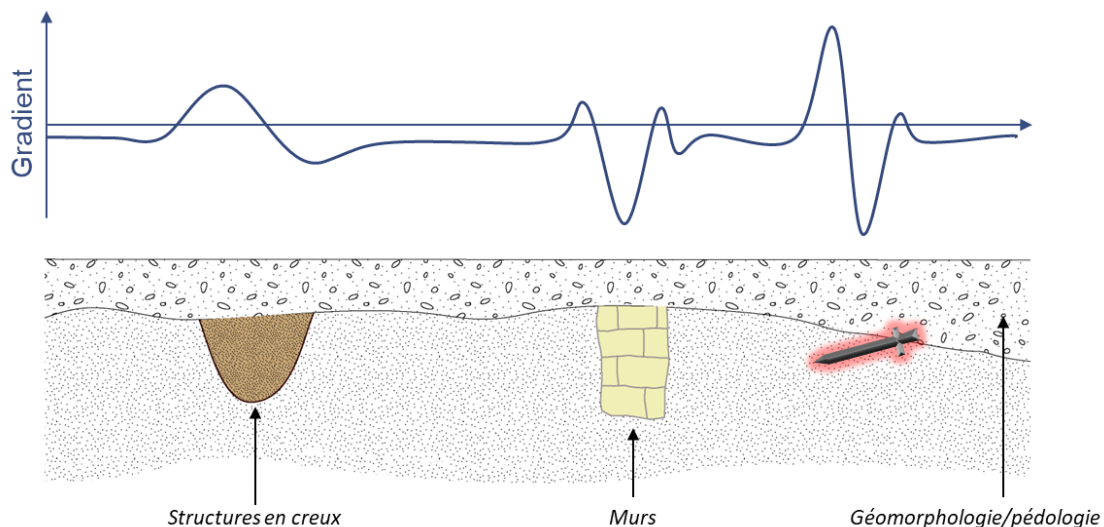


Figure 2: Schéma de réaction des capteurs magnétiques à la présence d'objets enfouis.

7.1.2. Prospection électrique

La méthode électrique dite méthode « 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 d'un mètre de longueur et d'un mètre carré de

section et est exprimée en ohms-mètres (ohm.m). Cette méthode est sensible aux différents matériaux, à la texture des sols comme indiqué sur le Figure 4. Le dispositif de mesure est couvert par un brevet appartenant à GEOCARTA et doit-être tracté par un véhicule (quad, pick-up...) lors de la prise de mesure.

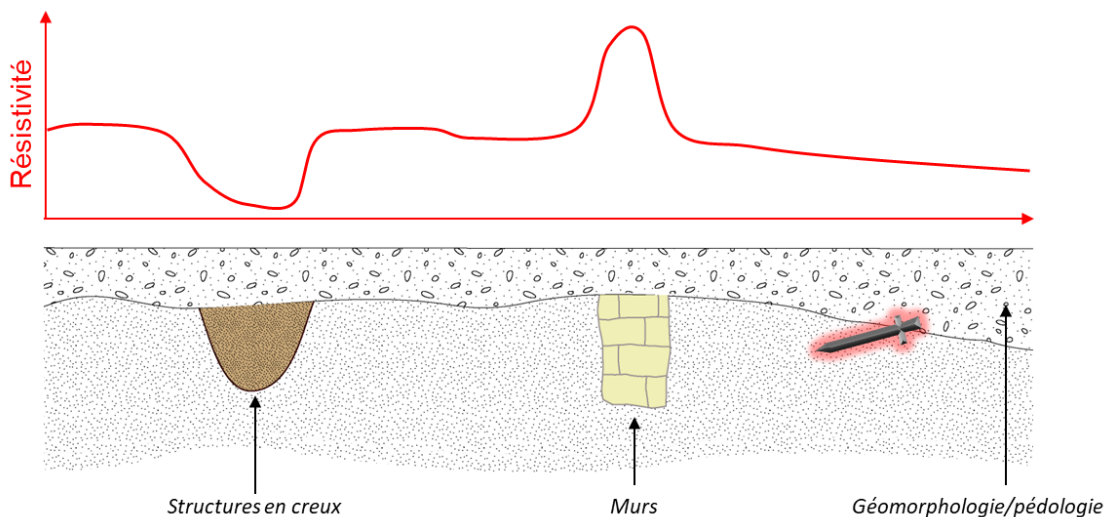


Figure 3: Schéma de réaction des capteurs électriques à la présence d'objets enfouis.

7.2. Moyens techniques et humains

7.2.1. Prospection géomagnétique

Le système d'acquisition AMP est une méthode tractée par quad. Le chariot porte cinq sondes magnétiques espacées de 50 centimètres, qui mesurent un point tous les cinq centimètres environ (fréquence de 80Hz). Les données sont compilées via un appareil d'enregistrement puis contrôlées via un ordinateur qui permet également le suivi du parcours. Un système de positionnement GNSS permet la localisation des données acquises dans le système de référencement Luxembourg 1930. Le montage et le démontage du dispositif nécessitent la présence de deux opérateurs, néanmoins l'acquisition et le traitement des données sont effectués par un seul opérateur.

7.2.2. Prospection électrique

Le système d'acquisition ARP est une méthode tractée par quad. Le chariot possède 4 paires de roues crantées métalliques qui fonctionnent comme des dipôles. Il y a un couple injecteur et 3 couples récepteurs. Cette disposition permet de prendre un triplet de mesure (à trois profondeurs différentes : 0.5, 1.0 et 1.70 mètre) tous les 7 centimètres environ. Les données sont compilées via un appareil d'enregistrement puis contrôlées via un ordinateur qui permet également le suivi du parcours. Un système de positionnement GNSS permet la localisation des données acquises dans le système de référencement Luxembourg 1930. La mise en place, l'acquisition ainsi que le traitement des données ne demandent qu'un opérateur.

7.3. Déroulement de l'opération

7.3.1. Prospection géomagnétique

L'intervention a été effectuée sur quatre journées. Le matériel arrive en camion. Deux opérateurs assemblent le chariot et le raccordent au quad. Un opérateur effectue ensuite des allers et retours sur la parcelle en passant tous les deux mètres cinquante.

7.3.2. Prospection électrique

L'intervention a été effectuée sur sept journées. Le matériel arrive en camion. Un opérateur décharge le chariot et le quad puis les déploie. Il effectue ensuite des allers et retours sur la parcelle en passant tous les mètres.

8. Résultats de l'opération

8.1. Méthodologie d'interprétation des résultats de mesure

8.1.1. Explication des valeurs mesurées AMP

La méthode AMP permet de mesurer le gradient du champ magnétique (en tesla : "T") c'est-à-dire ses variations. Comme présenté en 4.1.1, cette méthode permet de détecter les objets influençant localement le champ magnétique terrestre. Par exemple chaque site présente une pollution métallique plus ou moins élevée. Il est possible de quantifier ce niveau de pollution métallique grâce aux cartes AMP. La Figure 5 ci-dessous montre des cartes avec des seuils variant jusqu'à saturation. A ± 100 nT/m de gradient, la carte montre quelques zones tachetées. A ± 5 nT/m la carte est entièrement colorée ou présente de trop nombreux « artefacts » indiquant un signal important sur quasiment toute la zone. C'est le niveau de pollution métallique du site étudié. Une saturation autour de ± 5 nT/m montre un bruit très faible.

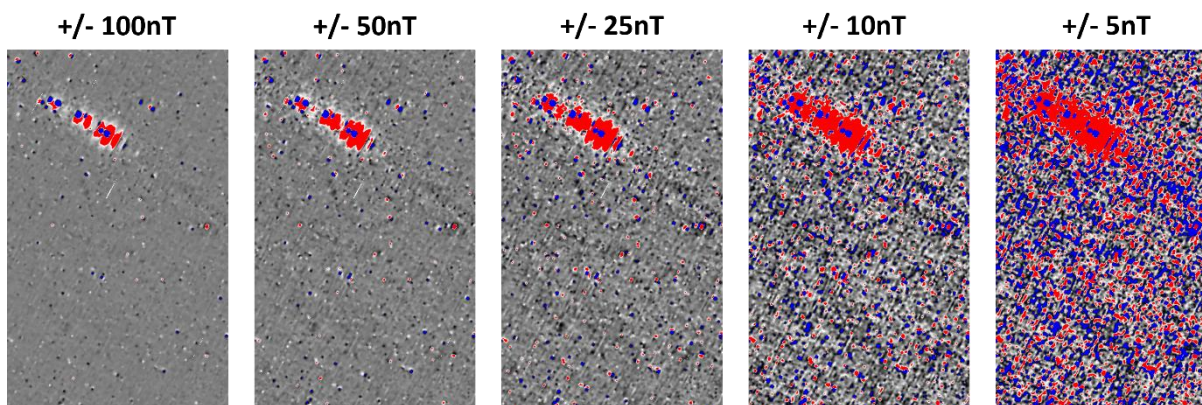


Figure 4: Variations du seuil de ± 100 nT/m jusqu'à saturation autour de ~ 5 nT/m.

8.1.2. Explication des valeurs mesurées ARP

La méthode ARP permet de calculer la résistivité électrique apparente du sous-sol. Elle mesure la différence de potentiel (tension électrique en Volt : “V”) générée par un courant d’intensité fixée (quelques mA), injecté dans le sol. La valeur de la résistivité électrique apparente (notée $\Omega.m$, mesurée en Ohm.m) est mesurée entre chaque couple dipôle injecteur / dipôle récepteur (voir 4.2.2). 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 aux hétérogénéités pédologiques d’un sol, qu’à des structures en « dur » (pierres, maçonneries...) ou des structures de type remblais ou fossés. Le type de données pouvant être obtenues par cette méthode est présenté Figure 6, avec en noir les zones résistantes correspondant à d’anciens bâtiments, cheminements et tranchées de la 1^{ère} Guerre Mondiale et en blanc des zones peu résistantes pouvant correspondre à des fossés.

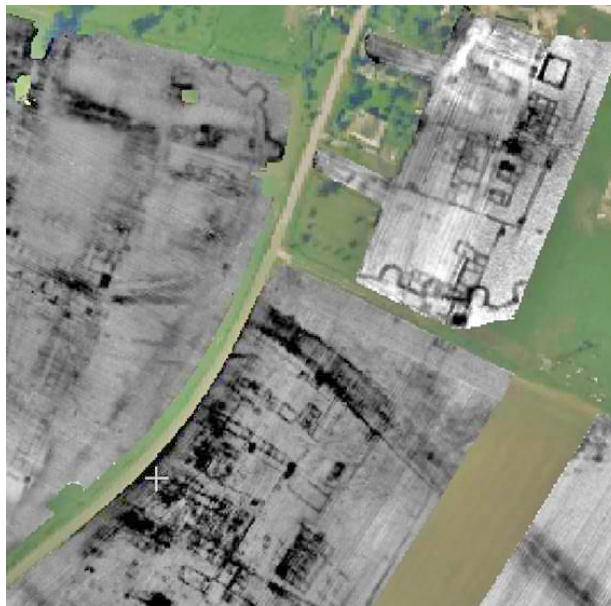


Figure 5: Exemple de cartographie de résistivité électrique.

8.1.3. Interprétation des valeurs mesurées

Une anomalie géophysique est définie comme des valeurs ou gammes de valeurs extrêmes par rapport à la moyenne des valeurs sur une zone donnée. Afin de se prémunir d’une dépendance subjective uniquement à une carte, des cartes à des seuils différents sont générées, et chacune est analysée. Une forte variation locale du signal sera donc interprétée comme une anomalie, tout comme une forme géométrique particulière, un alignement marquant, etc.

Enfin, on distingue différentes anomalies dites « ponctuelles », « linéaires » ou « surfaciques » comme illustré sur les Figures 7 pour la méthode magnétique (AMP) et Figure 8 pour la méthode électrique (ARP). Les anomalies ponctuelles sont identifiables en un point donné. Celles linéaires correspondent soit à un signal continu, souvent homogène, soit à un alignement d’anomalies ponctuelles proches les unes des

autres. Enfin, les anomalies surfaciques sont liées à un signal relativement homogène et parfois diffus sur une zone donnée.

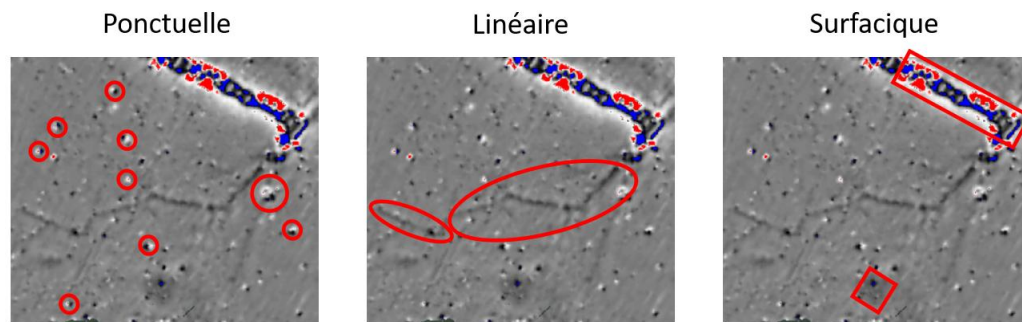


Figure 6: Exemple d'anomalies géophysiques identifiées dans le cas d'une carte AMP.

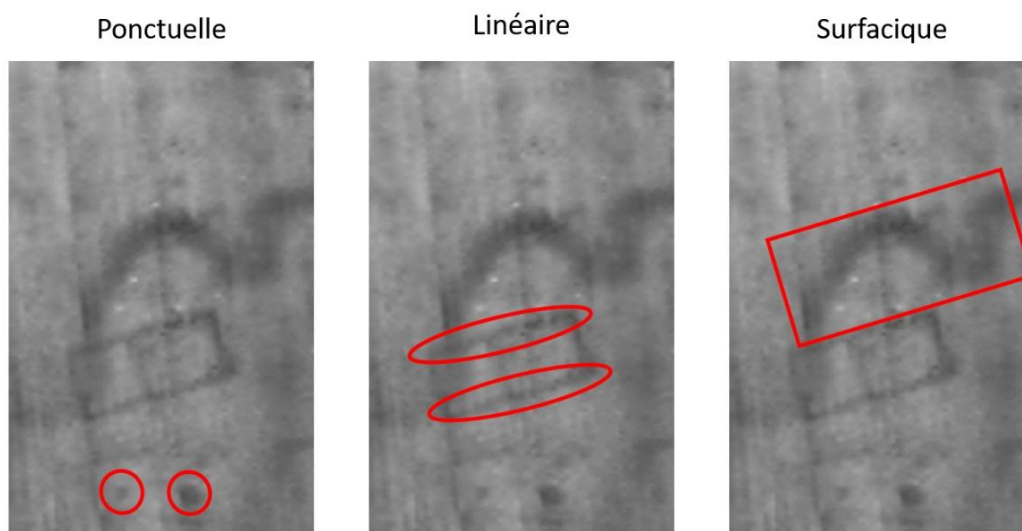


Figure 7: Exemple d'anomalies géophysiques identifiées dans le cas d'une carte ARP.

8.2. Présentation des résultats

8.2.1. Découpage en zones

Aux vues de son étendue, la zone d'étude sera divisée en trois parties distinctes afin de faciliter la lecture des résultats. Le découpage est présenté Figure 8.

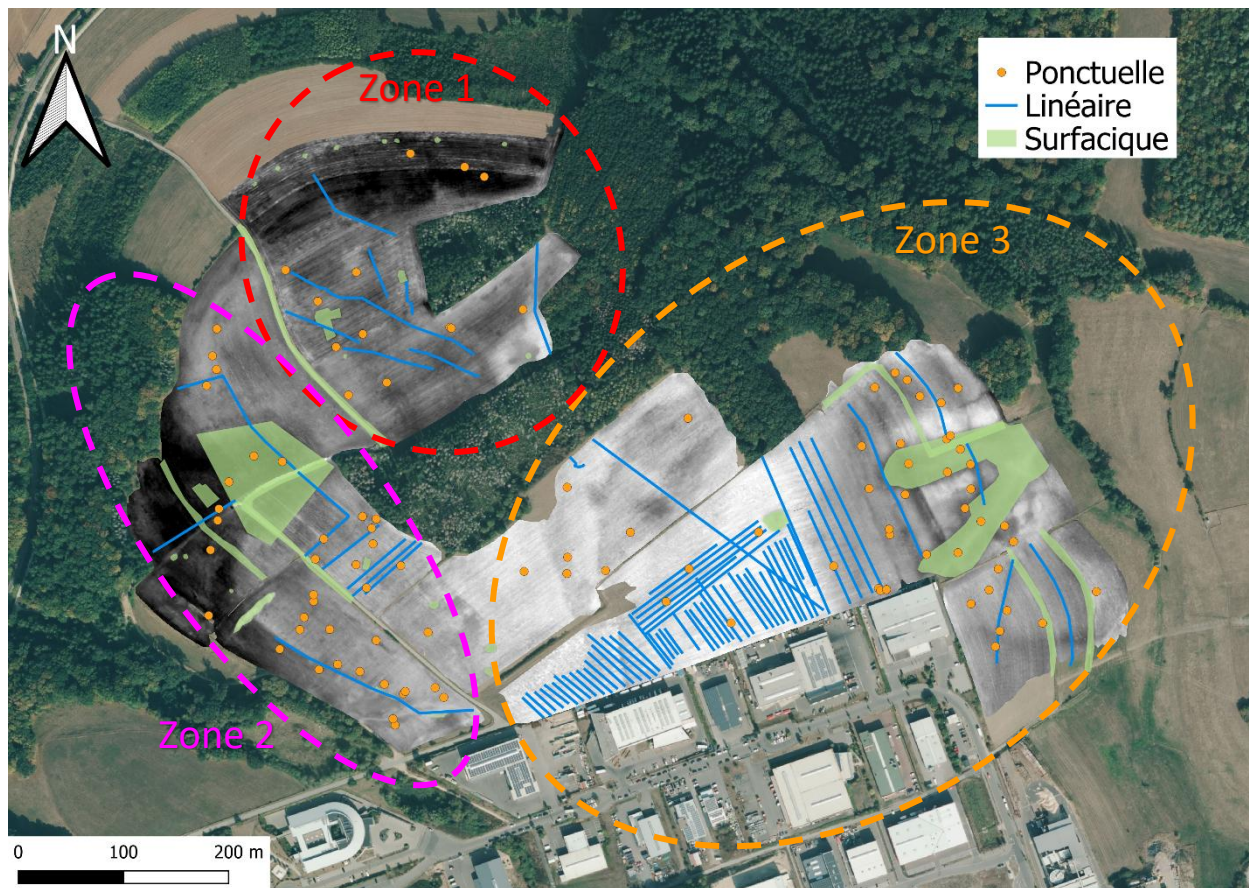
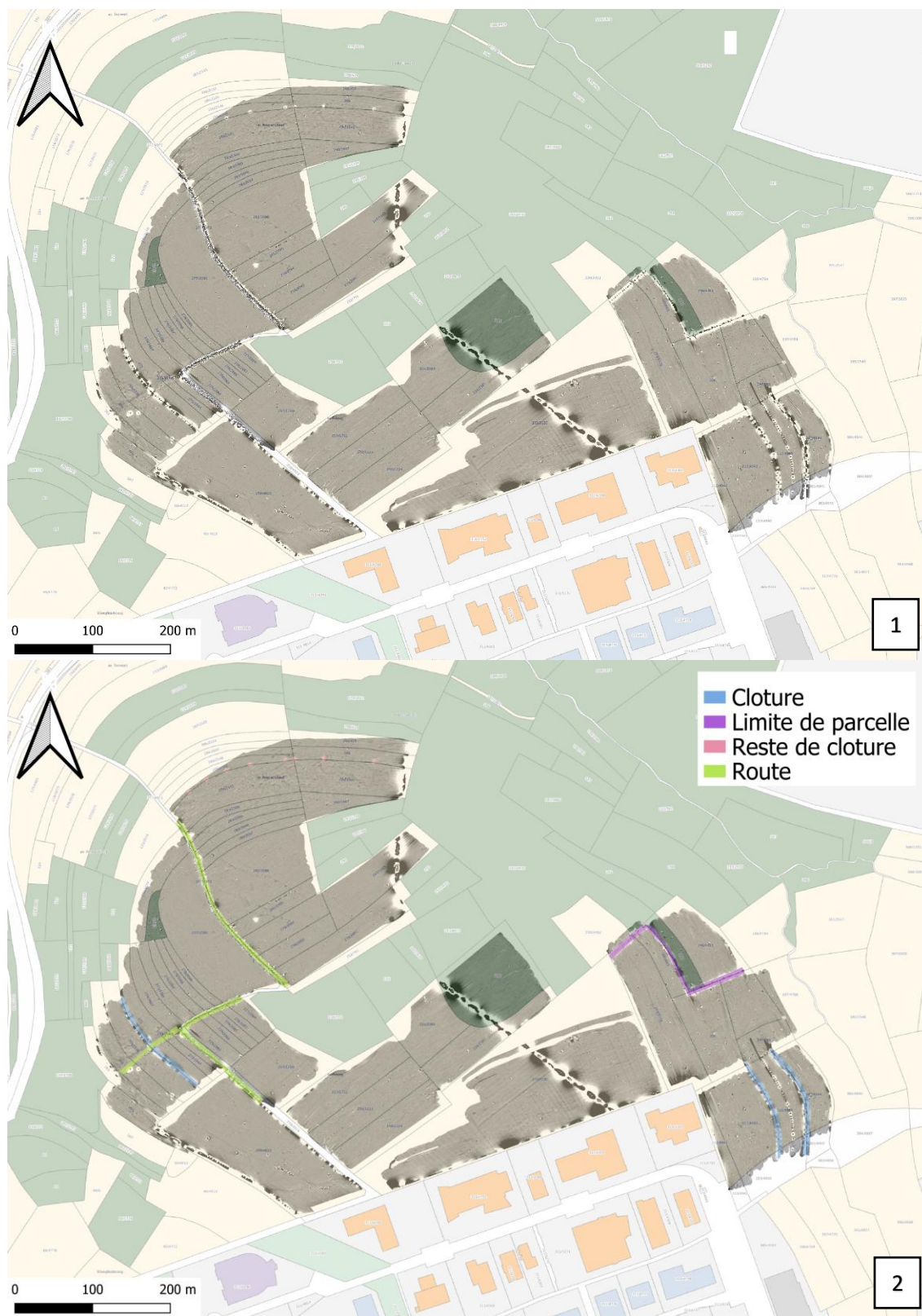


Figure 8 : Zone d'étude avec sous-divisions et anomalies sur fond de carte Bing et données ARP Voie2

8.2.2. Interprétations communes

Certaines anomalies peuvent être identifiées en superposant la carte de mesure du gradient magnétique avec le parcellaire. L'interprétation de ces éléments est présentée Figure 9.

Il s'agit d'élément visible sur le terrain comme la route ou certaines clôtures marquant la délimitation entre les parcelles. D'autres éléments n'étaient pas clairement visibles sur le terrain mais la superposition avec le cadastre indique qu'il s'agit probablement d'anciennes limites de parcelles marquées par des poteaux, clôtures ou autres éléments métalliques dont les reste sont encore détectables.



8.2.3. Zone 1

Les différentes anomalies relevées dans la zone 1 sont présentées sur la Figure 10.3.

L'anomalie surfacique résistante dans le rectangle rouge est principalement visible sur la voie 1 et 2 de l'ARP et en AMP. Elle recouvre une surface d'environ 400m². Sa présence, marquée sur les premières voies de l'ARP indique une emprise relativement superficielle de l'anomalie. Il s'agit d'une anomalie plus résistante que le terrain alentour, cela pourrait être lié à un changement de matériaux du sol ou encore à un tassement, une compression des sols à cet endroit précis. L'anomalie présente un aspect géométrique bien délimité dans l'espace. Cette caractéristique permet d'envisager une nature anthropique sans plus de précision.

Les anomalies surfaciques en forme de disque tout au nord de la zone d'acquisition s'alignent précisément avec la limite de la zone d'étude. Elles sont visibles uniquement en AMP. Durant l'acquisition, aucun élément n'a été constaté en surface à ces endroits, il pourrait donc s'agir d'une ancienne limite de parcelle marquée avec des clous ou autres éléments métalliques, à présent enfouis.

L'anomalie surfacique dans l'ovale orange correspond à un forage, qui était visible en surface pendant l'acquisition.

L'anomalie linéaire dans l'ovale rouge présente une forte réponse en AMP et est également visible en ARP bien que plus faiblement. Il pourrait s'agir d'un réseau enterré.

Les anomalies linéaires dans l'ovale vert présentent une même orientation nord-ouest / sud et sont toutes visibles à la fois sur l'ARP et sur l'AMP. Elles mesurent environ 70m pour les plus courtes et 180m pour la plus longue. Elles ont des formes linéaires, mais à intervalles réguliers, elles s'élargissent en disque. Ces formes pourraient avoir une origine anthropique. Il est difficile de déterminer leur nature exacte, peut être des réseaux enterrés. De plus l'une d'elles se superpose à l'anomalie surfacique dans le rectangle rouge sans qu'il ne soit possible de déterminer avec certitude laquelle de ces anomalies précède l'autre.

Le couple d'anomalies surfacique/linéaire dans le rectangle orange pourrait être interprété comme identique aux anomalies de l'ovale vert. Néanmoins, contrairement à ces dernières, il est orienté nord-sud et n'est pas visible sur la carte AMP. L'anomalie linéaire mesure environ 30m de long et l'anomalie surfacique recouvre une surface d'environ 60m².

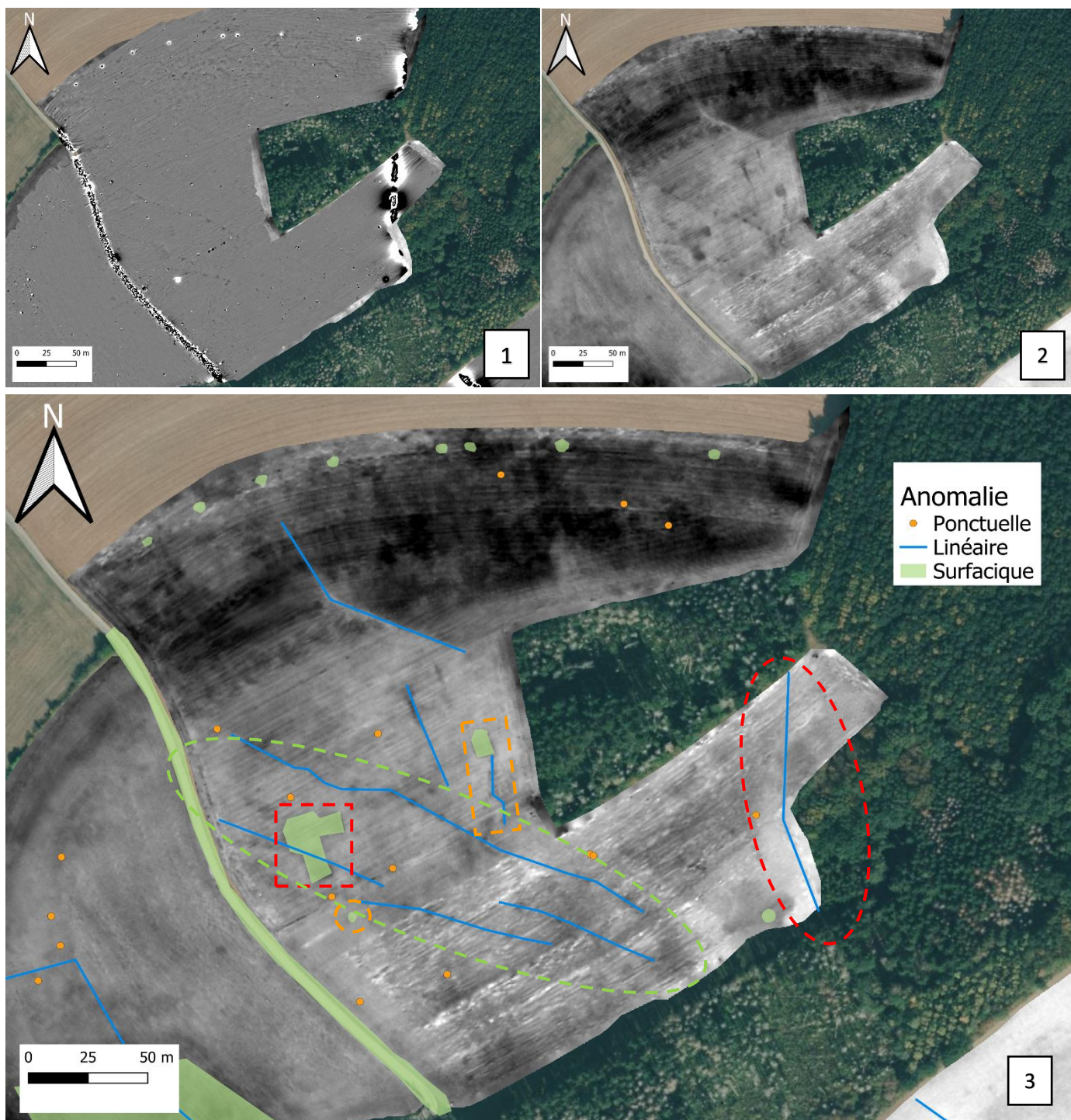


Figure 10 : Zone 1 ; 1, carte du gradient magnétique (± 25 nT/m). 2, carte de la résistivité électrique voie2. 3, Carte des anomalies sur résistivité électrique voie2. Fond : Bing satellite.

8.2.4. Zone 2

Les différentes anomalies relevées dans la zone 2 sont présentées sur la Figure 11.3.

L'anomalie surfacique dans le rectangle jaune correspond à un ancien stockage de fumier (visible sur les photos aériennes de 2023 sur le site map.geoportail.lu). La présence d'une anomalie de faible résistivité à cet emplacement s'explique par la percolation dans le sol des substances organiques.

Les deux anomalies surfaciques dans l'ovale vert sont visibles uniquement sur les cartes ARP et sur les 3 voies. La plus grande recouvre une surface de 8300m² et la plus petite une surface de 280m². Ces anomalies sont résistantes et leur forme géométrique pourrait suggérer une origine anthropique. Elles sont visibles sur les trois voies de l'ARP ce qui indique une présence marquée sur les premiers 170cm de profondeur. Pour la plus importante des deux il est possible de distinguer sur la voie 3 d'autres anomalies sous-jacentes, visible dans l'ovale rouge Figure 12. L'examen de la carte topographique des lieux permet de constater que les courbes de niveau sont déformées dans l'axe du chemin. La grande anomalie surfacique pourrait être la conséquence de l'étalement de matériaux terrassés dans la pente à l'occasion de la création de ce chemin. Ce remblaiement local a pu répondre à un double besoin : déposer les matériaux terrassés au plus près de leur extraction et aplanir la pente dans sa partie supérieure.

Deux groupes de deux anomalies surfaciques (rectangle vert) sont présentes sur la carte ARP sous forme d'anomalies résistantes. Les anomalies de chacun des deux groupes sont distantes l'une de l'autre d'environ 23 m à 28 m depuis leur centre ; leur superficie varie d'une quinzaine de m² pour la plus petite à près de 30 m² pour la plus grande. Aucune organisation particulière n'apparaît à leur examen. Il pourrait s'agir d'un simple artefact lié à la géologie ou au tassement du sol.

L'anomalie linéaire dans l'ovale vert correspond à une limite de parcelle.

La série d'anomalies linéaires parallèles et transversales à la pente naturelle du terrain illustrées dans le rectangle orange est visible à la fois sur la carte AMP et sur la carte AMP. La distance séparant la plupart de ces anomalies parallèles est d'environ 6 m. Il pourrait s'agir d'un système de drainage débouchant dans un collecteur qui serait l'anomalie linéaire orienté est-ouest en bas du rectangle orange.

Les deux anomalies surfaciques dans le carré rouges sont uniquement visibles sur la carte AMP et se composent d'amas de petites anomalies ponctuelles. Il pourrait s'agir de matériaux déposés et accumulés gravitairement, conséquence du drainage de la zone.

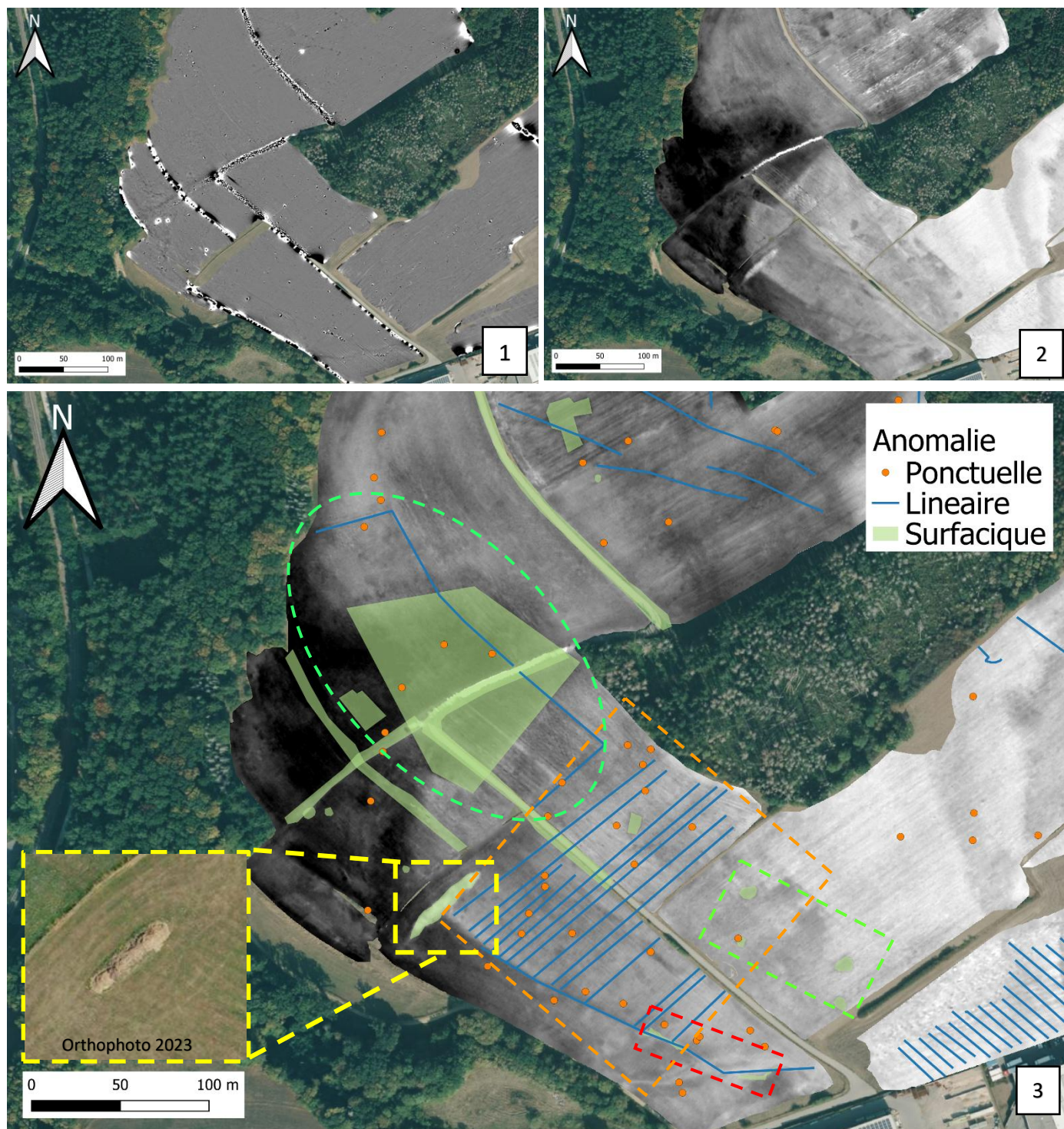


Figure 11 : Zone 2 ; 1, carte du gradient magnétique (± 25 nT/m). 2, carte de la résistivité électrique voie2. 3, Carte des anomalies sur résistivité électrique voie2. Sur fond satellite Bing.

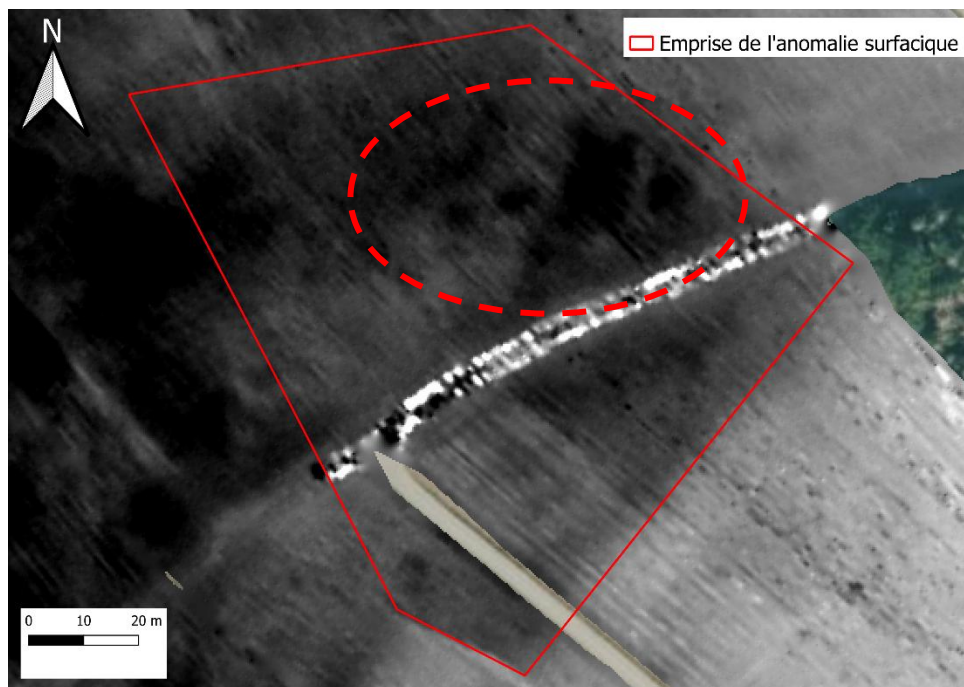


Figure 12 : Emprise de l'anomalie surfacique. Fond : carte ARP, voie3.

8.2.5. Zone 3

Les différentes anomalies relevées dans la zone 3 sont présentées sur la Figure 13.3.

L'anomalie surfacique dans l'ovale rouge est visible sur les trois voies de la carte ARP et présente une forte résistivité. Sa forme ne semble pas naturelle, mais correspond bien avec le dénivelé topographique relevé à cet endroit (Figure 14). Elle recouvre une surface d'environ 8800 m² et chacune des branches du V mesurent environ 140m de long et 30m de large. De plus le pourtour de cette anomalie apparaît plus foncé que le centre ce qui indiquerait une augmentation de la résistivité sur la partie extérieure de l'anomalie par rapport à la partie intérieure. Le pourtour résistant mesure environ 10m d'épaisseur et le centre mesure également 10m d'épaisseur. Cette géométrie est peu commune mais pourrait être liée à la géologie de la zone.

L'anomalie surfacique dans le cercle vert se présente sous la forme d'une anomalie résistante sur la carte ARP et comme un amas d'anomalies ponctuelles sur la carte AMP. Cette anomalie pourrait correspondre à un reste de brûlis ou de dépôt de briques ou tuiles en coin de parcelle.

Les très nombreuses anomalies linéaires parallèles orientées nord/sud à nord-ouest/sud-est sont distantes les unes des autres de près de 6 m. La régularité de cette distance les séparant les unes des autres et l'aspect absolument parallèle de leur organisation laisse peu de doute quant à leur interprétation : des drains (voir interprétation de la zone 2, plus haut). D'autres anomalies similaires, sont situées un peu plus au nord et se chevauchant somme toute assez peu avec les premières. Une distance similaire les séparant (environ 6 m) est constatée. Leur orientation est toutefois totalement perpendiculaire aux précédentes.

L'anomalie linéaire dans le rectangle rouge apparaît très fortement sur la carte AMP et également sur l'ARP. Il est probable qu'elle soit le prolongement de l'anomalie déjà détectée dans la zone 1 (: ovale rouge). Il pourrait s'agir d'un réseau électrique enterré. Les deux anomalies linéaires dans les rectangles fuchsias, bien qu'orientées dans le même sens que les anomalies interprétées comme des drains, sont plus visible que ces dernières. Il pourrait s'agir des collecteurs des drains, d'anciennes limites de parcelles ou de réseaux enterrés.

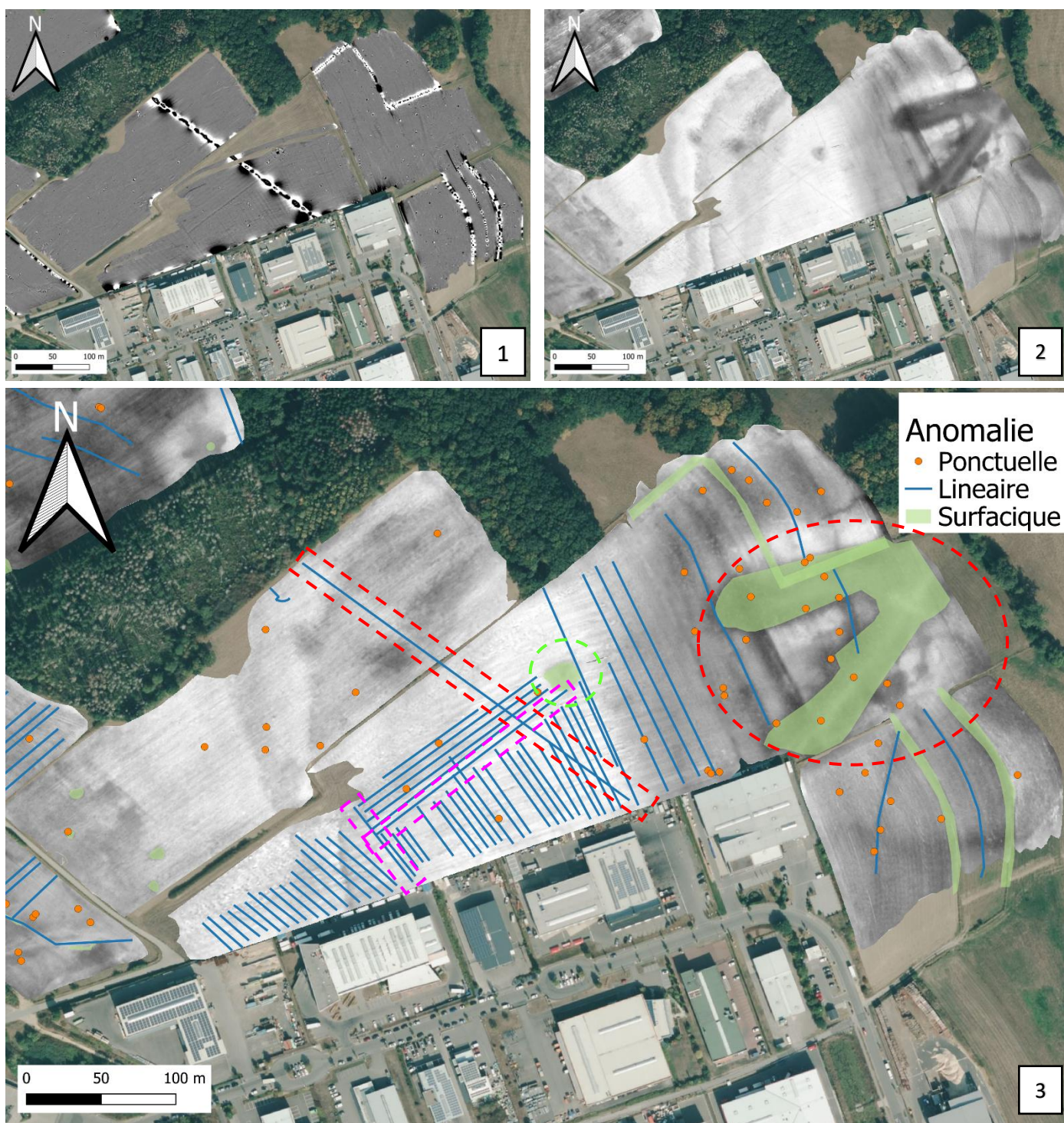


Figure 13 : Zone 3 ; 1, carte du gradient magnétique (± 25 nT/m). 2, carte de la résistivité électrique. 3, Carte des anomalies sur résistivité électrique. Sur fond satellite Bing.

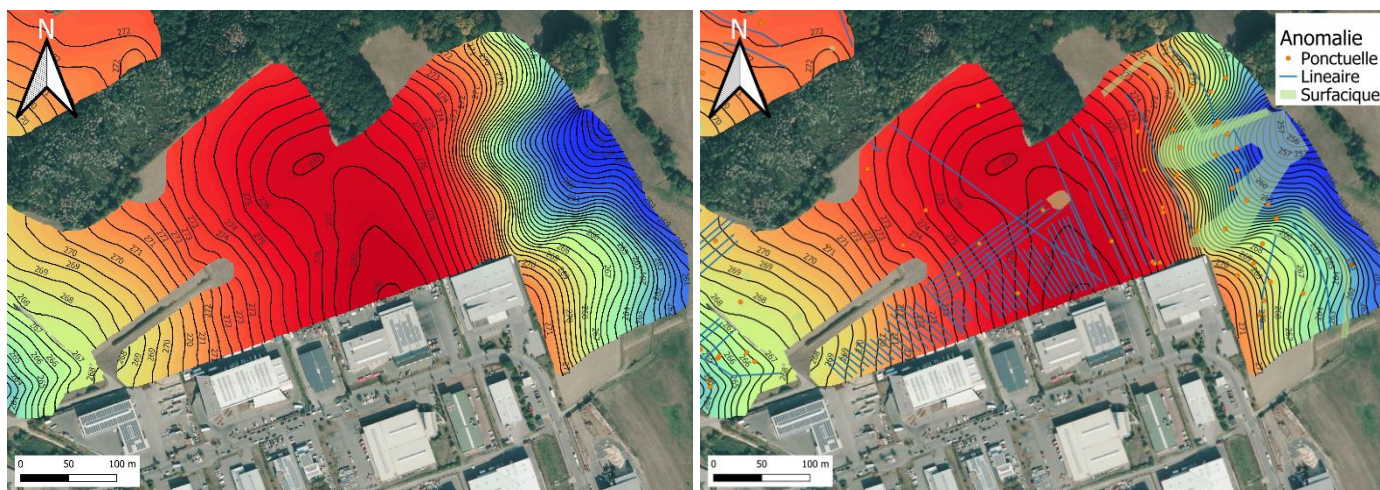


Figure 14: Gauche, carte d'altimétrie de la Zone 3. Droite, carte d'altimétrie de la Zone 3 avec les anomalies vectorisées. Fond : Bing satellite.

9. Résumé / Sites identifiées

Les cartes géophysiques seules ne peuvent pas fournir d'informations définitives sur la nature exacte des anomalies détectées. En effet, elles doivent être recoupées avec l'historique de l'aménagement de la zone ou avec des relevés sur le terrain visant à mettre à jour les structures afin de les identifier.

Les données présentées dans ce rapport permettent de supposer la présence d'un réseau de drains attenant à la zone industrielle à l'est du site (zone 3). Elles permettent également de voir ce qui s'apparente à un réseau électrique enterré traversant les zones 1 et 3. Enfin, elles soulignent plusieurs éléments liés à l'aménagement du site notamment des limites cadastrales, restes de clôtures, remblais.

A priori rien de ce qui apparaît sur les cartes ne s'apparente à des structures archéologiques. Néanmoins, plusieurs anomalies sont impossibles à caractériser.

10. Conclusion

La majeure partie des anomalies identifiées dans les cartes géophysiques consiste dans des éléments du parcellaire actuel, des aménagements agricoles (des drains ?) et des terrassements réalisés dans la pente de la colline. A l'ouest, c'est manifestement le cas pour ce que l'on identifie comme un remblaiement de matériaux qui pourraient provenir de la réalisation du chemin. A l'est, la vision offerte par l'anomalie géophysique en forme d'un grand « V » correspond à des terrassements dont l'ancienneté et la finalité nous sont inconnues. Notons au passage que les deux branches de cette anomalie convergent vers une petite vallée au fond de laquelle coule un petit ruisseau.

D'autres anomalies toutefois ne semblent pas entrer en résonance avec le parcellaire. C'est particulièrement le cas pour les anomalies linéaires identifiées en zone 1 dont une partie est globalement d'axe nord-ouest / sud-est. Il faut aussi pointer le fait que ce groupe d'anomalie a été identifié dans une zone où la topographie locale de cette colline est la plus douce et qu'il est globalement encadré par les zones actuellement boisées. Ces anomalies linéaires sont-elles la conséquence de travaux de sylviculture ? A tout le moins il faut se borner à noter que leur organisation ne fait pas référence au parcellaire. Enfin, il faut rappeler que c'est dans ce même secteur qu'a été identifié une anomalie surfacique résistante (zone 1) qui dessine une forme géométrique aux contours étonnamment droits sur près de 400 m².

En définitive il faut se borner à constater l'absence dans les cartes géophysiques réalisées avec ces deux méthodes complémentaires d'anomalies dont la forme, les dimensions et l'organisation permettraient d'identifier des vestiges archéologiques telles les maçonneries d'une villa gallo-romaine ou du comblement du fossé d'une ancienne motte castrale –à titre d'exemple, ou de tout autre type de vestige que l'on serait en droit d'identifier dans cette partie du Luxembourg comme dans le reste de l'Europe de l'ouest.

11. Annexes

11.1. Projet scientifique d'intervention (PSI)

11.2. Inventaires des documents photographiques

X

11.3. Inventaire des documents graphiques

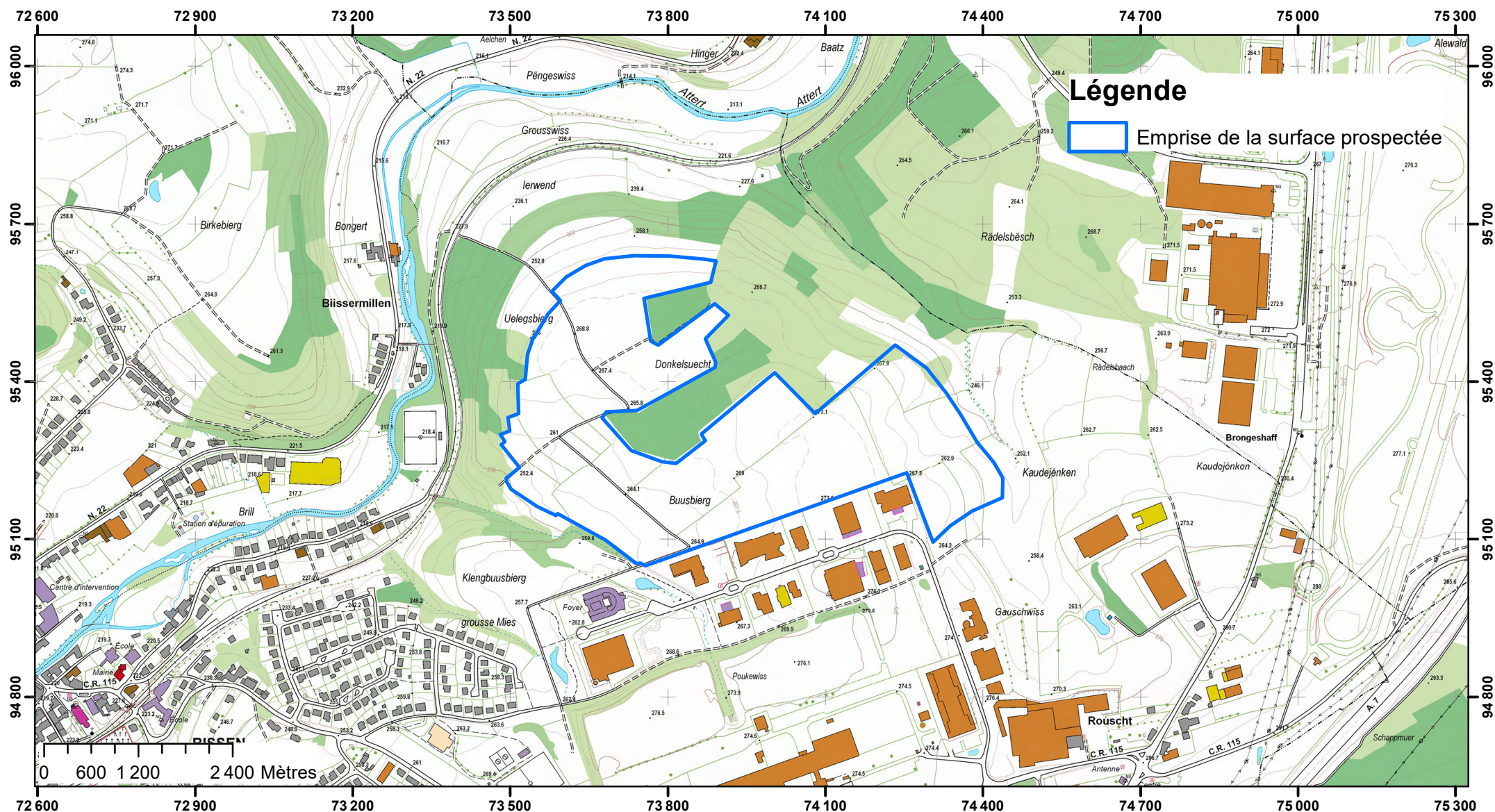
N° d'inventaire	Description	Type	Source / Auteur
1	Surface prospectée sur fond topographique	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
2	Surface prospectée sur parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
3	Surface prospectée sur fond du projet d'aménagement	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
4	Surface prospectée sur fond Bing	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
5-1	Gradient magnétique +/- 25 nT/m sur parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
5-2	Résistivité électrique Voie 1 sur parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
5-3	Résistivité électrique Voie 2 sur parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
5-4	Résistivité électrique Voie 3 sur parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
6-1	Gradient magnétique +/- 100 nT/m sur fond Bing	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
6-2	Gradient magnétique +/- 50 nT/m sur fond Bing	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
6-3	Gradient magnétique +/- 25 nT/m sur fond Bing	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
6-4	Gradient magnétique +/- 15 nT/m sur fond Bing	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
6-5	Gradient magnétique +/- 5 nT/m sur fond Bing	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
7-1	Anomalies sur gradient magnétique +/- 25 nT/m et parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
7-2	Anomalies sur résistivité électrique voie 2 et parcelles cadastrales	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA
8	Anomalies interprétées sur carte de résistivité électrique voie 2	Plan	Etienne THILLOUX / GEOCARTA

11.4. Inventaire des documents numériques

1x RFO (.pdf)
1x PSI (pdf)
1x Compte rendu de la réunion préalable
1x plans (réf. vade mecum)
1x inventaires (.xls)
1x fichiers géotiff
1x fichier txt de mesure (traité)
1x fichier de mesure (brute) 1x fichier.dxf et shp dessin vectorisant les anomalies

11.5. Inventaire des documents imprimés

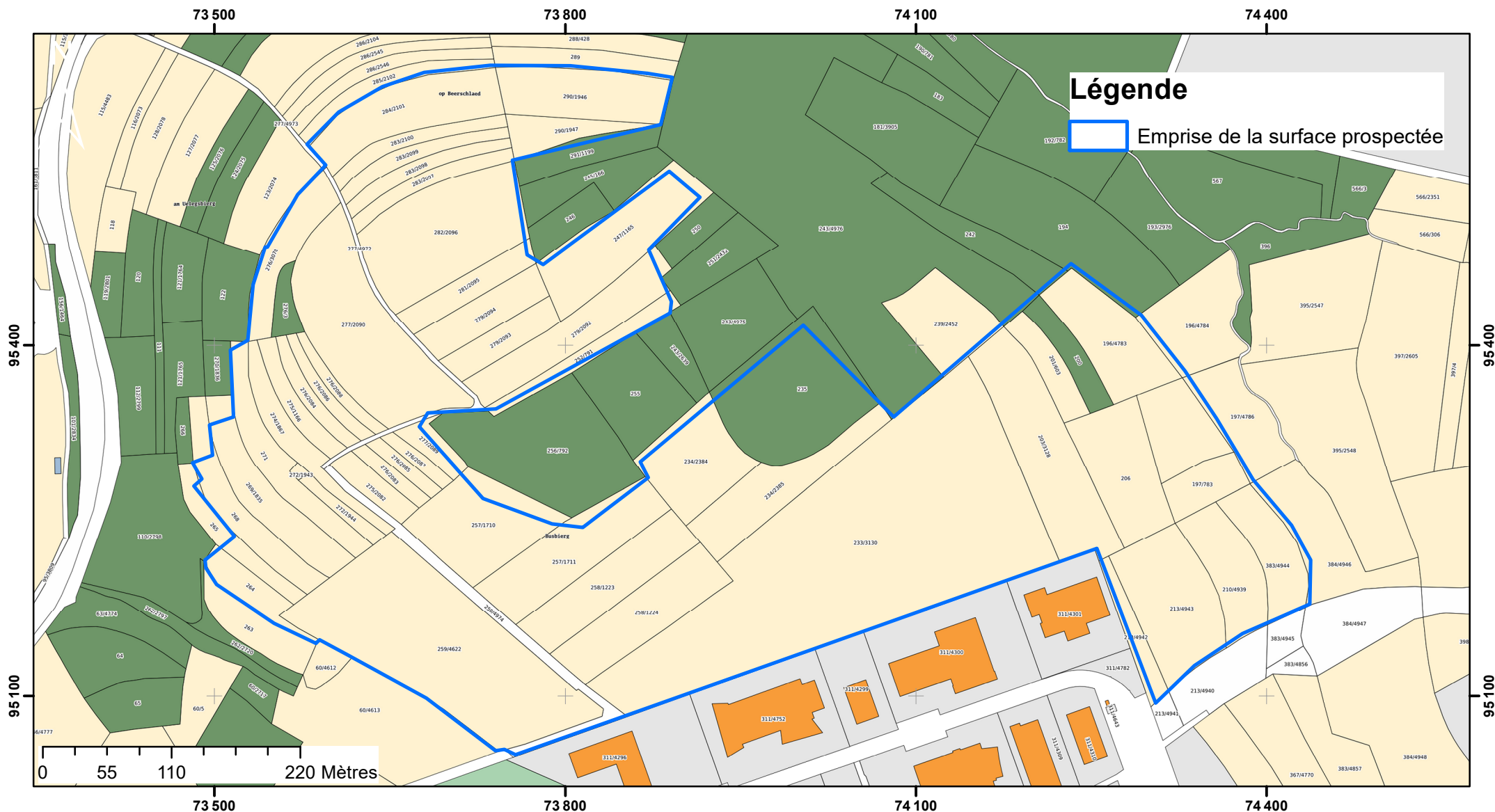
X



Plan 1 : Surface prospectée sur fond de carte topographique

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.



Plan 2 : Surface prospectée sur fond de plan cadastral

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.

73 500

73 800

74 100

74 400

Légende

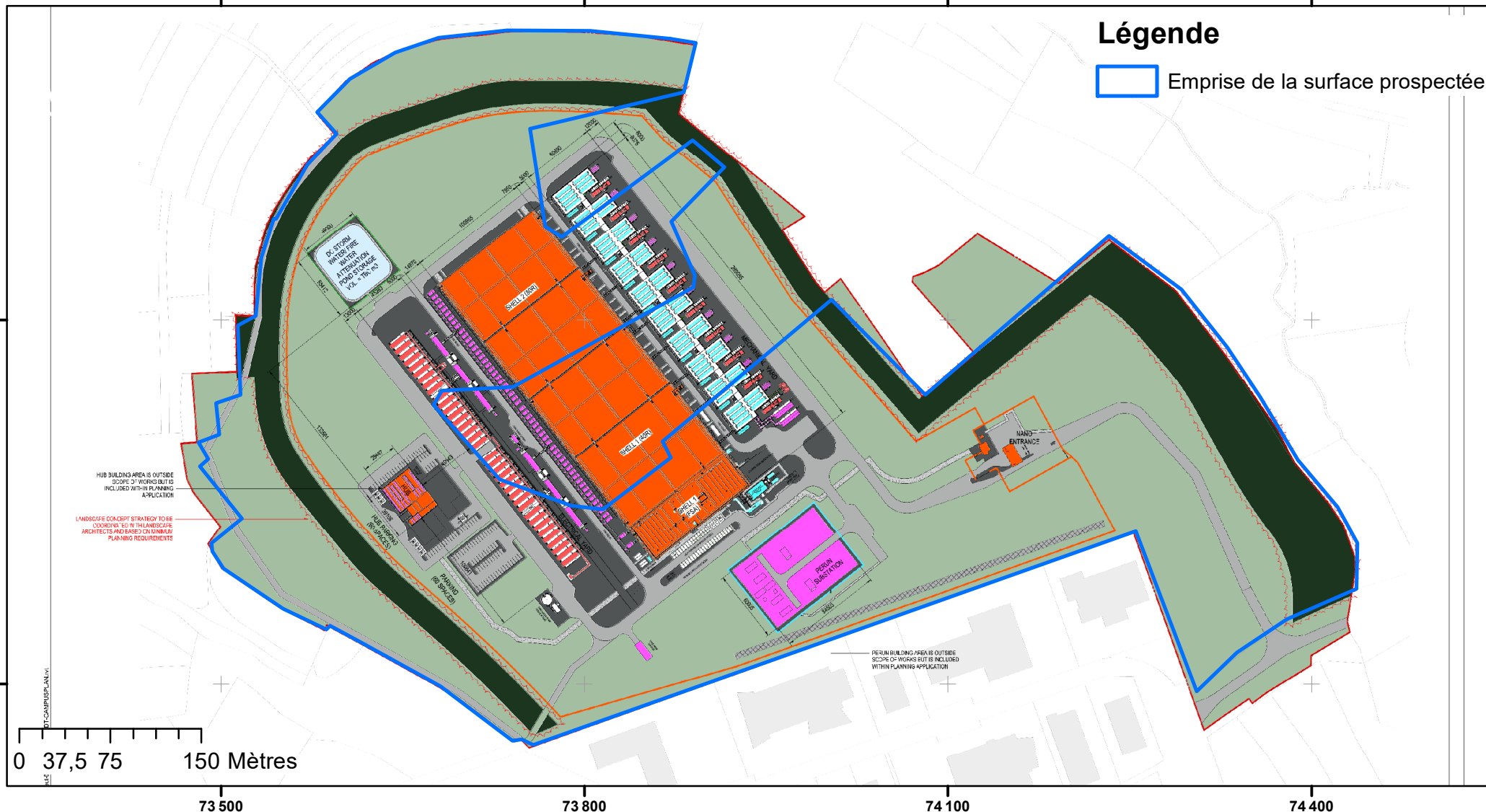
Emprise de la surface prospectée

95 400

95 400

95 100

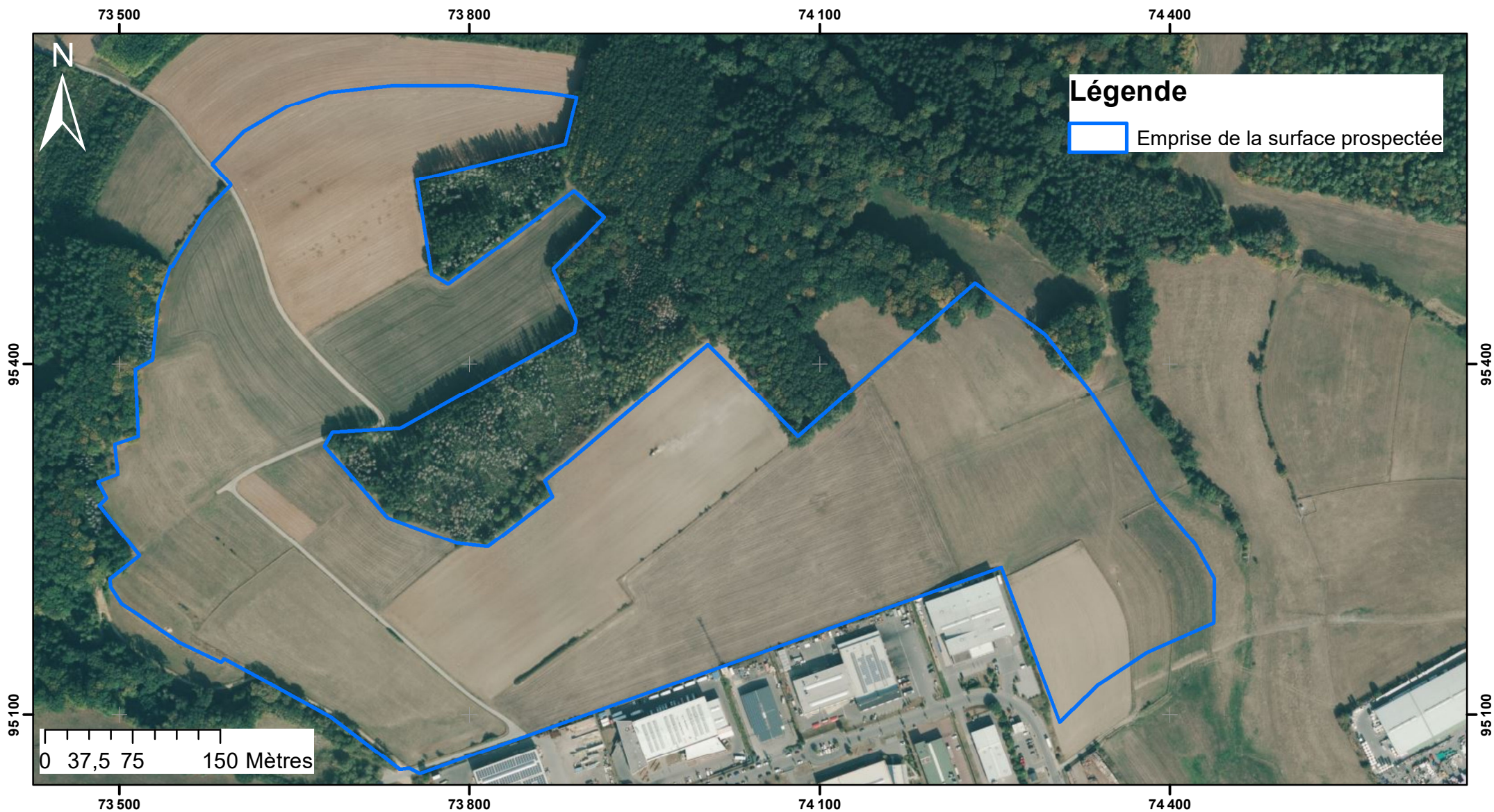
95 100



Plan 3 : Surface prospectée sur plan d'aménagement du projet

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

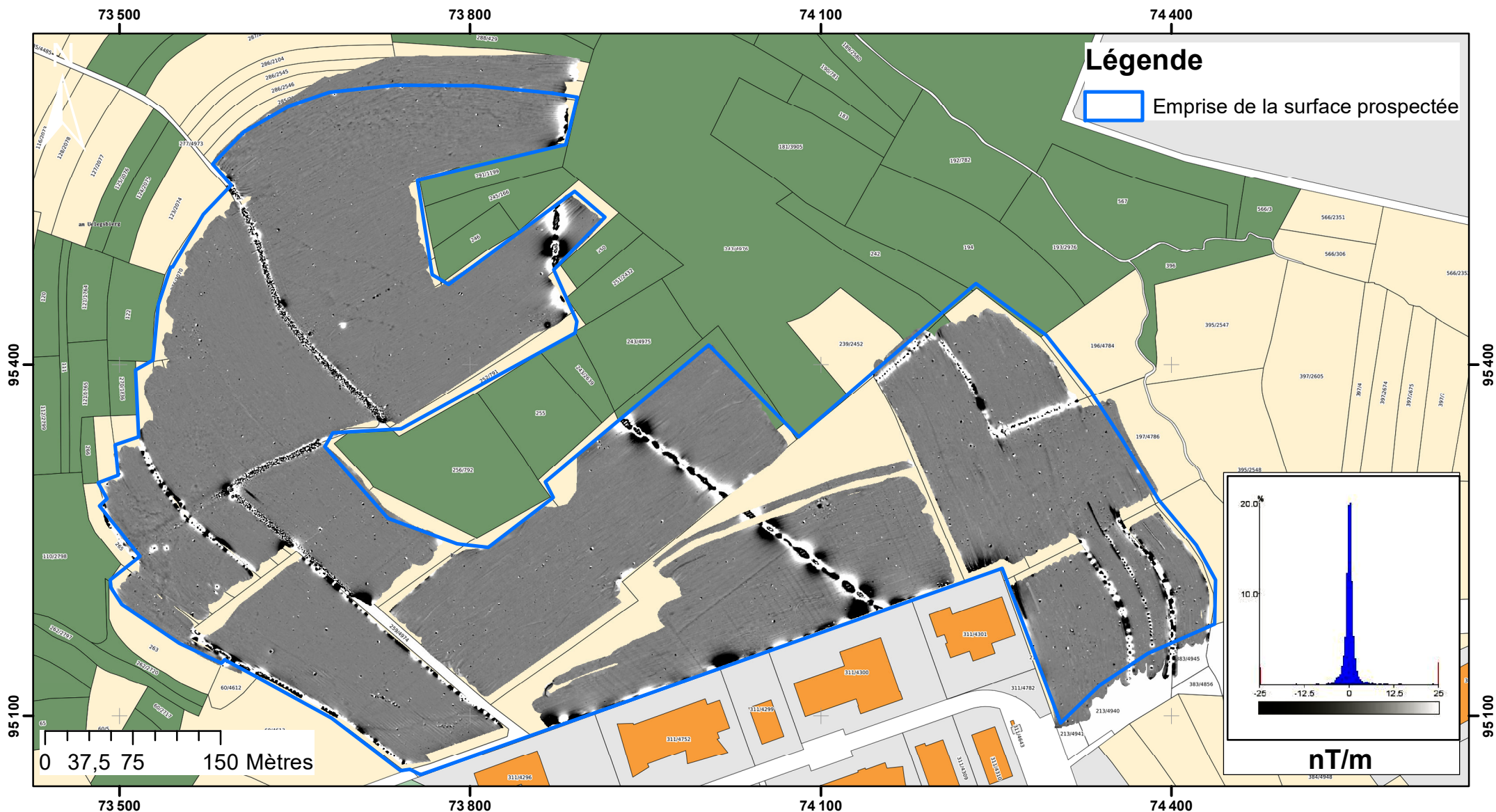
Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.



Plan 4 : Surface prospectée sur fond satellite Bing

Site d'opération : Bissen
Référence INRA : 0402-C/18.1597
N° d'opération INRA : 2024-174
Date d'acquisition : Novembre 2024
Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
Auteur de plan : Etienne THILLOUX
Projet : London Bridge
Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.

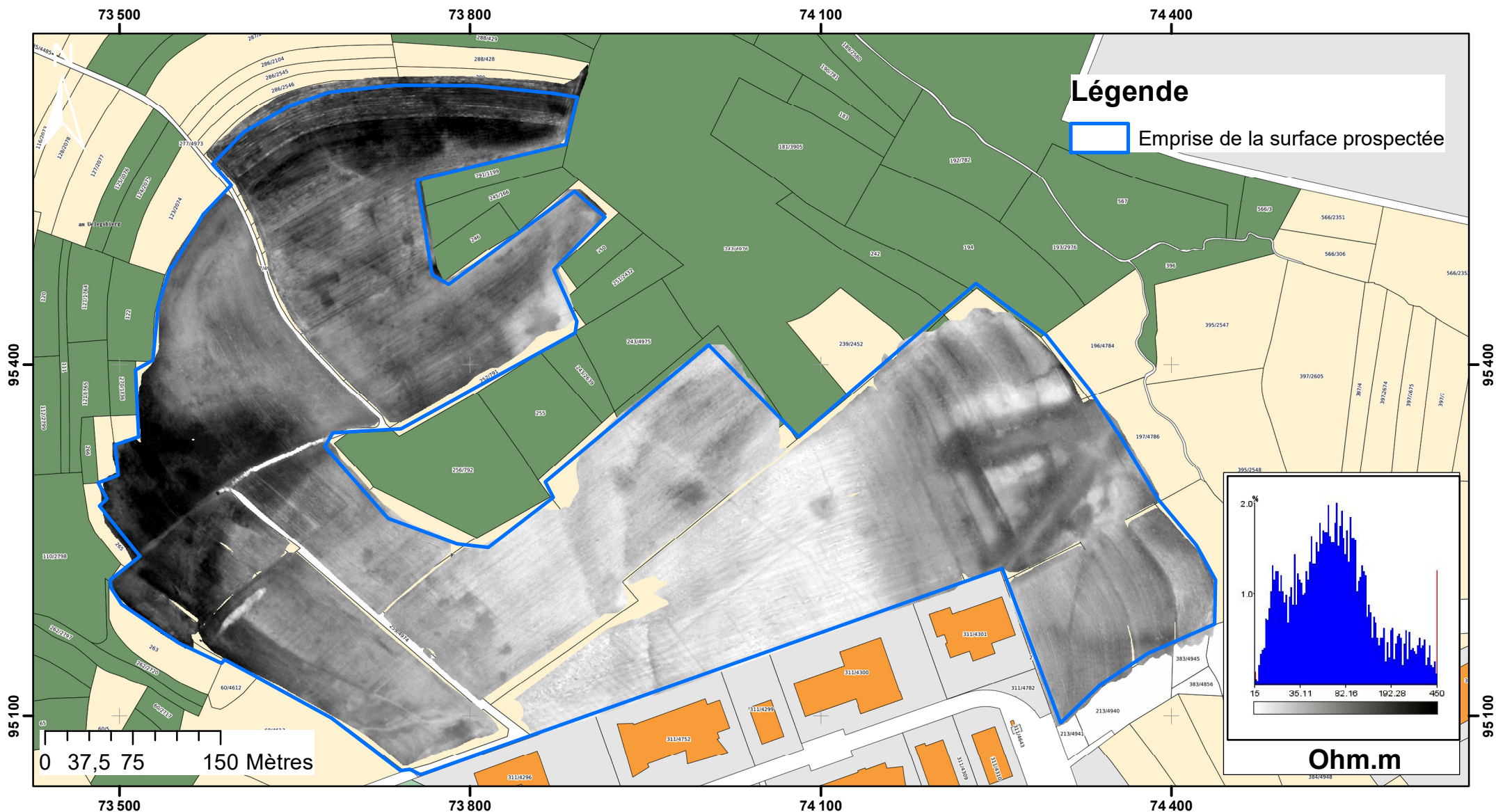


Plan 5-1 : Carte du gradient magnétique

Echelle : +/- 25 nT/m

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

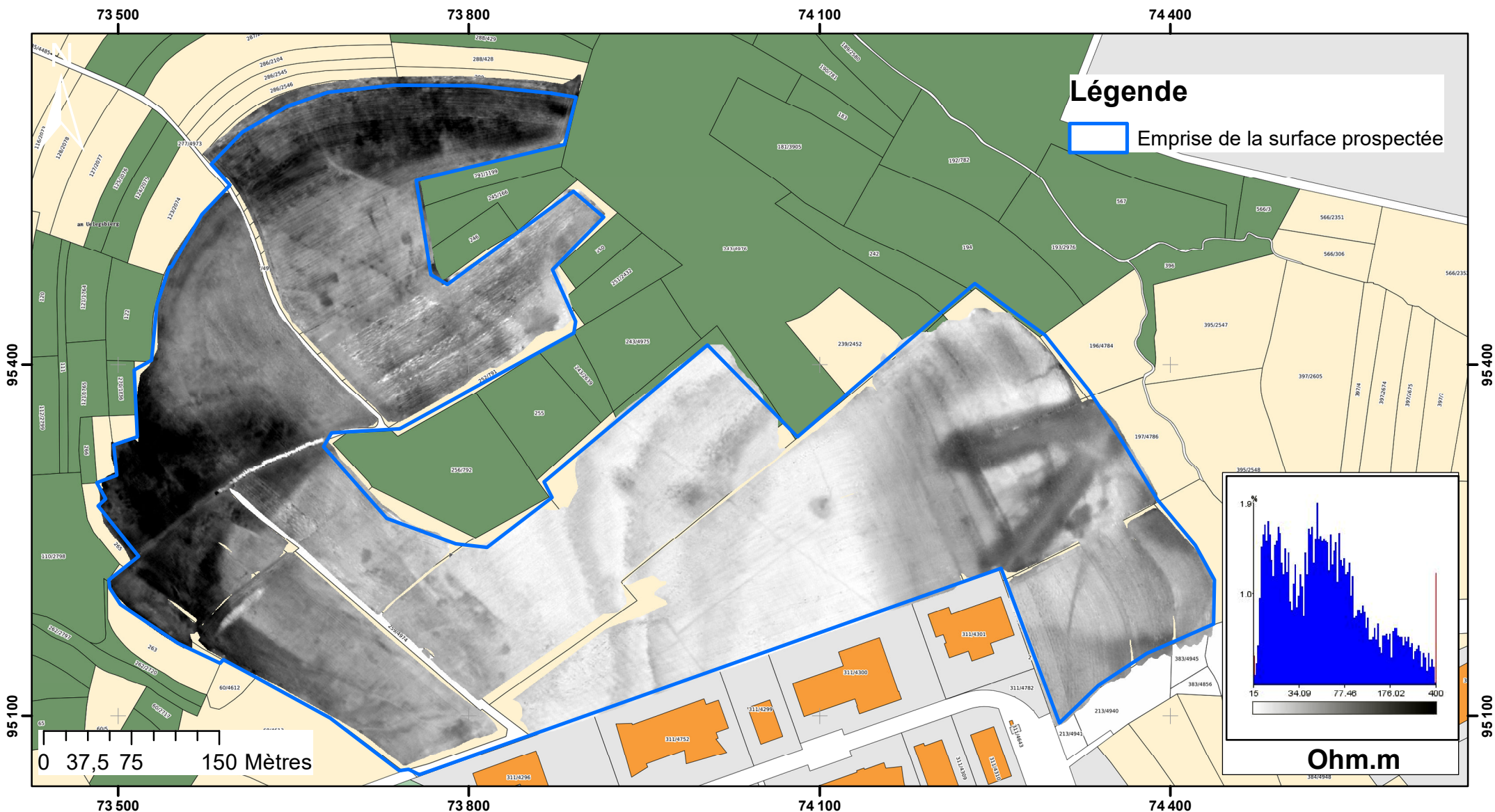
Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP



Plan 5-2 : Carte de la résistivité électrique
Voie 1 : 0.50m de profondeur

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

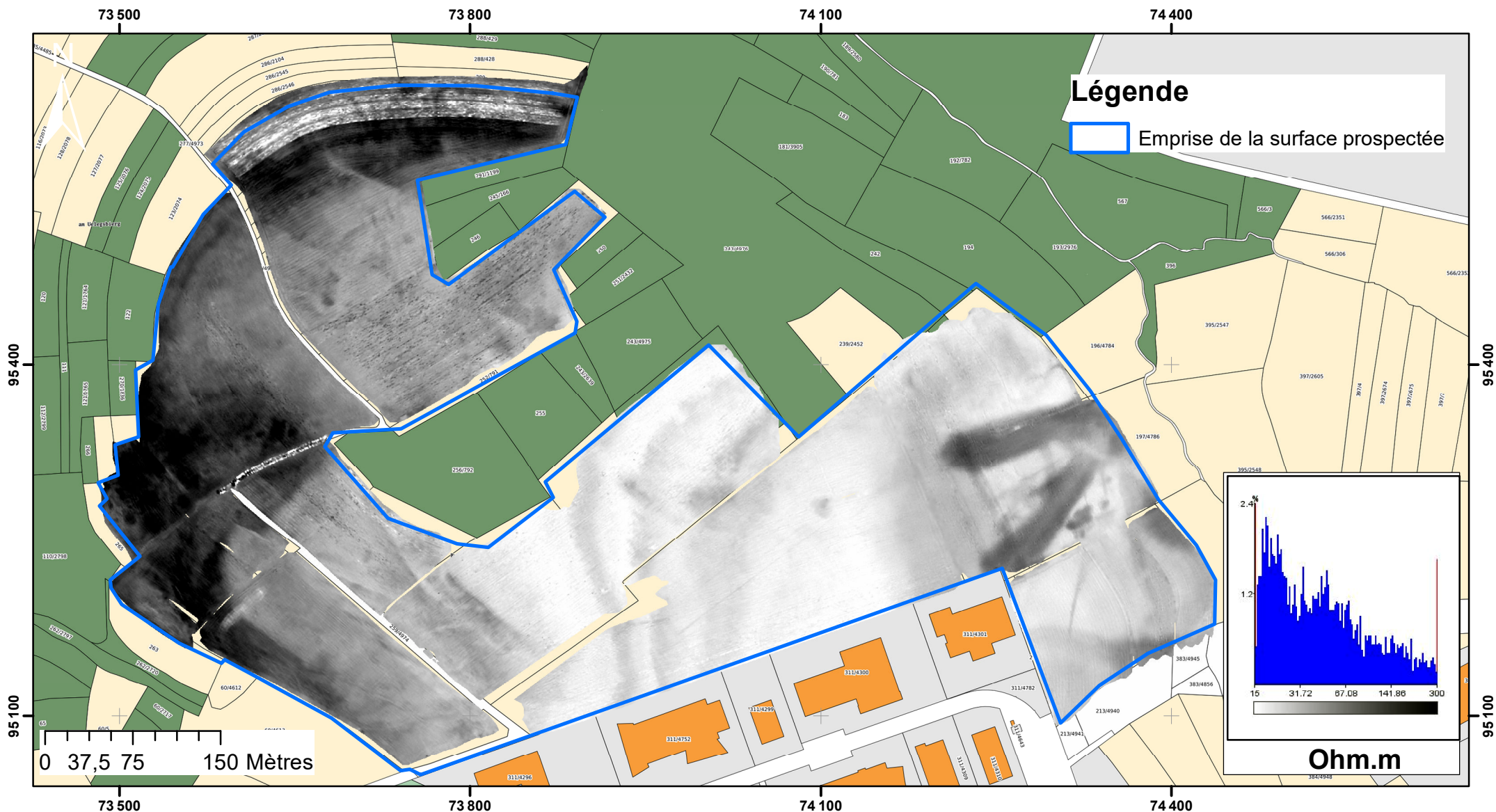
Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : ARP



Plan 5-3 : Carte de la résistivité électrique
Voie 2 : 1.00m de profondeur

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

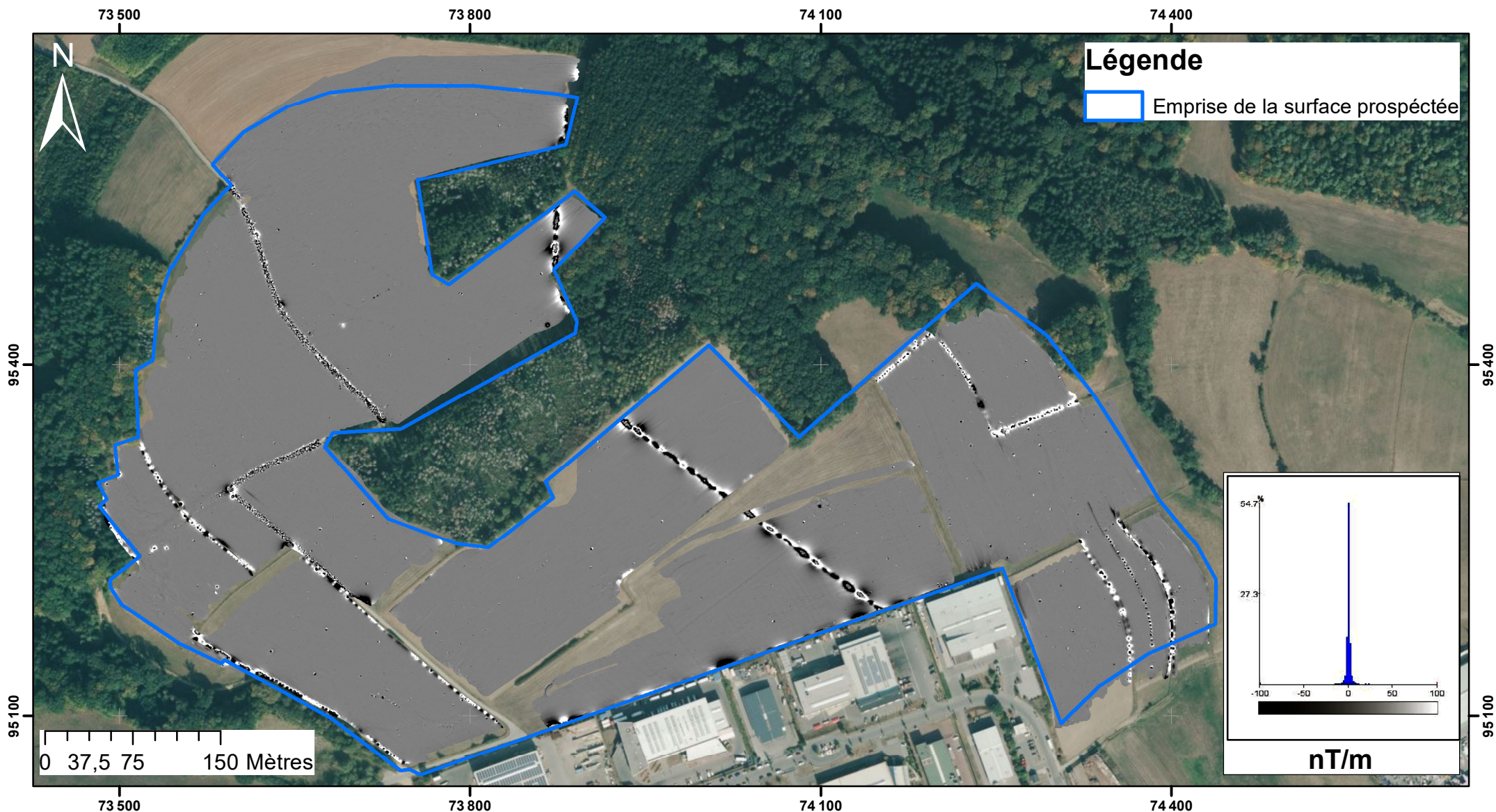
Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : ARP



Plan 5-4 : Carte de la résistivité électrique
Voie 3 : 1.70m de profondeur

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : ARP

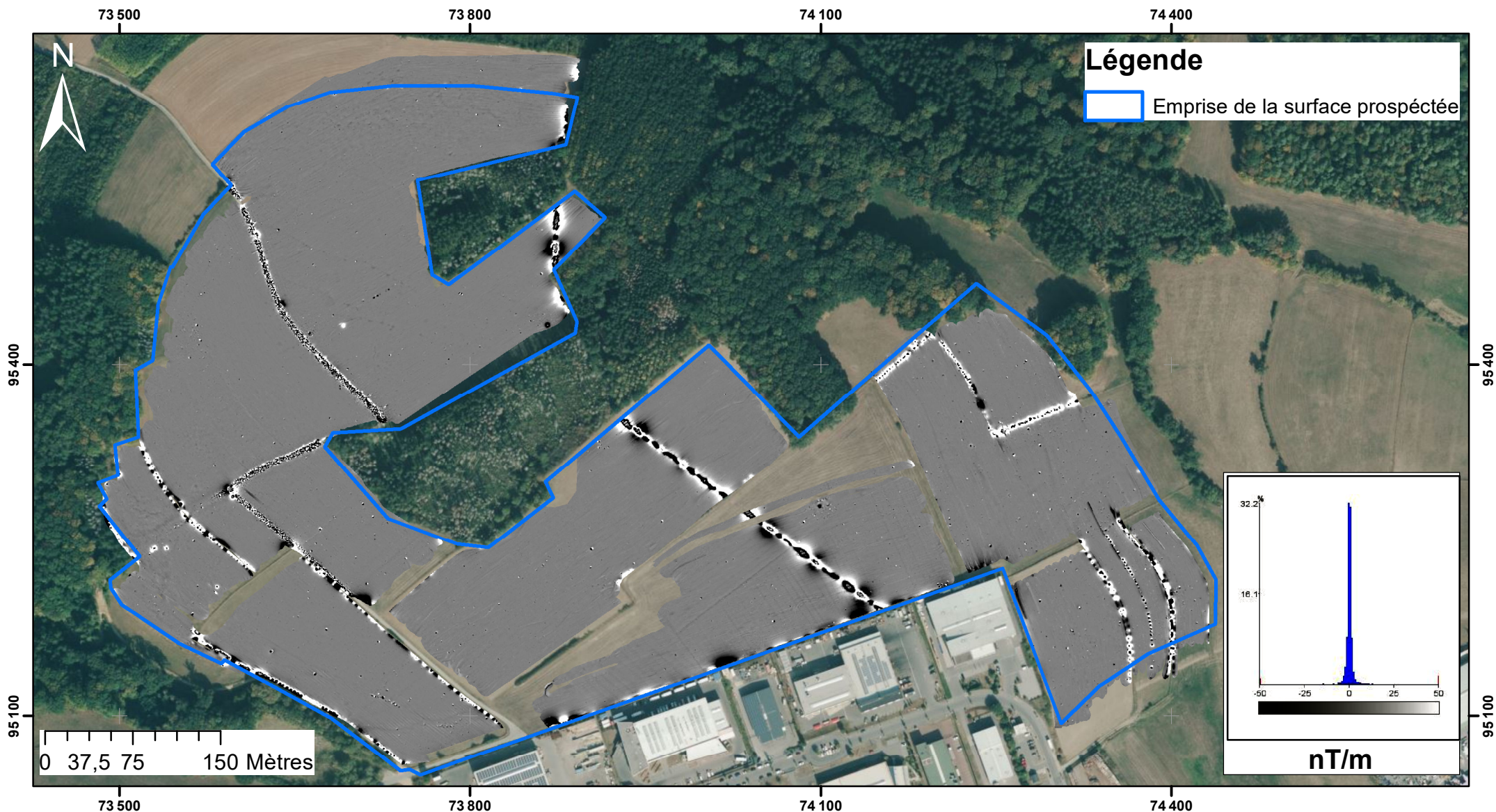


Plan 6-1 : Carte du gradient magnétique

Echelle : +/- 100 nT/m

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP

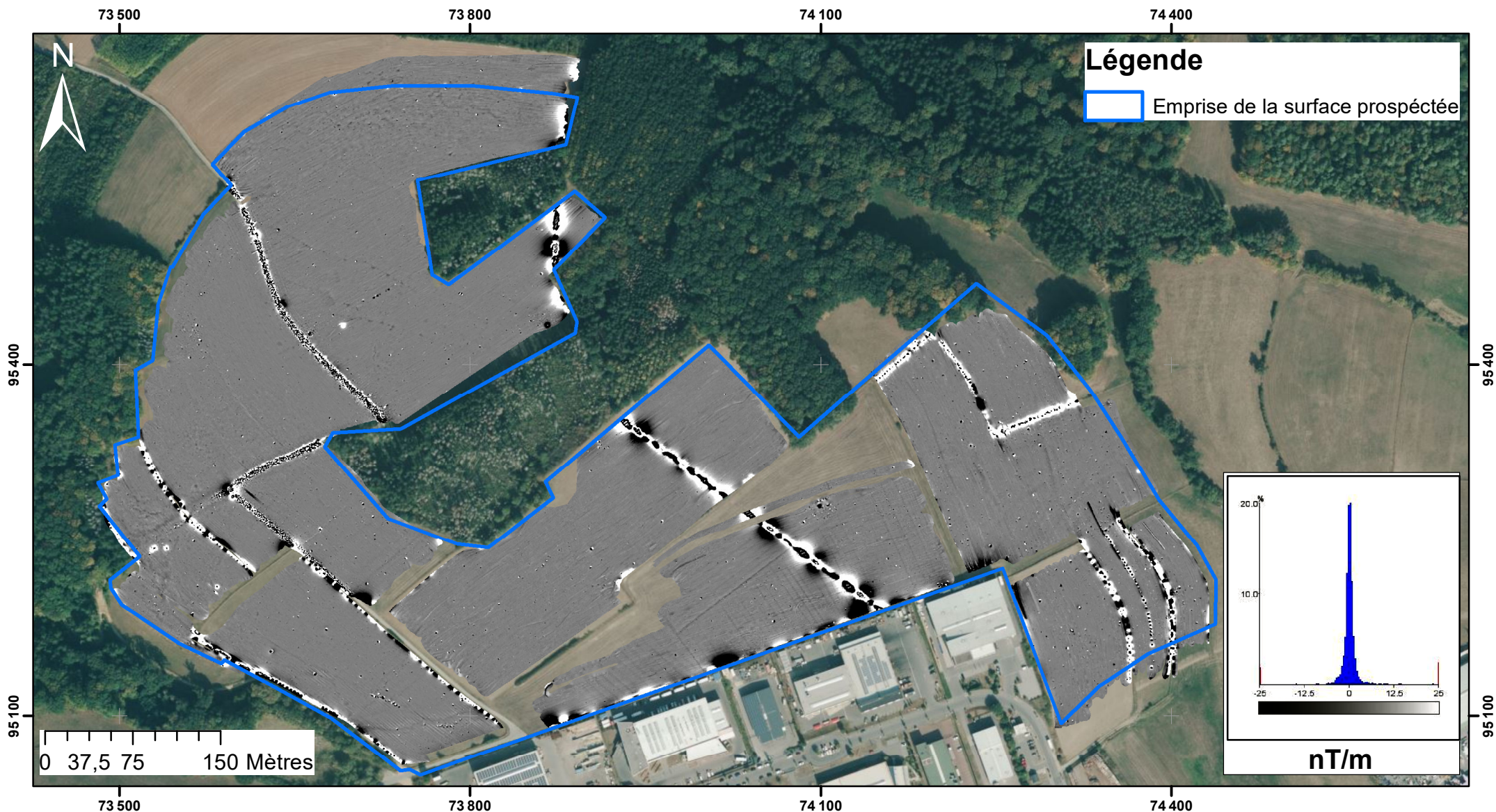


Plan 6-2 : Carte du gradient magnétique

Echelle : +/- 50 nT/m

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP

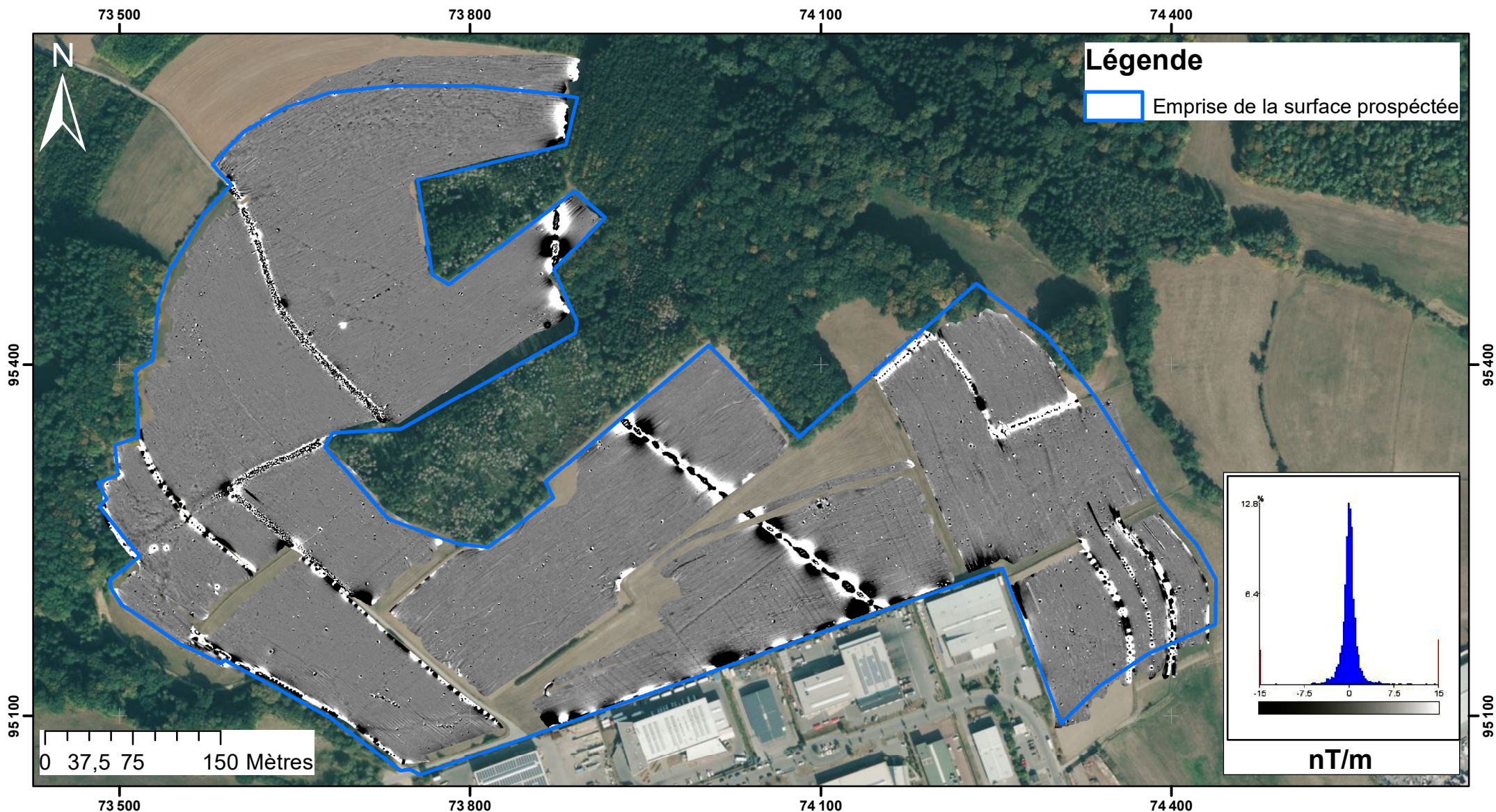


Plan 6-3 : Carte du gradient magnétique

Echelle : +/- 25 nT/m

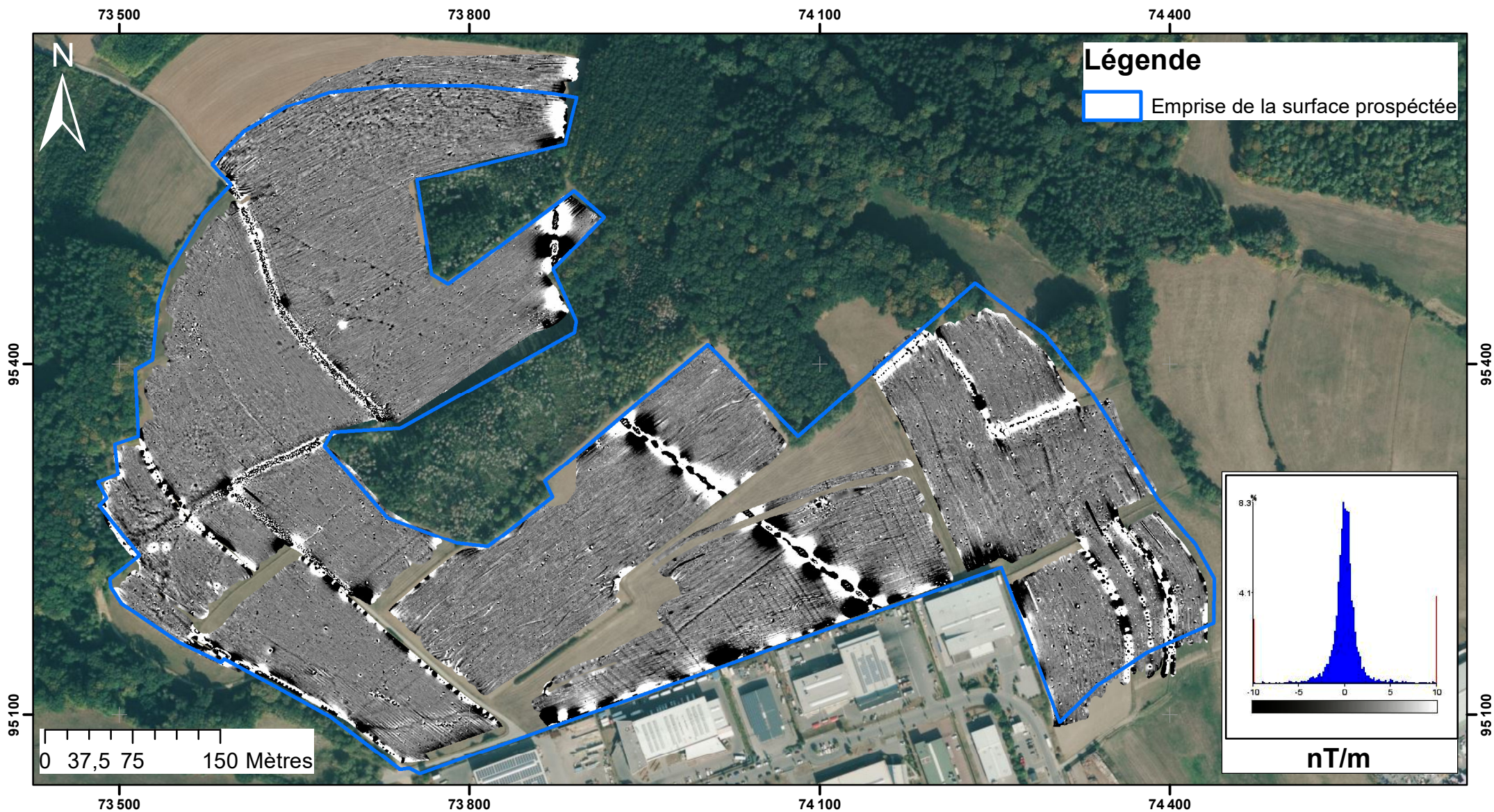
Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP



Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

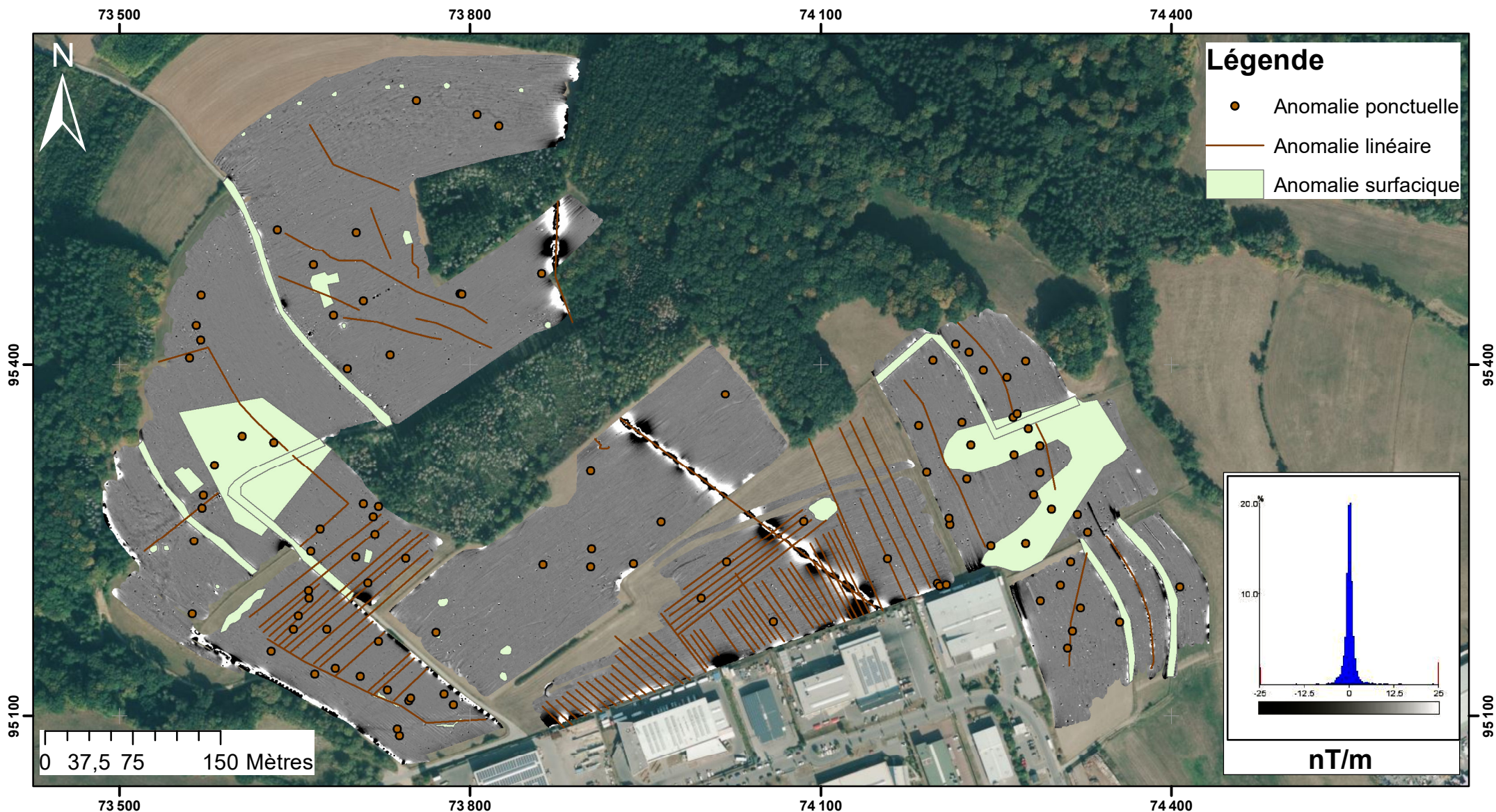
Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP



Plan 6-5 : Carte du gradient magnétique
Echelle : +/- 5 nT/m

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP

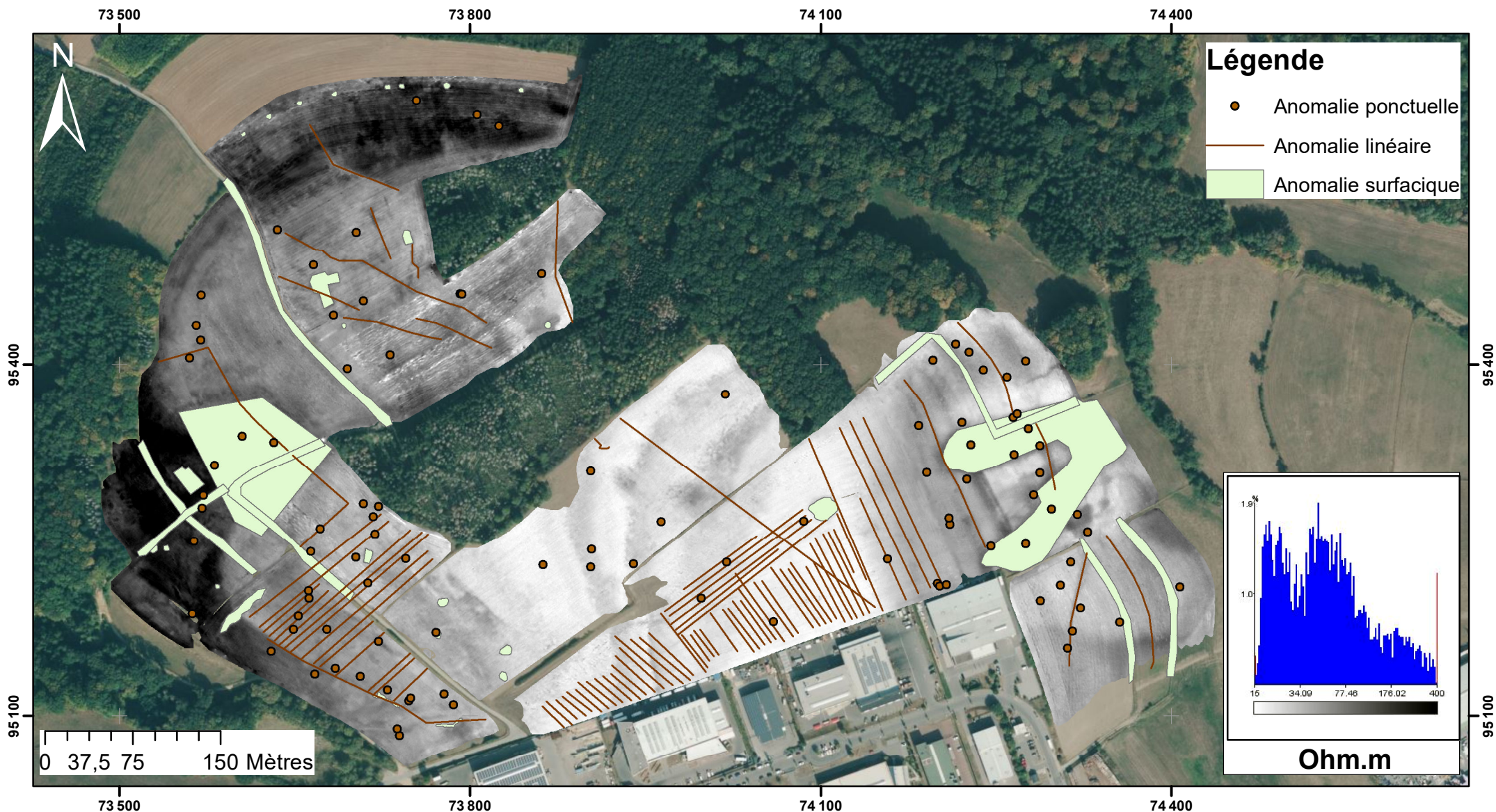


Plan 7-1 : Carte du gradient magnétique et anomalies

Echelle : +/- 25 nT/m

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

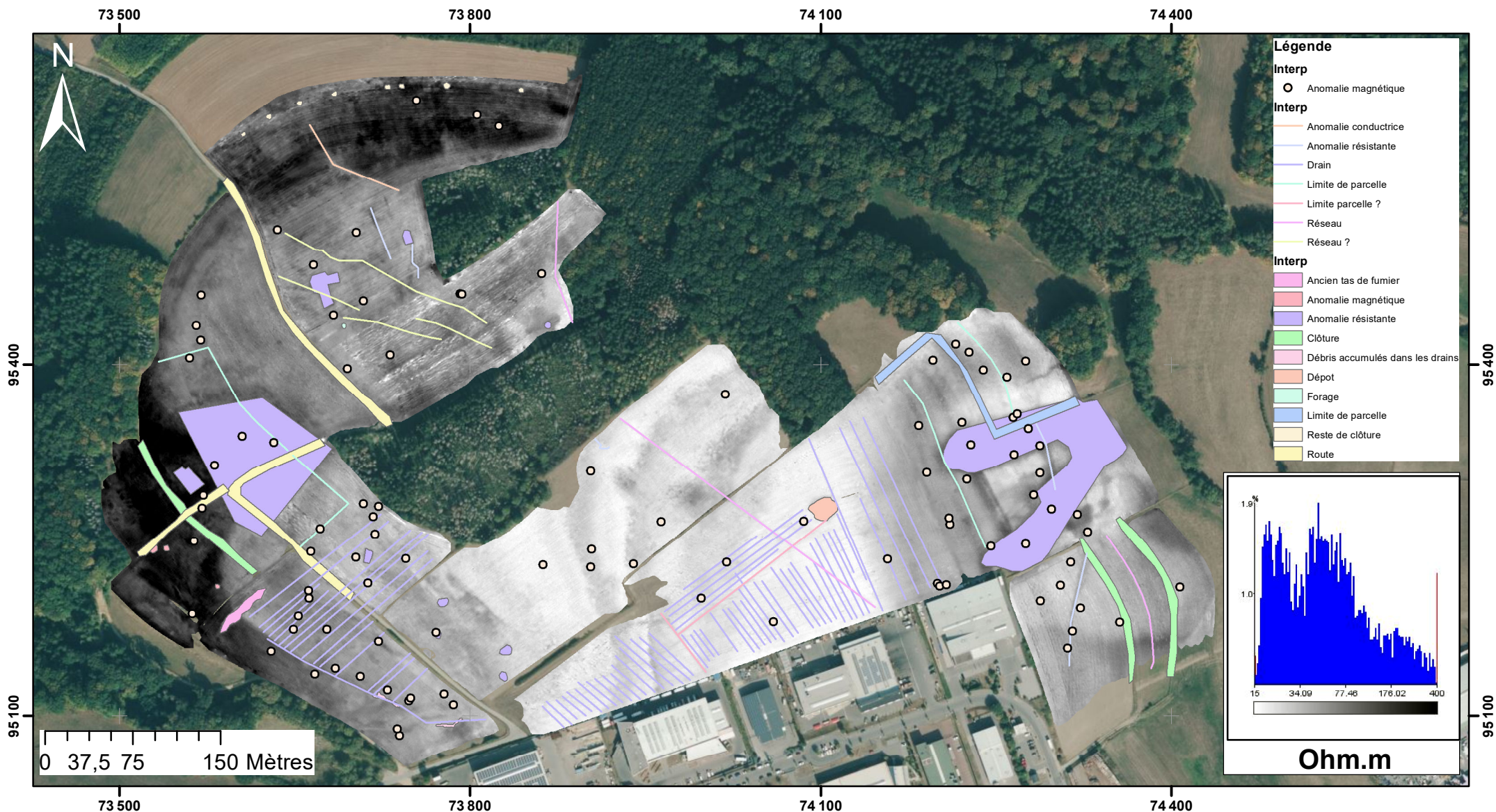
Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : AMP



Plan 7-2 : Carte de la résistivité électrique et anomalies
Voie 2 : 1.00m de profondeur

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : ARP



Plan 8 : Carte de la résistivité électrique et anomalies interprétées

Voie 2 : 1.00m de profondeur

Site d'opération : Bissen
 Référence INRA : 0402-C/18.1597
 N° d'opération INRA : 2024-174
 Date d'acquisition : Novembre 2024
 Date d'émission : Decembre 2024

Responsable d'opération : Adrien MARCHIEL
 Auteur de plan : Etienne THILLOUX
 Projet : London Bridge
 Maitre d'ouvrage : London Bridge Technology S.à r.l.
 Méthode : ARP