

Rapport d'intervention

Analyse Géophysique Conseil

Abbaye de Bonnevaux

Rédacteur Rapport	Bastien Gouhier	Ingénieur archéophysicien bastien.gouhier@analyse-gc.com
Date	25/06/2021	
Mandataire	Association Mémoire de Bonnevaux	
Projet	Prospection GPR à l'abbaye de Bonnevaux	
Ref. Devis	185AR79	
zdValidation	Gabriel Caraire	
Version	V 1.0	

Table des matières

I - Cadre d'intervention.....	1
II - Principe et matériel.....	2
II.I - Matériel utilisé et protocole d'acquisition.....	2
II.II - Positionnement des résultats.....	4
II.II.I - GPS.....	4
II.II.II - MNT.....	4
II.III - Traitement des données.....	5
II.III.I - Phase de traitement.....	5
II.III.II - Slices GPR.....	6
II.III.III - Cartes Sommées.....	6
II.III.IV - Cadastre napoléonien.....	7
II.III.V - MNT et données dérivées.....	7
II.IV - Représentation des données et rendus.....	8
III - Résultats.....	9
III.I - Analyse.....	10
III.I.I - Secteur 1.....	11
III.I.II - Secteur 2.....	12
III.I.III - Secteur 3.....	17
III.II - Interprétation.....	22
III.II.I - Secteur 1.....	22
III.II.II - Secteur 2.....	24
III.II.III - Secteur 3.....	30
III.III - Essai de restitution.....	34
IV - Conclusion.....	36

Table des illustrations

Figure 1: Localisation et emprise de la prospection.....	1
Figure 2: Principe d'acquisition et de reconstruction en GPR, de la 2D "verticale" à la 3D.....	2
Figure 3: Le GPR en acquisition.....	4
Figure 4: MNT réalisé d'après les données du GPR.....	6
Figure 5: Comparaison entre un C-scan (85-90 cm) et une carte sommée (95 125cm).....	8
Figure 6: MNT et différentes données dérivées.....	9
Figure 7: Vue générale des secteurs prospectés.....	12
Figure 8: Différents C-scan du secteur 1.....	13
Figure 9: Apparition des anomalies entre 20 cm et 80 cm.....	15
Figure 10: Apparition des anomalies entre 80 cm et 150 cm.....	17
Figure 11: C-scan à 175 – 180 cm et 210 -215 cm du secteur 2.....	18
Figure 12: Apparition des anomalies entre 20 cm et 80 cm.....	20
Figure 13: Apparition des anomalies entre 80 cm et 150 cm.....	22
Figure 14: C-scan à 170 – 175 cm et 260 - 265 cm du secteur 3.....	23
Figure 15: Synthèse des interprétations du secteur 1.....	24
Figure 16: Situation topographique de l'abbaye et du réseau hydrographique.....	25
Figure 17: Synthèse des interprétations du secteur 2.....	26
Figure 18: Interprétation du plan de l'église 1.....	27
Figure 19: Interprétation du plan de l'église abbatiale et ses annexes.....	28
Figure 20: Interprétation du plan de l'enclos est.....	30
Figure 21: Interprétation des structures agraires ou potagères.....	31
Figure 22: Synthèse des interprétations du secteur 3.....	32
Figure 23: Contexte hydrographique de la vallée de la Gère (fond LRM).....	34
Figure 24: Confrontation des anomalies et du cadastre napoléonien.....	35
Figure 25: Restitution de l'abbaye de Bonneveaux d'après les données GPR.....	36

I - CADRE D'INTERVENTION

L'association « Mémoire de Bonnevaux » s'intéresse à faire revivre la mémoire de l'abbaye de Bonnevaux, important monastère cistercien occupé entre 1117 et 1792 qui sera en partie détruit entre 1836 et 1838. Annick Clavier (archéologue, conservatrice du patrimoine, Département de l'Isère) et Martine Bonthoux (présidente de l'association « Mémoire de Bonnevaux ») ont contacté la société Analyse Géophysique Conseil (AGC) afin de réaliser une prospection GPR (Ground Penetrating Radar) sur des parcelles à l'emplacement de l'abbaye détruite (Figure 1).

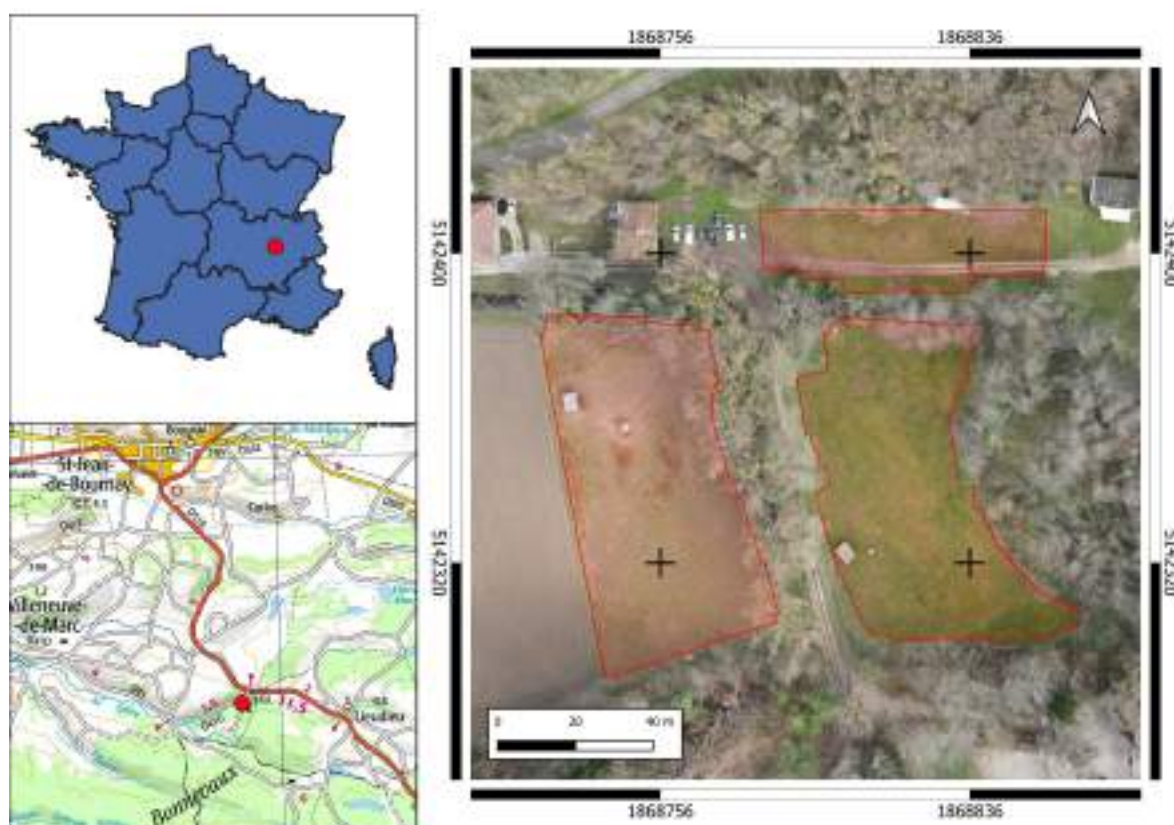


Figure 1: Localisation et emprise de la prospection

La prospection doit permettre de visualiser le proche sous-sol afin de mettre en avant de possibles structures bâties en lien avec l'abbaye. Elle doit permettre de définir l'organisation spatiale du site au 18^e s. et de la confronter aux sources iconographiques. L'utilisation du GPR doit également donner lieu à l'identification des vestiges antérieurs au 18^e s. et ainsi permettre une réflexion sur l'évolution du site monastique sur le temps long. Enfin, l'approche géophysique doit permettre d'alimenter, d'illustrer la question de la gestion de l'environnement et en particulier le réseau hydrographique qui constitue une problématique importante à Bonnevaux

II - PRINCIPE ET MATÉRIEL

II.1 - Matériel utilisé et protocole d'acquisition

Ce type d'appareil émet une impulsion électro-magnétique qui se propage dans le sous-sol. Elle se réfléchit vers la surface lorsqu'elle rencontre un quelconque contraste. L'enregistrement GPR brut correspond à une coupe distance/temps de trajet, composée de la succession de ces réflexions (radargramme ou B-scan). Ainsi, la méthode permet de donner une estimation de la profondeur d'enfouissement et de l'épaisseur des entités détectées. Cette approximation résulte de la transcription du temps de propagation enregistré (aller-retour effectué par l'onde) en distance via la détermination de la vitesse de propagation des ondes à travers le milieu. Celle-ci est très variable dans des environnements hétérogènes comme le sont la plupart des sols. La Figure 2 vulgarise l'ensemble du procédé de détection GPR, depuis l'acquisition jusqu'à la restitution en plans horizontaux, aussi appelés slice ou C-scan (Figure 2).

Plus particulièrement, AGC a utilisé un GPR StreamX 200 MHz (Figure 3), du fabricant IDS, pour sa configuration dite « multi-canaux » qui permet l'enregistrement simultané de 7 radargrammes sur près d'un mètre de large (un tous les 12 cm). Les radargrammes correspondent aux profils verticaux, base de l'étude GPR dont un des exemples est donné en haut à droite en Figure 2. 512 mesures composent leur échantillonnage en temps, pour une fenêtre d'écoute totale de 80 ns. La fréquence de l'impulsion électromagnétique, paramètre contrôlant la résolution des anomalies détectables et la profondeur d'investigation, a été choisie à 200 MHz. Cette valeur offre une profondeur de pénétration théorique moyenne (jusqu'à environ 3 m de profondeur) et une résolution adaptée aux éléments archéologiques (les valeurs exactes sont fonction des paramètres physiques du/des sol(s) rencontré(s)).

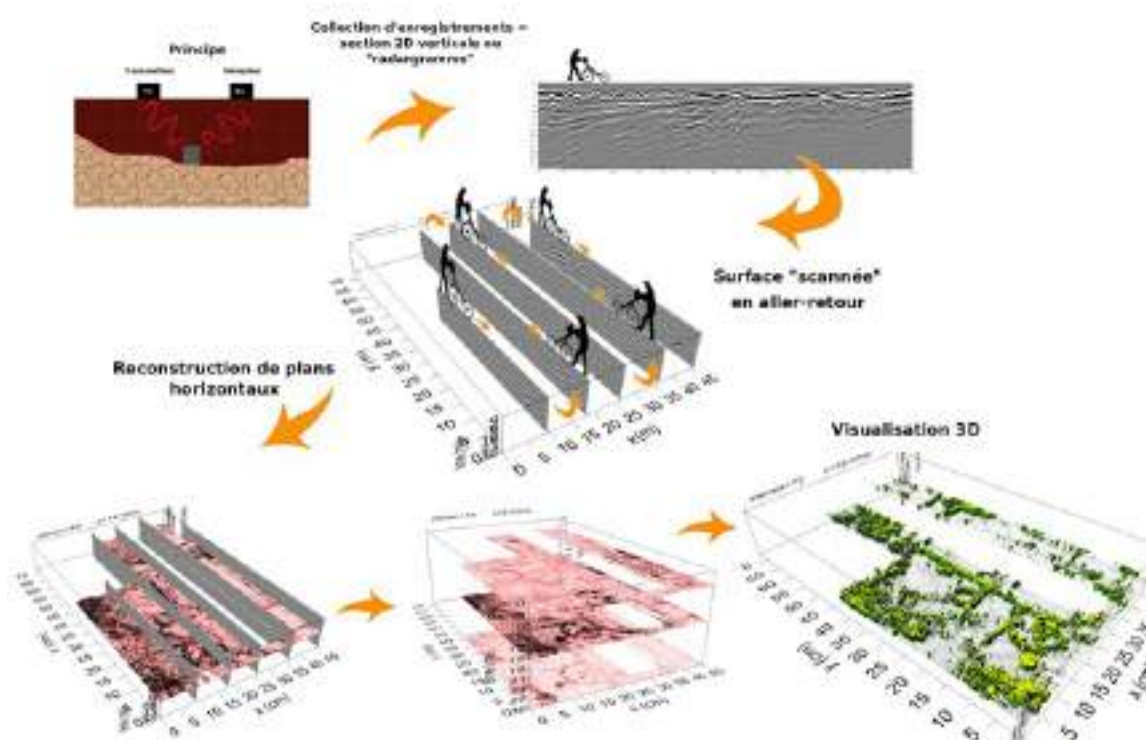


Figure 2: Principe d'acquisition et de reconstruction en GPR, de la 2D "verticale" à la 3D



Figure 3: Le GPR en acquisition

II.II - Positionnement des résultats

II.II.I - GPS

Les mesures ont été positionnées à l'aide d'un GPS RTK (Real Time Kinematic) RS+ de la société Emlid. Cet instrument utilise un GPS mobile, pour le positionnement des mesures, auquel on associe un GPS fixe (la base) pour le calcul des corrections. Ce système permet une précision centimétrique sur le positionnement relatif (c'est à dire des points GPS les uns par rapport aux autres). Les données intégrées au SIG créé sont en **Lambert 93/CC46**.

II.II.II - MNT



Figure 4: MNT réalisé d'après les données du GPR

La bonne qualité du signal GPS a permis l'élaboration d'un MNT de qualité : les altitudes se répartissent entre 445 m et 449 m

II.III - Traitement des données

II.III.I - Phase de traitement

Le traitement des données GPR consiste en la procédure de filtrages suivante :

- Médiane glissante par trace (signaux primaires 1D du radar) ; correction des signaux primaires pour les réaligner sur l'axe des 0. Les signaux originels oscillent légèrement hors de leur axe de base et se doivent d'être réalignés (effet « wooble ») ;

- Découpage du T0 par profil ; les données superficielles de chaque profil, correspondant au passage des signaux depuis le radar jusqu'au sol, ont été découpées pour que les enregistrements débutent par la surface du sol ;
- Retrait de la composante horizontale de fond ; le système GPR induit une multi-réflexion des signaux émis entre le radar et le sol, composante qui s'ajoute aux mesures et qui doit être corrigée. Cette correction se fait par le retrait de la médiane de chaque « tranche » horizontale composant le profil (« background removal ») ;
- Amplification des traces (signaux primaires 1D du radar) ; les signaux de base sont amplifiés pour faciliter la lecture des enregistrements et la mise en évidence des anomalies potentielles. Cette amplification se fait selon une courbe exponentielle, fonction du temps d'écoute de l'enregistrement ;
- Calcul de l'enveloppe des signaux ; calcul du module de la transformée de Hilbert à partir des signaux filtrés par les procédures précédentes. Cela revient à calculer l'enveloppe des signaux.

La vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le milieu, paramètre permettant la retranscription du temps de trajet enregistré en distance, donc en profondeur, a été considérée à 0,1 m/ns. Cette valeur correspond à une moyenne de vitesse dans les matériaux.

II.III.II - Slices GPR

Une fois les signaux nettoyés et la vitesse fixée, les mesures ont fait l'objet d'un calcul supplémentaire permettant la projection en cartes « horizontales », ou « vue du dessus » (C-scan). Cette interpolation a été réalisée selon un algorithme de type « PID » (Pondération Inverse à la Distance), en prenant pour paramètre une ellipsoïde de recherche de 1 m de rayon, pour une taille de pixel de 0,12 m. Les paramètres d'enregistrement de l'appareil ont permis une profondeur d'investigation théorique de **2,75 m**. Dans les faits, le signal est lisible jusqu'à 2,4 m. La prospection est représentée sous forme de **55 plans** horizontaux espacés verticalement de **5 cm**.

II.III.III - Cartes Sommées

Par ailleurs, afin d'augmenter la lisibilité des résultats, plusieurs cartes ont été sommées entre elles afin d'augmenter le rapport signal/bruit. Elles permettent de minimiser le bruit sur la mesure et « d'additionner » les indices repérés sur des épaisseurs de données différentes. Huit cartes ont ainsi été créées avec comme nomenclature les écarts de profondeur utilisés, et enregistrées en format **.Tiff** et dans un **Système de Coordonnées de Référence Lambert 93/CC46**. Dans ce cas précis, ceux sont les cartes entre 70 cm et 150 cm qui possèdent le plus d'information (Figure 5).

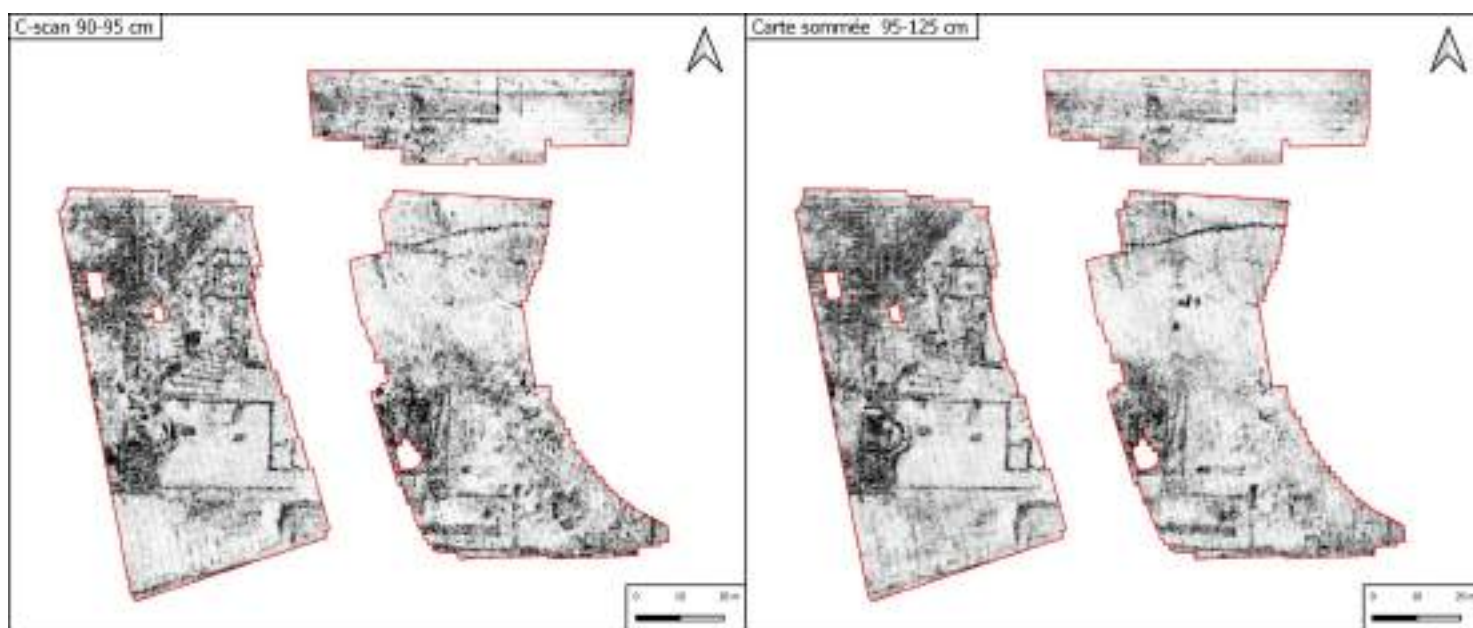


Figure 5: Comparaison entre un C-scan (85-90 cm) et une carte sommée (95 125cm)

II.III.IV - Cadastre napoléonien

L'association « Mémoires de Bonneveaux » nous a fourni le scan d'une feuille du cadastre napoléonien de Villeneuve-de-Marc (AD Isère 4P4/535) couvrant une partie de la vallée où se situe l'abbaye. Sa datation n'est pas mentionnée aux archives, mais il semblerait qu'elle soit antérieure à 1835. Le plan cadastral a été géo référencé à l'aide du cadastre actuel de Villeneuve-de-Marc afin de pouvoir comparer les anomalies et les vestiges du 19e s. 36 points d'amer ont été nécessaires pour géoréférencer le cadastre avec une transformation polynomiale de rang 1. L'erreur moyenne est de 12 mètres ce qui est acceptable pour ce type de document. Ce dernier a également été vectorisé afin qu'il puisse être utilisé à l'avenir à documenter l'occupation du sol au 19e s. Le raster et les shapes sont livrés en annexe.

II.III.V - MNT et données dérivées

Afin de comprendre la topographie du site, six dalles du RGE Alti 1m de l'IGN (en accès libre). Il s'agit d'un Modèle Numérique de Terrain permettant d'apprécier le relief du terrain et ses altitudes. Certains traitements informatiques peuvent être effectués sur ce MNT afin de faire ressortir des structures anthropiques ou des phénomènes géomorphologiques (Figure 6). Nous avons donc réalisés les données dérivées suivante : Hillshade (Ombrage), Multi-hillshade (Ombrage compensé), Local relief model (exposition des petites variation d'altitude) et Slope (visualisation des pentes) .

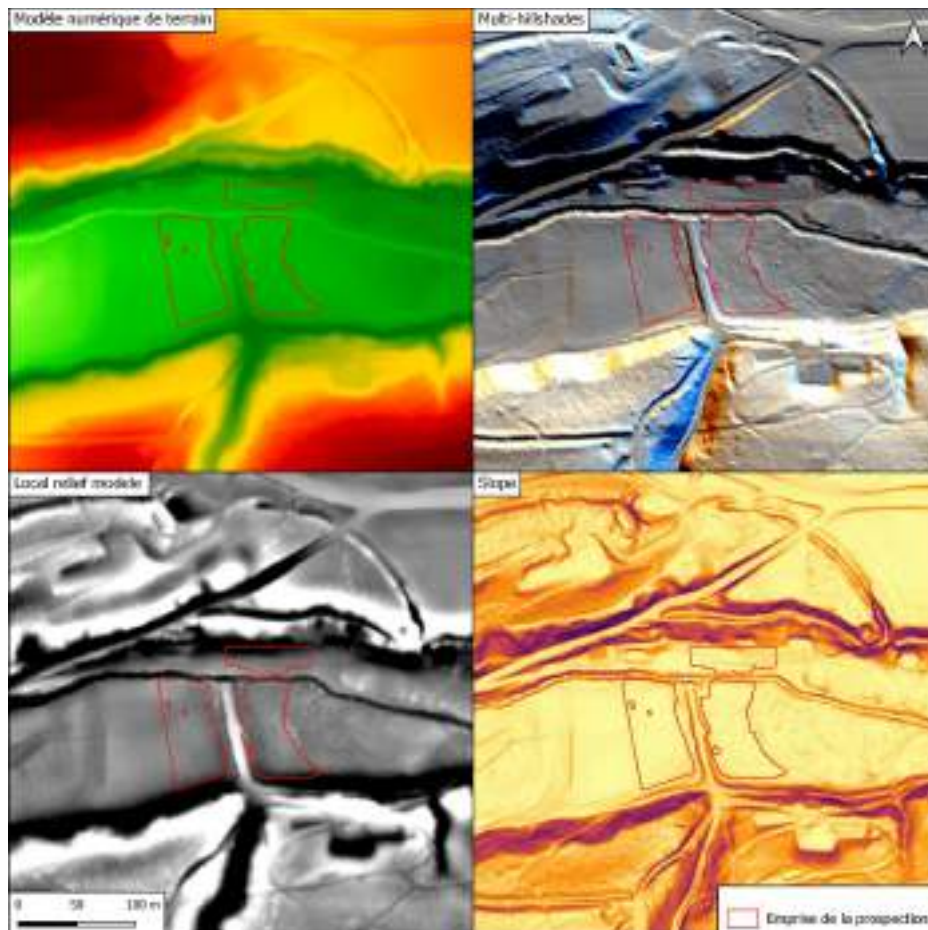


Figure 6: MNT et différentes données dérivées

II.IV - Représentation des données et rendus

L'ensemble des données acquises lors de la campagne de prospection ainsi que les interprétations sont fournies en format numérique en support de ce rapport. Elles comprennent :

- les données GPR au format DT (format constructeur) ;
- les données traitées en format PNG :

- un rapport d'interprétation au format PDF ;
- les annexes au format PDF.

Nous avons également créé plusieurs **dessins vectoriels** (.SHP) pour les phases d'interprétations qui sont livrés en version numérique. Un tracé des anomalies a été réalisé par couche de 5 cm soit 52 couches. Parmi cela, les tracés linéaires et zonaux présentant des structures particulières ont été réalisés et présentent plusieurs niveaux d'informations :

- leurs noms
- leurs profondeurs d'apparition
- leurs interprétations.

Comme mentionné ci-dessus, le cadastre napoléonien vectorisé se trouve au format PNG et les parcelles vectorielles au format (.SHP). Ces dernières possèdent un champ attributaire donnant la nature de la parcelle (champ / bâti / hydrographie / etc.). Le fichier des points de calage est également fourni.

Le modèle numérique de terrain de l'IGN (RGE Alti 1m) autour de l'abbaye est également livré avec les données dérivées réalisées dans le cadre de l'étude :

- Multi-hillshade
- Hillshade
- Simple Local model relief
- Slope

III - RÉSULTATS

Pour rappel, nous considérons par anomalie, les valeurs linéaires, ponctuelles ou zonales qui ressortent du fond géologique/pédologique et qui sont identifiables sur plusieurs profondeurs. Nous rappelons que l'interprétation et les profondeurs annoncées sont soumises à caution et pourront être affinées en cas de nouvelles informations disponibles. Le grand nombre d'anomalies détectées rend impossible un pointage exhaustif : une reprise fine du SIG par les archéologues s'impose. Pour une meilleure lisibilité, les figures fournies dans ce rapport sont accessibles en format numérique A4 dans le dossier Rapport.

III.I - Analyse

Afin de faciliter la lecture et l'analyse, nous avons découpé les zones de prospections en trois secteurs (Figure 7) ainsi que deux zones le secteur 2. Nous proposons une description des phénomènes géophysiques par secteur et en fonction de leur apparition.

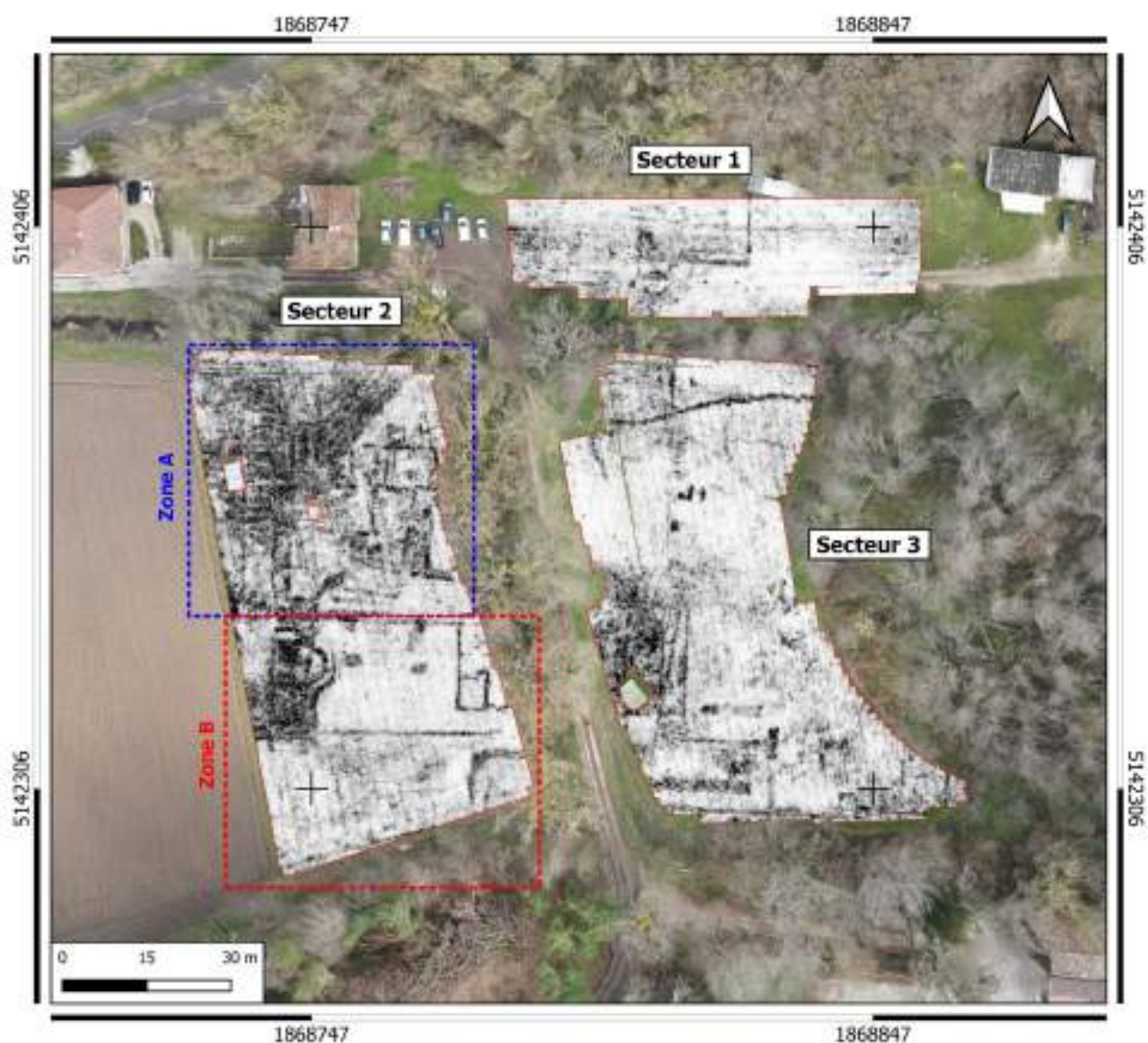


Figure 7: Vue générale des secteurs prospectés

III.I.I - Secteur 1

Le secteur 1 est une zone de 1366 m² située au nord du chemin de Bonnevaux. Les premières anomalies apparaissent à 25 cm sous la surface, elles sont linéaires et orientées est-ouest. Dès 35 cm, les anomalies se densifient pouvant signifier la présence de structures maçonnées. Une anomalie linéaire orientée nord / sud vient recouper perpendiculairement le linéament est-ouest (Figure 8). On voit apparaître vers 70 cm une anomalie circulaire au sud alors que de nouvelles anomalies linéaires se forment parallèlement aux premières en conservant une orientation stricte nord-sud ou est-ouest. Par ailleurs, une longue anomalie linéaire parcourt l'ensemble du secteur en s'inclinant légèrement vers le nord-ouest. Cette dernière disparaît complètement vers 110 cm. À partir de cette profondeur, seules deux anomalies restent bien visibles : une linéaire coudée vers l'ouest et celle de forme circulaire d'un diamètre de 4,5 m. Cette dernière est encore visible jusqu'à des profondeurs atteignant les 150 cm et disparaît complètement vers 205 cm.

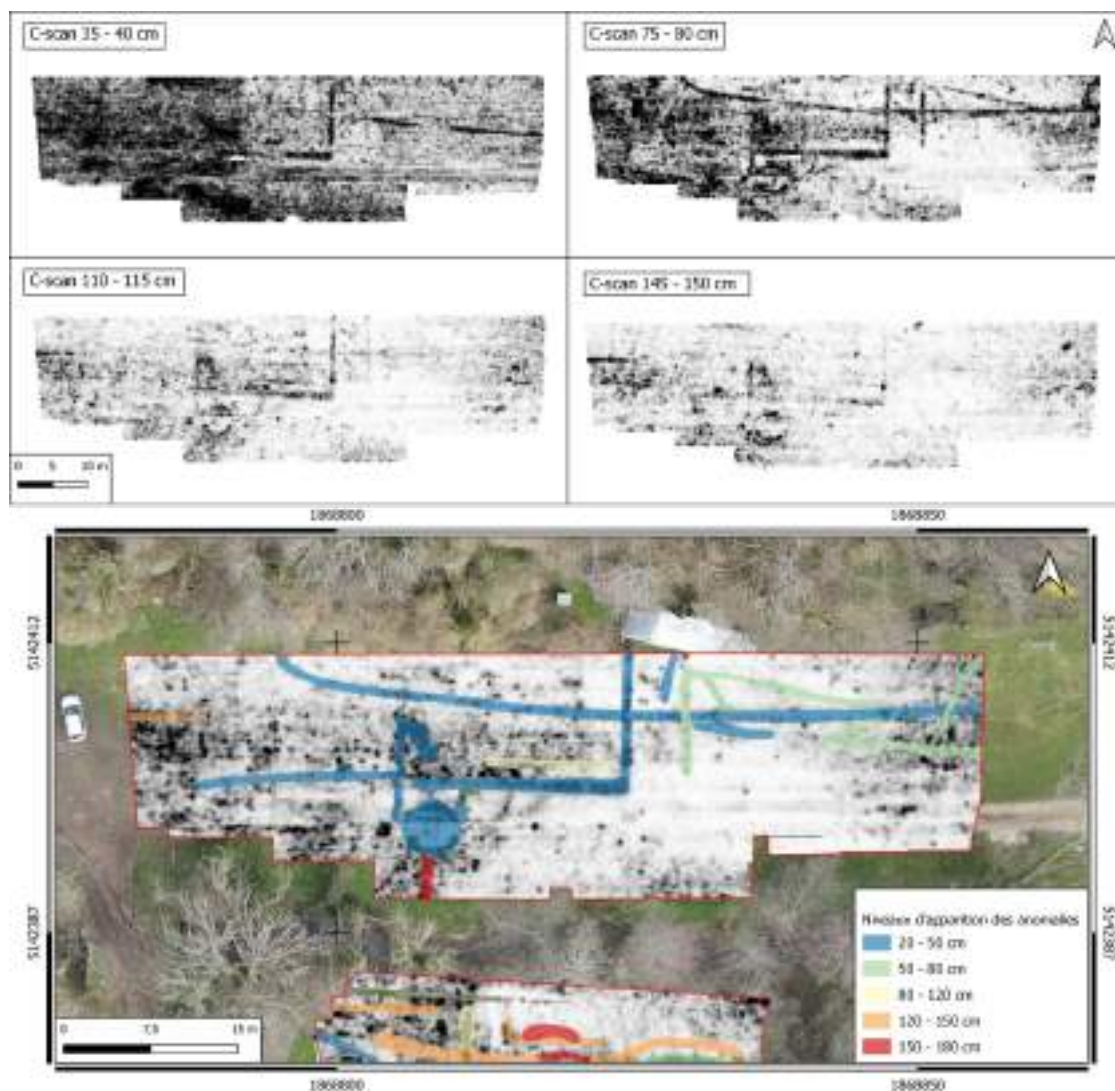


Figure 8: Différents C-scan du secteur 1

III.I.II - Secteur 2

Le secteur 2 est une zone de 3786 m² située à l'ouest du chemin de Bonnevaux. À noter qu'il s'agit d'une zone particulièrement riche en réflecteurs rendant la description plus complexe. Pour une meilleure compréhension, le secteur est subdivisé en deux zones :

- Zone A pour la partie nord
- Zone B pour la partie sud

Peu d'anomalies associables à des structures anthropiques sont identifiables au-dessus de 40 cm. On remarque néanmoins certaines anomalies de forme ovoïde particulièrement dans la zone A qui pourrait correspondre à des épandages de lisiers. Les premiers éléments bâtis apparaissent entre 40 cm et 45 cm sous la surface du sol en particulier au centre du secteur (Figure 9). À 70 cm de nombreux ensembles d'anomalies sont identifiables. Dans la zone A, on repère au nord-est un ensemble d'anomalies associées à des éléments bâtis pouvant correspondre à un ou plusieurs bâtiments. Légèrement au sud, on aperçoit plusieurs anomalies parallèles en forme de bourrelet et plusieurs alignements orientés nord-sud sont bien identifiables.

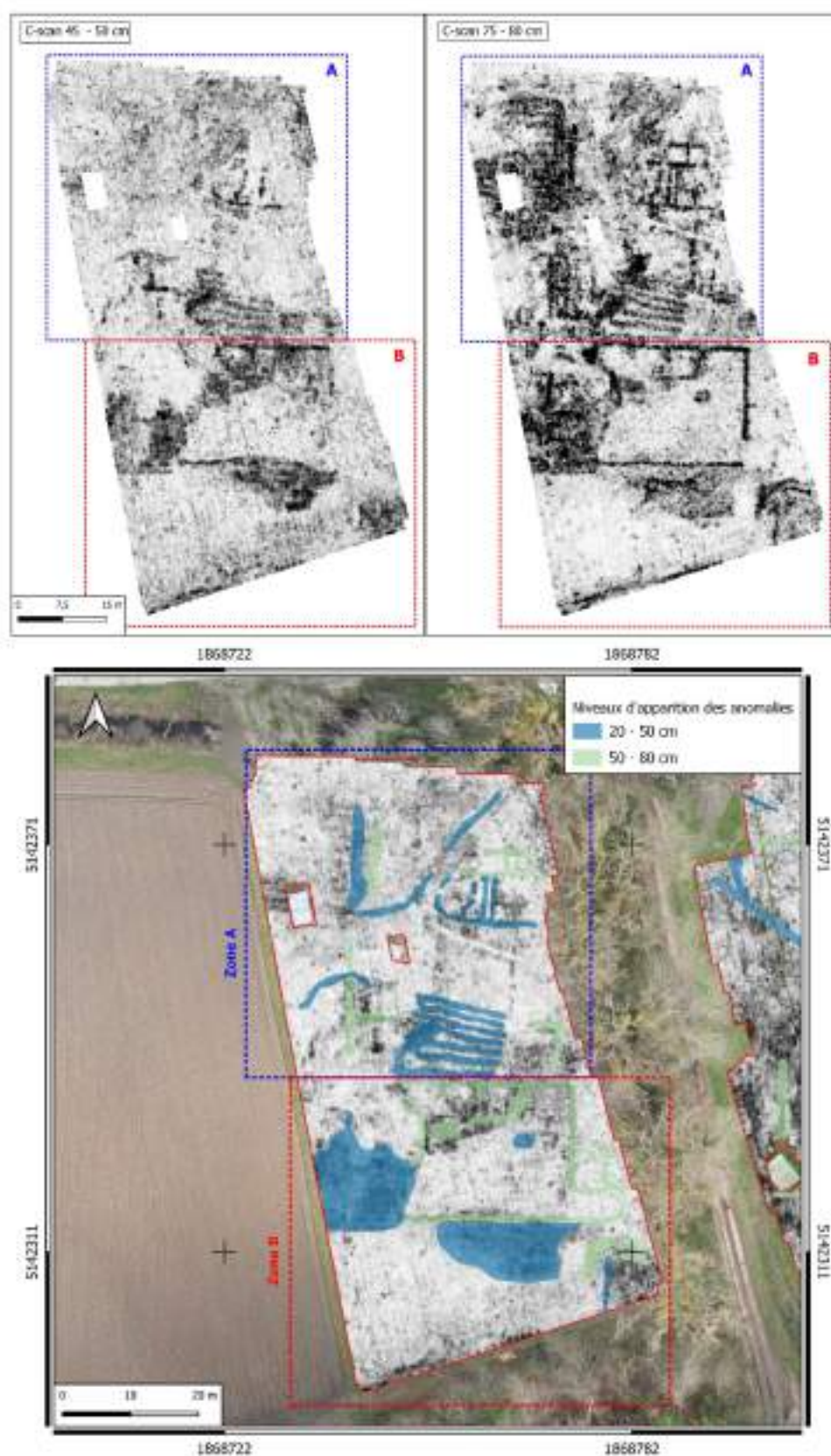


Figure 9: Apparition des anomalies entre 20 cm et 80 cm

Dans la zone B apparaissent de manière importante des anomalies formant une structure rectangulaire de plusieurs dizaines de mètres orientée est-ouest à l'intérieure de laquelle on retrouve deux anomalies ovoïdes et plusieurs éléments bâtis (Figure 9). À l'ouest et au sud, se dessinent également des éléments bâtis suivant les mêmes orientations principales à savoir, nord-sud et est-ouest. Entre 115 et 120 cm de profondeur, on perd peu à peu le signal des bâtiments au nord-est de la zone A tout comme les grands alignements nord-sud dont le signal est perturbé par la présence de couches de sédiments hydromorphes (Figure 10). La proximité avec le cours de la Gère quelques mètres plus au nord peut y être associé. Les anomalies parallèles en forme de bourrelets disparaissent également. Dans la zone B, la structure rectangulaire est encore visible auquel s'ajoute un bâtiment quadrangulaire à l'est. À l'ouest se dessine un ensemble de bâtiments orientés est-ouest dont le plus important adopte un chevet de forme semi-circulaire. Au sud-est les éléments bâtis sont encore identifiables formant une anomalie en quart de cercle.

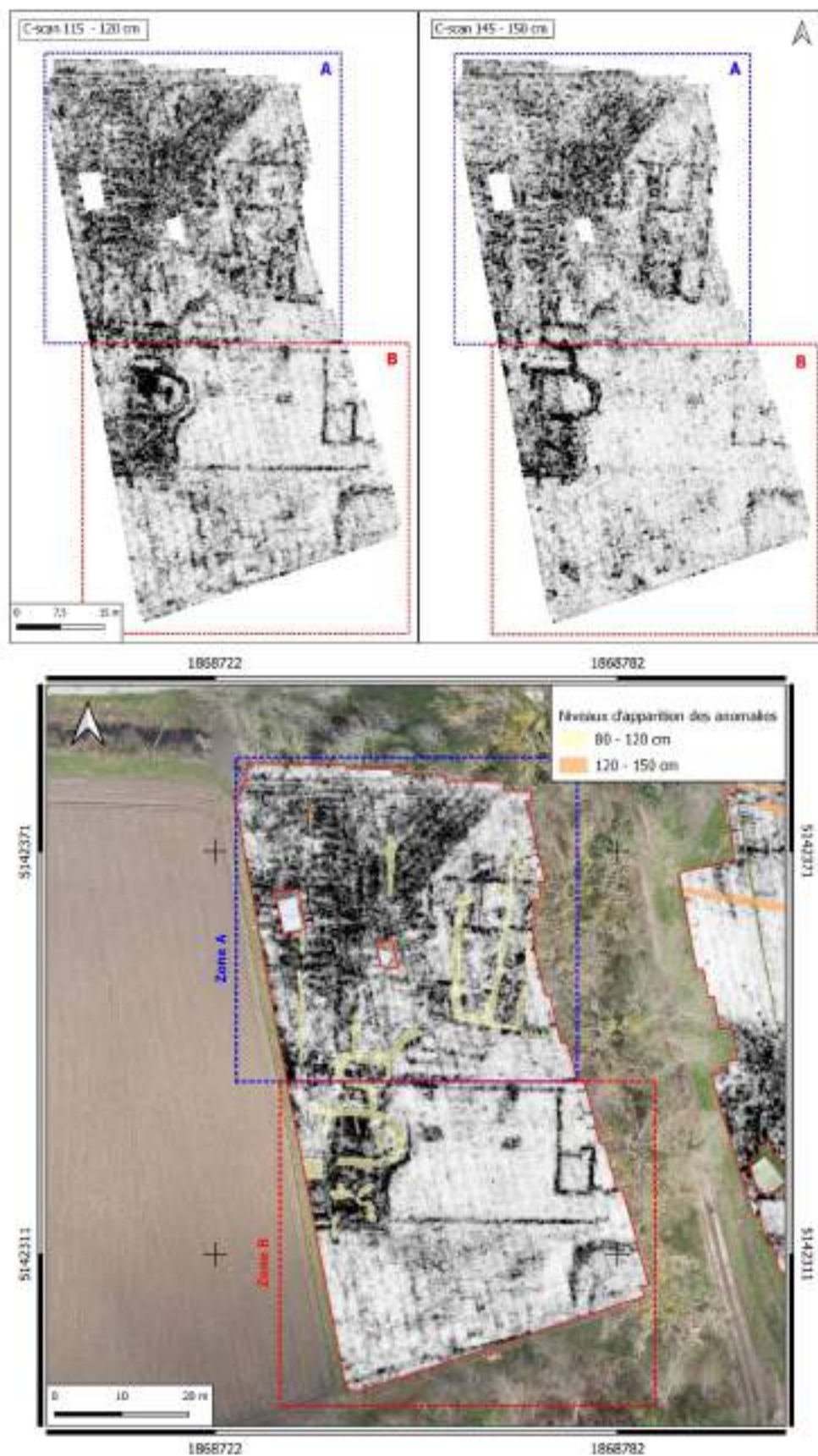


Figure 10: Apparition des anomalies entre 80 cm et 150 cm

Vers 145-150 cm sous la surface du sol, les éléments bâtis orientés nord-sud apparaissent encore dans la zone A et à cela s'ajoute un petit bâtiment à la limite des deux zones. Dans la zone B, la structure rectangulaire disparaît complètement et seules persistent les traces du bâtiment carré à l'est (Figure 11). À l'ouest en revanche, les bâtiments apparaissent très distinctement. Une limite de parois est assez nette au sud dans le prolongement de la structure rectangulaire permettant de circonscrire les surfaces construites ou les couches de démolition. À partir de 170 cm, la plupart des anomalies disparaissent. On retrouve encore dans la zone A des anomalies linéaires orientées nord-sud déjà identifiés comme des éléments maçonnés. Dans la zone B seuls subsistent l'ensemble de bâtiments à l'ouest en particulier le bâtiment principal à chevet semi-circulaire qui est encore bien identifiable (Figure 11). Au sud, on retrouve encore cet effet de parois indiquant la limite de la zone construite. Vers 210 cm sous la surface du sol seules quelques anomalies subsistent notamment le bâtiment principal de la zone B et un linéaire est-ouest dans la zone A. On ne considère plus aucun réflecteur à partir de 240 cm.

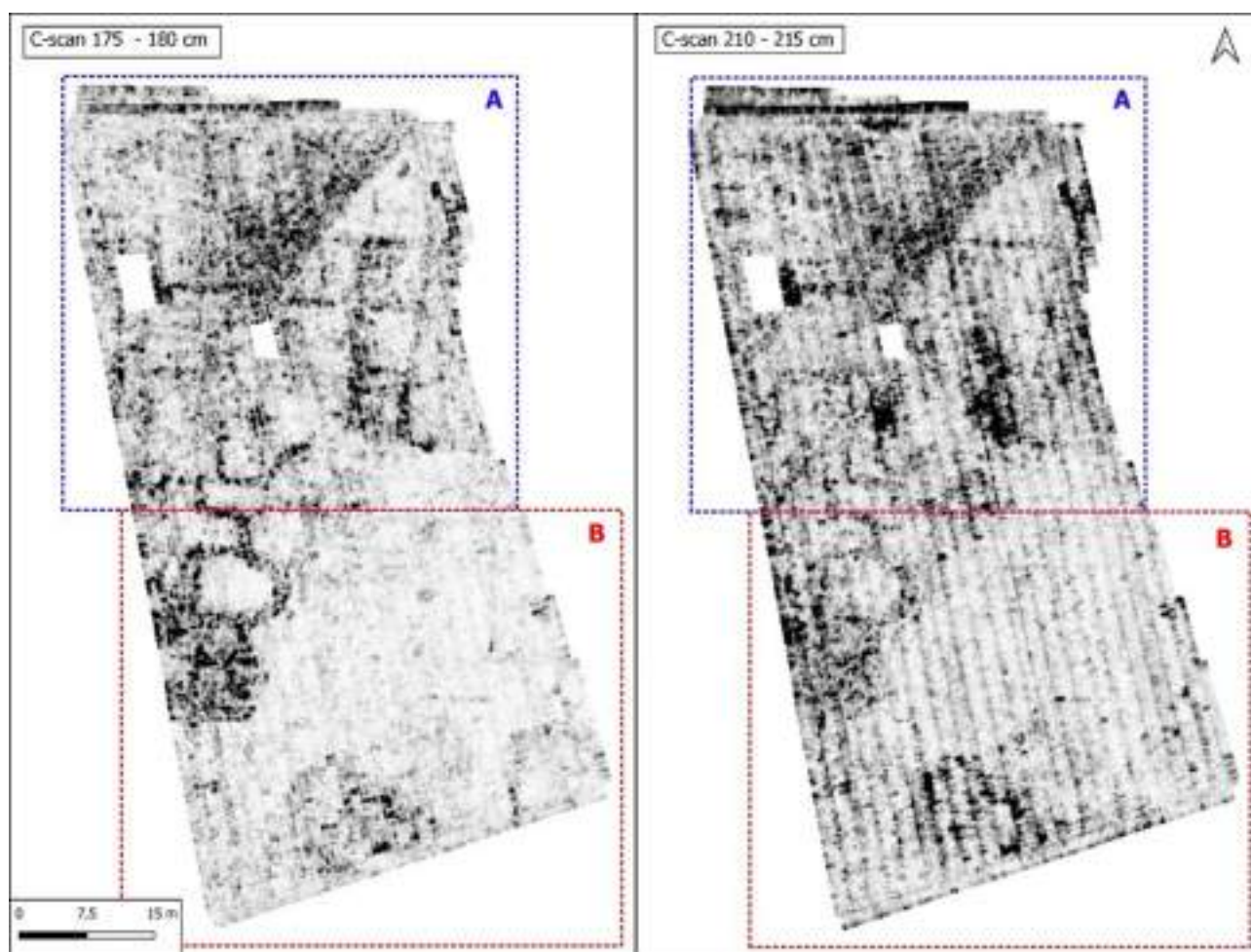


Figure 11: C-scan à 175 – 180 cm et 210 -215 cm du secteur 2

III.I.III - Secteur 3

Le secteur 3 est une zone de 3486 m² à l'est du chemin de Bonnevaux. Contrairement aux autres secteurs, les premières anomalies n'apparaissent distinctement qu'à partir de 70 cm sous la surface du sol (Figure 12). Il s'agit d'anomalies linéaires au sud-ouest du secteur pouvant être identifiés comme des éléments maçonnés. Une anomalie de forme rectangulaire, d'une largeur de 2 m et orientée est-ouest, se dessine également dans cette zone. À noter qu'une anomalie linéaire en négatif (blanche sur les cartes) est traverse la parcelle du nord-ouest au sud-est. Il s'agit d'une canalisation moderne et ne sera donc pas discutée dans ce paragraphe. Les anomalies s'intensifient vers 80 / 90 cm sous la surface du sol. Au sud-ouest, les éléments linéaires sont plus marqués et s'étendent vers le nord. On en identifie deux parallèles et une de biais orientée légèrement vers le nord-est. Une structure quadrangulaire s'organise autour de l'anomalie rectangulaire sur plusieurs mètres. Cette dernière s'intensifie et on note l'apparition d'un petit appendice dans son coin nord-est. Dans la partie septentrionale du secteur, on identifie une anomalie linéaire légèrement courbe qui le traverse d'est en ouest.

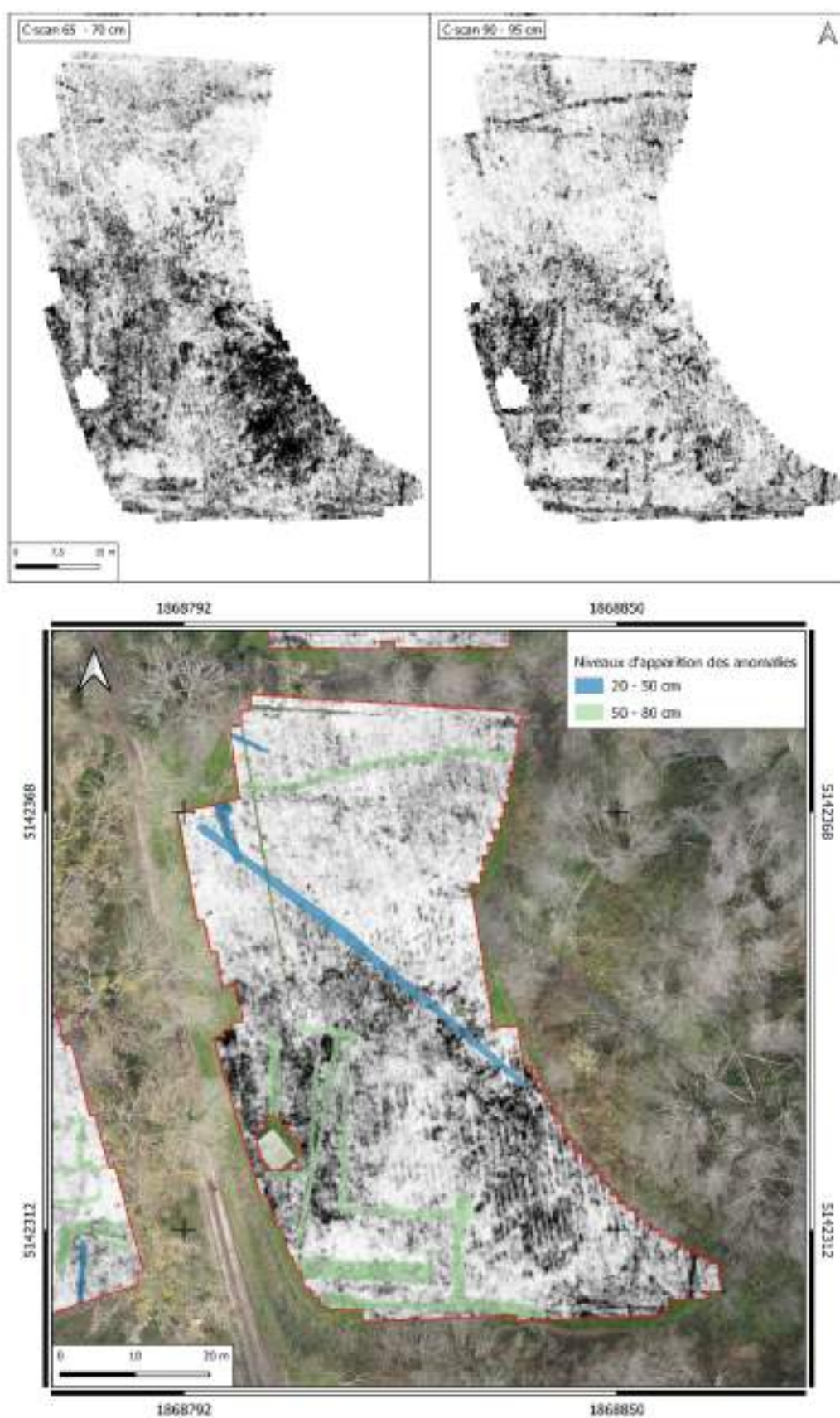


Figure 12: Apparition des anomalies entre 20 cm et 80 cm

Vers 120 cm, l'anomalie au nord s'intensifie alors qu'elle est recoupée perpendiculairement par une anomalie linéaire (Figure 13). Cette dernière semble rejoindre l'un des linéaments parallèles déjà identifiés plus au sud. La structure quadrangulaire est rejointe par le second linéament formant un tout homogène autour de l'anomalie rectangulaire qui tend à disparaître. De manière plus fugace, une anomalie de même géométrie apparaît au nord de l'enclos entre 110 cm et 120 cm (Figure 9). Sa forme rectangulaire et son léger appendice au nord-est pourraient signifier une même nature pour ces deux structures. À 150 cm sous la surface les structures au sud-ouest disparaissent complètement. La plus importante des anomalies parallèles est encore visible jusqu'au nord du secteur bien que le signal devient plus faible. En revanche, la troisième anomalie légèrement de biais, devient plus lisible et s'échappe vers le nord-est du secteur. Dans le quart sud-est, deux anomalies ovoïdes sont présentes. Leurs formes ne permettent pas de les associer à des structures bâties, mais leur constance sur différents niveaux nous autorise à interpréter un phénomène géomorphologique important. Un peu plus au nord, on perçoit l'apparition d'une nouvelle anomalie linéaire sud-est / nord-ouest alors que l'anomalie légèrement courbe est encore présente.

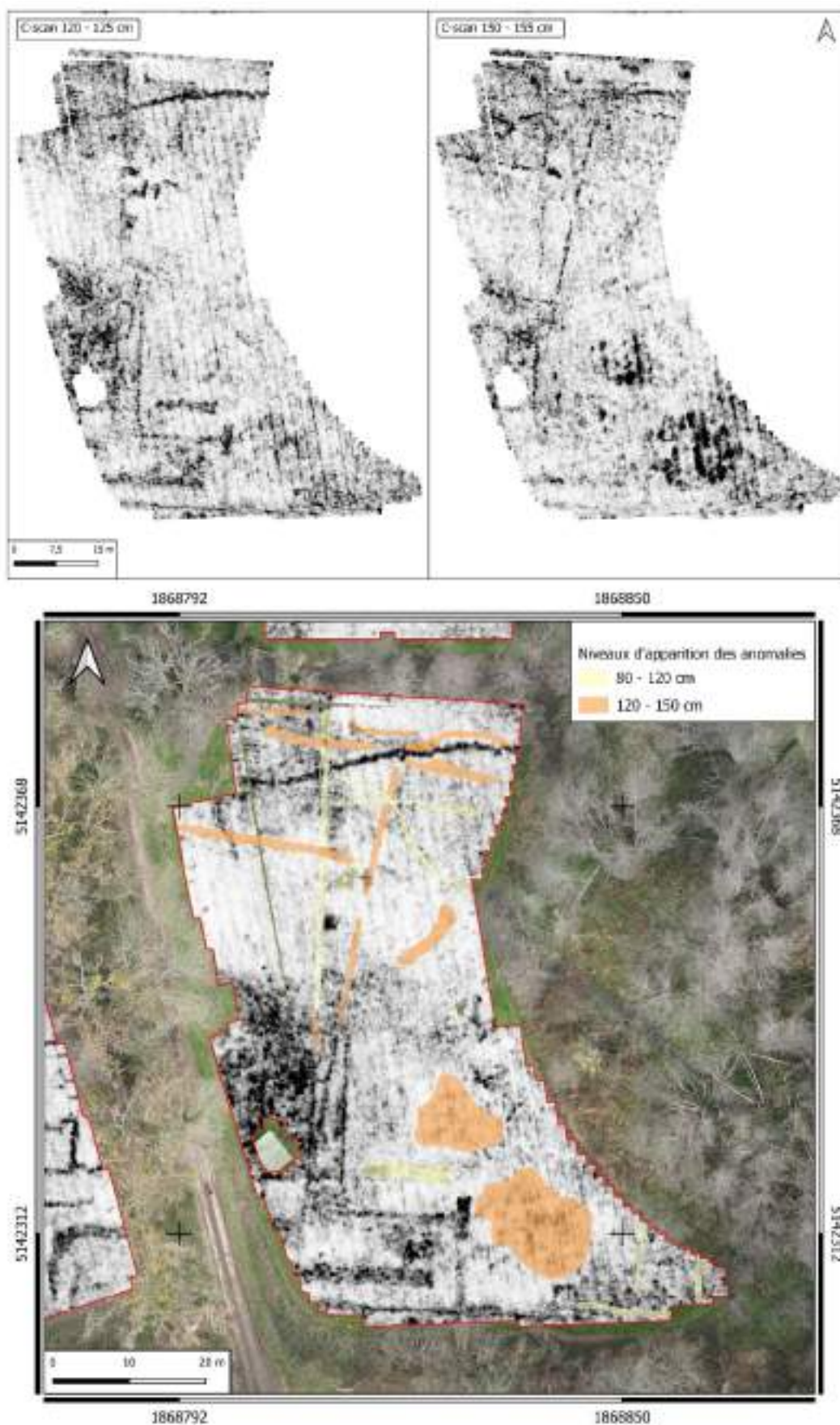


Figure 13: Apparition des anomalies entre 80 cm et 150 cm

Les anomalies linéaires sont toujours présentes au nord du secteur à 170 cm bien que le linéament courbe disparaisse (Figure 14). On retrouve les deux anomalies ovoïdes dans le quart sud-est et un nouveau bâtiment quadrangulaire apparaît au centre ouest. Il est orienté comme les grandes anomalies linéaires nord-sud. Toutes les structures bâties disparaissent au-delà de 220 cm hormis les deux anomalies ovoïdes qui persistent jusqu'à la profondeur maximale du jeu de données à savoir 270 cm.

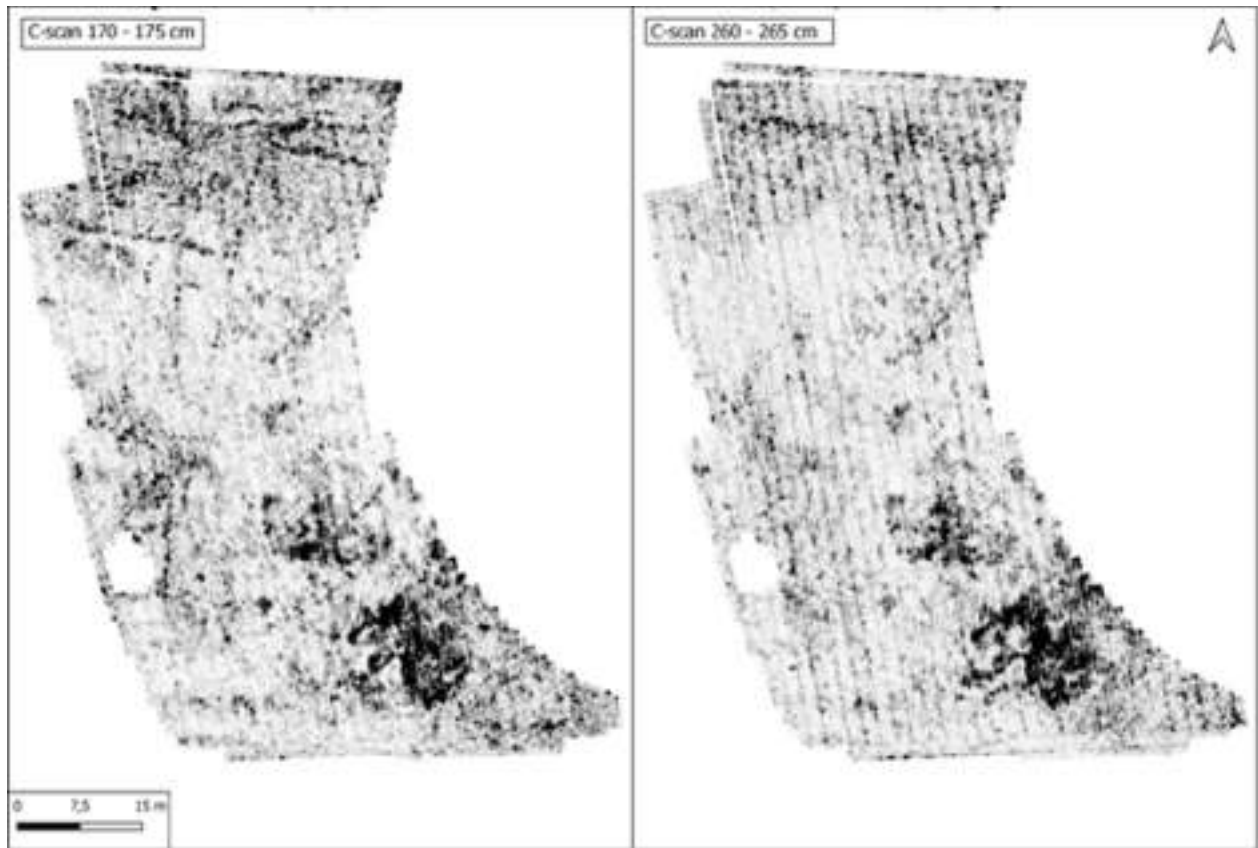


Figure 14: C-scan à 170 – 175 cm et 260 - 265 cm du secteur 3

III.II - Interprétation

III.II.I - Secteur 1

Le secteur 1 présente plusieurs anomalies linéaires orientées selon un axe est / ouest et nord / sud (Figure 15). Leur proximité avec le bief du moulin à 30 m au nord, encore en eau en 1835, mais également avec le cours de la Gère à quelques mètres au sud laissent penser que nous sommes en présence de structures du réseau hydraulique de l'abbaye (Figure 16). Deux anomalies semi-circulaires forment un ensemble rond d'un diamètre de 4,5 m qui pourrait s'apparenter à un puits, un bassin ou récolteur d'eau. L'épaisseur du signal pour les deux anomalies semi-circulaires sont les plus importantes du secteur avoisinant 2 mètres ce qui vient alimenter ces hypothèses. Si l'on confronte sa position avec le plan cadastral du 19^e s., il se trouve dans la cour d'un des bâtiments encore en élévation. Il est intéressant de noter qu'un canal semble se prolonger depuis le bassin vers le cours de la Gère. Les éléments bâtis posent question, il pourrait s'agir de système d'enclos comme on en retrouve dans différentes zones de l'abbaye ou bien les fondations du bâtiment encore en élévation en 1835.

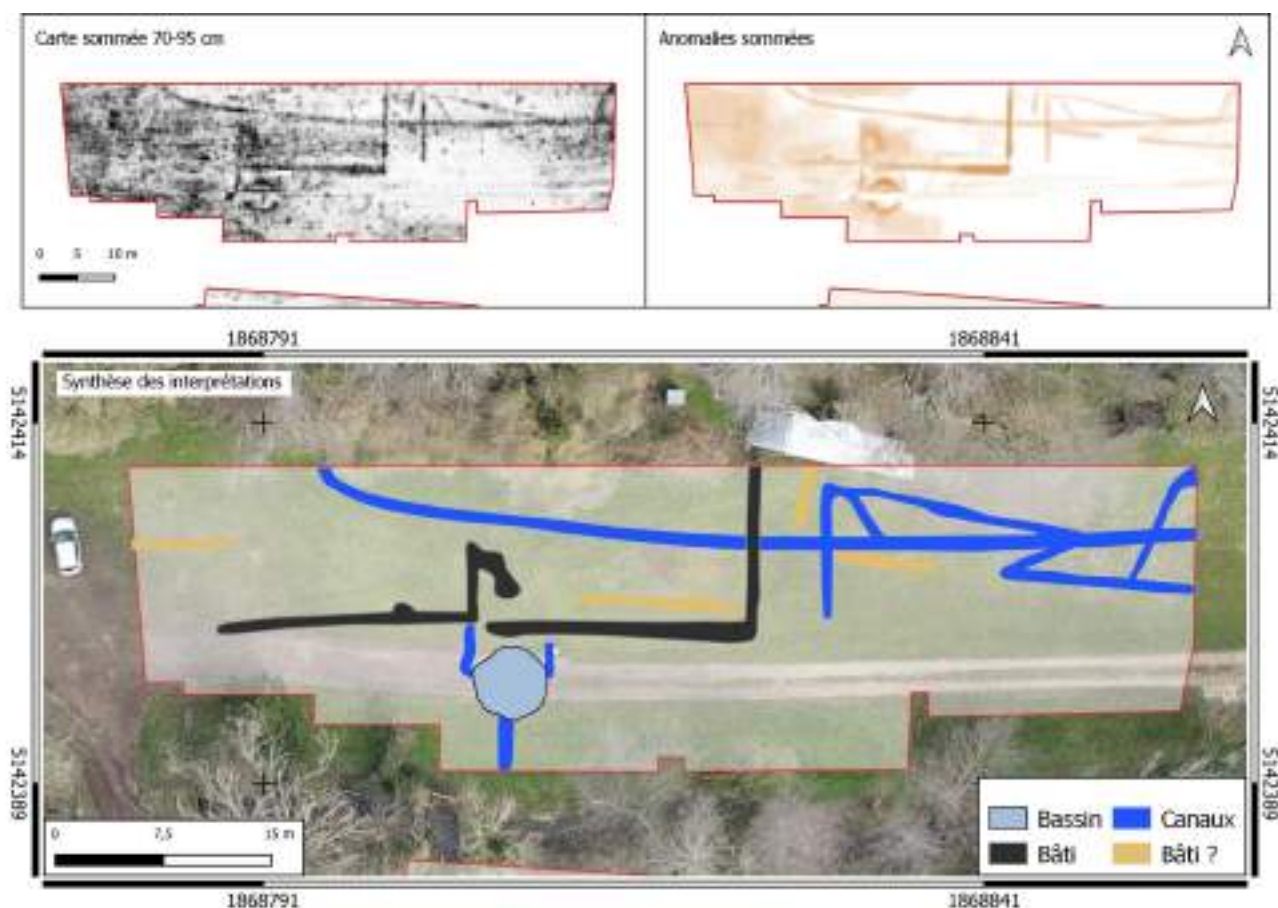


Figure 15: Synthèse des interprétations du secteur 1

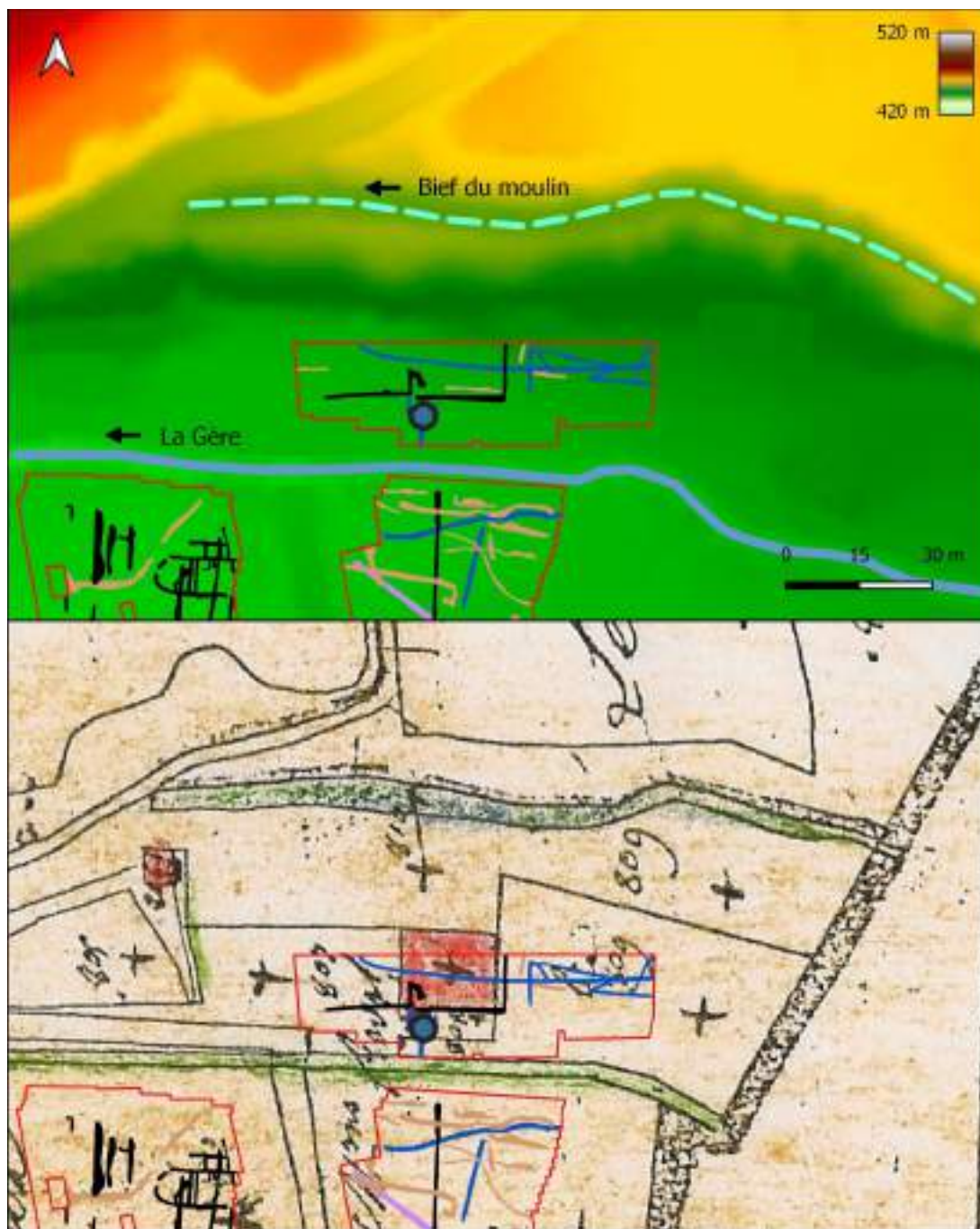


Figure 16: Situation topographique de l'abbaye et du réseau hydrographique

III.II.II - Secteur 2

Comme évoqué précédemment, le secteur 2 est riche en anomalies et donc en structures archéologiques (Figure 17). Pour faciliter la compréhension, certains ensembles plus spécifiques seront discutés de manière individuelle. On distingue plusieurs groupements de bâtiments qui nous permettent de mieux cerner l'organisation spatiale de l'abbaye de Bonnevaux. Deux églises ont été identifiées, mais il est pour l'heure impossible de définir si elles ont été contemporaines. Un système de partition de l'espace est prégnant, suivant l'orientation générale est-ouest et nord-sud. L'enclos à l'est de la deuxième église est très lisible dans les données radar, ce qui nous permet de le restituer avec précision. Enfin, une structure originale a été identifiée au centre du secteur 2 et pourrait être mise en lien avec la culture de la terre.

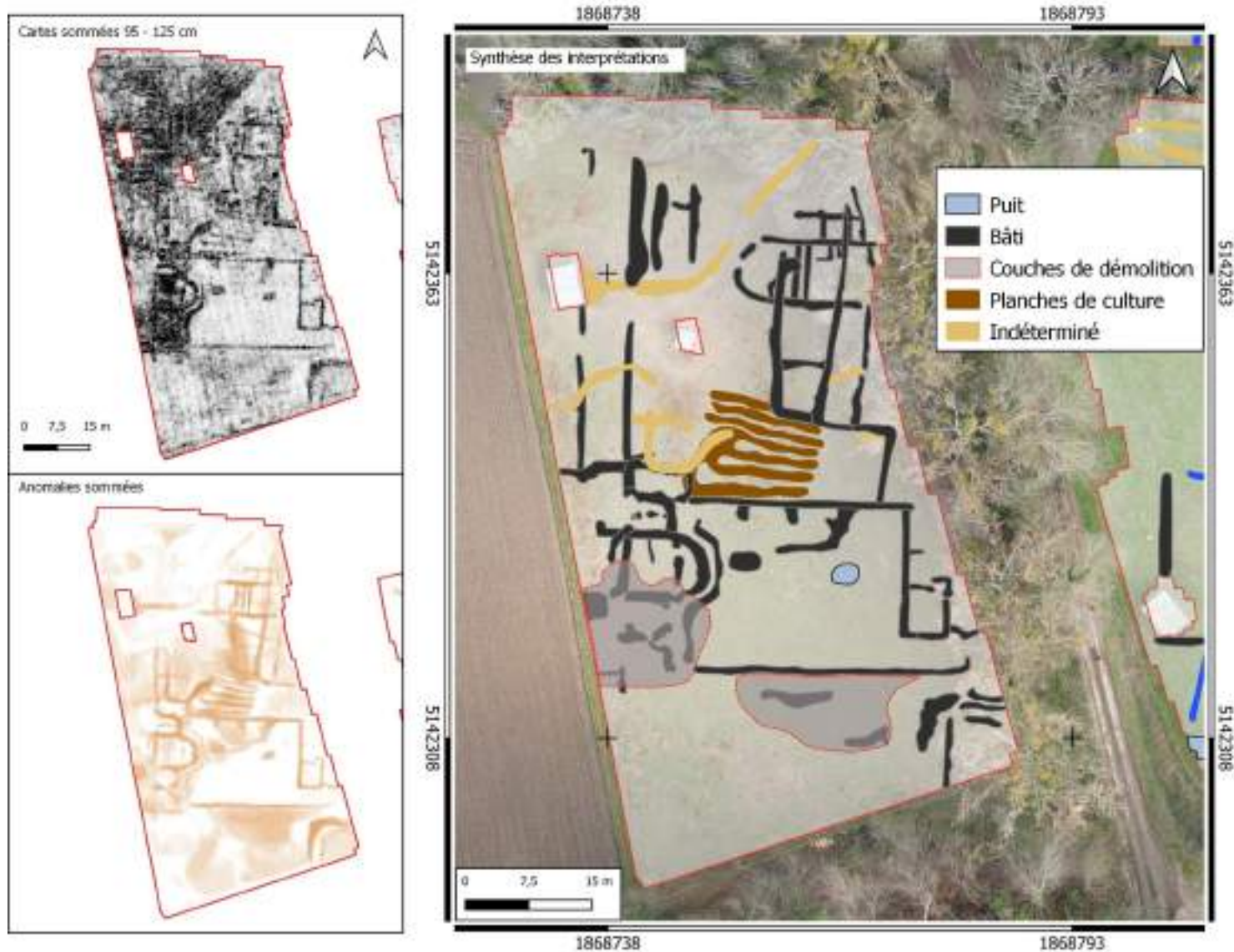


Figure 17: Synthèse des interprétations du secteur 2

Un ensemble d'anomalies au nord du secteur 2 correspond à un bâtiment de 15 mètres de long pour une largeur de 7,5 mètres en moyenne (Figure 18). Il est orienté est-ouest et sa partie occidentale est de forme semi-circulaire laissant penser à un chevet à abside. Deux anomalies parallèles se trouvent à la perpendiculaire des murs nord et sud et pourraient avoir un rôle dans l'organisation interne de l'édifice. En outre, des anomalies au nord s'organisent selon l'orientation générale et pourraient signifier la présence d'un ou plusieurs bâtiments ou pièces annexes. L'ensemble pourrait alors correspondre à une église avec des pièces annexes pouvant être interprétées comme des chapelles latérales. Les anomalies ont une profondeur moyenne d'apparition entre 45 cm et 90 cm. Le mur nord ainsi que les éléments internes possèdent l'épaisseur la plus importante et disparaissent entre 150 cm et 205 cm.

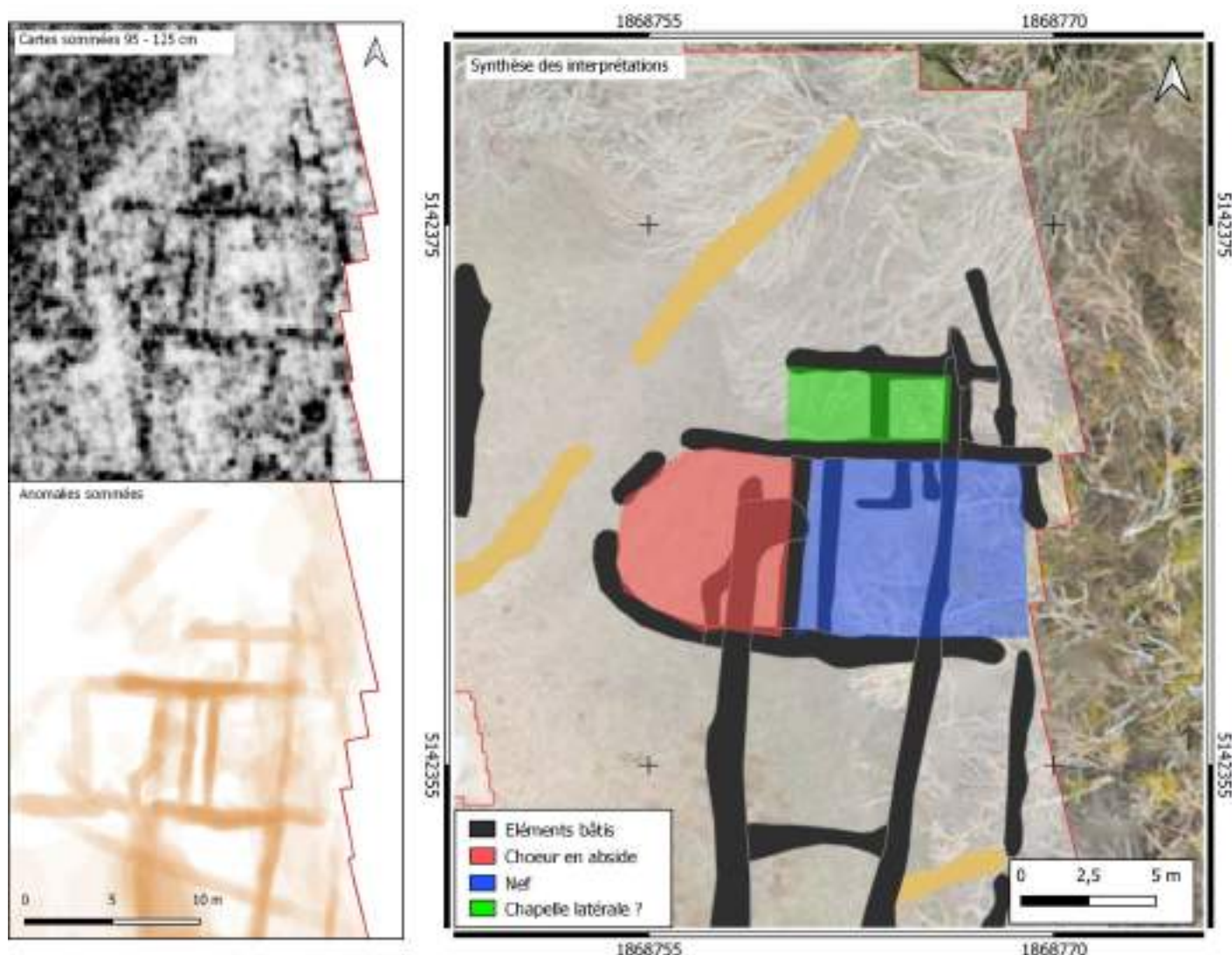


Figure 18: Interprétation du plan de l'église 1

Trois anomalies sensiblement parallèles orientées nord-sud ont été identifiées dans le prolongement de l'église 1 (Figure 18). Leur longueur respective est de 17 m, 24 m et 14 m et possèdent toutes un retour orienté à l'est sur leurs parties méridionales. Leur orientation pourrait les mettre en lien avec l'église 1 néanmoins la surface d'apparition est bien inférieure, une moyenne avoisinant les 1,00 m / 1,10 m.

Au sud-est du secteur 2, plusieurs anomalies forment très vraisemblablement des bâtiments à vocation cultuel ou liturgique (Figure 19). La forme semi-circulaire du bâtiment à l'est est bien marqué tout comme les deux murs principaux de l'édifice orientés est-ouest. Cette disposition permet d'affirmer sans trop de risque qu'il s'agit d'une église à chevet à abside. Nous serions alors en présence de l'église abbatiale de l'abbaye de Bonnevaux. À la perpendiculaire de ces murs se trouvent une anomalie également bien marquée qui pourrait correspondre à la limite en la croisée du transept et le chœur de l'église. Une autre anomalie est accolée au nord du mur méridional. Sa position à l'est du croisillon nord peut nous faire envisager la présence d'une chapelle orientée (parfois dénommée également absidiole).

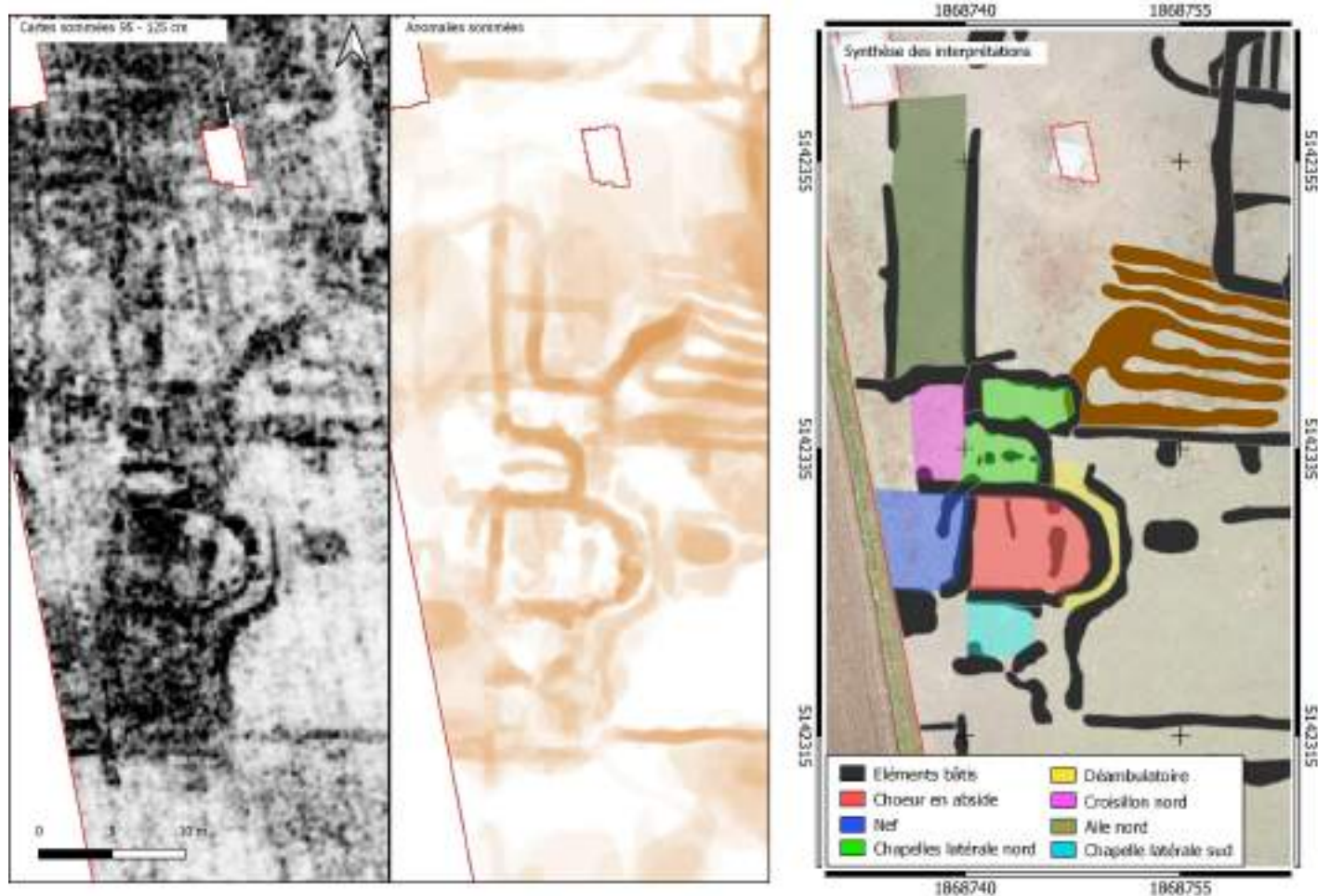
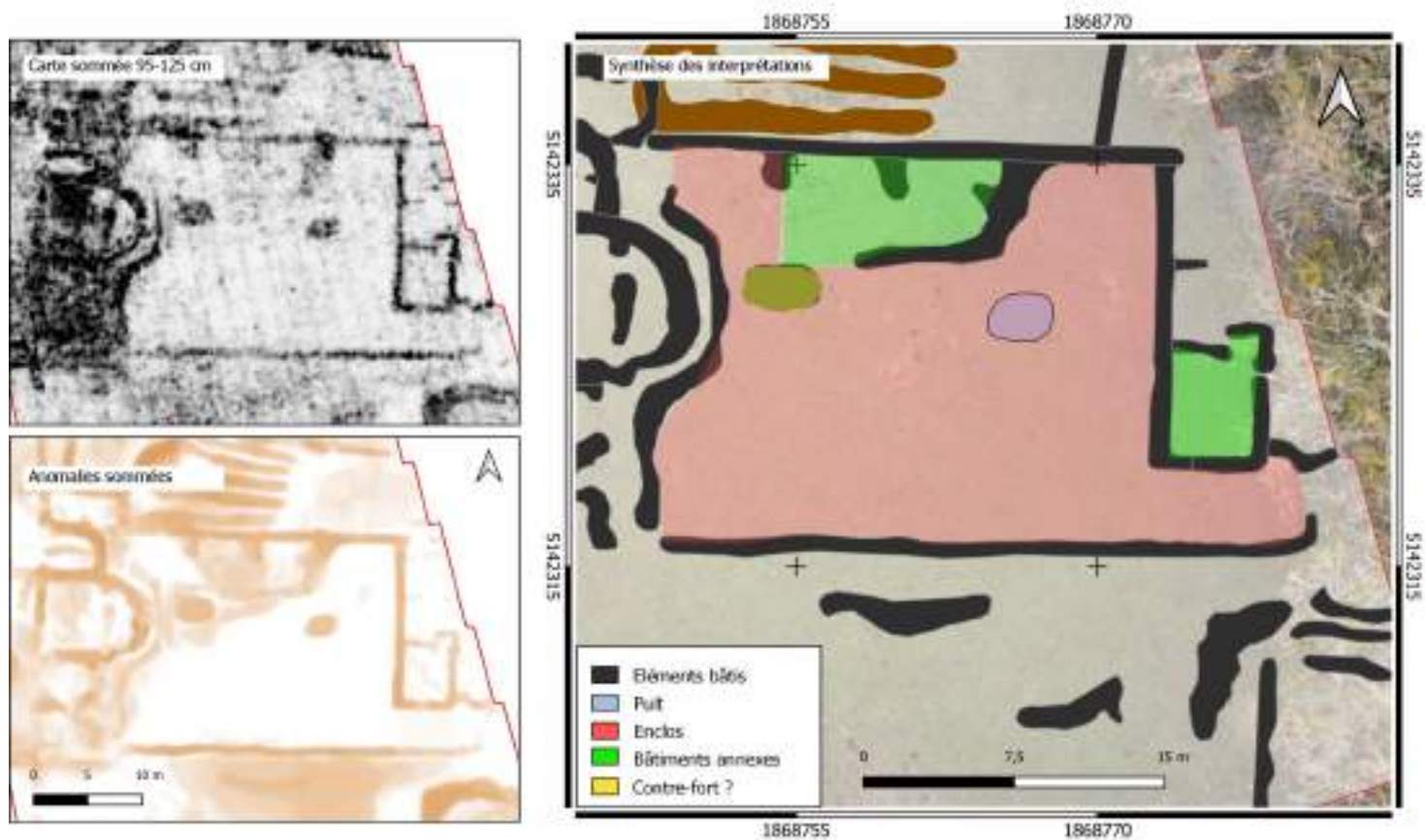


Figure 19: Interprétation du plan de l'église abbatiale et ses annexes

Au nord de cette dernière, d'autres anomalies, néanmoins plus fugaces, laissent percevoir une autre chapelle orientée légèrement décalée à l'est. Leurs niveaux d'apparition étant assez similaires (entre 105 cm et 110 cm), il est possible que les deux pièces aient fonctionné à la même période. Au sud de l'édifice principal, on retrouve un agglomérat d'anomalies dont il est difficile de cerner l'organisation générale. Toutefois, on semble percevoir une forme d'absidiole en symétrie de la chapelle nord. De plus, des effets de parois importants ont été relevés au nord et à l'est laissant supposer une structure bâtie. Au vu de leur situation par rapport à l'église, il pourrait s'agir du croisillon sud et d'une ou plusieurs chapelles orientées méridionales. L'église pourrait alors être décrite comme ayant un chevet à chapelles échelonnées. Une anomalie parallèle au chevet apparaît à une moindre profondeur que le reste du bâtiment. Cet élément pourrait correspondre à un déambulatoire qui aurait été construit dans un second temps. Deux anomalies linéaires s'organisant dans le prolongement du transept de l'église au nord. Respectivement de 14 m et 17 m, elles pourraient correspondre à des murs d'autres bâtiments monastiques. Si l'on se réfère aux plans des abbayes cisterciennes, ses anomalies pourraient correspondre aux murs principaux de la salle capitulaire.

À l'est de l'abbatiale, de longues anomalies forment un espace quadrangulaire (Figure 20). D'une longueur de 32,5 m et d'une largeur moyenne de 20 m, cet enclos est parfaitement orienté est-ouest comme l'église 2. On note un bâtiment carré accolé au mur oriental dont la surface avoisine les 30 m². L'analyse fine des signaux radar nous permet de définir un seuil dans le mur sud. D'autres bâtiments semblent avoir été élevés à l'intérieur de l'enclos. On distingue trois anomalies perpendiculaires au mur septentrional ainsi qu'un retour parallèle à ce dernier laissant supposer un minimum de deux bâtiments de 25 m². Deux anomalies de forme ovoïdes sont visibles dans l'enceinte de l'enclos. L'anomalie la plus à l'est est de forme légèrement circulaire dont le diamètre atteint les 2,2 m. Il pourrait s'agir d'un ancien puits ou fontaine d'autant que l'on sait que l'abbaye en est largement dotée encore au 18^e s. La seconde anomalie se trouve à l'ouest au pied du chevet de l'église 2. Sa forme moins régulière et son orientation peuvent laisser penser à une base de contrefort du chevet, néanmoins les indices sont encore trop minces pour l'affirmer avec certitude.



Une succession de sept anomalies linéaires orientées est-ouest s'organisent de manière assez inédite au nord de l'enclos (Figure 21). D'une longueur moyenne de 14,5 m, elles suivent un schéma parallèle depuis le mur de l'enclos en se décalant légèrement vers le nord-est. Ces structures interpellent par leur organisation et leur forme atypique. L'une des interprétations pourrait être des planches de labour fossilisées en lien avec le travail agraire de l'abbaye. Néanmoins la petite surface couverte, moins de 170 m², nous oblige à la prudence. Nous serions plutôt en présence de jardinet ou de carré potager en lien avec le travail agraire des moines cisterciens de l'abbaye.

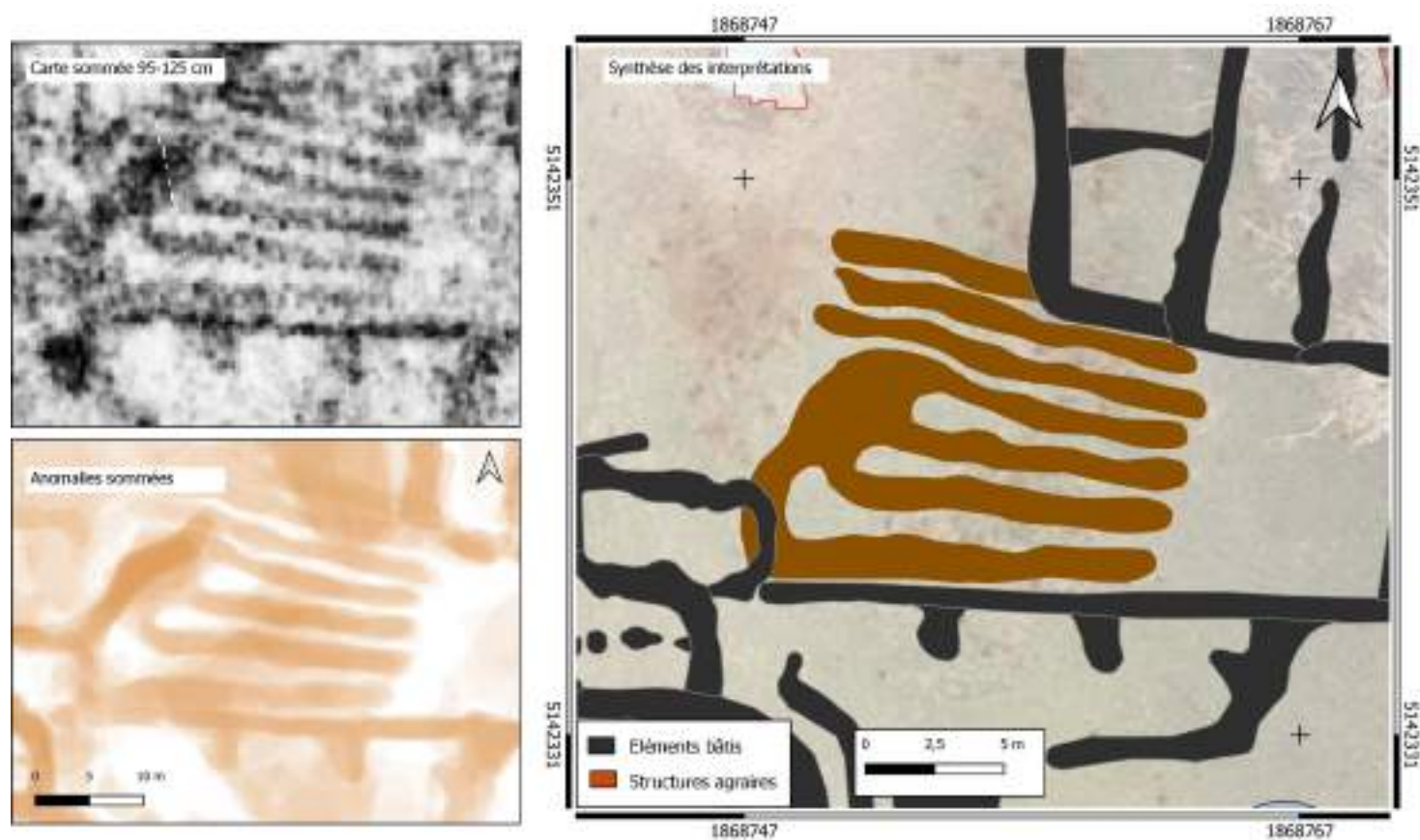


Figure 21: Interprétation des structures agraires ou potagères

III.II.III - Secteur 3

Tout comme les éléments du secteur 2, ceux du secteur 3 s'organisent selon un axe nord-sud / est-ouest (Figure 22). Il est évident qu'il y ait une logique d'implantation entre les structures des deux secteurs, mais cela sera discuté dans la synthèse (5). Les éléments bâtis les plus importants forment un couloir de 23 m de long, mais ce dernier peut être restitué sur la quasi-totalité de la parcelle, 65 m environ. Parallèlement à ce couloir, retrouve une structure bâtie pouvant correspondre à un mur. En absence d'autres faisceaux d'indices, nous pouvons le mettre en relation avec un bâtiment encore en élévation au début du 19^e s (figure). Le grand couloir s'ouvre au sud sur un espace enclos d'environ 230 m² dont la partie occidentale n'a pas été identifiées.

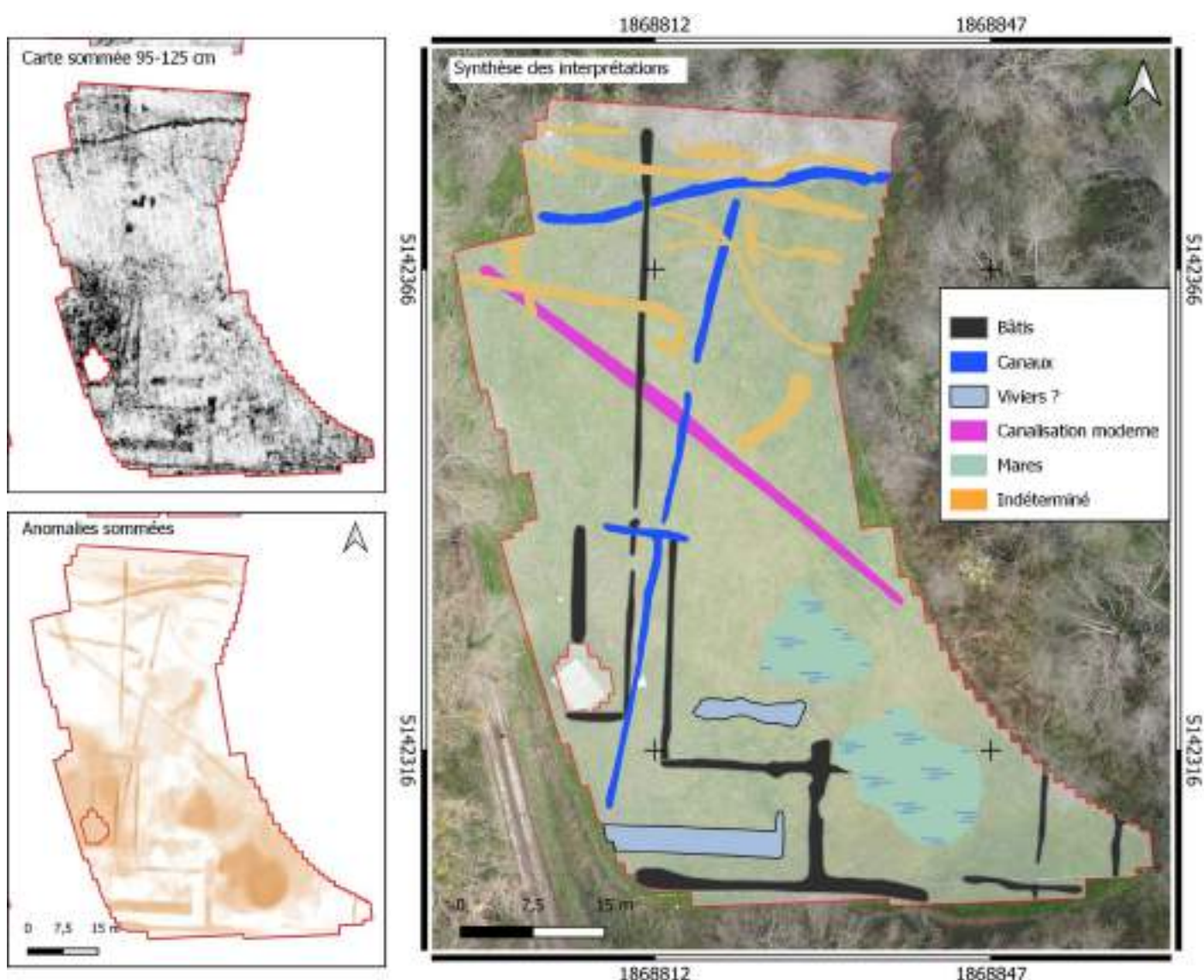


Figure 22: Synthèse des interprétations du secteur 3

En son centre, on retrouve une structure qui est reconnue entre 65 cm et 135 cm sous le sol actuel, et pourrait être interprétée, de par sa forme, à un bassin. L'appendice perpendiculaire au nord-est pourrait correspondre quant à lui à une arrivée ou évacuation d'eau. D'une largeur de 2,7 m pour une longueur minimale de 18,5 m, nous pourrions être en présence d'un vivier réservé pour les ressources halieutiques de l'abbaye. De nombreux étangs sont encore présents à moins de 5 km au nord-est de l'abbaye à vol d'oiseau, étangs que l'on retrouve déjà sur la carte de Cassini (18^e s.) et la Carte d'États Major (milieu du 19^e s.) comme l'étang Cadenas ou les étangs construits sur le ruisseau de Girieux. L'analyse de la topographie à l'aide des données dérivées du modèle numérique de terrain nous permettent même d'identifier un étang asséché sur le cours du ruisseau de Girieux (Figure 23). Il se trouvait dans le prolongement de l'étang du lieu-dit la fontaine rousse et on peut encore remarquer sa retenue d'eau juste en amont de la confluence avec la Gère.

La tradition piscicole est très présente dans les abbayes cisterciennes et l'interprétation d'un vivier à cet emplacement est tout à fait plausible. Une structure similaire peut être identifiée à une dizaine de mètres au nord en dehors de l'enclos, mais son interprétation reste sujette à débat.

Une autre structure hydraulique a été mise en évidence sur le secteur 3 et il pourrait s'agir d'une canalisation faisant communiquer le cours de la Gère au nord et le vivier précédemment décrit. D'une longueur restituée de 65 m, elle s'oriente légèrement nord-est / sud-ouest. Il est intéressant de noter que sa profondeur d'apparition est plus importante que les murs de l'enclos et du couloir ce qui alimente l'hypothèse d'un canal souterrain. En son milieu on peut noter un petit tronçon perpendiculaire d'environ 8 m de long et orienté est-ouest. En extrapolant, on pourrait imaginer un système de canalisation pour diriger l'eau vers la partie la plus importante de l'abbaye que l'on a identifiée dans le secteur 2. Dans la partie septentrionale du secteur, on retrouve une autre structure qui pourrait correspondre à une canalisation. Longue de 35 m, elle est parallèle au cours de la Gère et est orientée est-ouest.

Un certain nombre d'anomalies, en particulier au nord, n'ont pu être interprétées. Au vu de leur proximité avec le cours d'eau il pourrait d'agir d'autres structures hydrauliques, voir même des aménagements de berge, mais les indices ne sont pas assez importants pour être discriminants.

Deux anomalies sont particulièrement intéressantes dans la partie sud-est du secteur. De forme approximativement ovoïde elles couvrent une surface de respectivement 75 m² et 142 m². Il ne semble pas s'agir de niveaux de sol ou de couche de destruction, car si l'on se réfère aux radargrammes (profils 15 à 28) et (profils 26-29 et 62-69) les anomalies ne sont pas planes. De plus on retrouve leur signature jusqu'à 240 cm alors que toutes les autres structures anthropiques ont disparu. L'une des interprétations plausibles serait qu'ils s'agissent de mares en lien avec la pisciculture de l'abbaye pour l'élevage des alevins où bien de viviers pour les poissons arrivés à maturité. Les anomalies persistantes pourraient être mises en lien avec des couches sédimentaires hydromorphes. Enfin, on retrouve au sud-est des structures bâties qui restent difficiles à interpréter. Au vu de leur position et orientation, elles pourraient être à mettre en lien avec un enclos parcellaire encore visible sur le cadastre napoléonien (Figure 24).

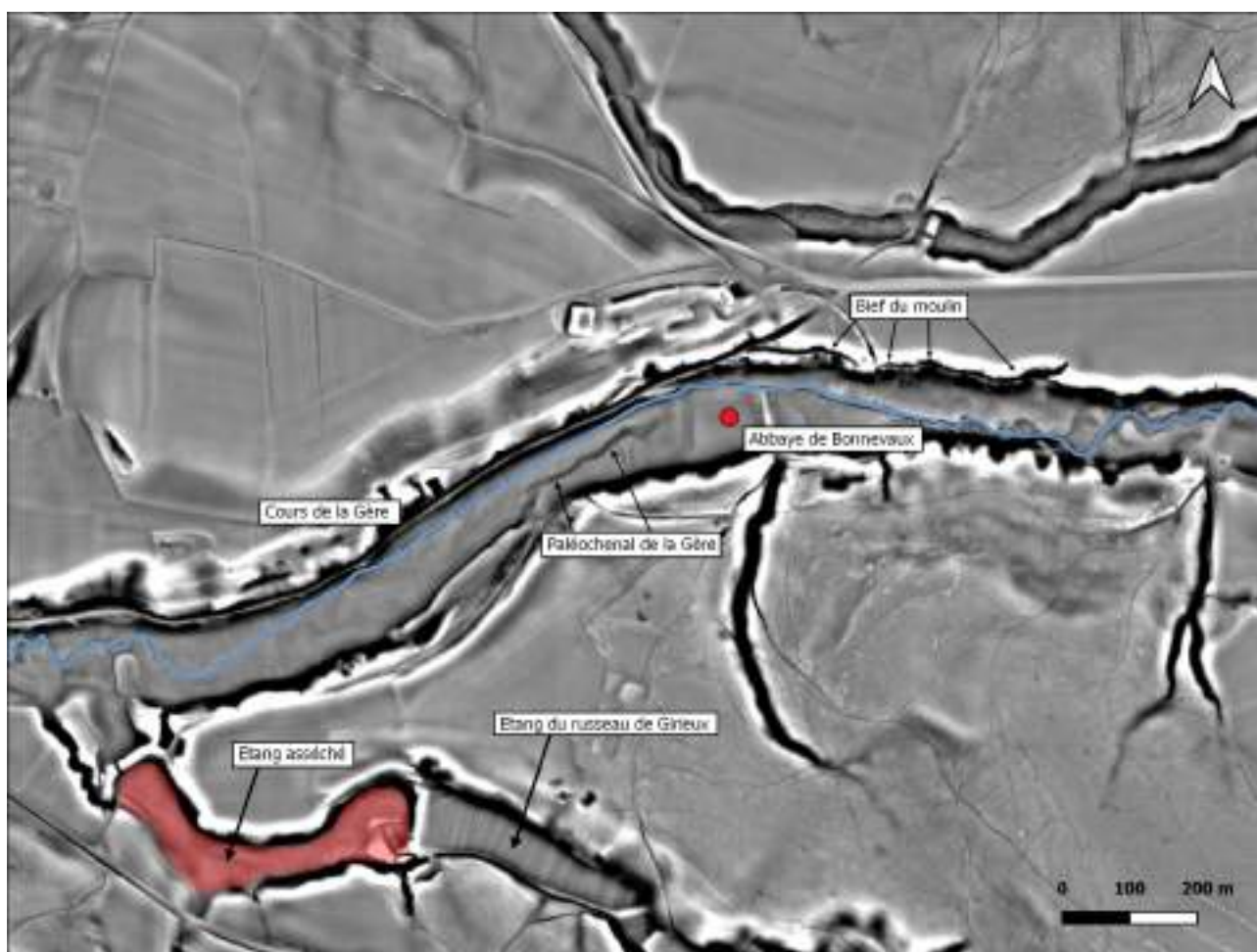


Figure 23: Contexte hydrographique de la vallée de la Gère (fond LRM)

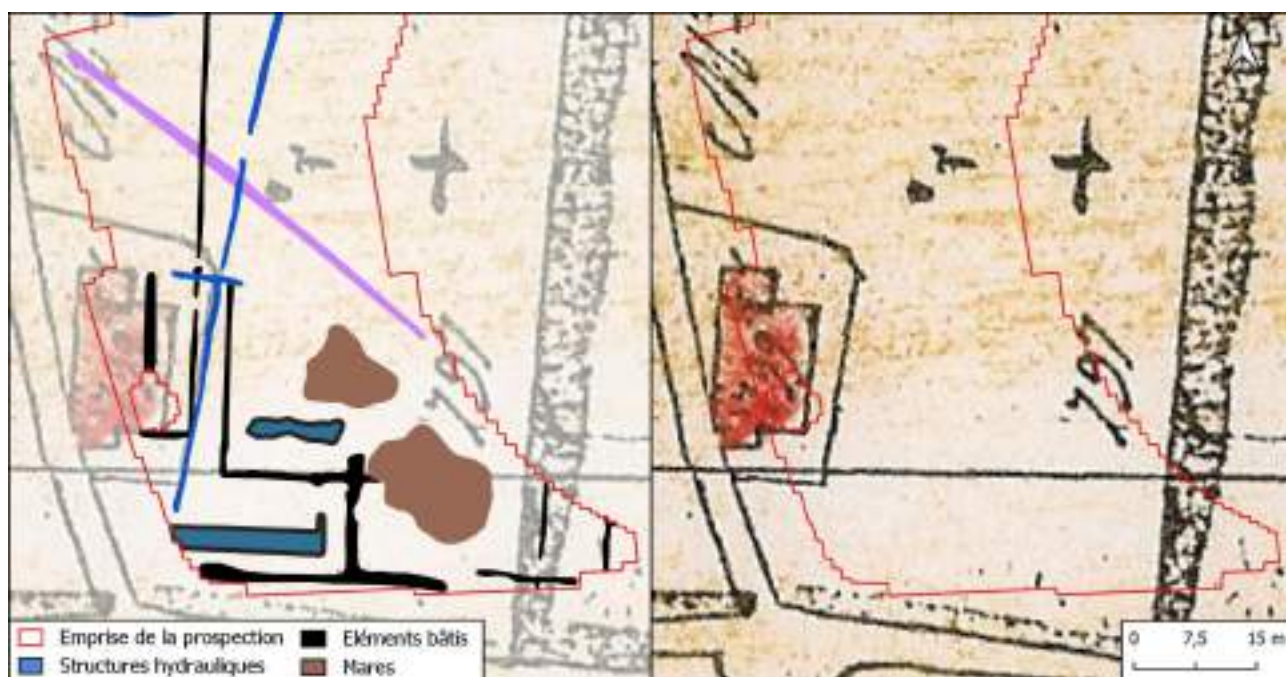


Figure 24: Confrontation des anomalies et du cadastre napoléonien

III.III - Essai de restitution

La prospection GRP à l'abbaye de Bonnevaux apporte de nouvelles données pour la compréhension de cet important site monastique. Plusieurs bâtiments ont été mis en évidence et un premier plan de l'abbaye peut être esquissé (Figure 25). Il convient toutefois de rappeler qu'il ne s'agit que d'un essai de restitution fondé sur l'analyse des données GPR. Il n'est pas possible de proposer une datation des vestiges tout comme un phasage précis du site néanmoins il est intéressant de les comparer avec les sources iconographiques à notre disposition en particulier le plan cavalier de l'abbaye au 18^e s. et le plan cadastral de 1835.

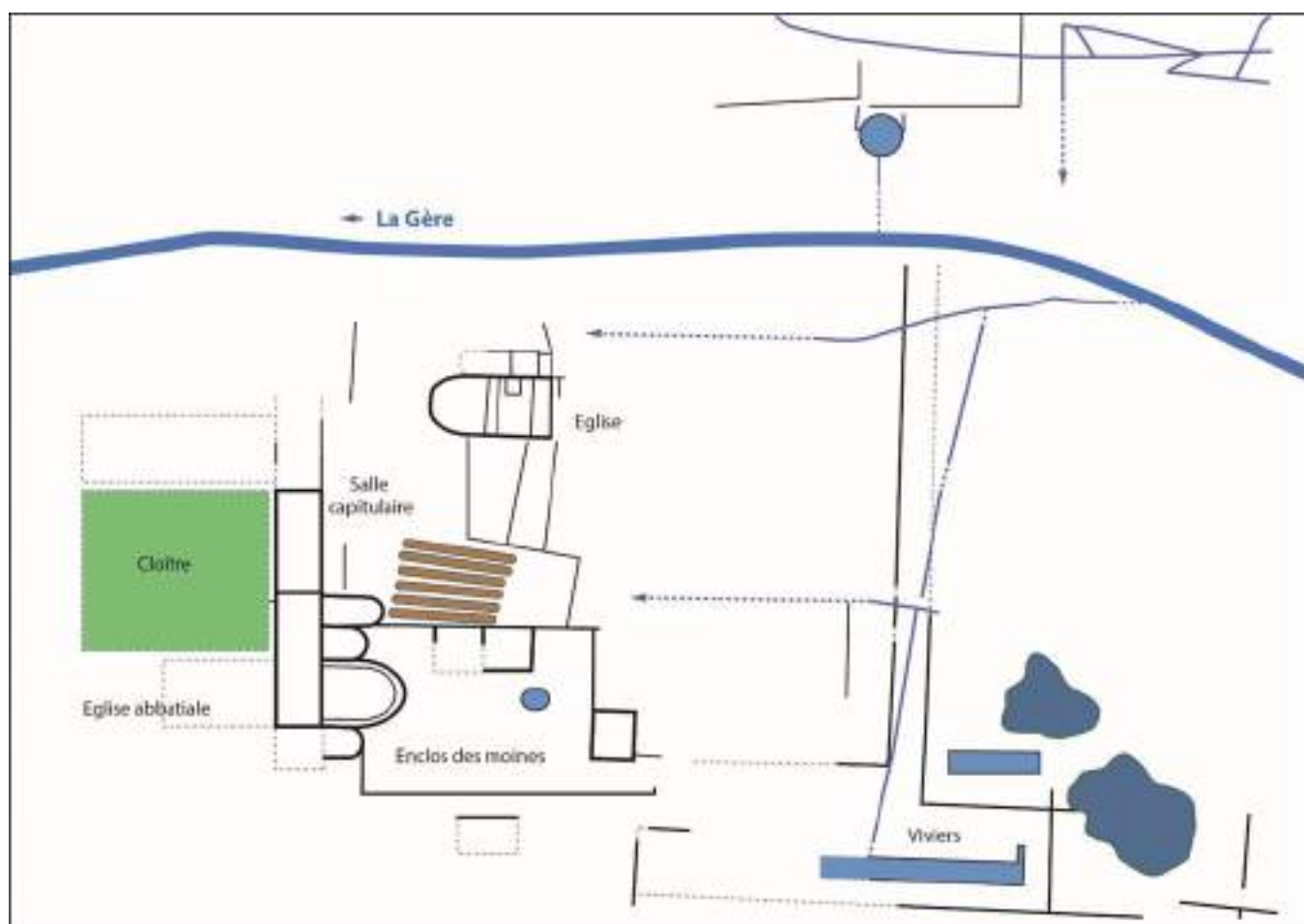


Figure 25: Restitution de l'abbaye de Bonnevaux d'après les données GPR

L'abbaye semble bien se développer sur la rive gauche de la Gère conformément aux sources iconographiques. Les données nous permettent de restituer un important bâtiment de culte, interprété comme l'église abbatiale accolée de différentes chapelles latérales. En suivant les plans classiques des abbayes cisterciennes, on peut alors imaginer que le cloître se développe à l'ouest de l'église. Il est intéressant de noter que l'église possède un chevet en abside alors que la représentation du 18^e s. nous présente un chevet quadrangulaire. Un deuxième bâtiment de culte est identifié au sein de l'abbaye même s'il est impossible de définir s'ils sont contemporains.

L'organisation spatiale du site monastique est marquée par de nombreux murs venant cloisonner des espaces précis de l'abbaye. En premier lieu, l'enclos à l'est de l'abbatiale qui pourrait s'apparenter aux jardins des moines où l'on retrouve généralement le cimetière. Un second enclos entour l'un des principaux bassins et débouche sur un couloir long de plusieurs dizaines de mètres vers le nord.

La gestion de l'eau semble importante aux vues des différentes structures identifiées. Un ou deux bassins peuvent être interprétés comme des viviers à poissons et deux mares ont également été mises en évidence. Un réseau de canalisation de l'eau s'organise à partir du cours de la Gère vers les différentes antennes de l'abbaye. Deux puits ont également été identifiés l'un dans l'enclos des moines, l'autre près d'un bâtiment aujourd'hui détruit. De plus l'analyse du cadastre napoléonien et du modèle numérique de terrain a permis d'identifier le bief du moulin jusqu'à son commencement à plus de 700 mètres à l'est de l'abbaye.

IV - CONCLUSION

La prospection GPR de l'abbaye de Bonnevaux a révélé de très bon résultats sur l'ensemble des parcelles choisies. Elle a permis d'identifier un certain nombre de bâtiments liés au culte ou à la vie monacale. L'église abbatiale a été identifiée et l'on peut envisager une première restitution du plan de l'abbaye avec un développement à l'ouest du cloître et des bâtiments associées. Un réseau hydrographique a pu également être mise au jour avec de nombreux bassins, canaux et puits qui attestent d'une importante gestion de l'eau.

L'étude des sources archivistiques permettra d'affiner la fonction de certains bâtiments et d'expliquer la différence d'architecture entre le chevet carré de l'iconographie du 18^e s. et le chevet en abside dévoilé par la prospection.

En raison d'un contexte géomorphologique favorable à la prospection GPR, il serait alors intéressant de poursuivre les investigations à l'ouest de la parcelle 0683 sur les parcelles 0682 et 0564 afin de mettre en évidence le cloître et les bâtiments associés et ainsi compléter le plan de l'abbaye de Bonnevaux.

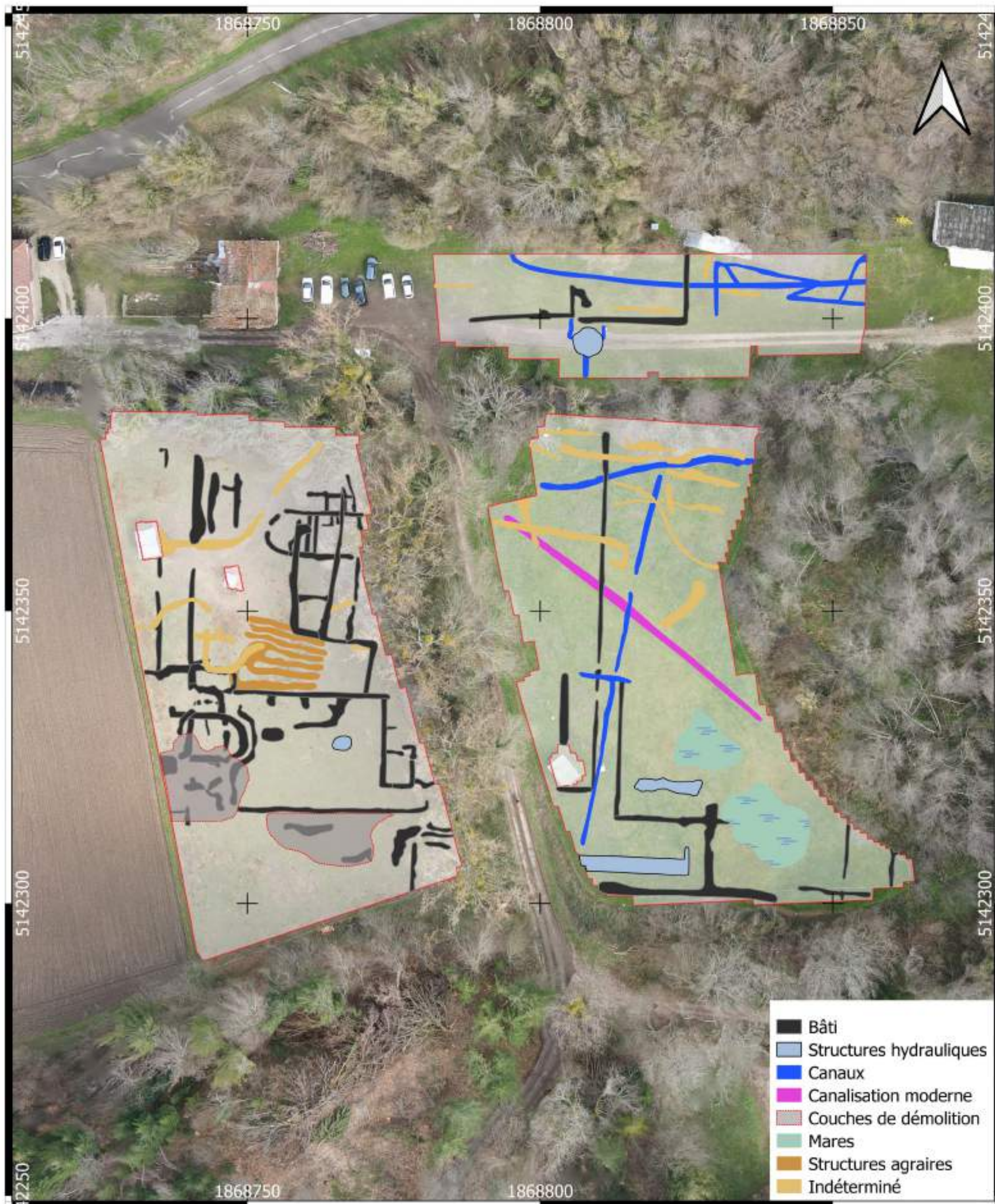
ANNEXES



	Carte sommée générale des données GPR (95 - 125cm) 2021 - Abbaye de Bonnevaux		
Auteur : Bastien Gouhier	0 10 20 30 40 50 m 		
Fond Drone AGC	Echelle 1:600	Système de coordonnées Lambert 93 CC46	



	Plan général des anomalies selon leur profondeur d'apparition 2021 - Abbaye de Bonnevaux		
Auteur : Bastien Gouhier	0 10 20 30 40 50 m 		
Fond Drone AGC	Echelle 1:600	Système de coordonnées Lambert 93 CC46	



	Plan général d'interprétation 2021 - Abbaye de Bonnevaux		
Auteur : Bastien Gouhier	0 10 20 30 40 50 m 		
Fond Drone AGC	Echelle 1:600	Système de coordonnées Lambert 93 CC46	