

**ÉTUDE GÉOPHYSIQUE DU SITE HISTORIQUE
DE LA MAISON DES JÉSUITES (CEET-27),
ARRONDISSEMENT DE SAINTE-FOY-
SILLERY, VILLE DE QUÉBEC**

Rapport de recherche No R-958

Décembre 2007

Étude géophysique du site historique de la Maison des Jésuites
(CeEt-27), arrondissement de Sainte-Foy-Sillery, Ville de Québec

Entente de
développement culturel



Rapport préparé par

Marc Richer-LaFlèche, Yves Monette et
Bruno Boussicault

Rapport de recherche N° R-958

Institut National de la Recherche Scientifique
Centre Eau, Terre et Environnement
(INRS-ETE)

Décembre 2007

ISBN : 978-2-89146-554-0

RÉSUMÉ

Ce rapport de recherche rend compte de travaux de prospection géophysique de sub-surface effectués en décembre 2006 sur le site historique de la maison des Jésuites situé au pied du promontoire de Québec dans l'arrondissement de Sainte-Foy-Sillery de la ville de Québec. Diverses méthodes de caractérisation de la sub-surface ont été déployées sur ce site afin de localiser des vestiges archéologiques. Les méthodes de prospection géophysique utilisées incluent un levé d'induction électromagnétique multi-fréquence (GEM2), un levé magnétométrique (champ total et gradient magnétique), un levé géoradar de 500 MHz ainsi qu'un levé d'imagerie tomographique de la résistivité électrique.

Dans les secteurs est et ouest du domaine situé au nord du chemin du Foulon, les données du levé d'induction électromagnétique montrent la présence d'anomalies linéaires orientées NO-SE. Une anomalie linéaire de faible conductivité électrique apparente, localisée sur la ligne 28, suggère la présence d'une structure anthropique possiblement associée à un ancien muret. Cette dernière est cartographiable sur plus de 28 mètres. Deux anomalies linéaires plus conductrices sont présentes le long des lignes 16 et 44. Ces dernières ne peuvent s'expliquer à partir des observations de surface. Ces structures devraient être sondées et vérifiées par des archéologues. Le levé géoradar montre la présence de sol et remblai fortement perturbés le long de la trajectoire probable de l'ancienne fortification des Jésuites (nord du chemin du Foulon). De nombreuses anomalies hyperboliques, relativement profondes, sont observées dans ce secteur. Certaines de ces anomalies pourraient avoir un intérêt archéologique. L'imagerie tomographique de la résistivité électrique du secteur Est montre la présence de dépôts meubles hétérogènes reposant localement sur la roche mère. L'épaisseur de dépôts meubles diminue vers l'est. Différents types de remblais sont présents sur le site.

Le secteur du stationnement, situé au sud du chemin du Foulon, montre la présence de matériaux plus résistifs (faible conductivité électrique apparente) vers l'ouest en s'éloignant de la zone de stationnement. Ceci est compatible avec la présence de fondations dans ce secteur. La partie centrale du stationnement est caractérisée par la présence de matériaux plus conducteurs. Les caractéristiques géométriques de l'anomalie suggèrent que les sols et remblais historiques ont été excavés et remplacés par un remblai électriquement très homogène. Pour ce qui est du levé géoradar, le secteur du stationnement et le site de l'ancienne chapelle montrent la présence de réflecteurs relativement profonds d'origine anthropique. Les anomalies hyperboliques ponctuelles observées au dessus de cet horizon suggèrent la présence de sépultures. Une fosse ainsi qu'une sépulture semblent avoir été détectées sous le site présumé de l'ancienne chapelle. Compte tenu du cadre historique et des traditions d'inhumation du 17^{ième} siècle, il est probable que l'imagerie géoradar a détecté un site d'inhumation situé à l'intérieur de l'ancienne chapelle. Une structure planaire observée sur les spectres radars pourrait correspondre au plancher du soubassement de l'ancienne chapelle.

REMERCIEMENTS

De nombreuses personnes ont participées de près ou de loin à la bonne marche des travaux et nous tenons à les remercier. D'abord nos remerciements vont à monsieur William Moss et madame Céline Cloutier, respectivement archéologue principal et archéologue à la Ville de Québec, pour nous avoir permis d'effectuer cette étude et pour l'intérêt qu'ils ont manifesté tout au long des travaux. Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'Entente de développement culturel conclue entre la Ville de Québec et le ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
REMERCIEMENTS	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES FIGURES	ix
1 MANDAT	13
2 PROBLÉMATIQUE	13
3 LOCALISATION ET MILIEU PHYSIQUE	14
4 HISTORIQUE DU SITE DU SITE DE LA MAISON DES JÉSUITES	19
4.1 Description du site historique de la Maison des Jésuites	20
5 PHOTOGRAPHIES DE TERRAIN	23
6 MÉTHODOLOGIE	27
6.1 Levés électromagnétiques	27
<i>Sonde GEM-2 de Geophex</i>	<i>27</i>
6.2 Levé magnétométrique	28
6.3 Levé GÉORADAR	30
<i>Élimination du bruit de fond</i>	<i>34</i>
<i>Accentuation du signal de retour pour compenser l'atténuation du signal radar</i>	<i>34</i>
7 PRÉSENTATION DES DONNÉES	37
7.1 Présentation et interprétation des données magnétométriques	37
<i>7.1.1 Données du champ magnétique total</i>	<i>37</i>
7.2 Levé d'induction électromagnétique GEM-2	47
<i>7.2.1 Conductivité électrique apparente mesurée par la sonde GEM-2</i>	<i>47</i>
7.3 Présentation et interprétation des résultats du levé Géoradar de 500 MHz	60
<i>7.3.1 Secteur ouest (secteur amérindien)</i>	<i>61</i>
<i>7.3.2 Secteurs du stationnement et de l'ancienne chapelle</i>	<i>64</i>
7.4 Imagerie tomographique de la résistivité électrique	68
8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	77
9 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	81
ANNEXE A	83

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Plan de localisation du site historique de la maison des Jésuites, arrondissement de Sainte-Foy-Sillery (Ville de Québec, Qc). Notez l'emplacement de la maison des Jésuites, de la chapelle, du stationnement sud et du cimetière amérindien. Source : plan du service d'aménagement de la Ville de Québec.....	15
Figure 2.	Photo aérienne du site historique de la Maison des Jésuites (altitude de 360 m). Notez la localisation approximative du périmètre étudié dans le cadre de ce projet. Source : Google Earth.....	16
Figure 3.	Photo aérienne du site historique de la Maison des Jésuites (altitude de 130 m). Notez la localisation approximative des périmètres (en rouge) des levés géophysiques réalisés dans le cadre de ce projet. Source : Google Earth.	17
Figure 4.	Plan du réseau de lignes à l'intérieur des périmètres des levés géophysiques réalisés sur le site historique de la maison des Jésuites. Notez que le système de coordonnées est en UTM-Nad83.	18
Figure 5.	Schéma montrant la localisation de la mission des Jésuites selon Robert de Villeneuve. Document tiré du rapport de Cloutier 2007 et provenant de la carte générale des environs de Québec, Bibliothèque des Archives nationales du Canada, V2/339, Québec, 1685-1686.	21
Figure 6.	Évolution de l'environnement de l'établissement des Jésuites et de la maison des Hospitalières (plan tiré de la figure 6 du rapport de Cloutier 2007).....	22
Figure 7.	Photographies montrant différents éléments du site de la Maison des Jésuites lors des levés géophysiques de 2006. A) et D) vues vers le sud montrant la maison des Jésuites, B et E) piquets de ligne du dispositif de terrain (vues vers l'est). C) four extérieur et lampadaire métallique (vue vers le nord). F) ancien puits d'eau potable situé à l'est de la maison des Jésuites.....	24
Figure 8.	Photographies montrant différents éléments de la partie ouest du site de la Maison des Jésuites. A) et C) vues vers l'ouest montrant la nouvelle chapelle et l'alignement des lampadaires impliquant la présence d'une ligne électrique souterraine. B) aménagement éducatif de bâtiments amérindiens (vue vers le nord) et D) petit ponceau traversant le fossé de drainage (vue vers le sud).....	25
Figure 9.	Photographies montrant différents éléments du périmètre au sud du chemin du Foulon (site des Jésuites). A) emplacement présumé de l'ancienne chapelle, B) site de l'ancien cimetière amérindien bordé par le chemin de fer du CN et C) vue vers le sud-est montrant la surface du stationnement ayant fait l'objet de levés géophysiques.	26
Figure 10.	La sonde d'induction électromagnétique GEM-2 multifréquences couplée à un système de positionnement DGPS sub-métrique (photo : quai de la Garde côtière du Canada, Port de Québec).....	28
Figure 11.	Exemples de variations diurnes du champ magnétique total enregistrées à la station de base installée dans la partie nord-ouest du site de la maison des Jésuites.	29
Figure 12.	Système Géoradar RAMAC de la compagnie <i>Mala</i> . Le système comporte une antenne blindée, une roue de précision (évaluation des distances) ainsi qu'un moniteur permettant de visualiser les spectres radar en temps réel.	30
Figure 13.	Géoradar RAMAC X3M de la compagnie MALA (Suède) composé d'une antenne blindée de 500 MHz et de son moniteur permettant une visualisation des acquisitions en temps réel.	31
Figure 14.	Évolution du signal radar lors de sa pénétration dans le sol. Notez la réflexion de l'onde lors du passage d'un horizon à l'autre. Cette réflexion témoigne d'un contraste de permittivité diélectrique entre les différents matériaux. Le diagramme du centre montre le	

	signal enregistré par l'appareil (en volt). Notez également la diminution normale (atténuation) du signal avec l'accroissement de la profondeur.	33
Figure 15.	Exemple de filtrage des données géoradar RAMAC 500 MHz lors du levé sur le site de la maison des Jésuites (périmètre au sud du chemin du Foulon). Notez l'augmentation du gain exponentiel et du gain total du haut vers le bas. La dernière figure montre l'effet de l'ajout d'un filtre de type moyenne mobile calculée sur 3 points. Un filtre DC a été appliqué sur l'ensemble des figures de données filtrées du fichier DAT37.	36
Figure 16.	Sections montrant les variations des données du champ magnétique total observées le long du réseau de lignes du secteur est du site de la maison des Jésuites (lignes 12 à 30).	39
Figure 17.	Sections montrant les variations des données du champ magnétique total observées le long du réseau de lignes du secteur est du site de la maison des Jésuites (lignes 32 à 54).	40
Figure 18.	Sections montrant les variations des données du champ magnétique total le long du réseau de lignes du secteur ouest du site de la maison des Jésuites (lignes 0 à 10).	41
Figure 19.	Carte des données du gradient magnétique mesurées dans les secteurs ouest et est du site des Jésuites. Notez les fortes anomalies gradiométriques bordant le mur nord de la maison (Y=0) et les anomalies ponctuelles localisées entre Y=7 et Y=13. L'anomalie sur la ligne X=24 pourrait correspondre à une anomalie d'intérêt archéologique (structure). Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	42
Figure 20.	Sections montrant les variations des données du champ magnétique total observées le long du réseau de lignes dans le secteur du stationnement.	43
Figure 21.	Carte des données du champ magnétique total du secteur du stationnement. Notez les fortes anomalies magnétiques reliées à la présence de structures métalliques observables à la surface. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	45
Figure 22.	Carte des données filtrées du gradient magnétique du secteur du stationnement. Notez la présence de fortes anomalies gradiométriques localisées aux extrémités du périmètre. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	46
Figure 23.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction à une fréquence de 30030 Hz. Site historique de la maison des Jésuites. Les localisations de la chapelle actuelle et du sentier de gravier sont indiquées sur la figure. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	49
Figure 24.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction à une fréquence de 18270 Hz. Site historique de la maison des Jésuites. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	51
Figure 25.	Carte montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction à une fréquence de 7290 Hz.	52
Figure 26.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction électromagnétique de 4050 Hz.	54
Figure 27.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une fréquence d'induction de 30030 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	56
Figure 28.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une pour une fréquence d'induction de 18270 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	57
Figure 29.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une pour une fréquence d'induction de 7290 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	58

Figure 30.	Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une pour une fréquence d'induction de 4050 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.	59
Figure 31.	Plan horizontal montrant la localisation de la zone anomalique détectée à une profondeur d'observation de 2m dans la partie ouest du stationnement du site des Jésuites. Cette anomalie est vraisemblablement anthropique et possiblement reliée à l'ancienne chapelle des Jésuites.	66
Figure 32.	Spectres géoradar significatifs du secteur de l'ancienne chapelle du site de la maison des Jésuites. Ces diagrammes montrent la présence de structures anthropiques solidement enracinées et enfouies sous une importante épaisseur de remblai. La figure de gauche semble montrer une fosse (anomalie III) avec en son centre un réflecteur hyperbolique (anomalie I) qui pourrait correspondre à une sépulture (réflexion de l'onde radar sur un crâne). Un plancher (anomalie II) semble présent sous la fosse.....	68
Figure 33.	Photographies montrant les dispositifs du levé de résistivité électrique implantés sur le site de la Maison des Jésuites (décembre 2007).	70
Figure 34.	Section tomographique de la résistivité électrique (section 2) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'ouest est du côté gauche de la section et que la profondeur est exprimée en mètres. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV.	72
Figure 35.	Section tomographique de la résistivité électrique (section 3) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'ouest est du côté gauche de la section et que la profondeur est exprimée en mètres. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV.	73
Figure 36.	Section tomographique de la résistivité électrique (section 4) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'est est du côté gauche de la section et que la profondeur est exprimée en mètres. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV.	74
Figure 37.	Section tomographique de la chargeabilité électrique (section 4) (polarisation induite) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'est est du côté gauche de la section. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV. ..	75

1 MANDAT

Suite à des discussions avec M. William Moss, archéologue principal à la Ville de Québec, nous avons élaboré un plan d'intervention pour permettre une caractérisation géophysique du site historique de la Maison des Jésuites situé au pied du promontoire de Québec dans l'ancienne ville de Sillery (Ville de Québec) (Fig. 1 à 3).

Il a été convenu que le périmètre, représenté sur la figure 4, soit systématiquement couvert par des levés magnétométrique, électromagnétique (GEM-2), géoradar (antennes de 500 MHz) ainsi que par des sections d'imagerie tomographique de la résistivité électrique.

Les intervenants de l'INRS-ETE ont eu la responsabilité d'établir un réseau de lignes parallèles espacées de 2 m. Ce dispositif a permis de réaliser des levés de précision dans un cadre géométrique précis.

2 PROBLÉMATIQUE

Selon les travaux des historiens et archéologues consultés et de l'étude synthèse de Cloutier (2007), le site de la Maison des Jésuites est localisé dans un secteur occupé depuis le 17^e siècle et même antérieurement pour ce qui est d'occupations amérindiennes préhistoriques

Compte tenu du potentiel archéologique et historique du site, confirmé par des documents historiques et quelques fouilles archéologiques, les chercheurs de l'INRS-Eau, Terre et Environnement ont proposé la réalisation de levés géophysiques de sub-surface pour vérifier la présence d'anomalies pouvant révéler des éléments ou structures anthropiques associées à des vestiges de bâtiments et autres structures (fortifications, palissade, sépultures).

L'approche géophysique retenue consiste en l'utilisation de techniques non destructives qui permettent une reconnaissance rapide de plusieurs propriétés physiques du terrain. Lors de l'étude du site des Jésuites, nous avons réalisé des levés magnétométrique, électromagnétique, géoradar et géo-électrique. Ces méthodes complémentaires couvrent un large spectre des propriétés physiques des matériaux naturels et anthropiques présents en sub-surface.

Notons que dans le cas de prospections archéo-géophysiques de fondations anciennes recouvertes de remblai, les propriétés physiques suivantes peuvent être détectées. Premièrement, les murs de pierre sont des structures électriquement résistives et donc peu conductrices. Ces matériaux devraient produire des anomalies de faible conductivité électrique apparente lors d'un levé d'induction électromagnétique (levé GEM-2 de *Geophex*). Dépendamment de la nature des pierres et de la proportion de mortier utilisées lors de la construction de fondations, ces matériaux devraient montrer une susceptibilité magnétique différente de celle des sols et remblais adjacents. En plus de la conductivité électrique, les contrastes de permittivité diélectrique devraient être élevés entre le remblai et les fondations d'un bâtiment. En l'absence de sols fortement argileux, ce constat suggère l'utilisation systématique du géoradar.

3 LOCALISATION ET MILIEU PHYSIQUE

Le site historique de la Maison des Jésuites est localisé sur la rive nord du St-Laurent, à l'intérieur des limites actuelles de l'arrondissement de Sillery, de la ville de Québec. Plus précisément, le secteur étudié est localisé sur un plateau qui occupe la partie est de la pointe Saint-Joseph.

Le terrain actuel de la maison des Jésuites (Fig. 1) est bordé au sud par le chemin du Foulon (Fig. 2 et 3) et au nord par le talus et la falaise du promontoire de Québec. Le secteur du stationnement est situé au sud du chemin du Foulon. Ce stationnement bute vers le sud sur le talus du chemin de fer du CN.

Les photographies aériennes montrent bien les caractéristiques géographiques actuelles du secteur (Fig. 1, 2 et 3). Dans le cadre de ce projet, le terrain a été subdivisé en deux parties. Le secteur regroupant le stationnement, la chapelle et le cimetière amérindien situé au sud du chemin du Foulon et le terrain situé au nord du chemin du Foulon. Pour faciliter la présentation des données, la partie nord a été subdivisée en secteurs est et ouest.

La figure 4 montre un plan du réseau de lignes réalisé sur le site des Jésuites. Ce plan souligne la forme des deux périmètres ainsi que la position et la numérotation des lignes.



Figure 1. Plan de localisation du site historique de la maison des Jésuites, arrondissement de Sainte-Foy-Sillery (Ville de Québec, Qc). Notez l'emplacement de la maison des Jésuites, de la chapelle, du stationnement sud et du cimetière amérindien. Source : plan du service d'aménagement de la Ville de Québec.



Figure 2. Photo aérienne du site historique de la Maison des Jésuites (altitude de 360 m). Notez la localisation approximative du périmètre étudié dans le cadre de ce projet. Source : Google Earth.

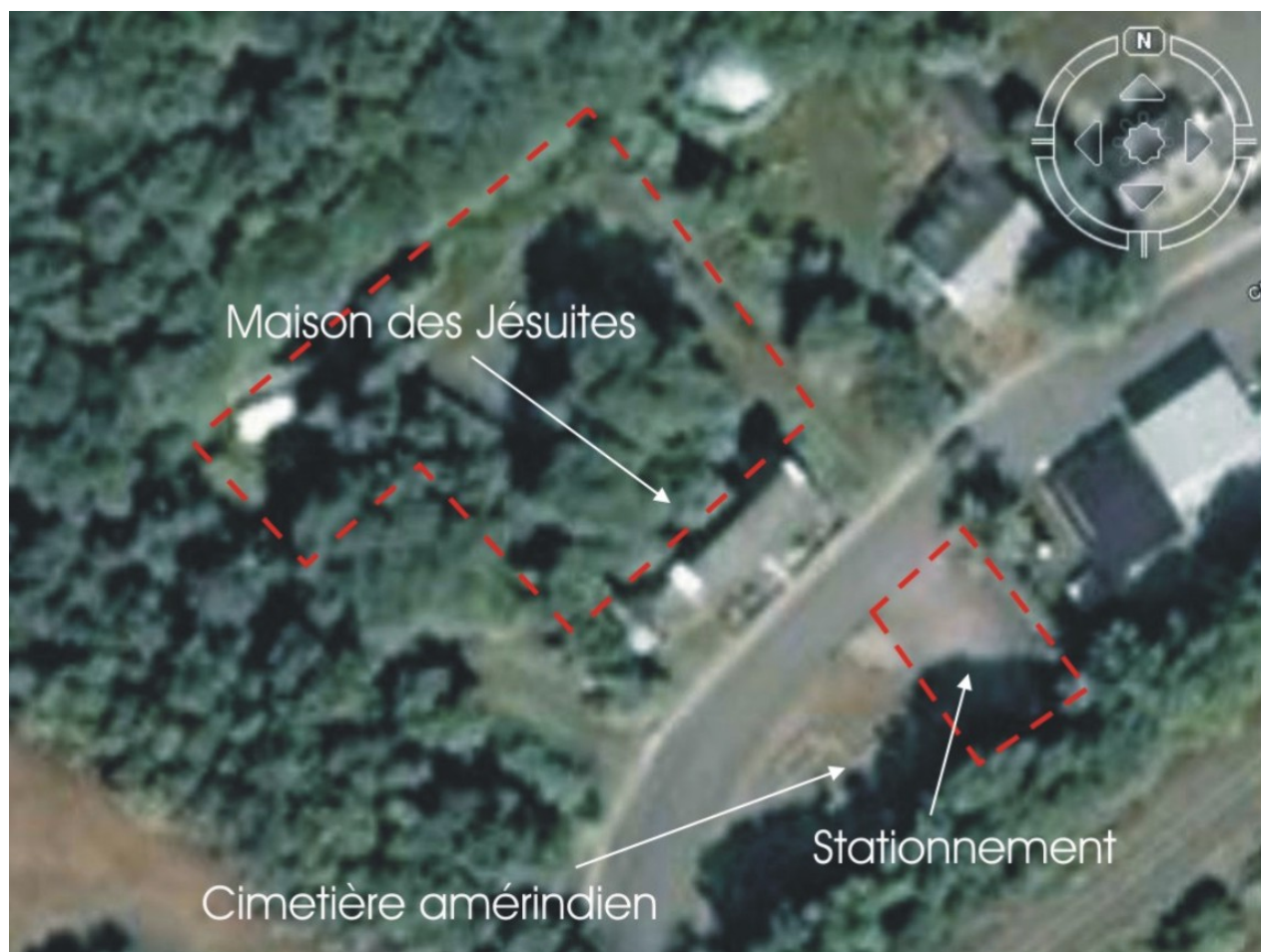


Figure 3. Photo aérienne du site historique de la Maison des Jésuites (altitude de 130 m). Notez la localisation approximative des périmètres (en rouge) des levés géophysiques réalisés dans le cadre de ce projet. Source : Google Earth.

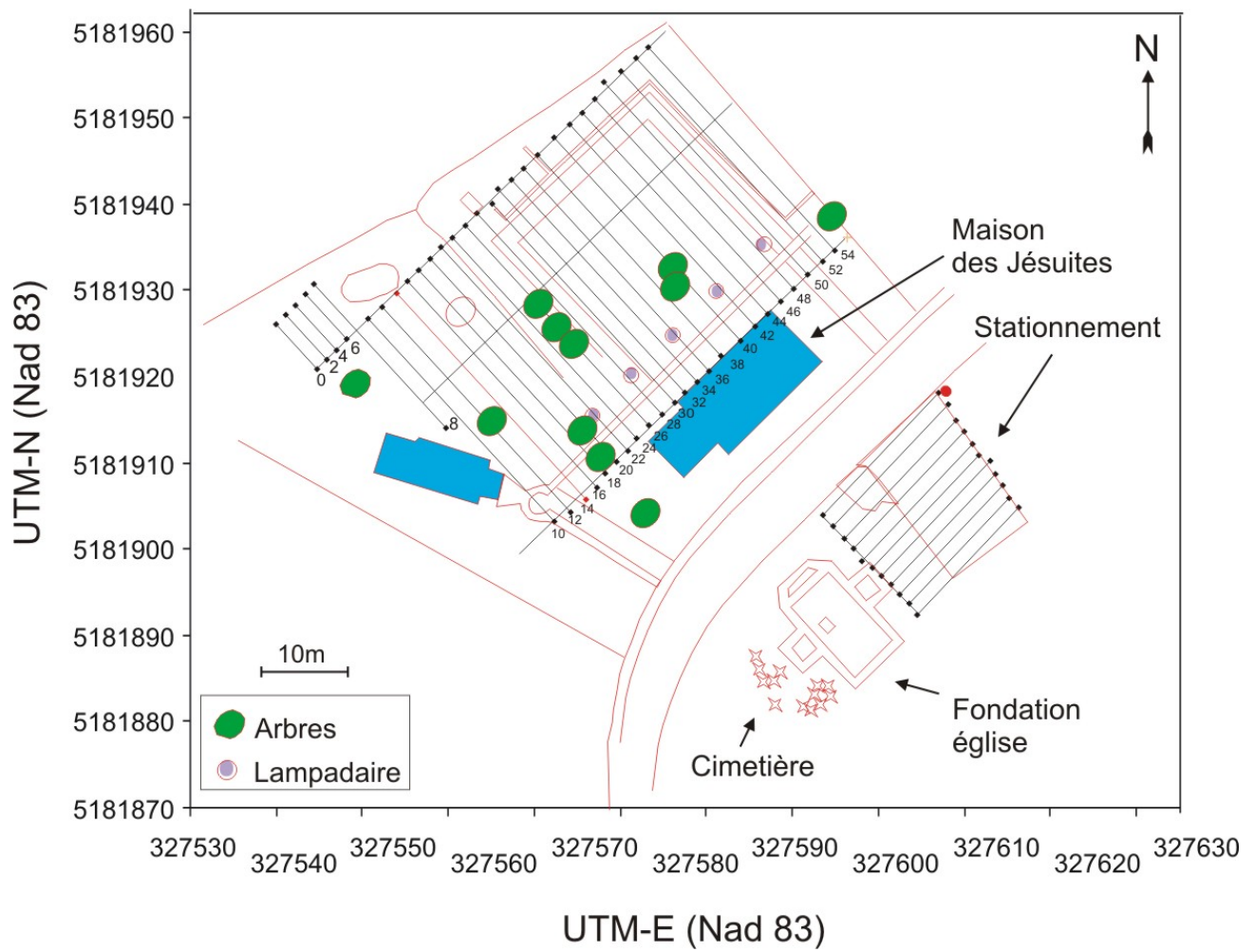


Figure 4. Plan du réseau de lignes à l'intérieur des périmètres des levés géophysiques réalisés sur le site historique de la maison des Jésuites. Notez que le système de coordonnées est en UTM-Nad83.

4 HISTORIQUE DU SITE DE LA MAISON DES JÉSUITES

Le présent projet de recherche fait partie d'un plus vaste programme d'intervention archéologique motivé par la Ville de Québec de mettre en valeur des vestiges archéologiques du 17^{ième} siècle associés au site de l'ancienne Maison des Jésuites (CeEt-27) et de l'hôpital des Sœurs Hospitalières de Dieppe (CeEt-876) (secteur de la côte à Gignac).

Le site étudié dans le cadre de ce projet ainsi que son secteur environnant a fait l'objet d'occupations multiples remontant à plusieurs milliers d'années. Entre autre, les travaux de Gaumond (1961), cités dans le rapport de Slater et Chrétien (2006), font état d'une occupation amérindienne préhistorique (site CeEt-1) vers 3000 à 6000 ans avant aujourd'hui (période archaïque).

En 1637 le Père Lejeune établit une mission du côté Est de la pointe. Ce site, connu sous le nom de la mission Saint-Joseph, est le premier établissement connu de type européen dans le secteur de la pointe Saint-Joseph et le plus ancien site d'évangélisation et de sédentarisation des populations autochtones en Amérique du Nord. Entre 1657 et 1698, de nombreuses épidémies (fièvre, rougeole, déciment la population autochtone et le site est abandonné en 1698. Par la suite, pendant près de 60 ans, les terres de la propriété sont louées et la maison principale utilisée comme résidence de campagne. Après la Conquête et la cession de la Nouvelle-France aux anglais, les Jésuites louent la maison à des britanniques. Entre 1812 et 1815, William Hulet occupe la propriété pour y cultiver du houblon. Pendant cette période, la brasserie Hulet est la principale source de houblon de Québec. Par la suite, le site a été en totalité ou partiellement utilisé pour le commerce du bois (Cloutier, 2007). En 1896, Richard Reid Dobell, un marchand et sénateur devint propriétaire du site. Celle-ci resta dans le giron familial jusqu'en 1924. La succession Dobell, propriétaire de la Maison des Jésuites de Sillery, cède la demeure à la Commission des monuments historiques afin de la convertir en musée. En 1929, la Maison des Jésuites est classée monument historique par le gouvernement du Québec.

Pour une description plus exhaustive de la géographie et de l'historique d'occupation du site nous recommandons la lecture du rapport de Cloutier (2007).

4.1 DESCRIPTION DU SITE HISTORIQUE DE LA MAISON DES JÉSUITES

Le site de la Maison des Jésuites occupe un périmètre délimité au nord par la falaise du promontoire de Québec et au sud par le talus du chemin de fer du CN (Fig. 1 et 2). Le terrain est relativement plat et actuellement subdivisé en plusieurs secteurs. La maison historique et le terrain adjacent au nord du chemin du Foulon occupent la plus grande superficie du site. Vers l'ouest, dans le secteur de la nouvelle chapelle, le terrain est partiellement occupé par des constructions de type amérindiennes servant aux activités pédagogiques (archéologie-histoire). Ce secteur s'étend vers le nord et le nord-ouest et bute sur le talus de la falaise.

Des arbres, probablement centenaires, sont présents dans le secteur est (Fig. 4). Le terrain est aménagé avec des tables de pique-nique et plusieurs lampadaires sont plantés dans le sol. Une structure de maçonnerie récente marque l'emplacement probable de l'ancienne fortification qui protégeait, à l'époque, le site de la maison des Jésuites. Du côté est de l'actuelle maison des Jésuites, l'on note la présence d'un imposant puits autrefois utilisé pour l'alimentation en eau potable du site.

Du côté sud du chemin du Foulon, l'aménagement du terrain souligne la présence d'un ancien cimetière amérindien ainsi que la localisation des fondations de l'ancienne chapelle (Fig. 4). De nombreuses affiches métalliques permanentes sont présentes dans ce secteur. Ces affiches et structures métalliques (poteaux) sont des éléments interférents lors des levés géophysiques de terrain. Ce secteur bute vers l'est sur un stationnement aménagé pour les visiteurs du site historique. Le stationnement est bordé à l'est et au sud par des lignes de transport électrique d'Hydro-Québec. Dans ce secteur, le talus du chemin de fer du CN marque la limite sud du site des Jésuites.

Le plan de l'ingénieur du Roy, Robert de Villeneuve, datant de 1685-1686 et représenté à la figure 5 permet de localiser le site fortifié des Jésuites ainsi qu'un ancien moulin situé au nord-ouest. La carte montre qu'à cette époque les berges du fleuve étaient très proches de la partie sud de la fortification. De plus, la forme de la fortification du site des Jésuites semble plus complexe que celle suggérée à partir des différentes fouilles archéologiques réalisées sur le site.

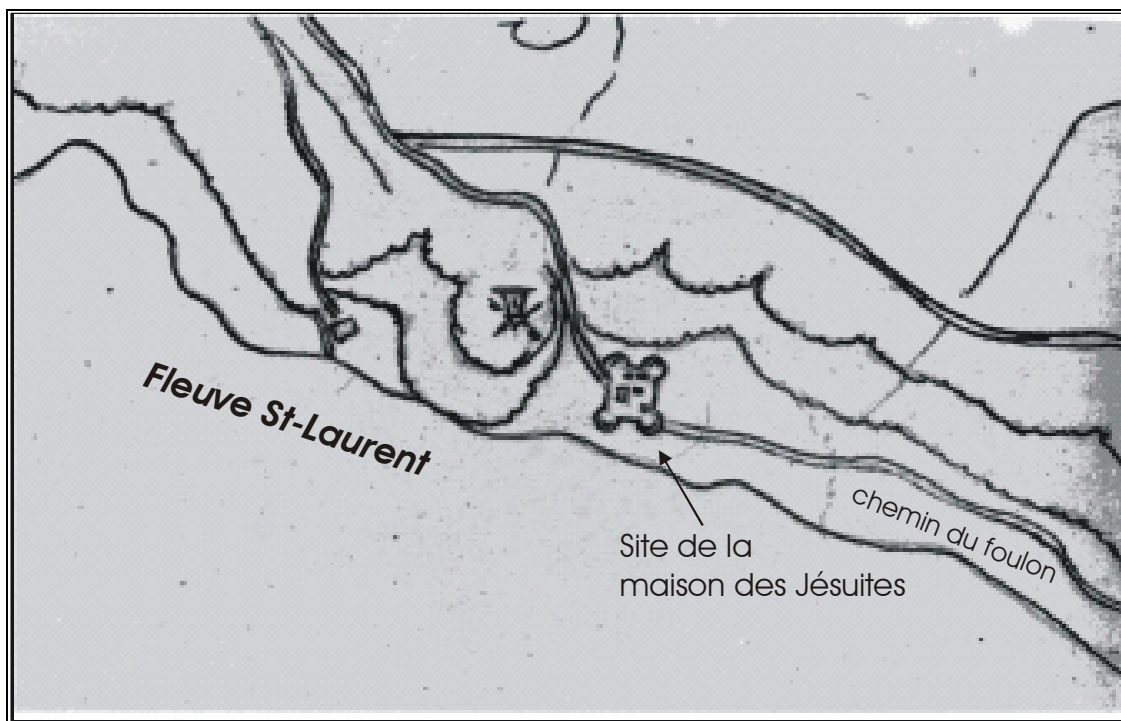


Figure 5. Schéma montrant la localisation de la mission des Jésuites selon Robert de Villeneuve. Document tiré du rapport de Cloutier 2007 et provenant de la carte générale des environs de Québec, Bibliothèque des Archives nationales du Canada, V2/339, Québec, 1685-1686.

Le plan présenté à la figure 6 permet de comparer l'évolution de l'environnement du site des Jésuites et des Hospitalières pour les périodes de 1685-1686 et aujourd'hui (carte tirée de Cloutier, 2007). Notez l'ancienne limite des berges du St-Laurent par rapport au tracé actuel du boulevard Champlain ainsi que le tracé des anciens chemins du XVII^{ème} siècle. La carte montre également la présence de 5 bâtiments à l'intérieur de la fortification du site des Jésuites.

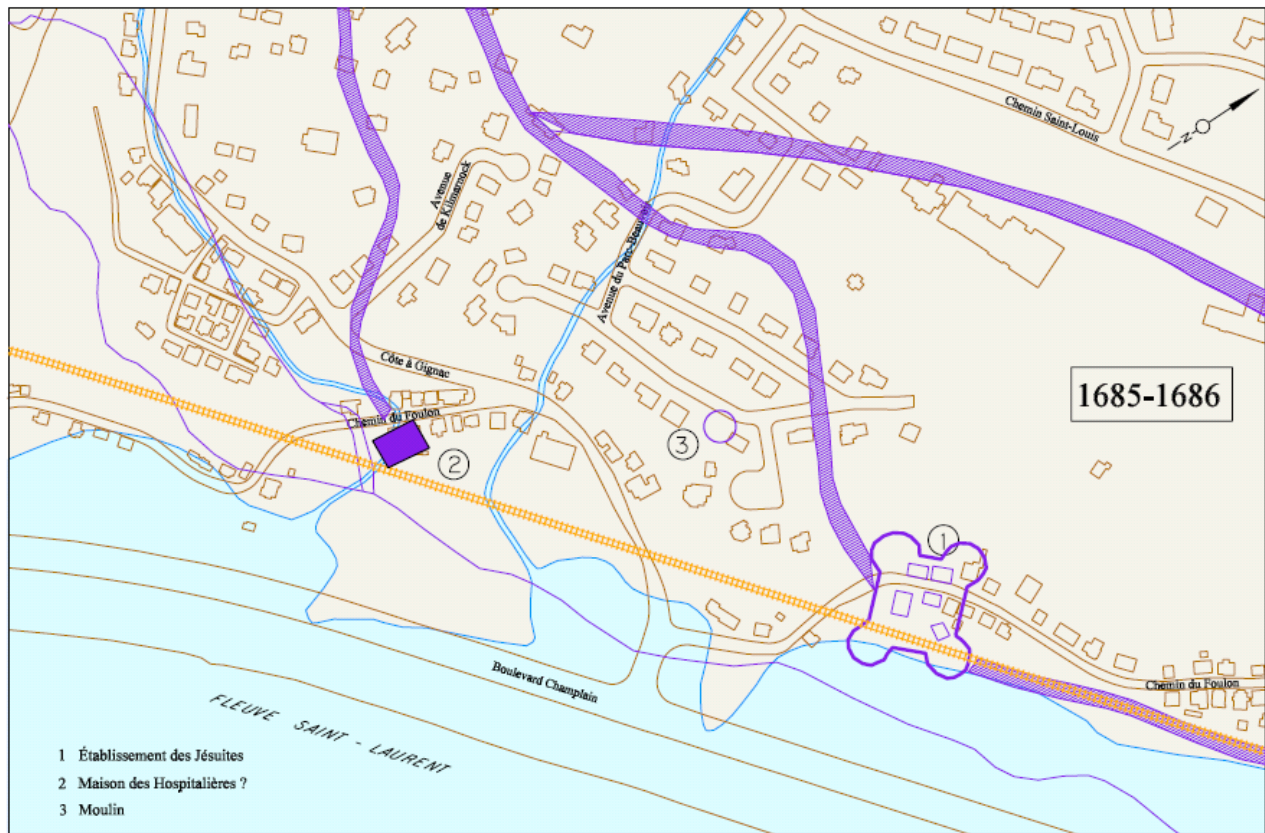


Figure 6. Évolution de l'environnement de l'établissement des Jésuites et de la maison des Hospitalières (plan tiré de la figure 6 du rapport de Cloutier 2007).

5 PHOTOGRAPHIES DE TERRAIN

Les figures 7 à 9 présentent des photographies de terrain montrant des éléments significatifs du le site de la Maison des Jésuites.

Dans l'ensemble, les photographies présentées aux figures 7 à 9 montrent un terrain relativement plat. Le terrain au nord du chemin du Foulon est occupé par l'actuelle maison des Jésuites (Fig. 7a et d) ainsi que par une chapelle beaucoup plus récente (lieu de vulgarisation historique et anthropologique) (Fig. 8a et c). Le terrain est aménagé en pelouse et plusieurs arbres matures (probablement centenaires) sont présents (Fig. 7a, b et d).

La présence de lampadaires sur le site des Jésuites implique la présence d'un câble électrique enfoui et reliant les différents lampadaires. Cette structure peut localement impacter les résultats des différents levés géophysiques (Fig. 7c et 8a).

Un élément significatif de la morphologie du site est la présence d'un fossé de drainage sur le terrain. Dans la partie nord du terrain, un petit ponceau permet de franchir le fossé (Fig. 8d). La figure 9 présente une planche photographique du périmètre situé au sud du chemin du Foulon. La figure 9a montre les emplacements présumés de l'ancienne chapelle et d'un monument érigé au 19^{ième} siècle. Le stationnement des visiteurs du site de la maison des Jésuites est montré sur la figure 9c.



Figure 7. Photographies montrant différents éléments du site de la Maison des Jésuites lors des levés géophysiques de 2006. A) et D) vues vers le sud montrant la maison des Jésuites, B et E) piquets de ligne du dispositif de terrain (vues vers l'est). C) four extérieur et lampadaire métallique (vue vers le nord). F) ancien puits d'eau potable situé à l'est de la maison des Jésuites.

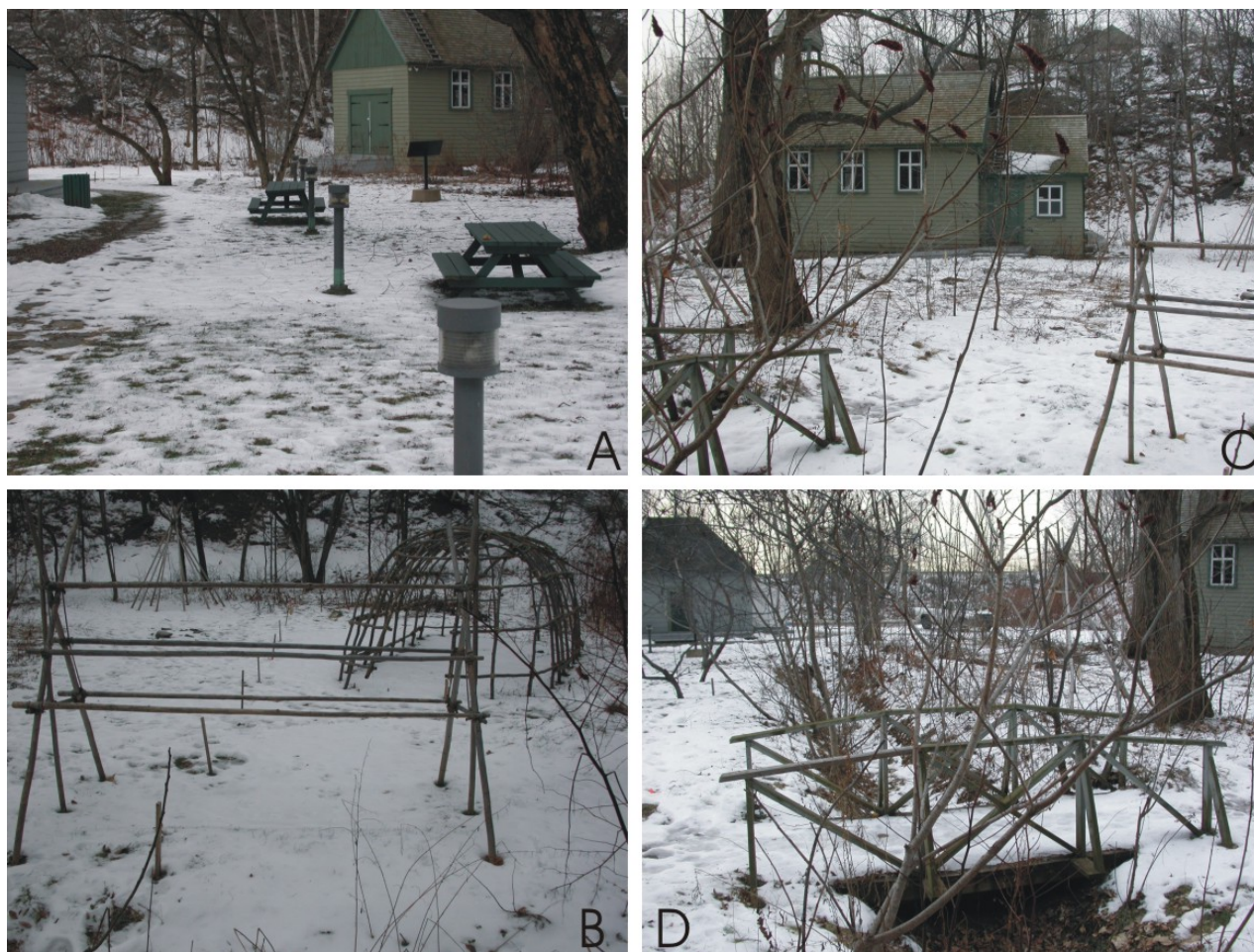


Figure 8. Photographies montrant différents éléments de la partie ouest du site de la Maison des Jésuites. A) et C) vues vers l'ouest montrant la nouvelle chapelle et l'alignement des lampadaires impliquant la présence d'une ligne électrique souterraine. B) aménagement éducatif de bâtiments amérindiens (vue vers le nord) et D) petit ponceau traversant le fossé de drainage (vue vers le sud).



Figure 9. Photographies montrant différents éléments du périmètre au sud du chemin du Foulon (site des Jésuites). A) emplacement présumé de l'ancienne chapelle, B) site de l'ancien cimetière amérindien bordé par le chemin de fer du CN et C) vue vers le sud-est montrant la surface du stationnement ayant fait l'objet de levés géophysiques.

6 MÉTHODOLOGIE

6.1 LEVÉS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Sonde GEM-2 de *Geophex*

Dans un premier temps, nous avons réalisé un levé d'induction électromagnétique à l'aide d'une sonde GEM-2 de *Geophex* (Fig. 10). Cette sonde a la particularité de pouvoir émettre plusieurs fréquences simultanément (de 300Hz à 96000Hz) et de mesurer les champs magnétiques secondaires associés à la circulation de courants de Foucault dans le sol. Cette caractéristique permet théoriquement d'investiguer des profondeurs variables des matériaux présents en subsurface. Ainsi, les basses fréquences pénètrent plus profondément et les hautes plus superficiellement. Dans le cas présent, nous avons choisi quatre fréquences d'induction électromagnétique (4050 Hz, 7290 Hz, 18270 et 30300 Hz).

La sonde GEM-2 est compacte et légère. La distance entre l'émetteur T_x et le récepteur R_x est seulement de 1,83 m. Cette sonde possède un port de communication DB9 (RS232) permettant l'acquisition d'un signal GPS simultanément à l'enregistrement des données de l'instrument. Dans le meilleur des cas, la sonde GEM-2 peut acquérir les données à une fréquence de 30 Hz (jusqu'à 30 mesures par seconde). Dans le cas présent, nous avons augmenté le nombre d'itérations pour chaque mesure ($n=6$) ce qui augmente la stabilité du signal mesuré par la sonde. Ainsi, la sonde GEM2 mesurait une valeur au 1/10 de seconde (10 Hz).



Figure 10. La sonde d'induction électromagnétique GEM-2 multifréquences couplée à un système de positionnement DGPS sub-métrique (photo : quai de la Garde côtière du Canada, Port de Québec).

6.2 LEVÉ MAGNÉTO MÉTRIQUE

Nous avons utilisé un magnétomètre-gradimètre de type GSM-19 (v 7.0- déc. 2006) de type walking mag and grad (GEM Systems). Les options de l'appareil permettent une opération en mode continu (*walking mag and walking grad*) et ou discontinu (*mobile mag and grad*). L'appareil utilise le principe de l'effet Overhauser pour accentuer la polarisation des protons. Contrairement aux magnétomètres classiques à protons, la cellule de ce magnétomètre contient un radical libre ainsi qu'un générateur de radiofréquence (RF) qui permet de perturber le couplage électron-proton. En saturant les lignes de résonance des électrons libres, la polarisation des protons est plus efficace. Ce phénomène se traduit par la production de signaux plus intenses et ce malgré la présence de détecteurs sensiblement plus petits (utilisant moins d'énergie). De plus, le système de détection de l'appareil est plus tolérant à de fortes variations du champ magnétique.

Pour accentuer les contrastes magnétiques et localiser avec précision la présence de fines structures magnétiques, nous avons mesuré le gradient magnétique en utilisant un deuxième détecteur Overhauser situé à 1 m au dessus du premier. L'utilisation simultanée de deux capteurs superposés permet de calculer la différence des deux signaux, usuellement nommé 'pseudogradient'. Ce paramètre est normalement considéré indépendant des variations temporelles du champ magnétique terrestre. Ainsi, l'approche gradiométrique est une méthode qui permet de visualiser directement les données magnétiques sans devoir effectuer de corrections pour les fluctuations diurnes du champ magnétique terrestre. Les données gradiométriques peuvent être comparées d'une zone à l'autre.

Les données du champ magnétique total, mesurées par le premier détecteur, ont été corrigées pour tenir compte de l'effet de dérive du champ magnétique terrestre lors du levé. Pour ce faire, nous avons utilisé une station de base (magnétomètre) de type GSM-19 fonctionnant en mode automatique. Ces données ont été utilisées pour corriger les fluctuations reliées aux variations diurnes du champ magnétique terrestre. L'examen des banques de données permet également de constater qu'aucune tempête magnétique significative n'a perturbé le levé magnétométrique. Dans l'ensemble, les variations observées sont de l'ordre de +/- 40 nanotesla (nT) pour une période d'acquisition (Fig. 11). Ces variations sont toutefois significatives par rapport aux valeurs observées sur le site de la maison des Jésuites. Par rigueur scientifique, les données magnétométriques de la station mobile ont été corrigées pour tenir compte des variations diurnes.

Dans des conditions idéales, la sensibilité de l'appareil est de 0,01 nT et en fonction d'écart considérables de température cette sensibilité peut atteindre 0,2 nT.

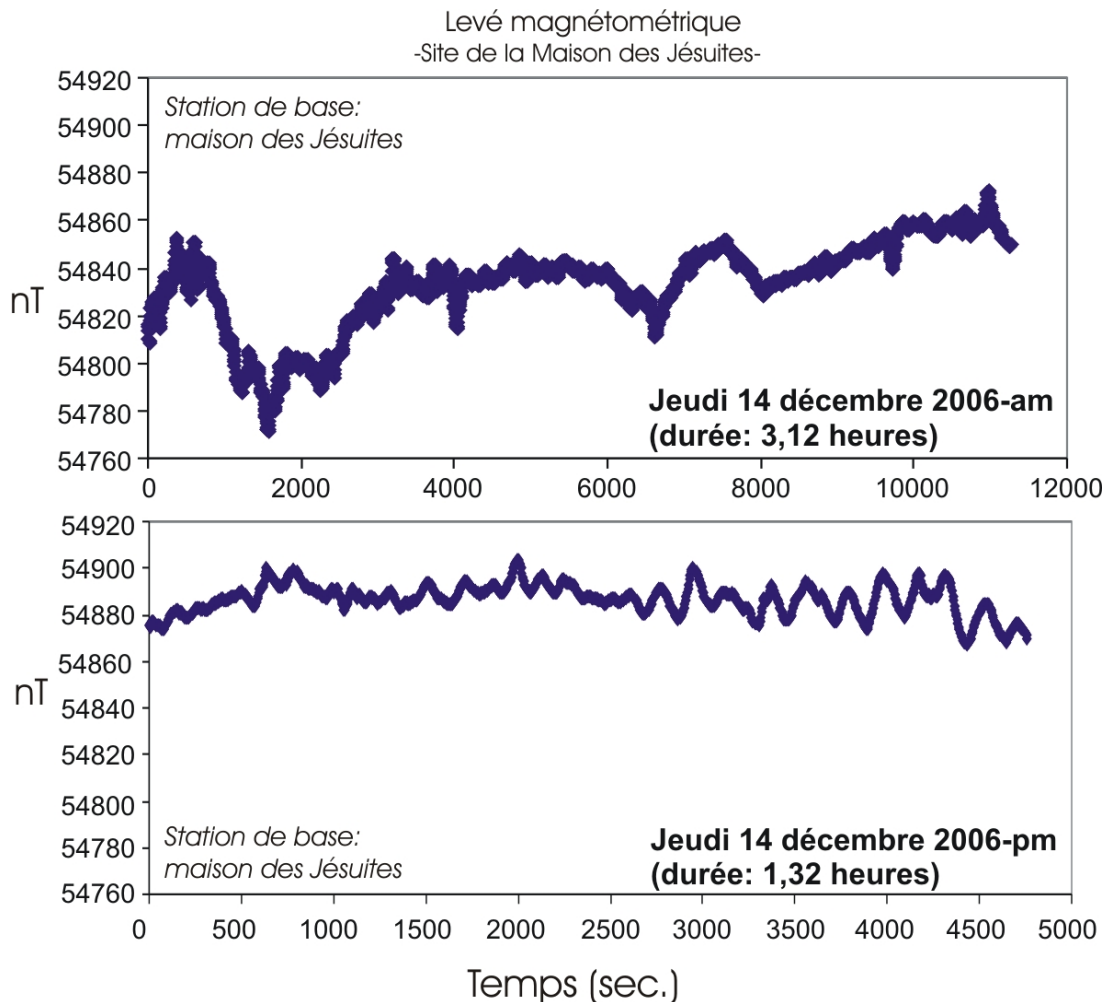


Figure 11. Exemples de variations diurnes du champ magnétique total enregistrées à la station de base installée dans la partie nord-ouest du site de la maison des Jésuites.

6.3 LEVÉ GÉORADAR

Dans le cadre du levé sur le site de la maison des Jésuites, nous avons utilisé un système géoradar RAMAC de la compagnie *Mala* (Suède). Le système utilisé comportait une antenne blindée de 500 MHz. Le blindage de l'antenne minimise les interférences électromagnétiques provenant de sources anthropiques en milieu urbain. L'antenne de 500 MHz a été sélectionnée dans le but de maximiser l'investigation de la sub-surface entre 0,25 et 3 m de profondeur. À plus basse fréquence, notez que la résolution aurait été insuffisante pour localiser des objets et structures enfouies superficiellement et d'un autre côté, les antennes de très haute fréquence utilisées en génie civil ne permettent pas d'investiguer une profondeur de plus de 50 cm. Les figures 12 et 13 montrent des systèmes géoradar RAMAC de *Mala*.



Figure 12. Système Géoradar RAMAC de la compagnie *Mala*. Le système comporte une antenne blindée, une roue de précision (évaluation des distances) ainsi qu'un moniteur permettant de visualiser les spectres radar en temps réel.

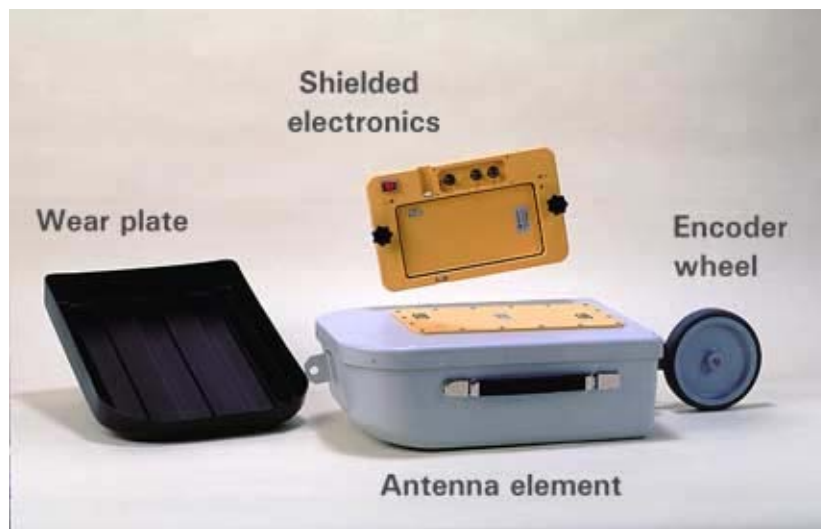


Figure 13. Géoradar RAMAC X3M de la compagnie MALA (Suède) composé d'une antenne blindée de 500 MHz et de son moniteur permettant une visualisation des acquisitions en temps réel.

La méthode de prospection au géoradar est une technique d'investigation de la sub-surface particulièrement efficace en raison de sa capacité de reproduire des informations structurales en fonction de la profondeur. Les applications communes du géoradar touchent la détection de câble, de tuyauterie, d'obus et mines anti-personnelles, de vides souterrains (cavernes, tunnels) ainsi que la prospection de site archéologique.

Le géoradar, ou GPR (*ground penetrating radar*) est une méthode géophysique existant depuis une trentaine d'année et développée pour la prospection de sub-surface. Il utilise des impulsions électromagnétiques de hautes fréquences (entre 10 et 2000 mégahertz) émises par une antenne spéciale optimisée pour permettre une reconnaissance de la géométrie des différentes unités naturelles et des objets anthropiques contenus dans le sous-sol. Quand les ondes frappent la limite entre deux matériaux différents ou entre un matériau et le vide, elles sont renvoyées à un récepteur (antenne) (Figure 14). Les résultats sont présentés sous forme d'une coupe transversale où la profondeur relative est estimée en temps aller-retour des ondes. Les ondes EM ne pénètrent pas aussi profond que les ondes acoustiques (ex. sismiques) mais donnent une mesure de plus haute résolution. Le radar détecte des cibles qui ont une impédance électrique contrastée par rapport au sol environnant.

Les spectres directement obtenus à partir de l'appareillage sont pertinents pour une localisation immédiate de structures enfouies. Dans de très nombreux cas, l'imagerie doit être rehaussée afin d'accentuer certains caractères propres aux couches plus profondes. Pour ce faire, des filtres sont appliqués aux données primaires afin de corriger certaines dérives instrumentales. Compte tenu de l'atténuation rapide de la propagation des ondes électromagnétiques dans le sol, les données doivent souvent être corrigées afin d'augmenter l'intensité du signal en appliquant un gain exponentiel en fonction de l'accroissement de la profondeur.

La profondeur d'investigation du géoradar est fonction de la longueur d'onde utilisée (antenne) et de la nature des matériaux dans le sol. La pénétration du signal radar est inversement proportionnelle à la fréquence d'émission de l'antenne. Ainsi une antenne de 1000 MHz permet de sonder des structures à moins de 1 m de profondeur tandis qu'une antenne de 10 MHz peut sonder à 50m de profondeur. Notez que la résolution du levé décroît en fonction de la diminution de la fréquence ce qui limite l'utilisation du signal provenant de sources très profondes. Pour des couches géologiques continues (stratigraphiques) cette résolution est suffisante mais pour localiser de petites structures anthropiques, la résolution devient rapidement insuffisante et la discrimination des éléments ou structures anthropiques s'avère difficile.

Le signal radar se propage bien dans les matériaux sableux, graveleux et les remblais mais devient inutilisable en présence d'horizons riches en minéraux argileux. Ces derniers sont électriquement très conducteurs ce qui empêche la pénétration verticale des ondes électromagnétiques dans les

couches plus profondes du sol. Lors de la rencontre de ces matériaux argileux, les ondes sont soit réfléchies ou, le plus souvent, dispersées latéralement. Dans le cas du Québec, certaines régions sont recouvertes de dépôts argileux accumulés dans les anciennes mers postglaciaires du Québec méridional (Champlain, Goldthwait et LaFlamme) et ces dernières peuvent limiter sinon empêcher l'utilisation de ce type d'instrument.

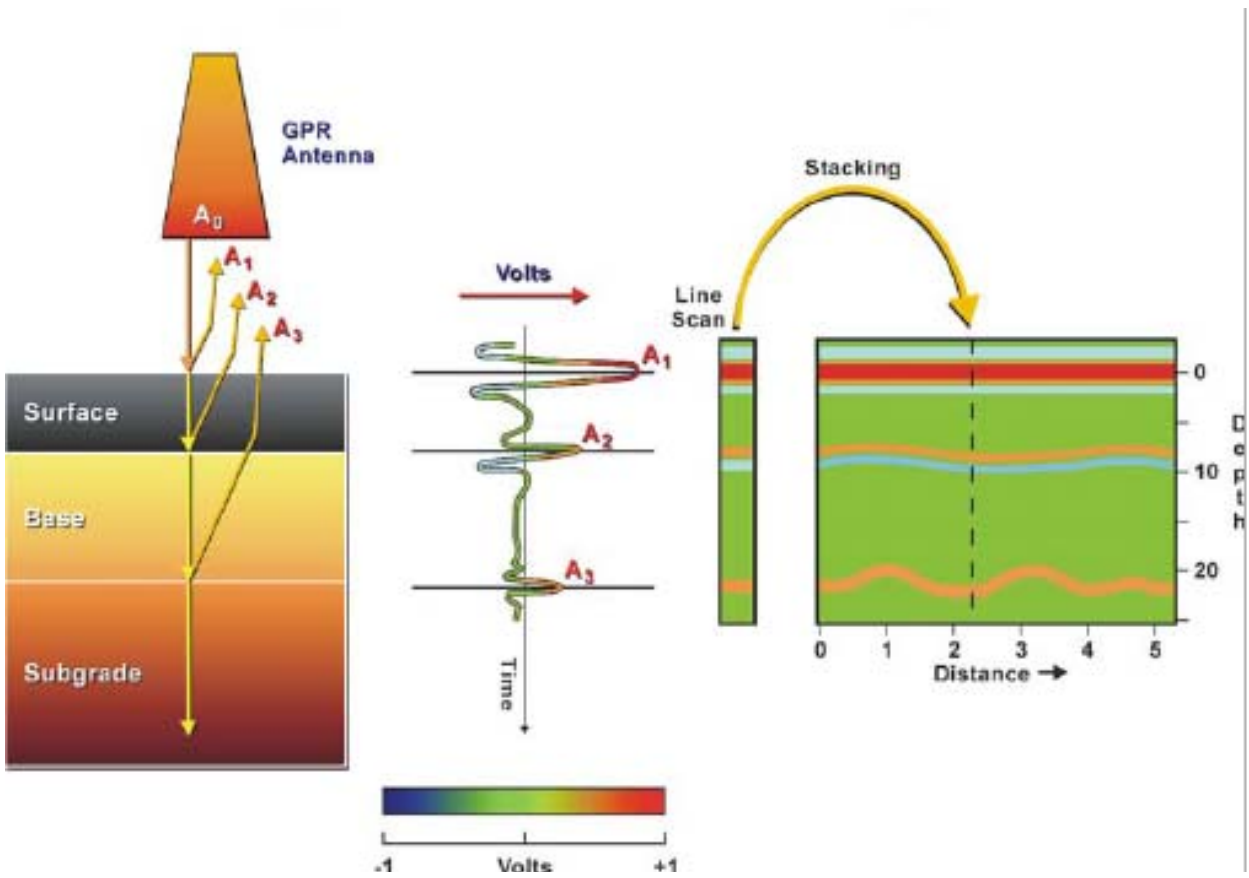


Figure 14. Évolution du signal radar lors de sa pénétration dans le sol. Notez la réflexion de l'onde lors du passage d'un horizon à l'autre. Cette réflexion témoigne d'un contraste de permittivité diélectrique entre les différents matériaux. Le diagramme du centre montre le signal enregistré par l'appareil (en volt). Notez également la diminution normale (atténuation) du signal avec l'accroissement de la profondeur.

Élimination du bruit de fond

La majorité des levés de géoradar présentent des lignes horizontales causées par de nombreux facteurs (ex. Conyers et Goodman, 1997). Les premières lignes les moins profondes sont généralement causées par l'espace physique entre l'antenne et le récepteur ainsi que par l'enregistrement du signal radar initial lorsque l'antenne essaie de coupler l'énergie radar avec le sol. Dans certains cas, une partie des premières bandes horizontales est reliée à des interférences provenant d'ondes de transmission de signaux de télévision, d'ondes FM, d'ondes de transmissions téléphoniques (cellulaires) et de systèmes de télécommunication des forces policières. Dans certains cas, les lignes de transport électrique de haute tension peuvent interférer avec les données géoradar.

Pour minimiser les risques d'interférences en milieu urbain, il est fortement recommandé d'utiliser des antennes géoradar blindées (*shielded antenna*). Le blindage consiste en une cage métallique fermée de tous les cotés à l'exception du coté du sol. Ainsi, la majorité des ondes électromagnétiques aériennes sont bloquées par la présence d'une cage de Faraday.

La majorité des logiciels de traitement de données géoradar ont la possibilité d'éliminer automatiquement le bruit de fond instrumental. Dans certains cas, cette procédure peut éliminer des réflecteurs horizontaux correspondant à des structures réelles dans le sol. Dans ce cas, l'analyste doit demeurer vigilant. Dans le cas présent nous n'avons pas procédé à la soustraction du bruit de fond.

Accentuation du signal de retour pour compenser l'atténuation du signal radar.

Comme toutes ondes électromagnétiques, les ondes émises par l'antenne du géoradar sont rapidement atténuées en fonction de l'accroissement de la profondeur dans le sol et de la conductivité électrique des matériaux rencontrés. Pour compenser ce phénomène physique, des filtres numériques permettent d'amplifier le signal d'une façon progressive en accentuant de plus en plus le signal de retour provenant de sources plus profondes (Fig. 15). Les intervenants qui utilisent les données de géoradar appliquent majoritairement ce type de correction.

Dans le cas présent nous avons modélisé l'effet de l'augmentation des gains linéaire et exponentiel dans le cas d'une ligne provenant du dispositif au sud du chemin du Foulon. Ce filtrage des données montre un spectre géoradar plus continu en profondeur pour un gain total supérieur à 10. Notez que pour les données présentées sur la figure 15, le gain linéaire a été fixé à 50 et le gain exponentiel à une valeur variable entre 10 et 100. Le dernier spectre géoradar de la figure 15, montre l'effet de l'ajout d'un filtre de type moyenne mobile affectant 3 données à la fois (3 x 3).

Dans l'ensemble, les spectres géoradar du site de maison des Jésuites se portent particulièrement bien pour l'ajout de filtres amplifiant le signal de retour des ondes radar. Dans d'autres cas, l'application de ces filtres peut fortement augmenter le bruit de fond ce qui rend impossible l'interprétation des données (ex. terrains fortement argileux).

Site de la maison des Jésuites

Filtrage des données géoradar 500 MHz

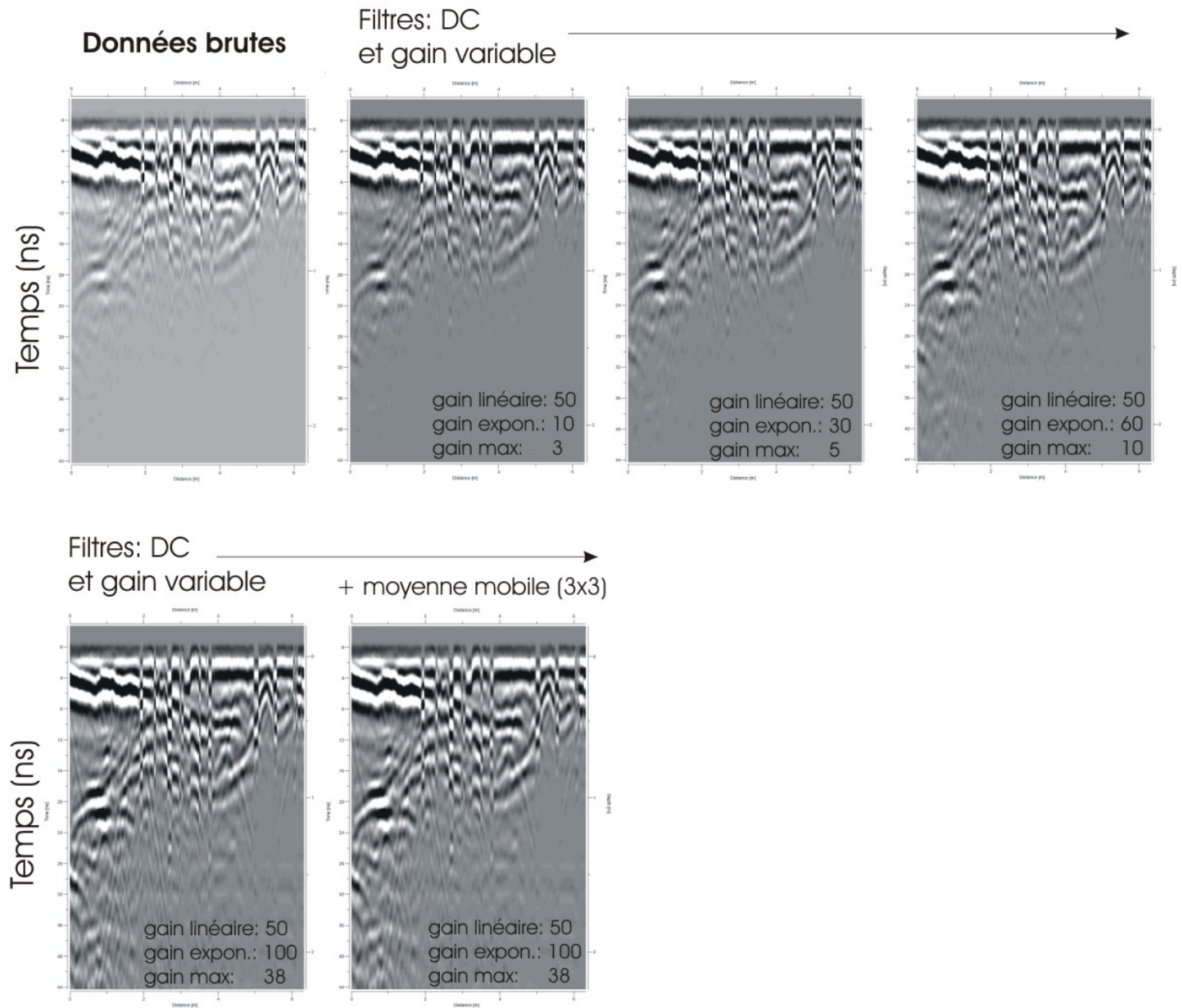


Figure 15. Exemple de filtrage des données géoradar RAMAC 500 MHz lors du levé sur le site de la maison des Jésuites (périmètre au sud du chemin du Foulon). Notez l'augmentation du gain exponentiel et du gain total du haut vers le bas. La dernière figure montre l'effet de l'ajout d'un filtre de type moyenne mobile calculée sur 3 points. Un filtre DC a été appliqué sur l'ensemble des figures de données filtrées du fichier DAT37.

7 PRÉSENTATION DES DONNÉES

7.1 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES MAGNÉTOMÉTRIQUES

7.1.1 Données du champ magnétique total

7.1.1.1 Secteurs est et ouest

Les sections du champ magnétique total sont présentées aux figures 16 à 18. Les données brutes (en nanotesla: nT) sont présentées ligne par ligne pour permettre une visualisation rapide de la qualité et de la variabilité des données ainsi que pour décrire la forme des anomalies observées.

Dans l'ensemble, les lignes 12 à 30, situées entre la nouvelle chapelle et l'actuelle maison des Jésuites, montrent de faibles variations du champ magnétique total (Fig. 16). Toutefois, ces sections montrent localement de bonnes anomalies magnétiques (ex. lignes 12 et 14 vers la station Y=12m) laissant supposer la présence d'un élément à haute susceptibilité magnétique présent dans le sol (ou remblai). L'allure de l'anomalie observée sur la ligne 14 suggère une faible profondeur d'enfouissement car les flancs du pic de l'anomalie sont très serrés. Le début des lignes 16, 18, 20 et 22 est perturbé (entre 0 et 4m). Ceci pourrait entre autre s'expliquer par la présence de câbles électriques enfouis dans le sol ou le remblai (Fig. 16). Les lignes 26 et 28 montrent une forte anomalie négative d'allure très symétrique. Cette anomalie est inférieure de plusieurs centaines de nT par rapport au champ magnétique normalement observé sur la propriété.

Contrairement aux lignes précédentes, les lignes 32 à 48 montrent un rehaussement du champ total en se rapprochant de la maison des Jésuites (Fig. 17). Ceci reflète probablement la circulation de courants électriques dans la maison. Par ailleurs, il est intéressant de souligner que ces lignes ne montrent pas d'anomalies ponctuelles significatives. L'ambiance du champ magnétique total est donc relativement uniforme en s'éloignant du bâtiment principal.

Dans le secteur ouest, les lignes 0 à 6 montrent de faibles variations du champ magnétique total (Fig. 18). La ligne 8 débute en bordure d'une anomalie négative. La ligne 10 montre la présence d'une puissante anomalie positive (de plus de 2500 nT). Cette anomalie semble associée aux anomalies observées sur les lignes 12 et 14 de la figure 16. Une origine électrique pourrait expliquer cette perturbation du champ magnétique local.

La figure 19 montre les variations du gradient magnétique (en nT/m) observées dans le périmètre des secteurs est et ouest du site des Jésuites. Ces données sont présentées pour l'ensemble des données comprises entre -4000 et 6000 nT/m et par la suite pour une tranche de données filtrées comprises entre -2000 et 800 nT/m.

Une forte anomalie gradiométrique négative borde la maison des Jésuites entre les lignes 38 à 50. Une anomalie gradiométrique ponctuelle est présente près des arbres sur la ligne 40 entre les stations Y=8 et 10. Une très forte anomalie est présente sur les lignes 26 à 28 (entre les stations Y=7 à 10). Cette anomalie semble correspondre à l'anomalie négative du champ magnétique total observée sur la figure 16. Une très forte anomalie gradiométrique est également présente entre les lignes 10 à 14 (stations Y=10 à 13). Cette anomalie correspond à une forte anomalie positive du champ magnétique total observée sur la figure 16. Un alignement d'anomalies gradiométriques est présent sur la ligne 24 entre les stations Y=21 à 32. Cette anomalie pourrait avoir un intérêt archéologique. Notez que les petites anomalies gradiométriques observées dans la demi-nord du périmètre pourraient être reliées à la présence d'objets métalliques enfouis dans le sol.

Compte tenu de la complexité des anomalies gradiométriques observées sur le terrain (Fig. 19), il serait primordial de vérifier les anciens plans de l'ancienne ville de Sillery pour retracer la présence d'éléments relativement récents pouvant influencer les valeurs des données du levé magnétométrique. Entre autre, il serait important de localiser avec précision l'emplacement des câbles électriques et des canalisations enfouis. En l'absence d'explications, certaines de ces anomalies pourraient correspondre à des cibles nécessitant une vérification archéologique.

Levé magnétométrique
-Site de la Maison des Jésuites-

Secteur est

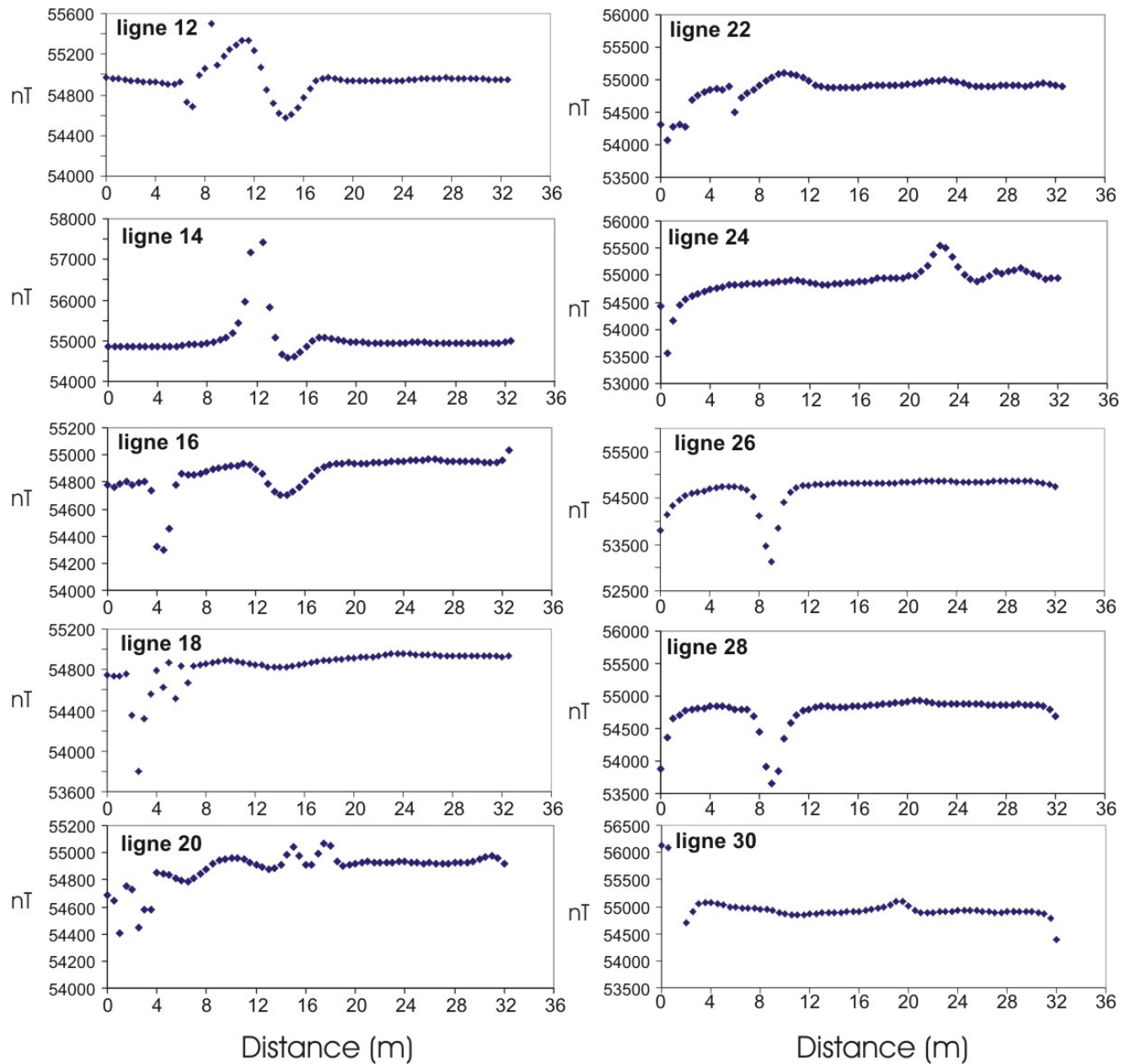


Figure 16. Sections montrant les variations des données du champ magnétique total observées le long du réseau de lignes du secteur est du site de la maison des Jésuites (lignes 12 à 30).

Levé magnétométrique
-Site de la Maison des Jésuites-
Secteur est

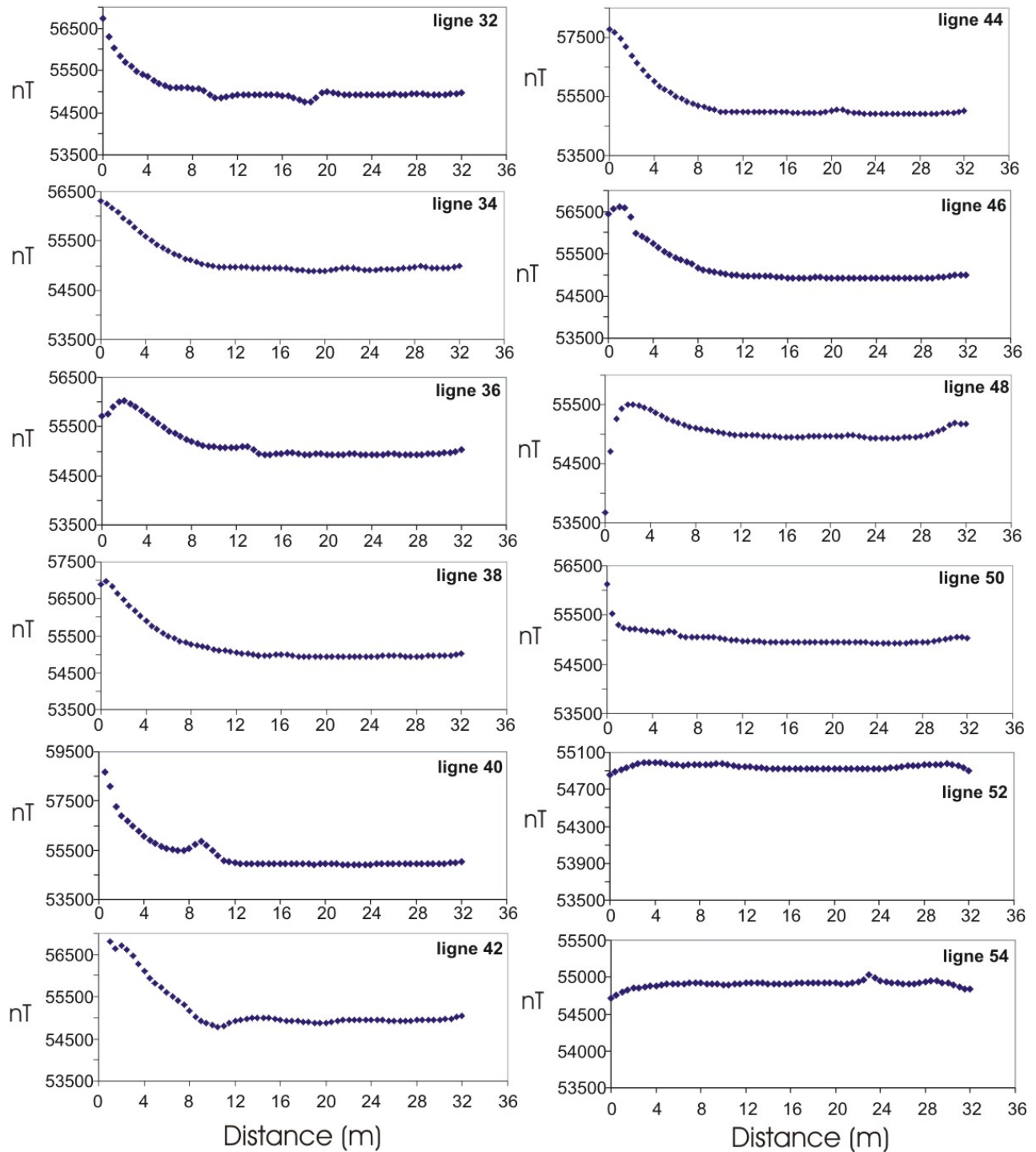


Figure 17. Sections montrant les variations des données du champ magnétique total observées le long du réseau de lignes du secteur est du site de la maison des Jésuites (lignes 32 à 54).

Levé magnétométrique -Site de la Maison des Jésuites-

Secteur ouest

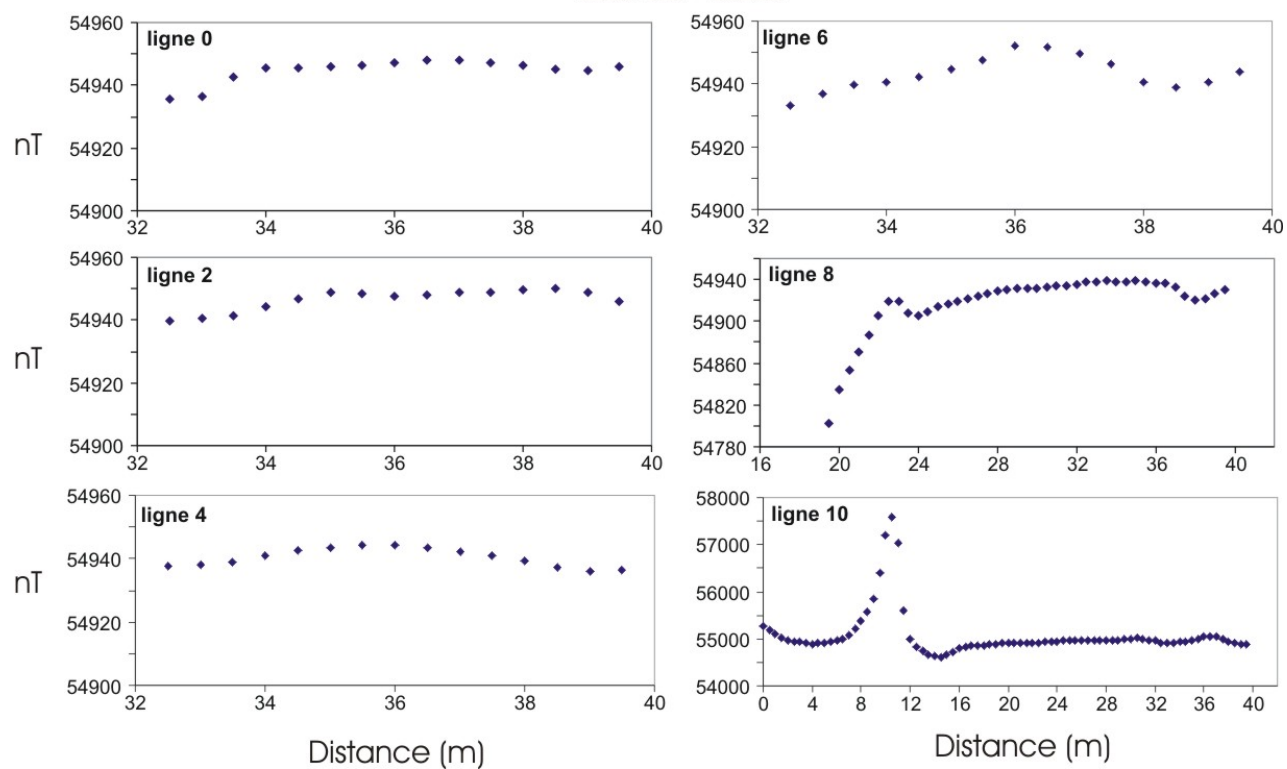


Figure 18. Sections montrant les variations des données du champ magnétique total le long du réseau de lignes du secteur ouest du site de la maison des Jésuites (lignes 0 à 10).

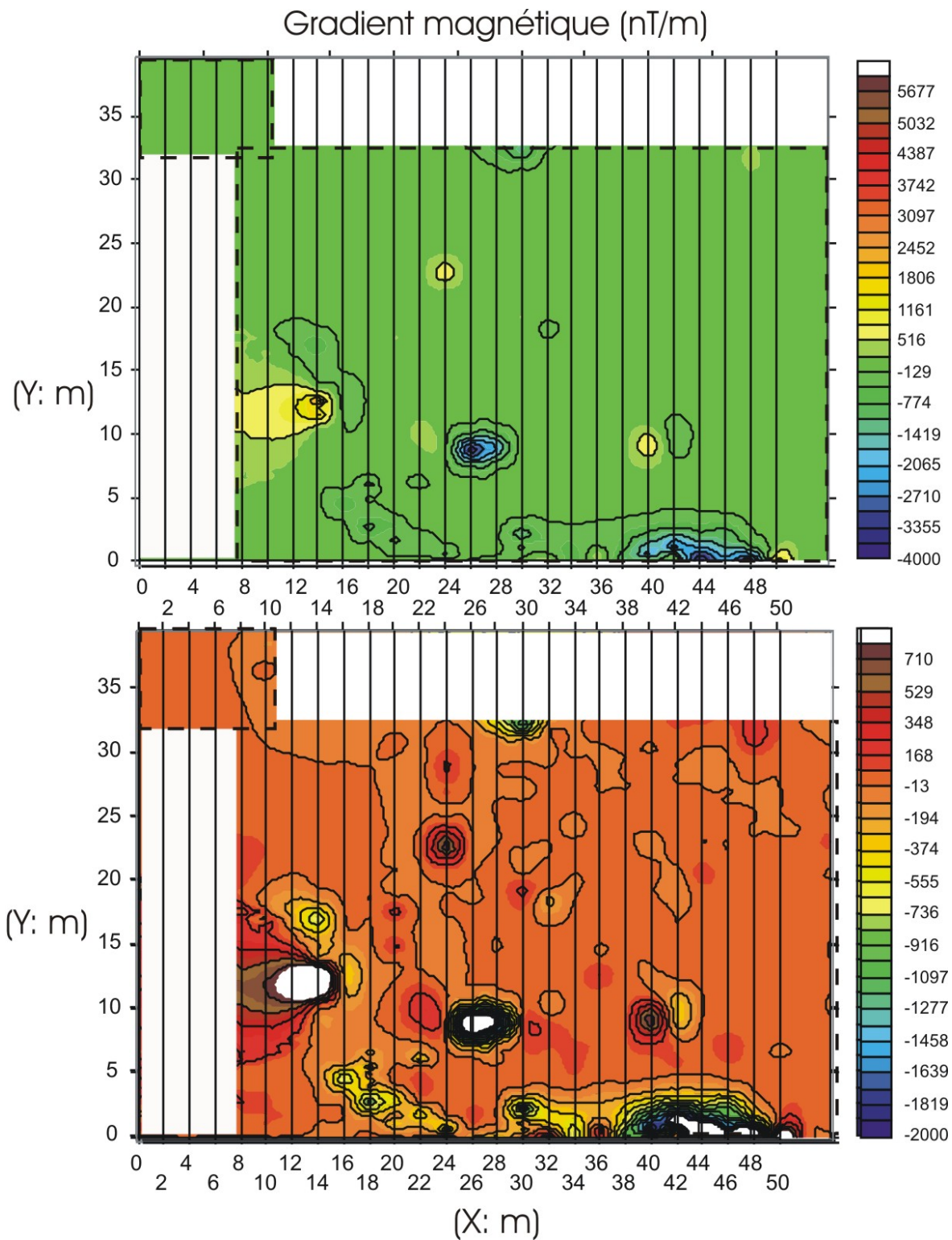


Figure 19. Carte des données du gradient magnétique mesurées dans les secteurs ouest et est du site des Jésuites. Notez les fortes anomalies gradiométriques bordant le mur nord de la maison (Y=0) et les anomalies ponctuelles localisées entre Y=7 et Y=13. L'anomalie sur la ligne X=24 pourrait correspondre à une anomalie d'intérêt archéologique (structure). Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

7.1.1.2 Secteur du stationnement

La figure 20 montre les variations des données du champ magnétique total mesurées dans le secteur du stationnement situé au sud du chemin du Foulon. Les données des lignes 0, 2 et 4 montrent la présence d'une forte anomalie magnétique négative d'une amplitude de 2000 à 8000 nT. Cette anomalie est associée à l'aménagement de la bordure du stationnement caractérisé par la présence d'un grand nombre d'affiches et de poteaux métalliques. La diminution du champ magnétique total est attribuée à la formation d'un dipôle magnétique sous l'influence du champ magnétique terrestre oblique à cette latitude. Les données des lignes 16 et 18 montrent également la présence de très fortes anomalies négatives (Fig. 20). Ces dernières sont influencées par d'autres structures métalliques (hauban, support à vélo etc.) présentes dans cette partie du périmètre.

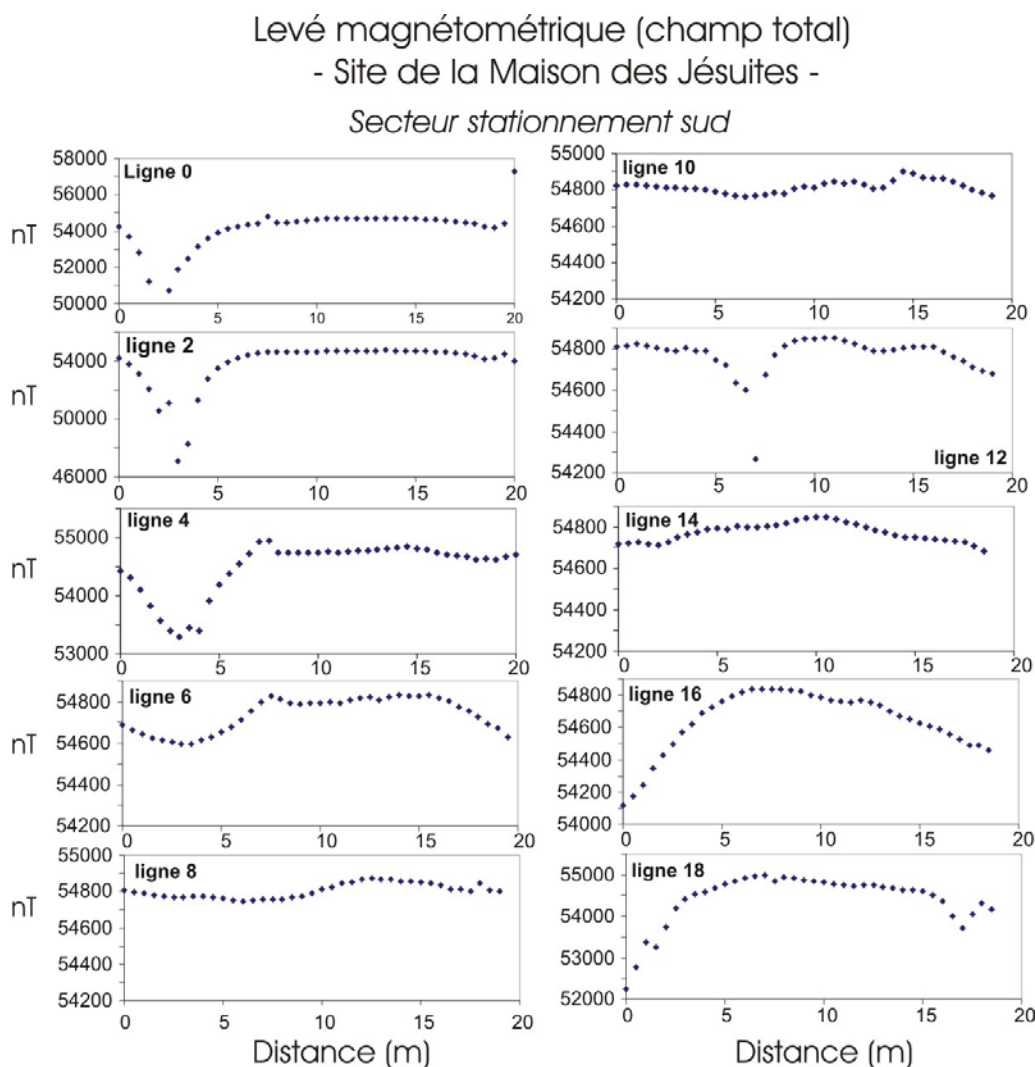


Figure 20. Sections montrant les variations des données du champ magnétique total observées le long du réseau de lignes dans le secteur du stationnement.

Les figures du champ magnétique total et du gradient magnétique montrent la position et la forme des anomalies observées dans le secteur du stationnement (Fig. 21 et 22). Notez la puissante anomalie dans le coin inférieur gauche des figures 21 et 22 qui correspond aux affiches métalliques permanentes utilisées pour décrire l'historique du site. Dans le coin supérieur gauche, les cartes montrent une anomalie ponctuelle produite par une borne d'incendie. Dans le coin inférieur droit, l'on note également une anomalie reliée à la présence d'un support à vélo en acier galvanisé. Dans le coin supérieur droit une anomalie est observée et correspond à un hauban métallique servant à stabiliser un poteau d'Hydro-Québec.

Notez que les anomalies gradiométriques sont plus contrastées et centrées sur les éléments à très haute susceptibilité magnétique comme les objets métalliques. Les données filtrées (élimination des valeurs extrêmes) permettent de localiser une bande diffuse orientée obliquement dans le centre des cartes (Fig.21 et 22). Cette structure pourrait être d'un intérêt archéologique. Notez également la présence d'un alignement d'anomalies gradiométriques sous la surface actuelle du stationnement (ligne 0 station 8; ligne 4 station 7.5 et ligne 12 station 6.5) (Fig. 22). Ces anomalies sont nécessairement associées à des objets métalliques enfouis sous le stationnement. L'obtention de plans techniques reliés à la construction du stationnement permettrait d'expliquer ces anomalies.

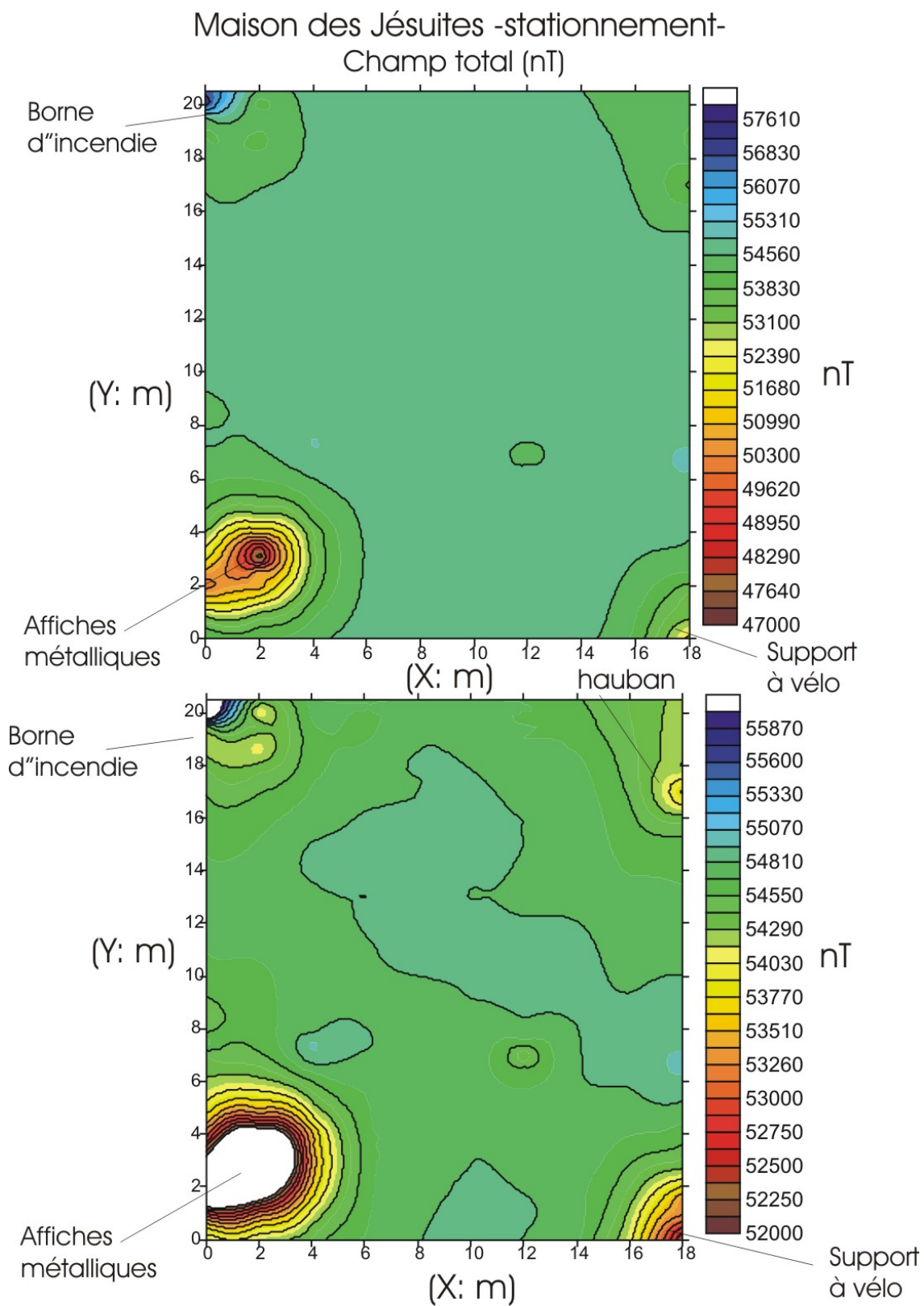


Figure 21. Carte des données du champ magnétique total du secteur du stationnement. Notez les fortes anomalies magnétiques reliées à la présence de structures métalliques observables à la surface. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

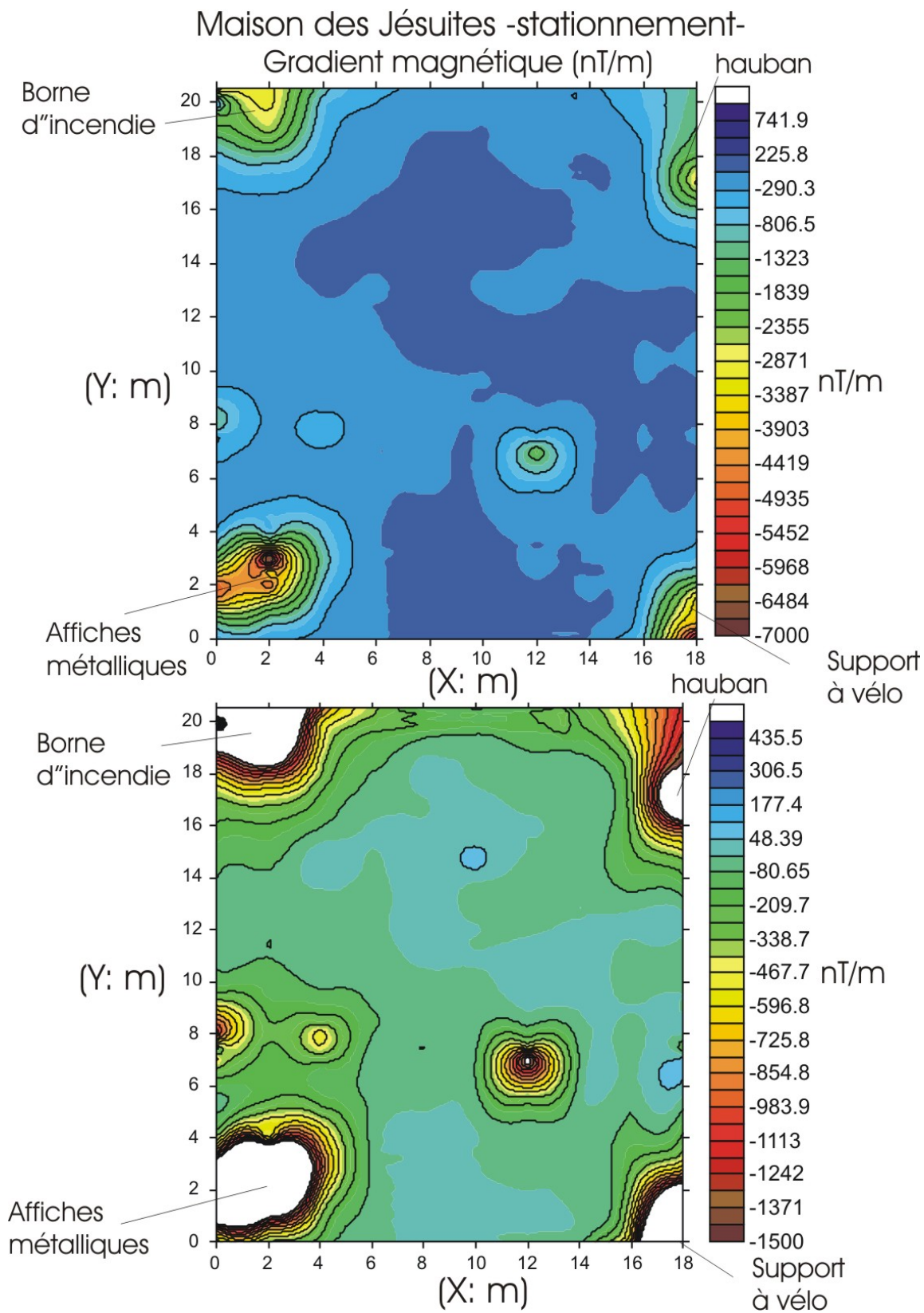


Figure 22. Carte des données filtrées du gradient magnétique du secteur du stationnement. Notez la présence de fortes anomalies gradiométriques localisées aux extrémités du périmètre. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

7.2 LEVÉ D'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE GEM-2

7.2.1 Conductivité électrique apparente mesurée par la sonde GEM-2

7.2.1.1 Secteurs est et ouest

Les figures 23 à 26 montrent les valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour des fréquences d'induction de 30030, 18270, 7290 et 4050 Hz. Ces fréquences ont été sélectionnées pour investiguer des profondeurs variables dans les sols et remblais du site des Jésuites.

Compte tenu de l'objectif essentiellement archéologique du projet, nous n'avons pas jugé opportun de sélectionner de basses fréquences (ex. 350 Hz) pouvant investiguer jusqu'à 30 - 40m de profondeur. Les fréquences sélectionnées permettent une investigation de quelques dizaines de cm (à 30030 Hz) à possiblement 10 mètres pour une fréquence d'induction de 4050 Hz (profondeur qui est fonction de la fréquence d'induction et de la résistivité électrique du roc, du sol et du remblai).

Pour une haute fréquence d'induction (30030 Hz), le plan de la figure 23 montre des valeurs de conductivité électrique apparente normales comprises entre 0,1 et 500 mS/m. Le plan montre une forte anisotropie orientée parallèlement au réseau de lignes et perpendiculairement à l'axe long de la maison des Jésuites. Dans l'ensemble, la conductivité électrique apparente du secteur situé à l'ouest de la ligne 25 est plus élevée que pour celui situé à l'est de cette ligne. À priori, ceci suggère la présence en faible profondeur (0-50 cm) de sol ou remblais distincts. Cette anisotropie spatiale pourrait s'expliquer entre autre par un surfaçage partiel du terrain localisé à l'est de la ligne 25. Toutefois, nous croyons que l'hétérogénéité observée est trop importante pour s'expliquer de cette façon.

Une anomalie plus résistive (moins conductrice) semble suivre le tracé d'un sentier piétonnier le long de la ligne 28 (Fig. 23). Cette structure anomalique apparaît en jaune sur le plan. Il est peu probable que cette anomalie résulte de l'ajout en surface de gravier le long du petit sentier. En effet, les autres sentiers en gravier du périmètre ne montrent pas d'anomalies de conductivité électrique spécifiques. Nous suggérons que l'anomalie de la ligne 28 soit d'origine anthropique et relativement ancienne (Fig. 23). L'examen de la figure 7 du rapport de Cloutier (2007) montre la localisation de traces de briques qui pourraient suggérer la présence d'un ancien mur dans ce

secteur. Ce dernier serait parallèle au fossé de drainage actuel et passerait approximativement sur l'anomalie linéaire suivant la ligne 28.

D'un autre côté, la carte de la figure 23 montre la présence d'une structure plus conductrice et parallèle à la précédente qui suit la ligne 44. Cette anomalie linéaire ne peut s'expliquer à partir des observations de surface (ou à partir du plan détaillé du rapport de Cloutier, 2007). Cette structure pourrait, entre autre, être un ancien fossé de drainage du terrain comblé par un remblai relativement homogène. Cette hypothèse pourrait facilement être vérifiée par la réalisation d'une tranchée d'observation orientée est-ouest.

L'examen détaillé de la carte des données filtrées (entre 0 et 200 mS/m) suggère la présence d'une structure plus résistive localisée le long des lignes 8 à 10 (Fig. 23). Ce secteur anomalique borde le côté est de la nouvelle chapelle. Cette structure peu conductrice pourrait correspondre à un chemin d'accès en gravier. Cependant, notez que la couverture de feuilles mortes automnales et de neige lors du levé géophysique de décembre 2006 ne permettait pas de vérifier la présence d'un sentier dans ce secteur.

Une structure électriquement conductrice semble présente sous la ligne 16. L'alignement de plusieurs anomalies sur cette ligne pourrait correspondre à une structure d'intérêt archéologique. Toutefois, notez que les anomalies sont peu développées en raison de la faible pénétration verticale du levé à une fréquence d'induction de 30030 Hz (Fig. 23)

Notez également que le fossé de drainage actuel, dessiné en pointillé bleu sur la carte, est apparent surtout le long de la ligne 20 et plus spécifiquement au sud de la station Y= 12. De plus il est important de souligner que la présence des arbres matures, indiquée par des cercles verts sur la figure 23, ne semble pas influencer les données de conductivité électrique apparente.

Conductivité électrique apparente (GEM2-30030 Hz)

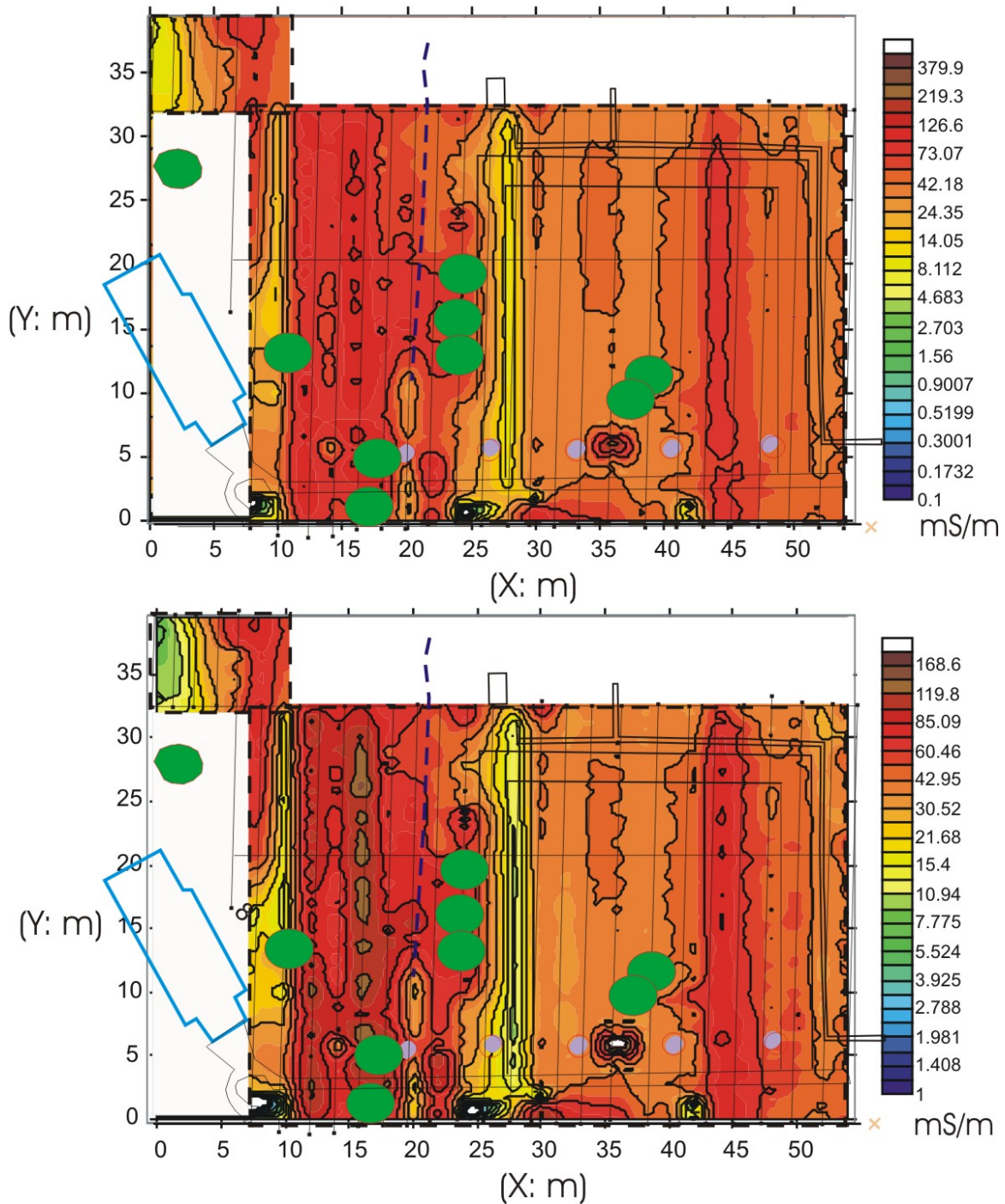


Figure 23. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction à une fréquence de 30030 Hz. Site historique de la maison des Jésuites. Les localisations de la chapelle actuelle et du sentier de gravier sont indiquées sur la figure. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

Pour une fréquence d'induction de 18270 Hz, le plan de la figure 24 montre des valeurs de conductivité électrique apparente comprises entre 0,1 et 4000 mS/m. Cette figure présente approximativement les mêmes anomalies que pour une fréquence d'induction de 30030 Hz (Fig. 23). Toutefois, notez que les contrastes de conductivité électrique entre les domaines à l'est et à l'ouest de la ligne 26 tendent à diminuer sur la figure 24. Ceci pourrait être compatible avec une interprétation suggérant que la surface du terrain situé à l'arrière de la maison des Jésuites ait été nivelée par l'ajout d'un remblai électriquement moins conducteur (surface à l'est de la ligne X=26).

Pour une fréquence d'induction de 7290 Hz, le plan de la figure 25 montre des valeurs de conductivité électrique apparente comprises entre 1 et 400 mS/m. Comme pour les figures précédentes, la figure 25 souligne l'anomalie linéaire plus résistive longeant la ligne 28 et correspondant probablement à un ancien mur souligné par des traces de briques rapportées sur la figure 7 du rapport de Cloutier (2007). À cette fréquence d'induction plus pénétrative, la conductivité électrique apparente du terrain devient plus hétérogène ce qui se traduit par la présence de trois domaines orientés parallèlement au réseau de lignes. Les domaines des extrémités est et ouest montrent des conductivités électriques semblables tandis que la partie centrale montre une diminution de la conductivité électrique apparente. Cet agencement spatial n'est certainement pas naturel.

La figure 25 montre également le tracé de la partie sud du fossé de drainage (au sud de la station Y=15). L'élément le plus intéressant à souligner sur cette figure est la signature très prononcée de l'anomalie plus conductrice (représentée en brun sur la carte de la figure 25) entre les lignes 12 à 16. Cette anomalie est beaucoup plus prononcée que pour les inductions à plus de 18270 Hz. Ceci suggère fortement que la source de l'anomalie est probablement plus profonde. Ce secteur devrait faire l'objet de sondages archéologiques pour en vérifier l'origine.

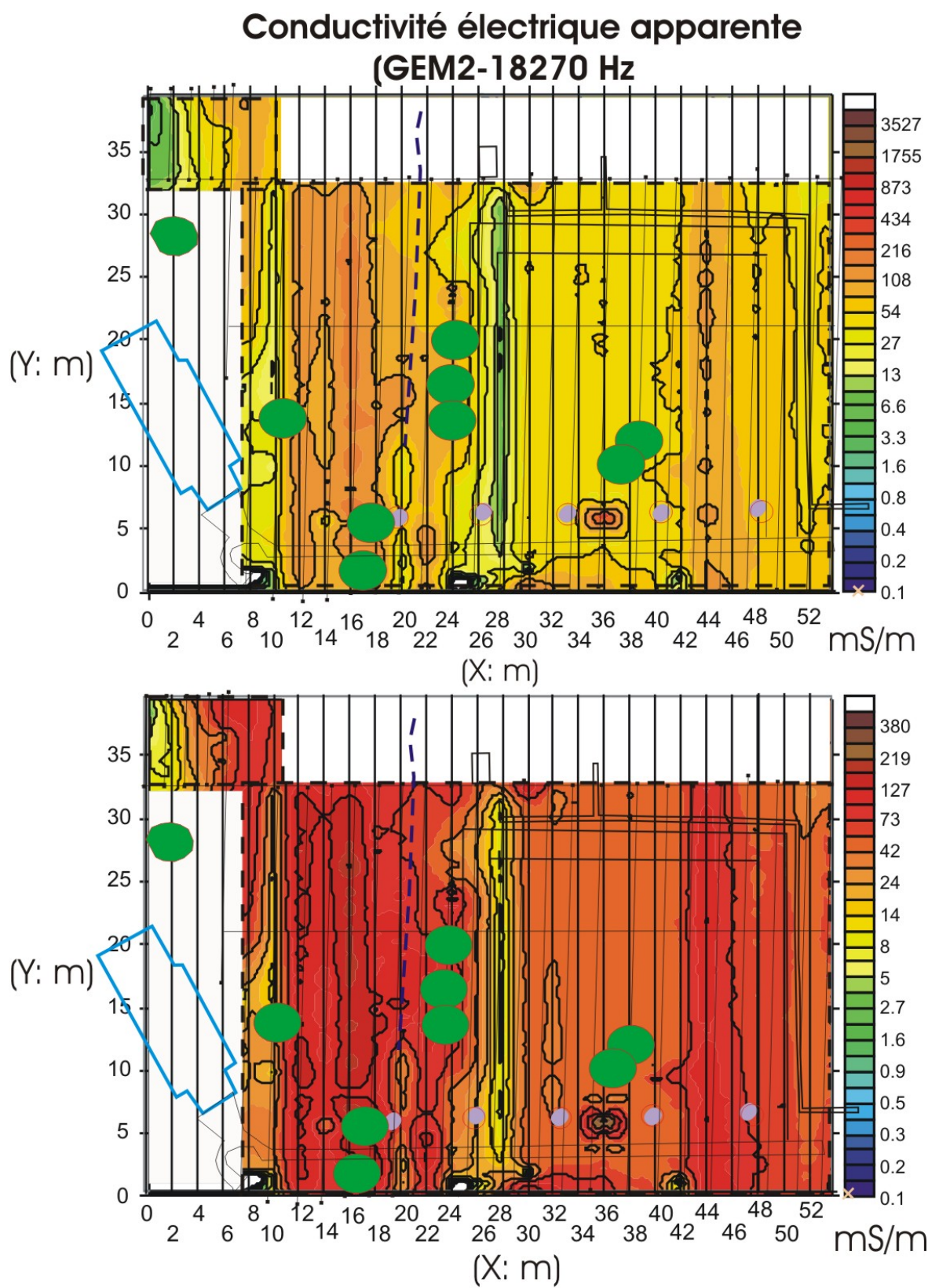


Figure 24. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction à une fréquence de 18270 Hz. Site historique de la maison des Jésuites. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

Conductivité électrique apparente (GEM2-7290 Hz)

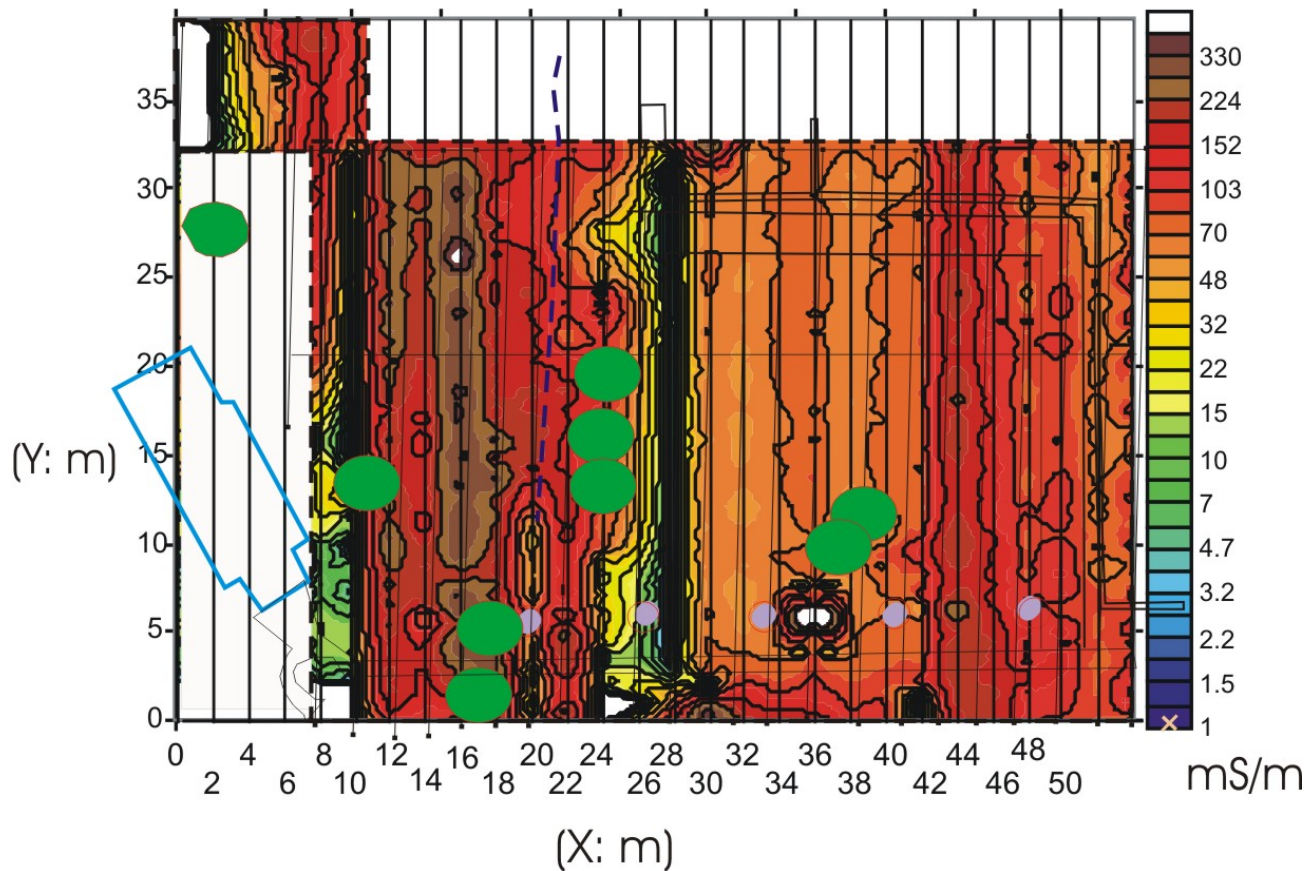


Figure 25. Carte montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction à une fréquence de 7290 Hz.

Pour une fréquence d'induction de 4050 Hz, la carte de la figure 26 montre des valeurs de conductivité électrique apparente situées entre 0,1 et 1000 mS/m. Pour cette fréquence d'induction, sur le site de la maison des Jésuites, la conductivité électrique est plus élevée. Les variations observées sur les plans des figures 23, 24 et 25 suggèrent une augmentation de la conductivité électrique en fonction de l'accroissement de la profondeur (diminution de la fréquence d'induction). Ce phénomène, fréquemment observé dans la région de Québec, s'explique par la forte conductivité du substrat rocheux constitué principalement de shales appalachiens (roches riches en minéraux argileux). Notez que sur l'île de Montréal, la situation est l'inverse car les dépôts meubles reposent sur des calcaires qui sont des roches hautement résistives. En plus des raisons géologiques (lithologiques), il est probable que les dépôts meubles soient saturés en eau à cette profondeur et plus spécifiquement en raison de la position

géographique particulière du terrain (bordure d'une falaise et altitude relative au niveau du fleuve). La présence d'eau libre contribuerait à augmenter la conductivité électrique apparente.

L'anomalie plus résistive de la ligne 28 est toujours aussi linéaire et bien développée (fig. 26). L'anomalie plus conductrice présente dans le secteur de la ligne 16 est encore bien définie mais toutefois moins large que pour la fréquence d'induction de 7290 Hz. Ceci pourrait suggérer que la source responsable de l'anomalie disparaît progressivement en fonction de l'accroissement de la profondeur. Ce phénomène serait compatible avec une origine anthropique.

Finalement les figures 23 à 26 montrent la présence d'une forte anomalie ponctuelle localisée sur la ligne 36 et à la station Y=6. Cette anomalie pourrait être d'origine électrique (câble électrique) car elle est située sur l'alignement des lampadaires observés sur le terrain. L'examen attentif du plan du dispositif électrique de la propriété devrait permettre de vérifier cette hypothèse.

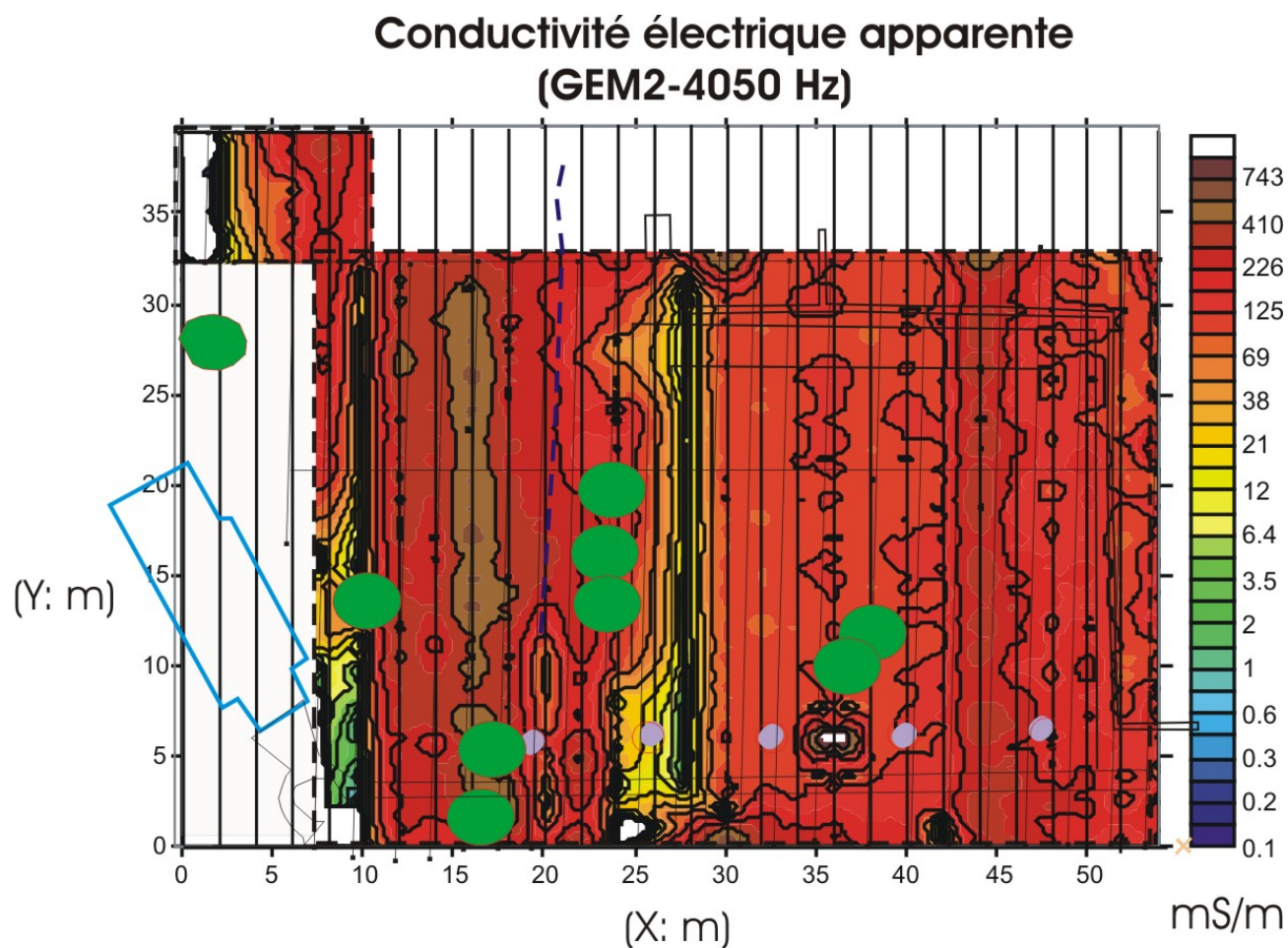


Figure 26. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées pour une induction électromagnétique de 4050 Hz.

7.2.1.2 Secteur du stationnement

Compte tenu de la surface limitée du secteur du stationnement (Fig. 4), les variations observées de conductivité électrique apparente sont plus simples à décrire. Premièrement, pour de hautes fréquences d'induction (18270 et 30030 Hz) les cartes des figures 27 et 28 montrent la présence d'un domaine de matériaux plus conducteurs correspondant approximativement à la surface actuelle du stationnement. L'anomalie pourrait être associée à une excavation comblée par un remblai ayant une conductivité électrique distincte. En plus de ce domaine de conductivité électrique élevé, les cartes des figures 27 et 28 montrent la présence d'anomalies ponctuelles localisées dans le secteur des lignes 0 à 6 (entre les stations $Y= 2$ à 6) et dans le secteur des lignes 16 à 18 (entre les stations $Y= 0$ à 4). L'observation de surface montre que ces anomalies sont

essentiellement associées à des affiches métalliques et à un support à vélo en acier. Une zone électriquement très résistive (faible conductivité électrique) est présente entre les stations X=4 à 17 et Y=0 à 5 (Fig. 27 et 28). Cette zone résistive pourrait être associée à un vestige d'une fondation d'un ancien bâtiment qui serait localisé entre le stationnement actuel et la bordure est de l'ancienne chapelle. D'un autre côté, cette anomalie pourrait être associée à l'ancienne chapelle. Dans ce cas, la reconstitution de surface des fondations de l'ancienne chapelle pourrait être spatialement erronée.

Pour une induction à une fréquence égale ou inférieure à 7290 Hz, les cartes de conductivité électrique apparente montrent une surface devenant de plus en plus homogène pour ce qui est de la conductivité électrique. Toutefois, les données deviennent de plus en plus bruitées en raison d'interférences provenant des lignes électriques bordant le périmètre.

La signature électrique du remblai du stationnement est toujours visible sur la figure 29 mais cette signature disparaît pour une induction à une fréquence de 4050 Hz (Fig. 30). Ceci démontre que la signature de conductivité électrique apparente mesurée sous le stationnement résulte de processus anthropiques (ex. excavation et nivellement) et non pas géologiques. Les plans des figures 29 et 30 montrent encore la présence d'anomalies ponctuelles associées aux objets ferreux.

Maison des Jésuites -stationnement-
 Conductivité électrique apparente (30030 Hz)

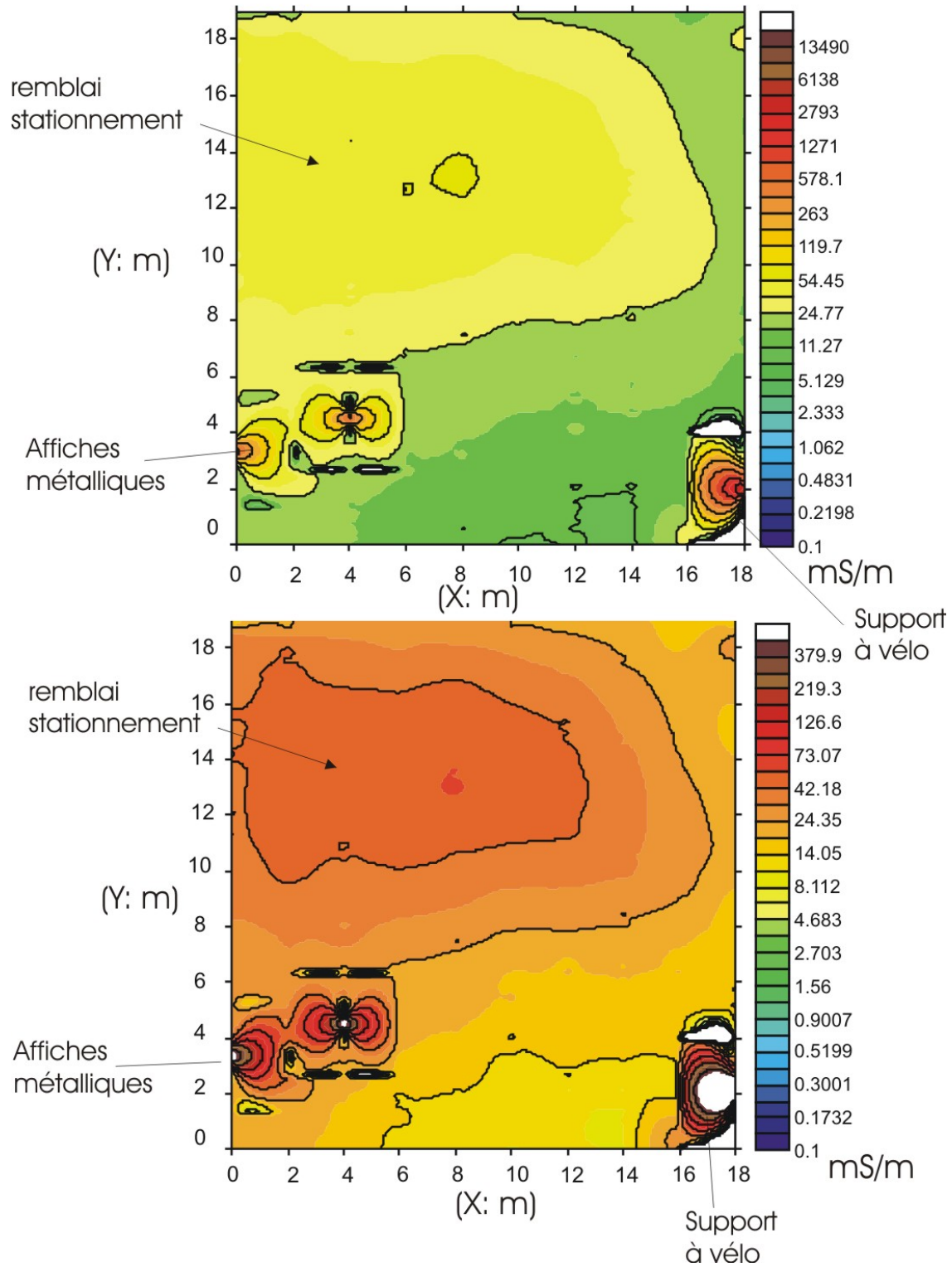


Figure 27. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une fréquence d'induction de 30030 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

Maison des Jésuites -stationnement-
Conductivité électrique apparente (18270 Hz)

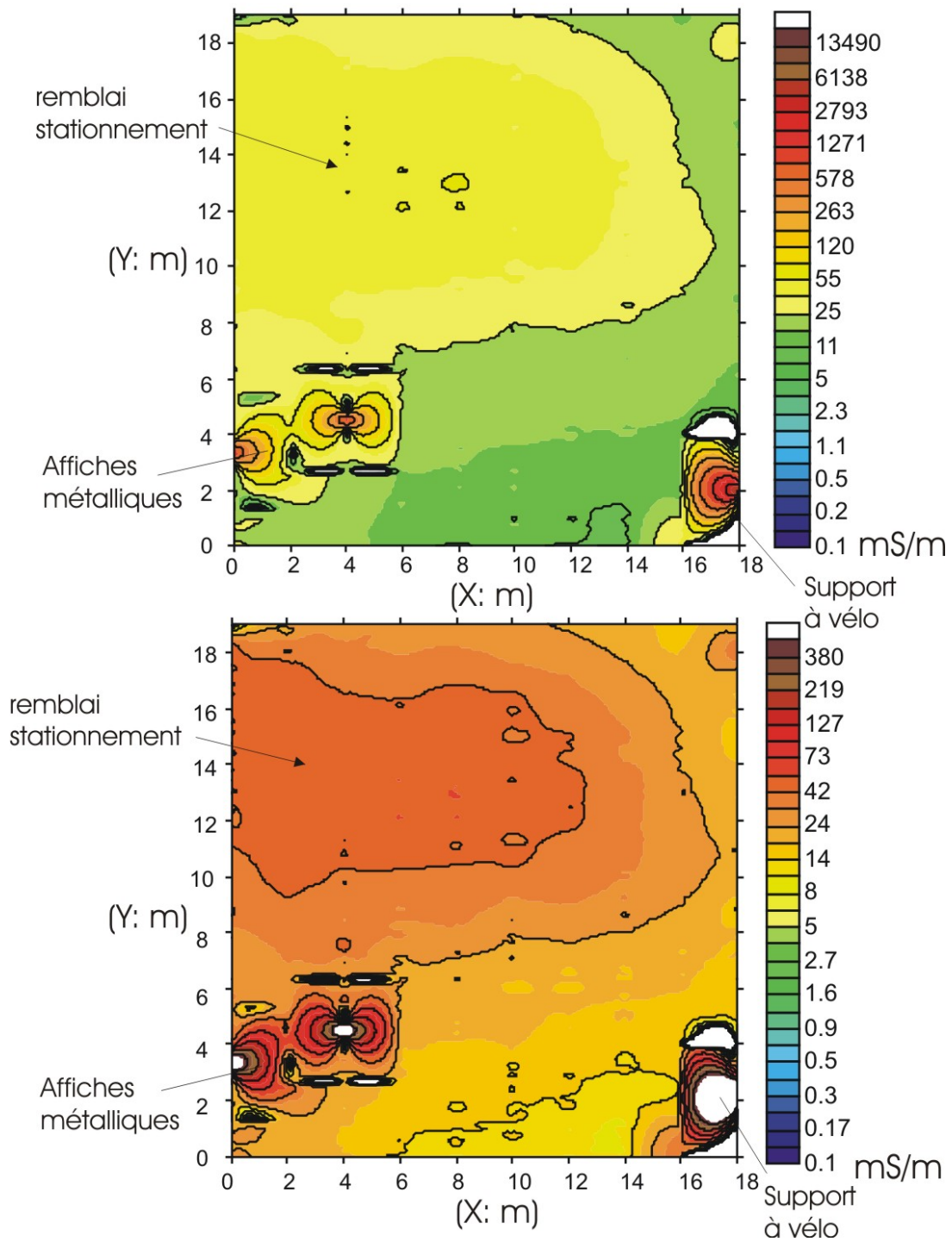


Figure 28. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une pour une fréquence d'induction de 18270 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

Maison des Jésuites -stationnement-
 Conductivité électrique apparente (7290 Hz)

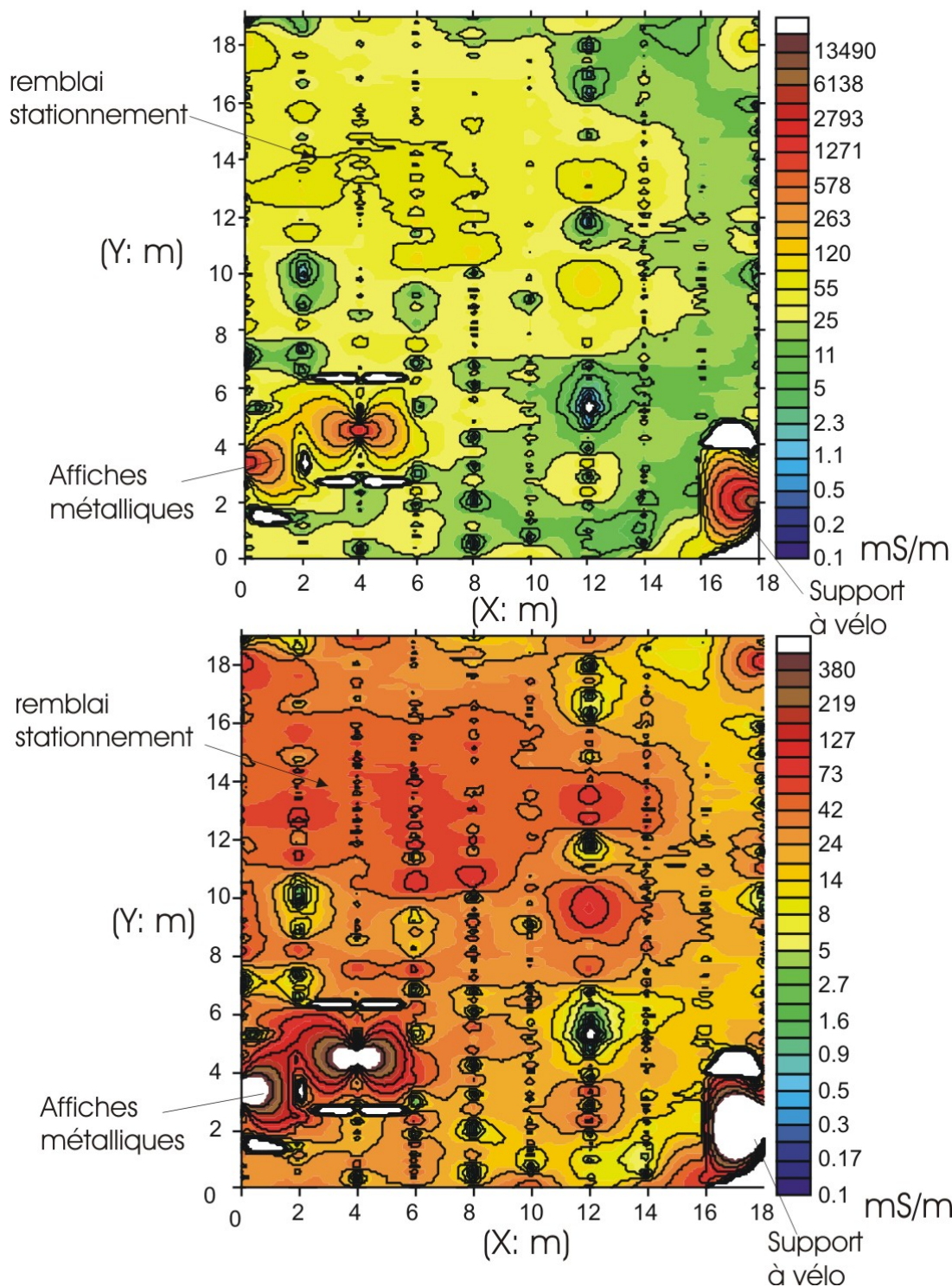


Figure 29. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une pour une fréquence d'induction de 7290 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

Maison des Jésuites -stationnement-

Conductivité électrique apparente (4050 Hz)

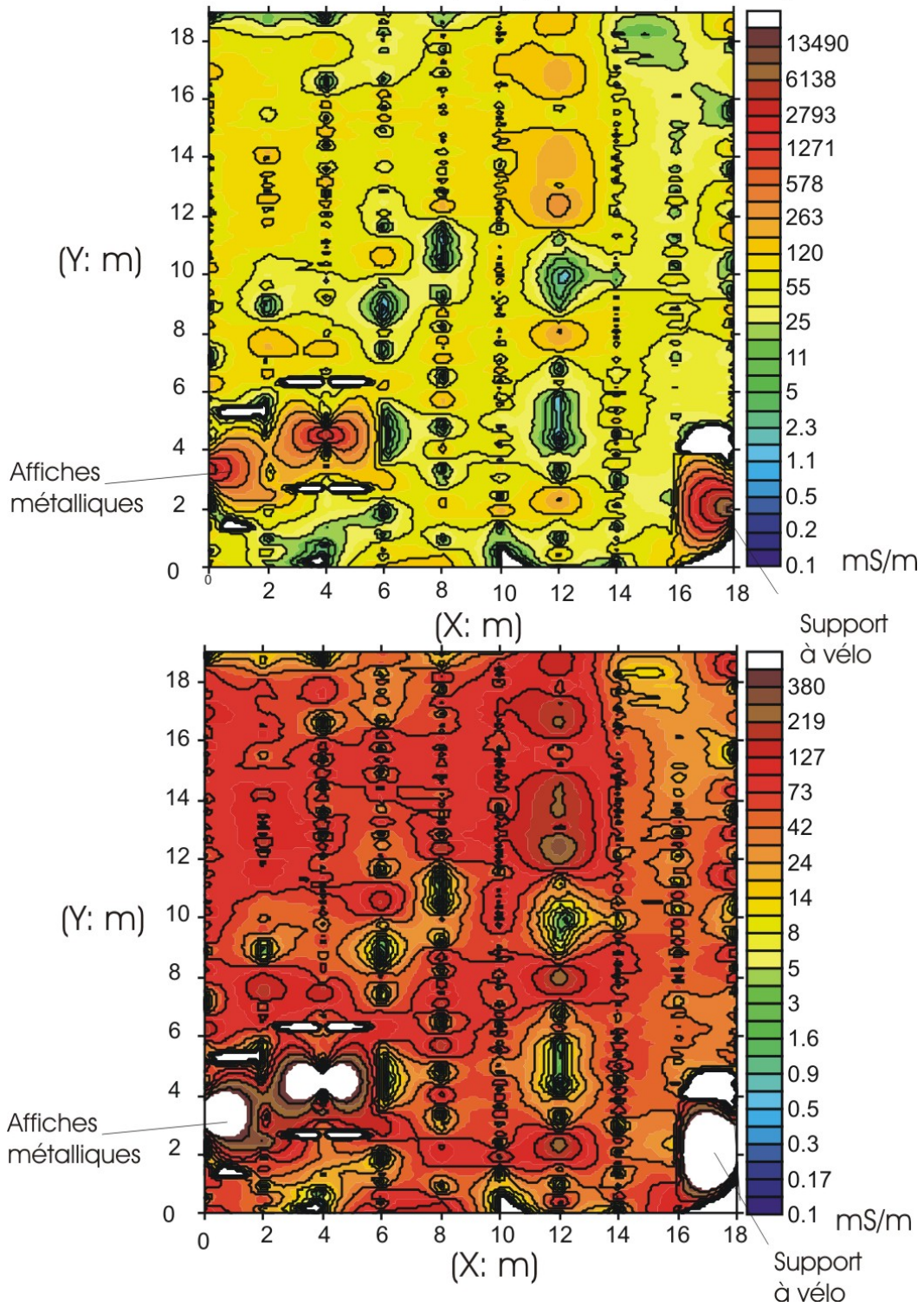


Figure 30. Cartes montrant la distribution spatiale des valeurs de conductivité électrique apparente mesurées dans le secteur du stationnement pour une fréquence d'induction de 4050 Hz. Notez que les données du diagramme du bas sont filtrées pour rehausser les contrastes.

7.3 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DU LEVÉ GÉORADAR DE 500 MHz

Les levés géoradar ont été réalisés sur l'ensemble des deux périmètres au moyen d'une antenne blindée de 500 MHz. Comme mentionné plus haut, l'antenne de 500 MHz permet normalement d'investiguer les contrastes de permittivité diélectrique des matériaux présents entre 0 et 2,2 m sous la surface du sol (ou du remblai). Notez que dans le cas d'un sol riche en argiles et saturé en eau, la profondeur d'investigation peut être réduite à moins d'un mètre en raison de la perte latérale de l'énergie des ondes radar. Pour ne pas surcharger le texte, les sections du levé géoradar sont présentées à l'annexe A.

Les lignes des secteurs est (fichiers 1 à 23 : lignes 10 à 52) et ouest (fichiers 24 à 28 : lignes 0 à 8) du périmètre situé au nord du chemin du Foulon ont été réalisées en partant de la ligne de base (ou de la ligne de rattachement nord) et en se dirigeant vers le nord-ouest (Fig. 4). Les lignes courtes situées dans le secteur du stationnement au sud du chemin du Foulon (fichiers 30 à 39 : lignes 0 à 18) ont été réalisées en partant de la ligne de base longeant le côté est de l'ancienne chapelle et en se dirigeant vers le nord-est.

Certaines sections géographiquement restreintes, localisées au dessus de l'ancienne chapelle et du cimetière (fichiers 40 à 44), ont été réalisées dans le but d'évaluer la performance du géoradar et ce même si ce secteur ne faisait pas l'objet du mandat de recherche.

Les spectres géoradars présentés dans l'annexe A ont été modifiés par l'application d'un filtre DC ainsi que d'un filtre pour compenser l'atténuation normale du signal en fonction de la profondeur (et du temps). Pour ce faire, nous avons fixé un gain linéaire de 50 ainsi qu'un gain exponentiel de 15. Rappelons que l'énergie de propagation de l'onde radar s'atténue rapidement en fonction de la distance parcourue par les ondes électromagnétiques dans le sol. Ce phénomène implique que les horizons ou réflecteurs situés plus en profondeur peuvent être difficilement discernables. Pour l'interprétation des données, l'amplification du signal de retour est donc nécessaire. Toutefois, soulignons que la procédure d'amplification du signal entraîne nécessairement un rehaussement proportionnel du bruit de fond, ce qui limite la profondeur d'investigation du levé géoradar.

Le levé géoradar a été réalisé telle que convenu à l'intérieur des périmètres de lignes et stations. Ce levé montre la présence de plusieurs anomalies de formes hyperboliques dans le secteur est et

une zone intensément perturbée correspondant grossièrement à la position du mur de fortification (courtine nord) du site des Jésuites. A l'opposé, la bordure ouest du stationnement et le secteur de l'ancienne chapelle (périmètre au sud du chemin du Foulon) montrent de très forts réflecteurs profonds laissant supposer la présence d'importantes structures anthropiques.

Dans la section suivante nous présentons ligne par ligne les anomalies ou éléments significatifs observés sur les différentes sections du levé géoradar:

7.3.1 Secteur ouest (*secteur amérindien*)

Ce secteur occupe approximativement la surface utilisée pour reconstituer le campement amérindien. Les sections du levé géoradar débutent sur la ligne de rattachement nord et ont été réalisées du sud-est vers le nord-ouest.

Lignes 0 à 4 : Ces sections ne montrent pas d'anomalies significatives. Le sol semble relativement homogène dans ce secteur.

Ligne 6 : La ligne 6 montre un épaissement du remblai localisé en fin de ligne. La longueur limitée de la ligne ne permet pas d'évaluer la géométrie de l'élément responsable de l'anomalie. Le rapport de Cloutier (2007) ne fait pas mention de structures anthropiques dans ce secteur.

Ligne 8 : Cette ligne de 19m de long marque la fin du secteur ouest et le début du secteur est du périmètre au nord du chemin du Foulon. Elle se termine à la même distance que les lignes 0 à 6 mais débute à 12m au sud de la ligne de rattachement nord.

Cette ligne montre la présence de plusieurs anomalies hyperboliques comprises entre 20 et 50 cm de profondeur. Ces dernières correspondent probablement à des racines. L'anomalie III semble beaucoup plus importante. Cette anomalie hyperbolique à une forte expression et ce à plus de 1m de profondeur. Cette anomalie pourrait avoir un intérêt archéologique (sépulture ?).

Ligne 10 : Cette ligne montre des anomalies significatives et ponctuelles situées à plus de 50 cm de profondeur (ex. anomalie I). Il est peu probable que ces anomalies soient associées à des racines d'arbre. Notez que la ligne 10 passe au dessus du site présumé de la tourelle nord-ouest de

l'ancienne fortification des Jésuites. Le réflecteur localisé entre 1,8 et 4,2m et d'une profondeur maximale de 90 cm pourrait correspondre à un vestige de cette structure.

Lignes 12 à 14 : Ces lignes montrent un début de ligne marqué par de fortes perturbations pouvant atteindre une profondeur de 1m. Cette zone anomalique est probablement associée à des vestiges de l'ancienne fortification des Jésuites. La section de la ligne 14 montre des anomalies hyperboliques intéressantes (anomalies II, III , V et VI). Un très grand nombre de petites anomalies sont présentes sur les lignes 12 et 14 entre les stations 27 à 31 (fin de ligne). Ces anomalies ne semblent pas associées à la présence de racines car il n'y a pas d'arbres visibles dans cette partie du terrain. Des matériaux rocailloux ou des débris de brique ou de pierre pourraient expliquer ces anomalies.

Lignes 16 et 18 : Ces lignes montrent également la présence d'une zone perturbée en début de ligne. La ligne 18 montre de plus la présence d'un puissant réflecteur atteignant 1 m de profondeur (anomalie I).

Lignes 20 et 22 : La ligne 20 montre une faible perturbation en début de ligne tandis que la ligne 22 montre, entre 0 et 2m, un fort épaissement du remblai. L'anomalie ressemble à un vestige de mur d'environ 1,8m de largeur.

Lignes 24 et 26 : Ces lignes montrent des spectres géoradar relativement chaotiques en début de ligne. La ligne 24 montre une forte anomalie hyperbolique située à la station de 25,5 m (anomalie II). La nature de cette forte anomalie pourrait être vérifiée sur le terrain car présente à environ 25 cm de profondeur. Selon le plan de la figure 7 du rapport de Cloutier (2007) l'anomalie pourrait être associée à un ancien muret de pierre. L'anomalie II de la ligne 26 pourrait correspondre à un objet métallique enfouis à environ 50 cm de profondeur.

Lignes 28 et 30 : La ligne 28 montre la présence d'une zone fortement perturbée située entre 1 et 3,5m (anomalie I). Cette anomalie pourrait être associée à la présence de matériaux provenant de l'ancienne fortification. La ligne 30 montre une anomalie ponctuelle localisée à 23m (anomalie I). Cette anomalie ne semble pas associée à des racines ou des blocs de roche et pourrait être d'origine métallique. Les perturbations observées sur les deux sections entre 24 et 28m pourraient être associées à un ancien muret de pierre décrit dans le rapport de Cloutier 2007.

Lignes 32 et 34 : La ligne 32 est relativement monotone à l'exception d'une anomalie hyperbolique localisée à la station 22,8m (anomalie I). Compte tenu de sa faible profondeur (inf. à 20 cm), cette dernière semble avoir un faible potentiel archéologique. La ligne 34 est plus hétérogène. Entre 0 et 6m, le remblai semble beaucoup plus important et atteint une profondeur de plus de 1m. Ce remblai semble contenir des blocs à environ 50 cm de profondeur. Ces matériaux pourraient être associés à l'ancienne fortification. Les anomalies de type hyperbolique I, II et III sont également intéressantes.

Lignes 36 et 38 : La ligne 36 montre en début de ligne une anomalie (I) probablement associée à l'ancienne fortification. En plus d'une forte anomalie de début de ligne, la ligne 38 montre la présence de fortes anomalies hyperboliques (II, III, IV, V et VI) significatives. Notez que les anomalies III et IV pourraient être attribuées à des racines car un arbre mature est présent dans ce secteur.

Lignes 40 et 42 : La ligne 40 montre la forte perturbation de début de ligne située entre 3 et 5m (anomalie I). Cette anomalie est probablement associée à l'ancienne fortification. En raison d'un obstacle situé entre 8 et 10m, une partie du spectre géoradar est absent. Entre 21 et 24m, le sol semble perturbé et des réflecteurs hyperboliques sont présents entre 30 et 50 cm de profondeur. Ces derniers pourraient être associés à l'ancien muret de pierre. La ligne 42 montre également une zone fortement perturbée entre 2 et 6m (secteur de l'ancienne fortification). Cette ligne montre de plus plusieurs anomalies hyperboliques relativement profondes (II, III, IV) qui pourraient être archéologiquement intéressantes (sépultures ?). Le secteur entre 22 et 25m est également perturbé par la présence de fortes anomalies hyperboliques (V et VI). Ces anomalies sont toutefois moins profondes que dans la partie centrale de la ligne.

Lignes 44 et 46 : Ces lignes montrent des caractéristiques communes. Le début des lignes est perturbé par les vestiges de l'ancienne fortification (ex. anomalie I) et quelques anomalies hyperboliques significatives sont présentes à plus de 50 cm de profondeur (ex. anomalies I et II de la ligne 44 et anomalies II, III et IV de la ligne 46). Les extrémités des lignes semblent également affectées par la présence de matériaux provenant de l'ancien muret de pierre ou d'une autre structure d'intérêt archéologique.

Lignes 48 et 50 : La ligne 48 montre une anomalie significative localisée entre 11 et 13m (anomalie I). Toutefois cette anomalie n'est pas apparente sur les sections de part et autre. La ligne 50 montre de petites anomalies hyperboliques situées entre 24 et 28m. Notez que le secteur anomalique attribué à l'ancienne fortification n'apparaît plus sur les sections situées à l'est de la ligne 48.

Lignes 52 et 54 : La ligne 52 souligne la présence de 2 anomalies hyperboliques ponctuelles (anomalies I et II). Ces dernières ne semblent pas associées à des racines. La ligne 54 montre la présence de trois anomalies hyperboliques significatives (anomalies I, II et III). Ces anomalies pourraient faire l'objet de vérifications archéologiques.

Dans l'ensemble, les sections du levé géoradar réalisées au nord de la maison des Jésuites montrent la présence d'une zone fortement perturbée localisée en début de sections (entre 2 et 5m). Par endroit, l'anomalie semble sub-verticale et relativement isotrope (épaisseur de 1,5-2m) et ailleurs elle s'étend sur 4 à 5m. Il est probable que ces contrastes reflètent un état de préservation ou de destruction variable des vestiges de l'ancienne fortification du 17^{ième} siècle.

L'examen attentif des sections du levé magnétique de la figure 16 (lignes 16 à 24 incl.) montre que la zone correspondant à l'ancienne fortification est constituée de matériaux à faible susceptibilité magnétique par rapport au sol et remblai avoisinants. Les mêmes sections montrent dans la partie nord du périmètre la présence d'une zone fortement perturbée marquée par une multitude d'anomalies hyperboliques variablement enfouies entre 40 et 80cm de profondeur. Ces matériaux pourraient correspondre à des vestiges d'un ancien muret de pierre identifié sur la figure 7 du rapport de Cloutier 2007.

7.3.2 Secteurs du stationnement et de l'ancienne chapelle

Dans l'ensemble, les lignes 0 à 18 montrent la présence de deux domaines distincts. Le premier est relativement hétérogène et contient de nombreuses structures et anomalies profondes. Le second montre un milieu isotrope sans aucunes anomalies décelables. Le second domaine correspond à la surface actuelle du stationnement. Les données géoradar suggèrent que cette partie du terrain a été complètement excavée et remplis par un remblai très homogène et fin car ne

semblant pas contenir de blocs. Ceci est compatible avec les observations provenant du levé de conductivité électrique GEM2 (Figures 27 et 28).

Dans la section suivante, les sections de géoradar seront présentées séquentiellement du nord (bordure du chemin du Foulon) vers le sud (talus du chemin de fer du CN). Les sections débutent à l'ouest et se terminent à l'est.

Lignes 0 et 2 : Ces lignes montrent bien le contraste entre le domaine compris entre 0 et 8 m (surface de gazon) et celui compris entre 8 et 18m (surface du stationnement). Le segment compris entre 0 et 8 m montre un milieu hétérogène et intensément perturbé. Une anomalie hyperbolique est observable à environ 1m du début de ligne et à une profondeur de 50 à 70 cm. Au delà de 18m, les deux sections montrent un milieu qui redevient hétérogène (bordure de la haie de cèdre). Cette partie du terrain n'a probablement pas été affectée par les travaux d'excavation. Elle peut contenir des éléments d'intérêt archéologique aussi anciens que ceux observés en bordure de l'ancienne chapelle.

Lignes 4 et 6 : En plus des éléments observés dans les sections des lignes 0 et 2, les lignes 4 et 6 montrent la présence d'une structure anthropique profonde présente entre 0 et 3.5 m du début des lignes. Cette structure pourrait être associée à une composante de l'ancienne chapelle ou à un vestige d'un autre bâtiment. Ce secteur devrait faire l'objet de fouilles archéologiques.

Lignes 8 et 10 : Ces lignes montrent également une zone fortement perturbée comprise entre 0 et 4 m du début des lignes. Les anomalies I et II sont comprises entre 0,75 et 2,0m de profondeur.

Lignes 12 et 14 : Ces lignes montrent aussi les anomalies profondes (I et II) observées sur les lignes précédentes. Un petit mur pourrait être présent entre 16,5 et 18m (anomalie III).

Lignes 16 et 18 : Les anomalies de début de ligne (I et II) sont encore présentes et très prononcées. De plus, la ligne 18 montre la présence d'une structure présente en fin de ligne entre 14 et 16m (anomalie II). Cet élément pourrait aussi être associé à un vestige d'un autre bâtiment.

La représentation suivante, réalisée à l'aide du logiciel *Easy 3D* de Mala Geosciences (Suède), montre la position du réflecteur observé dans la partie ouest du stationnement. Le plan de référence est à 2 mètres sous la surface actuelle du sol. La figure 31 montre que la zone anormale est présente entre les lignes 4 et 8 et les stations 0 et 4. Ce type de présentation est normalement optimal pour orienter le choix de cibles à forts potentiels archéologiques. Toutefois, notez qu'un espacement de 2 mètres entre les lignes n'est pas idéal pour produire des images bi et tridimensionnelles. Pour ce faire, les lignes d'un levé géoradar devraient être idéalement espacées de 50 cm.

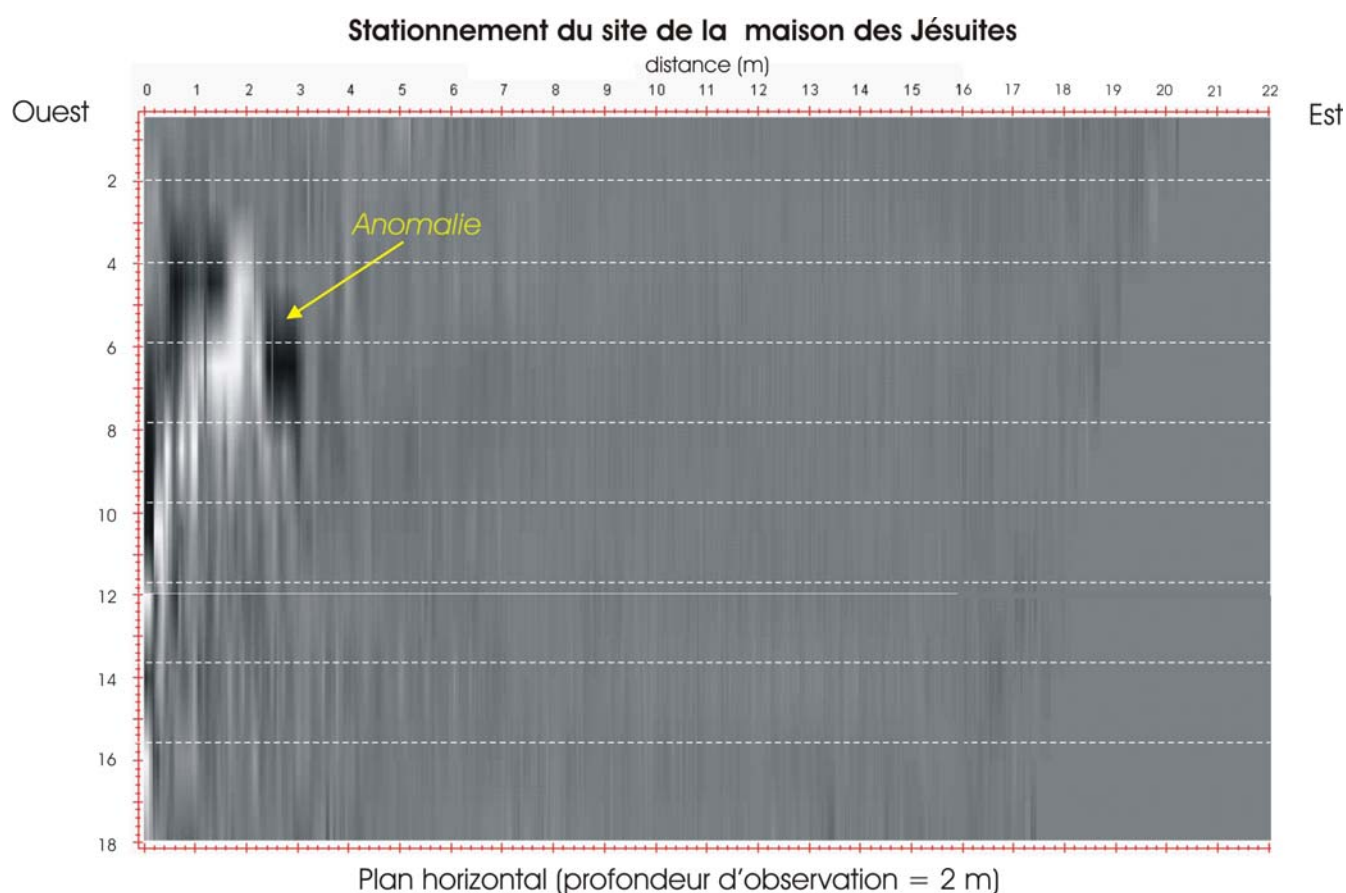


Figure 31. Plan horizontal montrant la localisation de la zone anormale détectée à une profondeur d'observation de 2m dans la partie ouest du stationnement du site des Jésuites. Cette anomalie est vraisemblablement anthropique et possiblement reliée à l'ancienne chapelle des Jésuites.

SECTEUR DE L'ANCIENNE CHAPELLE

Quoique ce secteur ne fasse pas l'objet du présent mandat, nous présentons ici quelques sections réalisées sur le périmètre présumé de l'ancienne chapelle du site des Jésuites. Ces essais ont été réalisés dans le but de vérifier l'efficacité du géoradar Mala 500 MHz sur une cible archéologique partiellement documentée.

Les fichiers 40, 41 et 42 montrent des sections géoradar réalisées du nord vers le sud et passant au centre (fichier 40) et des cotés ouest (fichier 41) et est (fichier 42) de la l'ancienne chapelle. Ces sections permettent une observation le long de lignes d'une longueur de 10m. La section centrale (fichier 40) montre la présence d'une structure anthropique profonde (entre 1 et 2m de profondeur; anomalie II) qui est vraisemblablement associée à l'ancienne chapelle (plancher de fondation ?). Au dessus de cette structure l'on note la présence de fortes anomalies ponctuelles de forme hyperbolique qui pourraient correspondre à des sépultures (ex. anomalie I, fichier 42) (Fig. 32).

Le fichier 42 (section la plus à l'est) montre une imagerie géoradar de très haute qualité (Fig. 32). Elle permet de localiser le réflecteur basal de la chapelle ainsi qu'une fosse marquée par la présence de réflecteurs pentés vers le centre de la figure. Dans la partie axiale de cette fosse l'on note la présence d'une forte anomalie hyperbolique que nous interprétons comme une sépulture (anomalie I).

D'autres sépultures pourraient être présentes sur la section géoradar du fichier 43 (ex. anomalies III, IV et V) (Fig. 32). Notez que cette section est orientée ouest-est et passe dans le secteur du cimetière amérindien pour se terminer près de l'ancienne chapelle.

Secteur église et cimetière (site de la maison des Jésuites)

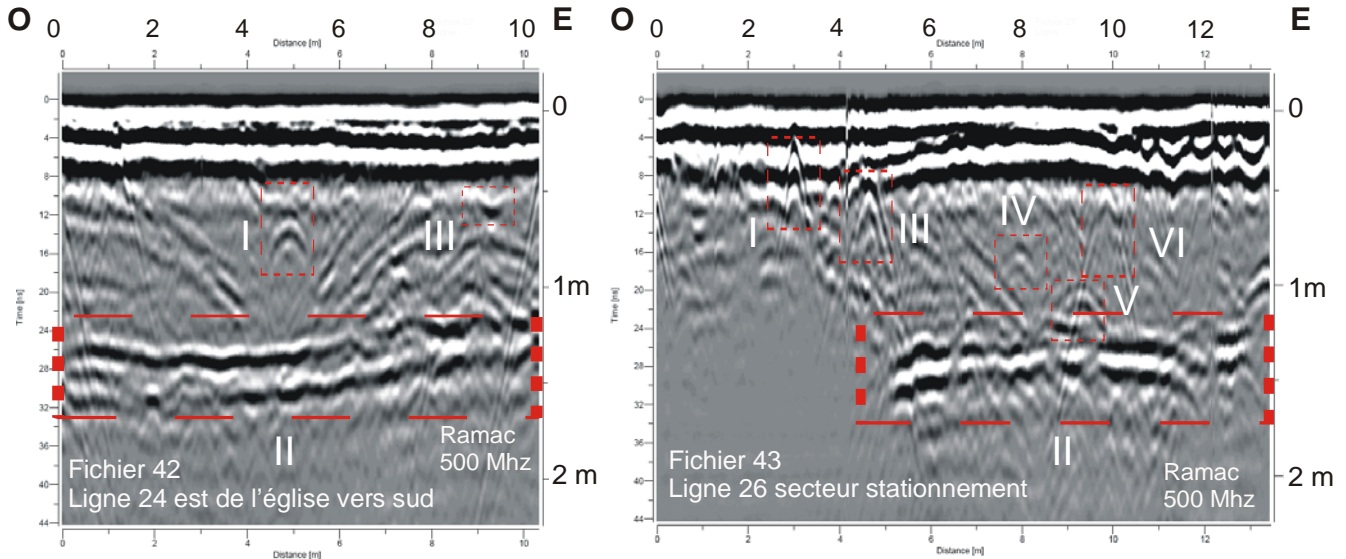


Figure 32. Spectres géoradar significatifs du secteur de l'ancienne chapelle du site de la maison des Jésuites. Ces diagrammes montrent la présence de structures anthropiques solidement enracinées et enfouies sous une importante épaisseur de remblai. La figure de gauche semble montrer une fosse (anomalie III) avec en son centre un réflecteur hyperbolique (anomalie I) qui pourrait correspondre à une sépulture (réflexion de l'onde radar sur un crâne). Un plancher (anomalie II) semble présent sous la fosse.

7.4 IMAGERIE TOMOGRAPHIQUE DE LA RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Levé géoélectrique (Terrameter, SAS 4000-système Abem Lund):

À la suite des levés magnétométriques, d'induction électromagnétique et de Géoradar, nous avons réalisé trois sections géoélectriques à l'aide d'un dispositif d'électrodes (système ABEM Lund-Terrameter SAS 4000) (Figure 32). Lors de l'acquisition des données, le Terrameter SAS 4000 était programmé pour réaliser un levé de type Schlumberger.

Après inversion des données de résistivité, à l'aide du logiciel RS2DINV, les dispositifs ont permis d'obtenir une imagerie détaillée des contrastes de résistivité électrique entre la surface et 6 mètres de profondeur pour ce qui est de la partie centrale des dispositifs. Notez que dans un contexte de déploiement maximal des câbles (5m entre les électrodes), ce dispositif aurait pu atteindre une pénétration de plus de 30 mètres. Dans le cas présent, les observations de terrain ne laissaient pas entrevoir la possibilité d'une telle épaisseur de dépôts meubles. Conséquemment, nous avons opté pour la réalisation de coupes tomographiques de très haute résolution spatiale ce qui implique une faible distance entre les électrodes (50 cm ou 1m). Cette procédure permet de

détecter de fines perturbations stratigraphiques ou discordantes qui ne pourraient être observées autrement.

Tout comme les levés sismiques, la tomographie de résistivité électrique est généralement admise comme méthode permettant de visualiser les variations d'épaisseur d'unités montrant des contrastes de résistivité électrique. Dans le cas de sols et remblais recouvrant un socle rocheux relativement peu profond, les conditions sont réunies pour offrir un maximum de contraste des propriétés électriques.

Afin de vérifier l'expression en profondeur des contrastes de résistivité électrique (ou de conductivité électrique apparente) observés sur le site des Jésuites nous avons réalisé 2 sections de 32 m de longueur en décembre 2006 et une section de 50 m en octobre 2007. Ces dernières ont été réalisées à l'intérieur du périmètre de lignes et stations du secteur est du site des Jésuites (Figure 32). Ces sections permettent d'obtenir des coupes bidimensionnelles permettant d'évaluer les contrastes de résistivité électrique dans des sections perpendiculaires au réseau de lignes.



Figure 33. Photographies montrant les dispositifs du levé de résistivité électrique implantés sur le site de la Maison des Jésuites (décembre 2007).

Lors du levé de résistivité électrique de décembre 2006, le sol était partiellement gelé sur environ 20 cm de profondeur. Pour minimiser ce problème, les électrodes ont été enfouies à plus de 30 cm de profondeur pour ainsi assurer une circulation du courant électrique. Malgré cette précaution, certaines électrodes étaient entourées de glace (matériaux très résistifs) en profondeur ce qui peut expliquer l'absence de données à certains endroits le long des sections de résistivité électrique. Pour cette raison nous avons réalisé une nouvelle section en octobre 2007.

Les figures 33 à 35 montrent les résultats de calculs d'inversion des données de résistivité électrique calculés. Dans le cas présent, l'inversion robuste est la méthode d'inversion des résultats la plus appropriée pour modéliser les données de résistivité et produire les sections tomographiques de résistivité électrique.

La première section tomographique débute sur la ligne de rattachement passant par la station Y= 20 (Fig. 33). Cette section réalisée de l'ouest vers l'est débute à l'intersection de la ligne X=24 et se termine à la ligne X=56 (55,50 m) qui borde l'extrémité est du périmètre. Du matériel résistif est présent en sub-surface entre les lignes L40 et L54 mais la zone la plus résistive est comprise entre les lignes L48 et L51. Ces matériaux résistifs correspondent en partie au remblai de gravier utilisé pour la construction d'un ancien sentier. Les matériaux résistifs près de L40 et L44 ne sont pas expliqués par des observations de surface (Fig. 33). Ces secteurs anormaux pourraient avoir un intérêt archéologique (ancien mur ou muret). Sous le secteur est de la section l'on peut observer la présence de matériaux résistifs relativement uniforme. Ces matériaux, présents à plus de 2 mètres de profondeur, pourraient correspondre à des unités géologiques paléozoïques ou quaternaires (ex. socle rocheux ou sables grossiers ou galets). Ces matériaux ne sont pas présents du côté ouest de la section géoélectrique (Fig. 33). La ligne 40 semble subdiviser le terrain en deux domaines. Celui à l'ouest étant dans l'ensemble moins résistif (plus électriquement conducteur). Ce contraste est également visible sur les cartes de conductivité électrique du levé GEM2 (Figures 23 à 26).

Des zones saturées en eau semblent présentes dans la partie est du terrain (zones en bleu sur les sections). Ces dernières ne sont pas présentes du côté ouest (Fig. 33). Ceci résulte probablement de la présence d'un important fossé de drainage dans cette partie du site des Jésuites.

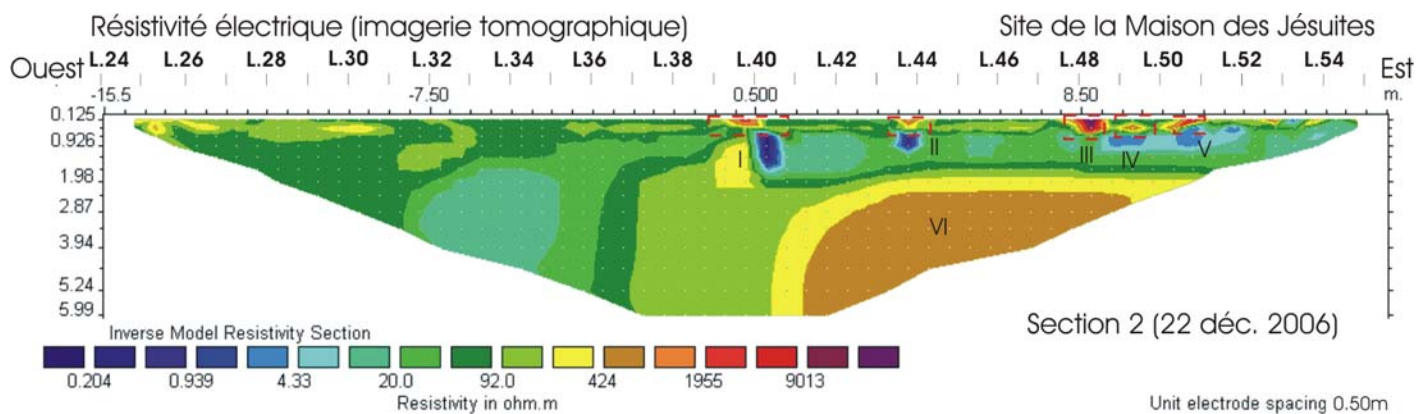


Figure 34. Section tomographique de la résistivité électrique (section 2) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'ouest est du côté gauche de la section et que la profondeur est exprimée en mètres. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV.

La figure 34 montre une section d'imagerie géoélectrique passant à 10 mètres au sud de la section précédente. La section est également orientée de l'ouest vers l'est et intersectant la coordonnée Y=10. Cette section montre plusieurs éléments semblables à la section de la figure 33 passant 10 mètres plus au nord. Premièrement à l'est de l'intersection de la ligne 39 (L39) la section montre la présence de plusieurs zones fortement résistives. Ces zones sont mieux définies que sur la section de la figure 33. la zone résistive près de l'intersection de la ligne 50 correspond à l'emplacement du sentier graveleux. Les anomalies situées sur les lignes 40, 44 et 48 sont certainement anthropiques et d'intérêt archéologique. L'anomalie passant sur l'intersection de la ligne 48 semble solidement ancrée dans le remblai. La zone résistive en surface près de la ligne 27 correspond à un sentier graveleux aménagé sur le terrain. L'unité lithologique ou sédimentaire résistive est toujours présente sous la partie est de la section. Toutefois le contact en profondeur semble plus à l'ouest que sur la section de la figure 33 (environ 3 mètres plus à l'ouest).

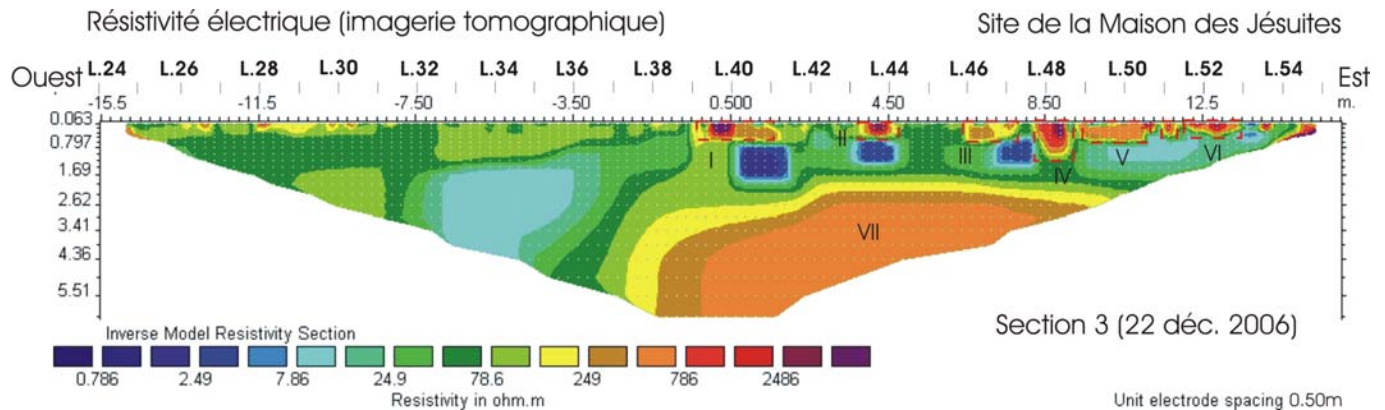


Figure 35. Section tomographique de la résistivité électrique (section 3) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'ouest est du côté gauche de la section et que la profondeur est exprimée en mètres. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV.

La section de la figure 35 a été réalisée en octobre 2007. Lors du levé, le sol était saturé d'eau en raison de pluies abondantes du mois d'octobre. L'imagerie obtenue est sensiblement différente de celle des sections précédentes. Premièrement, la section de la figure 35 est orientée Est-Ouest et la section est beaucoup plus longue (environ 50m). Cette section débute à la clôture limitant la propriété à l'est et se termine 14m à l'ouest du fossé de drainage du terrain. La figure 35 présente la section d'imagerie de la résistivité électrique avec deux échelles différentes. Dans l'ensemble les données de résistivité électrique montrent la présence d'une zone plus résistive en subsurface localisée à 8m sur la section (anomalie I). Cette anomalie correspond au sentier graveleux. Une zone résistive est également présente entre 21 et 25m. Le secteur le plus anomalique correspond au fossé de drainage (anomalies III et IV). Ceci montre l'efficacité du fossé à drainer l'eau présente dans le sol en bordure de la dépression topographique. D'autres matériaux résistifs semblent présents vers 48m.

Dans l'ensemble les contrastes électriques sont plus marqués sur le levé de décembre 2006 qu'en octobre 2007. Ceci résulte probablement de l'état de saturation en eau des sols, remblais et autres matériaux poreux (graviers, sables grossiers ?) présents sur le site des Jésuites.

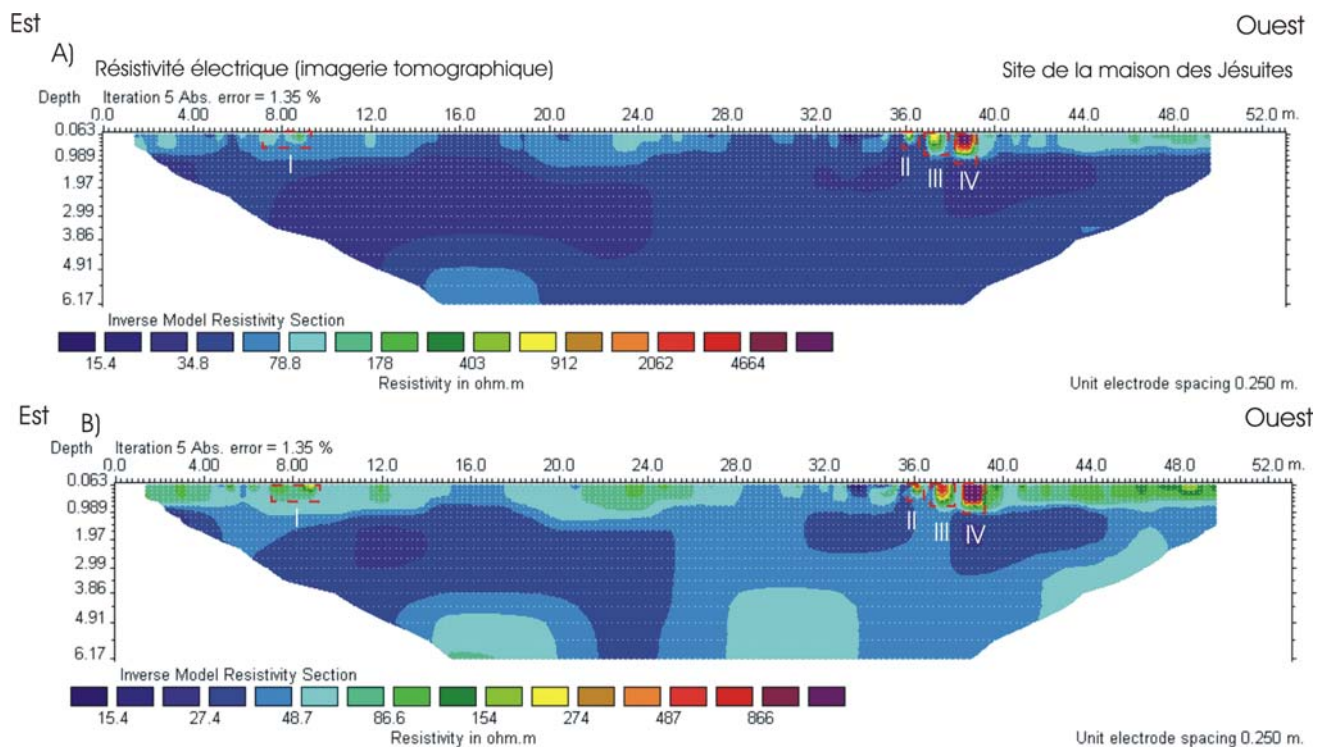


Figure 36. Section tomographique de la résistivité électrique (section 4) réalisée à l’intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l’est est du côté gauche de la section et que la profondeur est exprimée en mètres. Inversion numérique réalisée à l’aide du logiciel RS2DINV.

La figure 36 présente une imagerie de la chargeabilité électrique sur la même section que la figure 35. Ces données ont été obtenues par la méthode de polarisation induite. Cette méthode permet de détecter la présence de matériaux polarisables (micro-condensateurs) comme des argiles minéralogiques ou des sulfures disséminés. Dans le cas présent, l’anomalie indiquée sur la figure 36 pourrait être reliée à la présence de matériaux argileux enfouis dans le sol. Alternativement, cette anomalie pourrait être reliée à la présence de limaille de fer ou de scories.

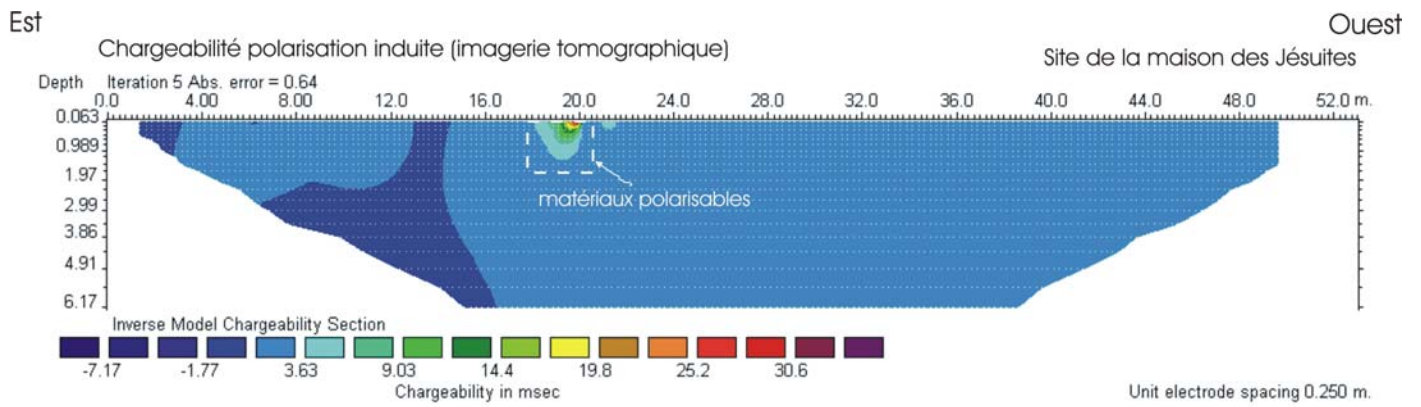


Figure 37. Section tomographique de la chargeabilité électrique (section 4) (polarisation induite) réalisée à l'intérieur du périmètre du secteur est du site des Jésuites. Notez que l'est est du côté gauche de la section. Inversion numérique réalisée à l'aide du logiciel RS2DINV.

8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de géophysique réalisés sur le site des Jésuites permettent de mettre en évidence plusieurs éléments significatifs d'intérêt archéologique:

1) Le levé géoradar 500 MHz a permis de localiser les vestiges d'une fondation située entre le stationnement et la limite est de l'emplacement présumé de l'ancienne chapelle. Il est probable que cette structure soit associée à l'ancienne chapelle. Les données géoradar suggèrent que la fondation de l'ancienne la chapelle est plus imposante que celle présumée par l'ouvrage de vulgarisation observable à la surface. Une section réalisée à l'intérieur de la surface présumée de l'ancienne chapelle suggère la présence d'une fosse avec en son centre un réflecteur hyperbolique suggérant la présence d'une sépulture. L'anisotropie détectée à plus de 1 m de profondeur pourrait correspondre au plancher du soubassement de l'ancienne chapelle. Si cette hypothèse est confirmée, les anomalies hyperboliques observées au dessus du plancher pourraient correspondre à des sépultures enfouies à l'intérieur de la chapelle.

- Les matériaux présents sous le stationnement actuel sont très isotropes et homogènes. Les spectres géoradar ne montrent aucunes anomalies ce qui suggère que ce secteur a fait l'objet de travaux d'excavation et de remblaiement.

- Le levé géoradar réalisé dans les secteurs est et ouest de la cour arrière de la maison des Jésuites (nord du chemin du Foulon) souligne la présence d'une zone fortement perturbée présente en début de ligne et correspondant vraisemblablement à des vestiges de l'ancienne fortification des Jésuites. La perturbation est associée à la présence de matériaux ayant des caractéristiques diélectriques différentes du sol et des remblais du site. Par ailleurs, plusieurs lignes montrent la présence d'anomalies hyperboliques ponctuelles présentes à plus de 50 cm de profondeur et pouvant correspondre à des blocs de roche ou à des objets d'intérêt archéologique pouvant inclure entre autre la présence de sépultures. À l'exception de la fortification bordant la maison des Jésuites, dans les secteurs est et ouest nous n'avons pas détecté de structures massives pouvant être associées à des fondations de bâtiment. Toutefois notez que le dispositif de lignes du levé

géoradar n'était pas optimisé pour détecter des structures orientées nord-sud. Un levé orthogonal devrait être réalisé pour vérifier ce potentiel archéologique.

2) Les levés d'induction électromagnétique permettent de mettre en évidence de nombreux contrastes de conductivité électrique apparente pouvant suggérer l'existence de structures d'intérêt archéologique.

- Dans les secteurs est et ouest, les cartes de conductivité électrique permettent de mettre en évidence des structures linéaires orientées grossièrement NO-SE. L'anomalie longeant la ligne 28 se superpose au tracé d'un ancien chemin de gravier et donc de matériaux électriquement plus résistifs. Cette zone de faible conductivité électrique est évidente sur l'ensemble des fréquences d'induction électromagnétique. La présence de gravier en surface pourrait masquer la présence d'une autre structure sous-jacente. Ceci devrait être vérifié par un sondage.

- Une structure plus conductrice et non expliquée à partir des plans de la Ville de Québec suit approximativement les lignes 44 et 46. Cette structure pourrait correspondre à un ancien ouvrage agricole ou à une ancienne excavation comblée par un remblai électriquement plus conducteur.

- L'anomalie de conductivité électrique présente plus à l'ouest et le long de la ligne 16 ne s'explique pas à partir des observations de surface ou des données disponibles sur l'aménagement du terrain. Elle correspond nécessairement à la présence de matériaux plus conducteurs présents en plus grande profondeur. Cette structure visible sur la carte de 7290 Hz et de 4050Hz pourrait correspondre à une conduite souterraine. Elle devrait faire l'objet d'une vérification archéologique.

- Le secteur du stationnement au sud du chemin du Foulon est marqué par un fort contraste de conductivité électrique correspondant aux limites actuelles de la surface du stationnement. La zone proprement dite du stationnement est électriquement plus conductrice que le terrain adjacent. Ce contraste s'atténue en fonction de la diminution de la fréquence d'induction (donc de la profondeur). Ceci démontre que l'anomalie n'est pas d'origine géologique. La géométrie de l'anomalie suggère que cette zone a été

profondément excavée et remblayée par l'ajout de matériaux de remblai ne provenant pas du site. En se rapprochant vers l'ouest du tracé de l'ancienne chapelle, la conductivité électrique apparente diminue rapidement. Ceci est compatible avec la présence des fondations de l'ancienne chapelle.

3) Dans le périmètre au nord du chemin du Foulon, les données du levé magnétométrique sont influencées par la présence d'un réseau de câbles électriques reliant les lampadaires du terrain (câble souterrain) ainsi que par la circulation de courants électriques dans la maison des Jésuites et dans la nouvelle chapelle. Une anomalie ponctuelle est observée sur la ligne 40 (station Y=8) et correspond à une affiche métallique décrivant l'histoire du site. Une puissante anomalie magnétique est présente à l'est de la nouvelle chapelle. Cette anomalie est vraisemblablement d'origine électrique. Les anomalies gradiométriques observées sur la ligne 24 (au nord de Y=20) sont archéologiquement intéressantes.

- Dans le secteur du stationnement (sud du chemin du Foulon), les données magnétométriques (champ magnétique total) montrent la présence de trois anomalies associées à la présence d'affiches métalliques, d'un support à vélo en acier et d'une borne d'incendie. En plus de ces anomalies, les données du gradient magnétique soulignent la présence de 3 anomalies sous la surface de gravier du stationnement. Ces anomalies inexplicables sont certainement anthropiques.

4) Les sections d'imagerie tomographique de la résistivité électrique montrent de fortes variations latérales et verticales de la résistivité électrique de la subsurface. Une unité très résistive est présente à plus de 2m de profondeur dans la partie est du périmètre situé au nord du chemin du Foulon. Cette unité pourrait correspondre au socle rocheux ou à une unité de dépôts meubles résistifs.

- Les sections de décembre 2006 montrent la présence de matériaux résistifs présents près de la surface et pouvant correspondre à des vestiges d'anciens murs ou murets. Un levé de polarisation induite réalisé en octobre 2006 indique la présence de matériaux électriquement polarisables comme des argiles minéralogiques ou des particules métalliques (limaille, scories) mélangés au remblai. Cette anomalie devrait être vérifiée par les archéologues.

Dans l'ensemble, le site de la maison des Jésuites présente de nombreuses anomalies géophysiques non expliquées à partir des observations de surface et pouvant correspondre à des éléments d'intérêt archéologique. La bordure ouest du stationnement situé au sud du chemin du Foulon et le secteur de l'ancienne chapelle semblent contenir des éléments structuraux et possiblement des sépultures associées à l'ancienne chapelle des Jésuites. Le terrain au nord de la maison des Jésuites montre de nombreuses anomalies de conductivité électrique apparente suggérant la présence de structures anthropiques orientées perpendiculairement à l'axe long de l'actuelle maison des Jésuites. Le site des Jésuites semble avoir un potentiel archéologique inexploré qui devrait faire l'objet de fouilles archéologiques.

9 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CLOUTIER, C., 2007. La mission des Jésuites et l'établissement du premier Hôtel-Dieu à Sillery : évaluation du potentiel archéologique. Rapport de la Ville de Québec, 50 pages.

CONYERS, L.B. et GOODMAN, D., 1997. *Ground-penetrating radar: An Introduction for Archaeologists*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.

GAUMOND, M., 1961. Premiers résultats de l'exploration d'un site archéologique à Sillery, Cahiers de Géographie de Québec, cinquième année, n° 9, octobre 1960 à mars 1961, pp. 63-72.

LAMONTAGNE, P.A., 1952. L'histoire de Sillery, 1630-1950.

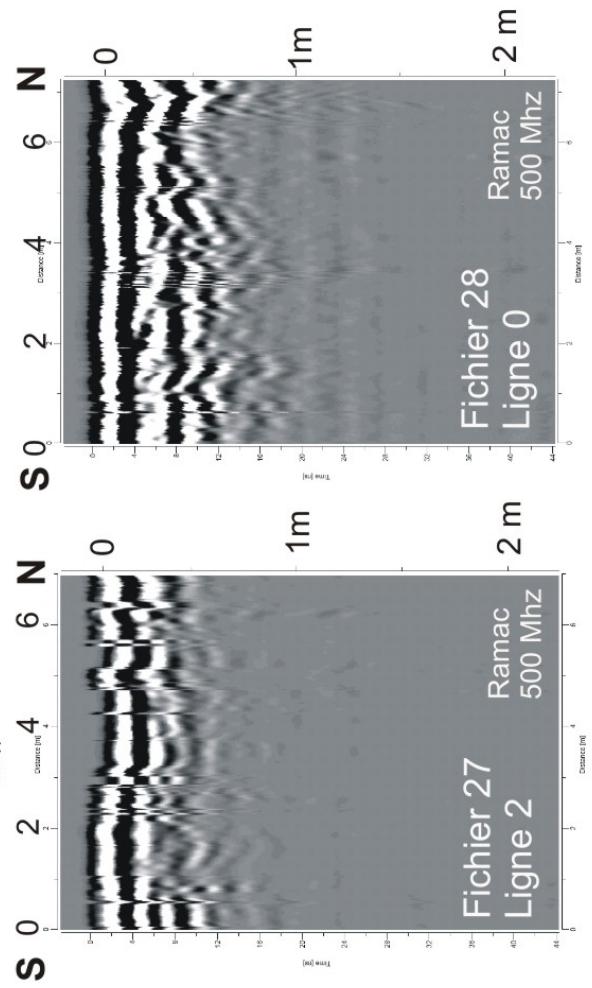
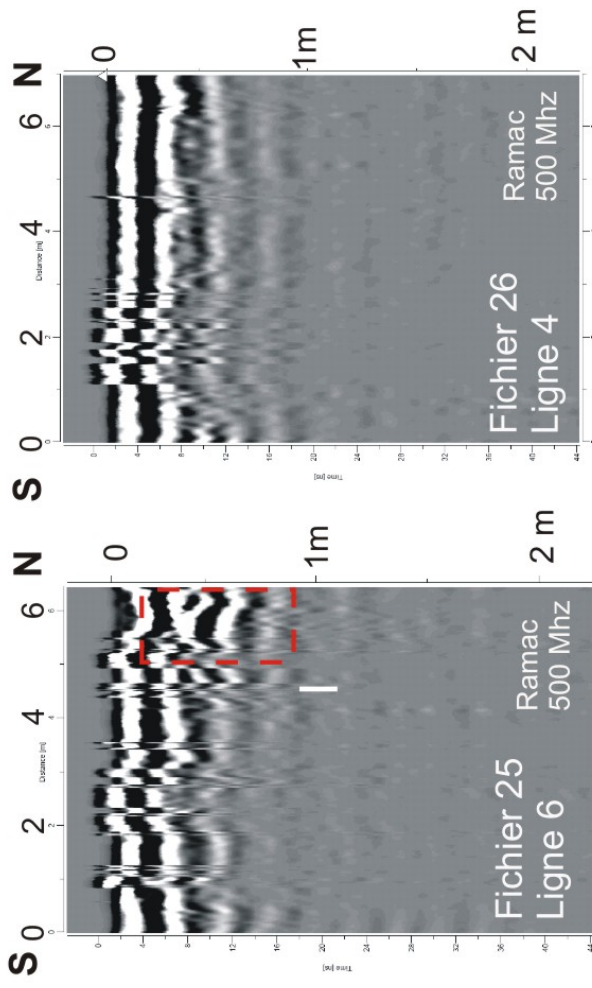
SCOTT, H.A., 1902. Une paroisse historique de la Nouvelle-France : Notre-Dame de Sainte-Foy : une histoire civile et religieuse d'après les sources. Laflamme, Québec.

SLATER, P. et CHRÉTIEN, Y., 2006. Rapport de surveillance archéologique sur le site du premier Hôtel-Dieu des sœurs Hospitalières (CeEt-876) au pied de la côte à Gignac, Sillery.

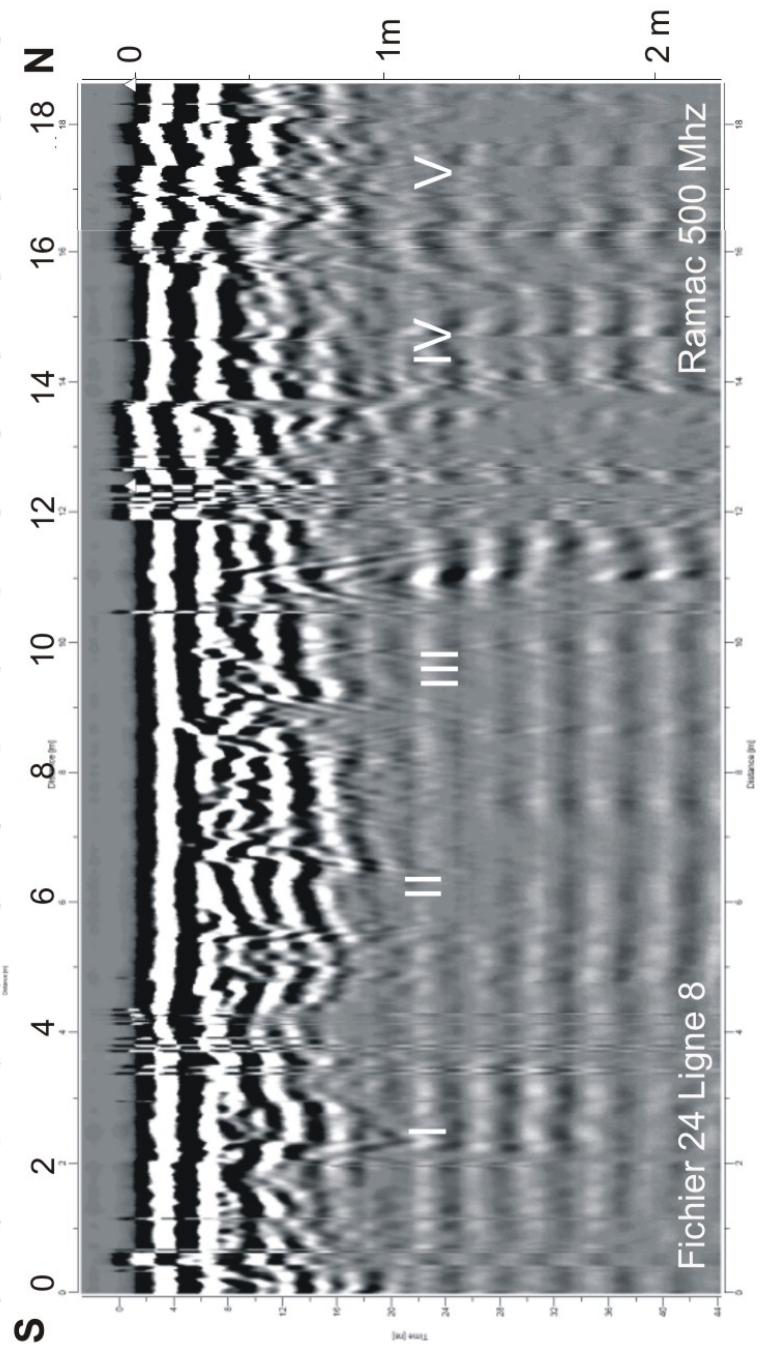
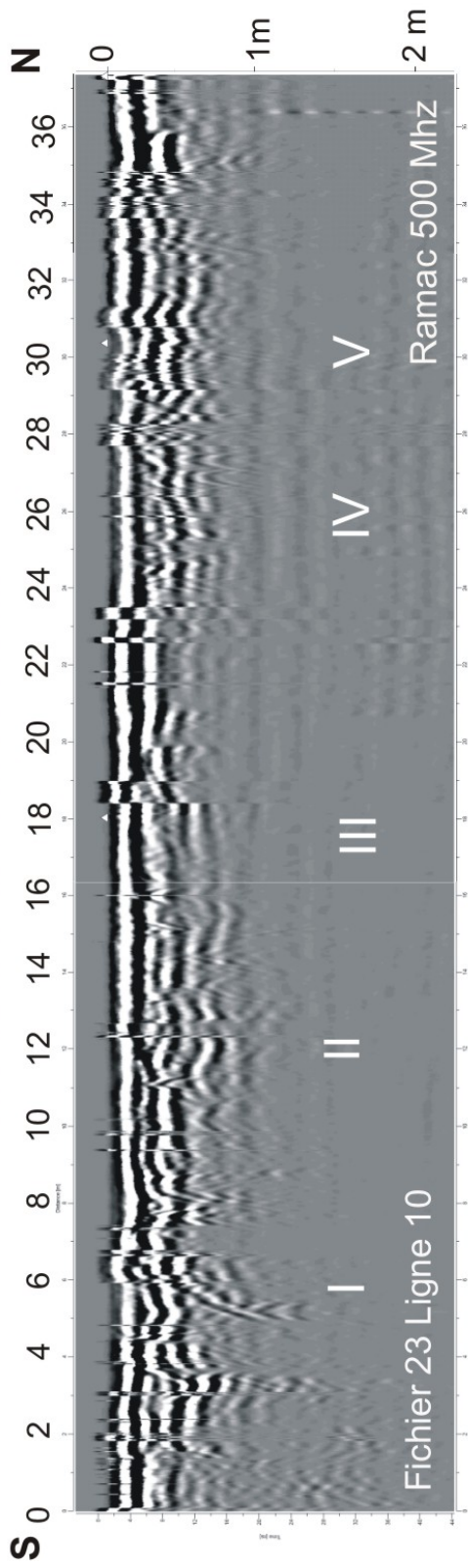
ANNEXE A
Sections tomographiques produites au
moyen du Géoradar RAMAC de MALA
Antenne blindée de 500 MHz

Secteur de la maison des Jésuites

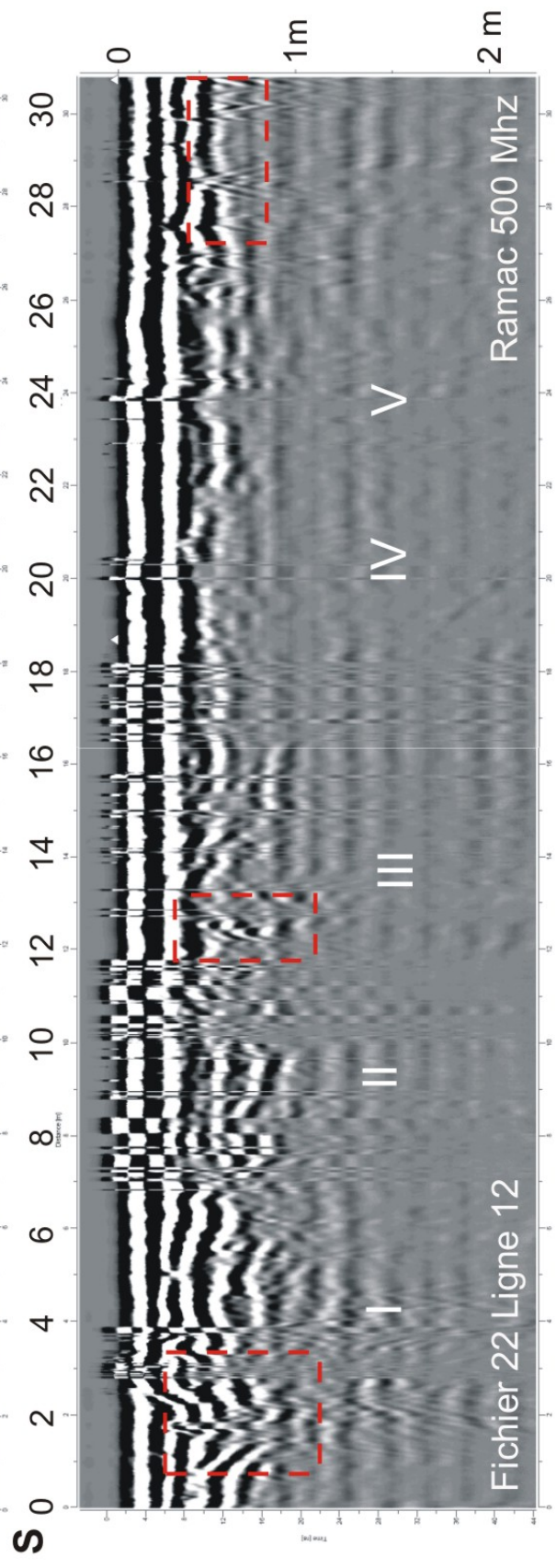
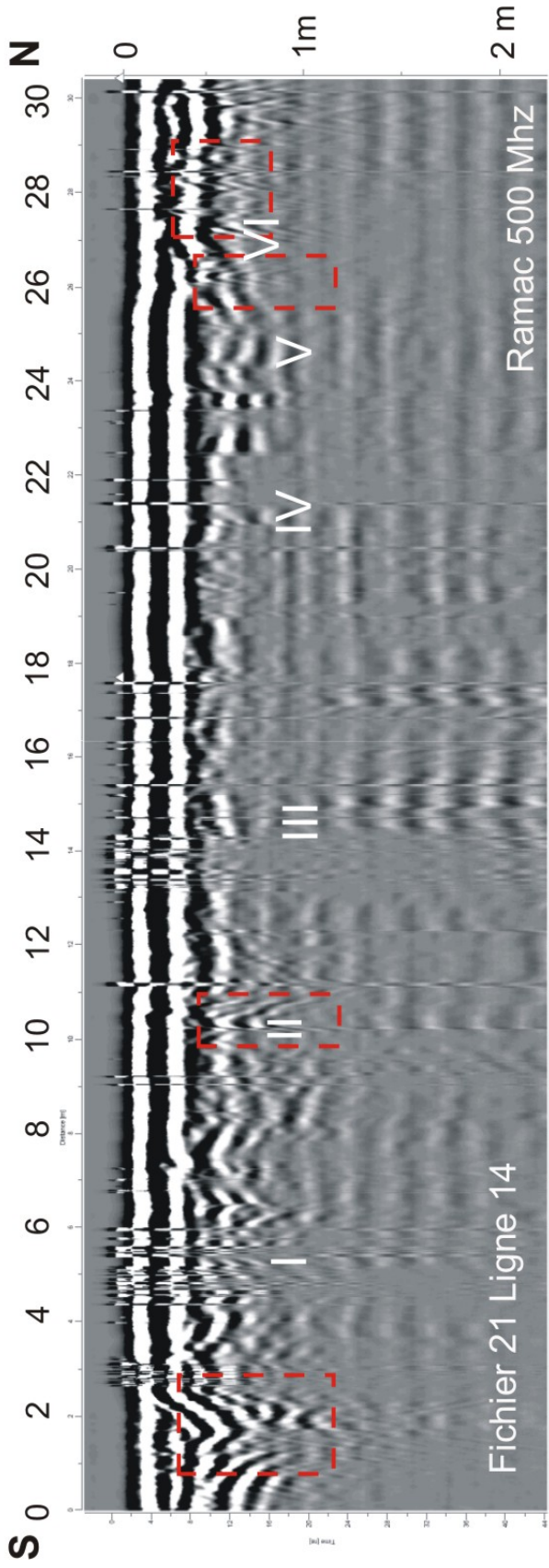
Site de la maison des Jésuites



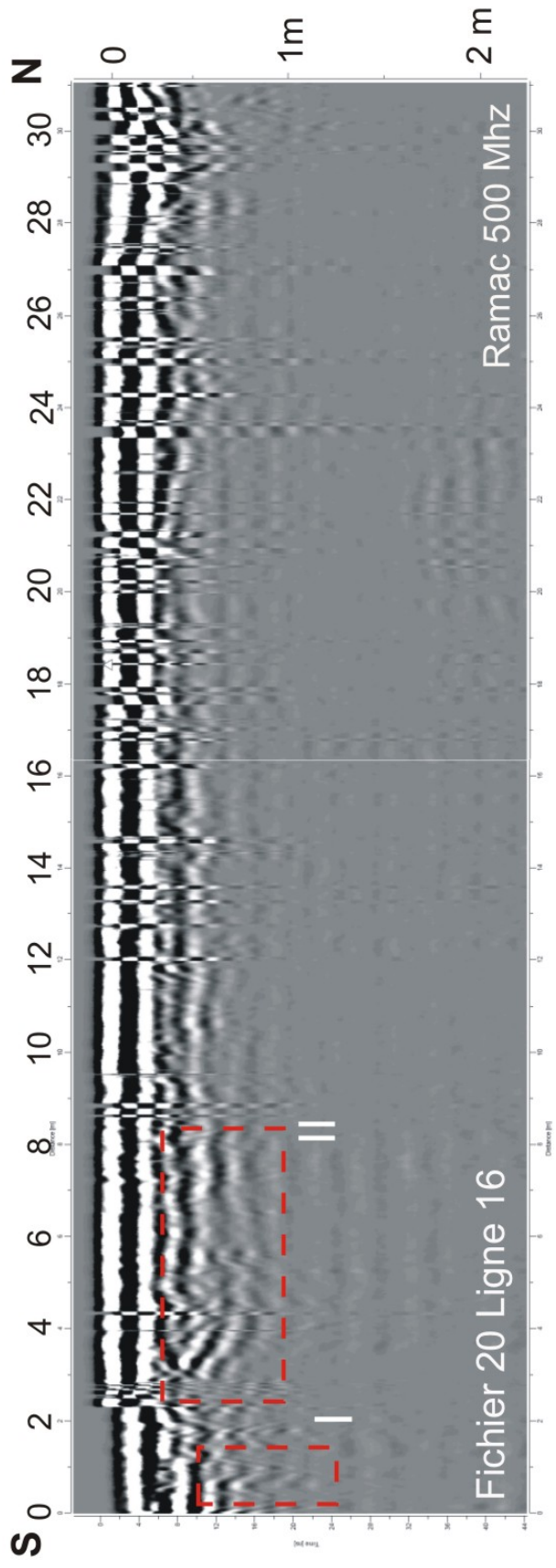
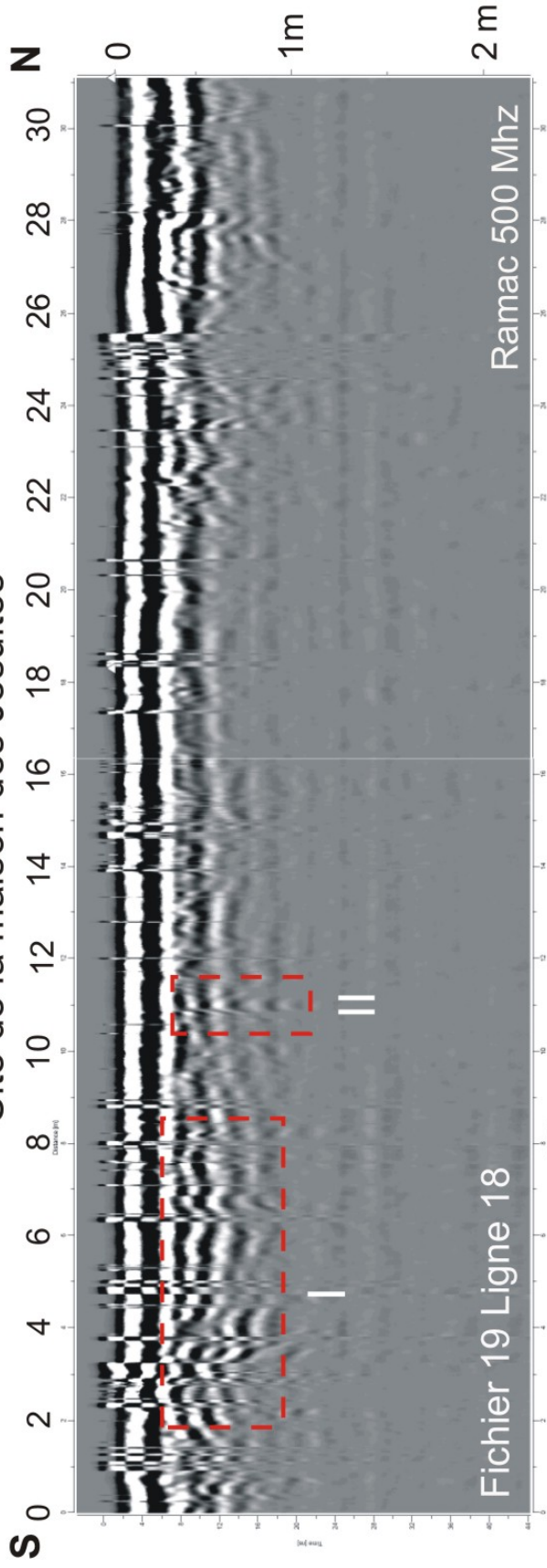
Site de la maison des Jésuites



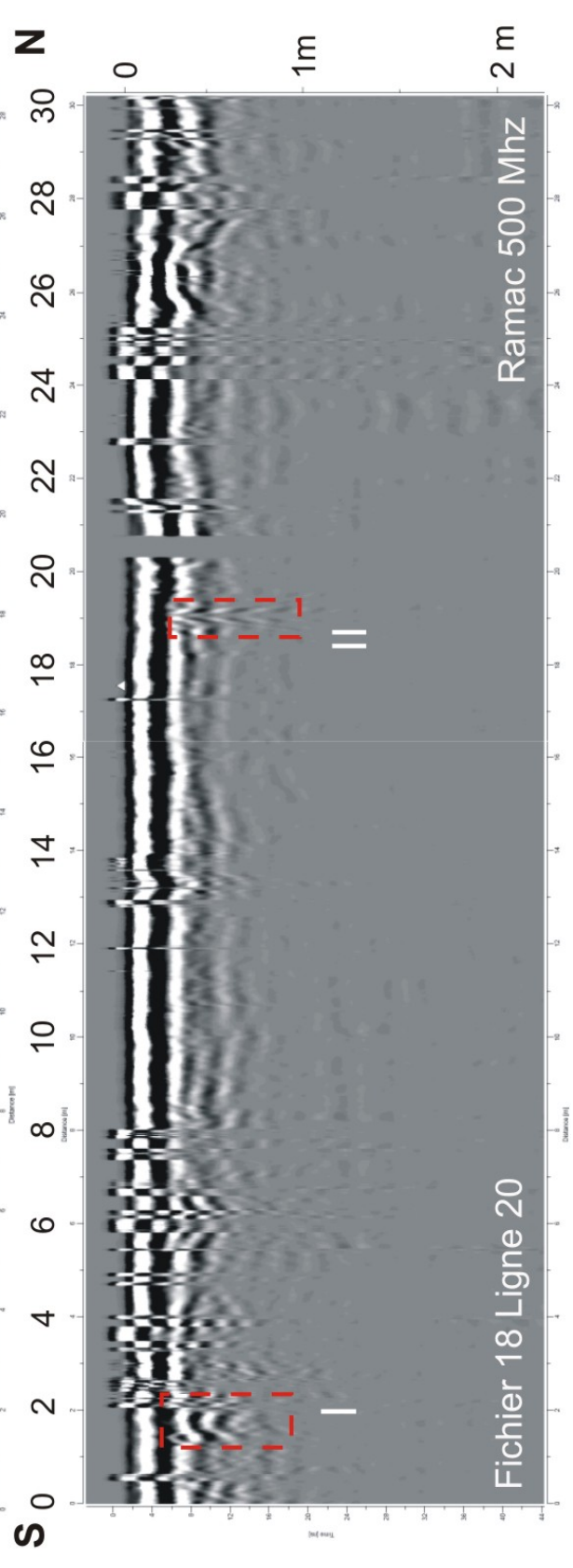
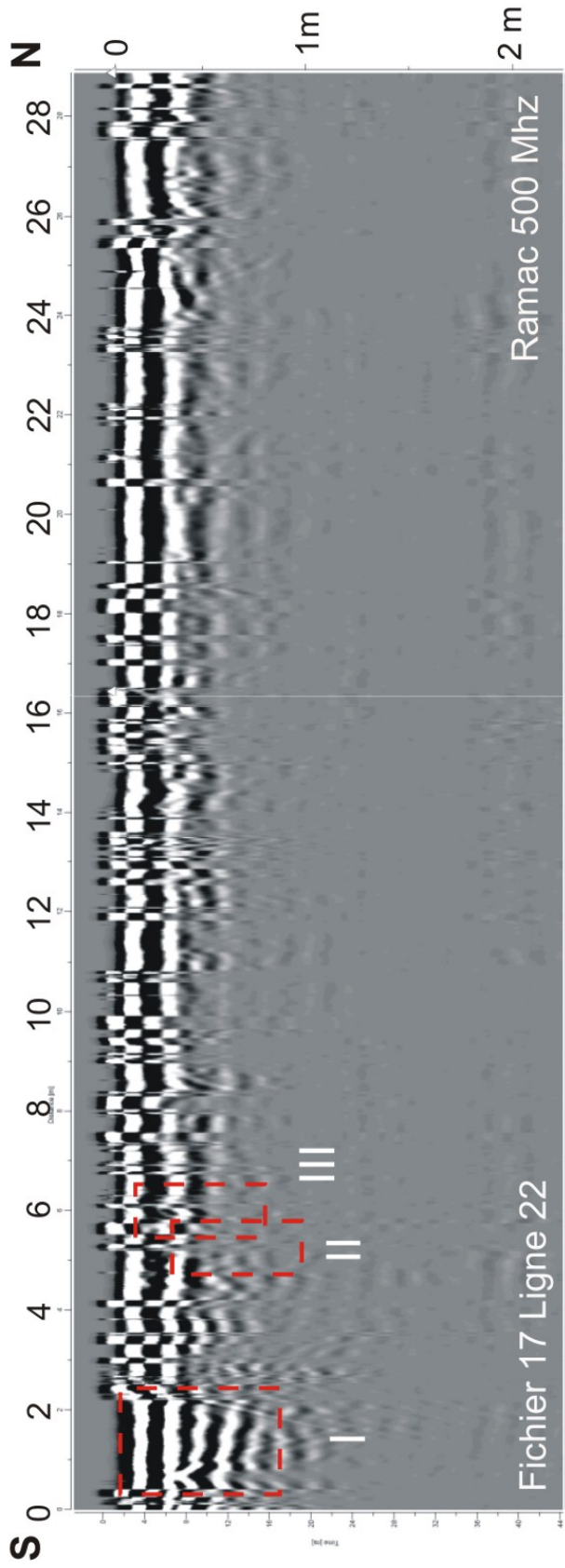
Site de la maison des Jésuites



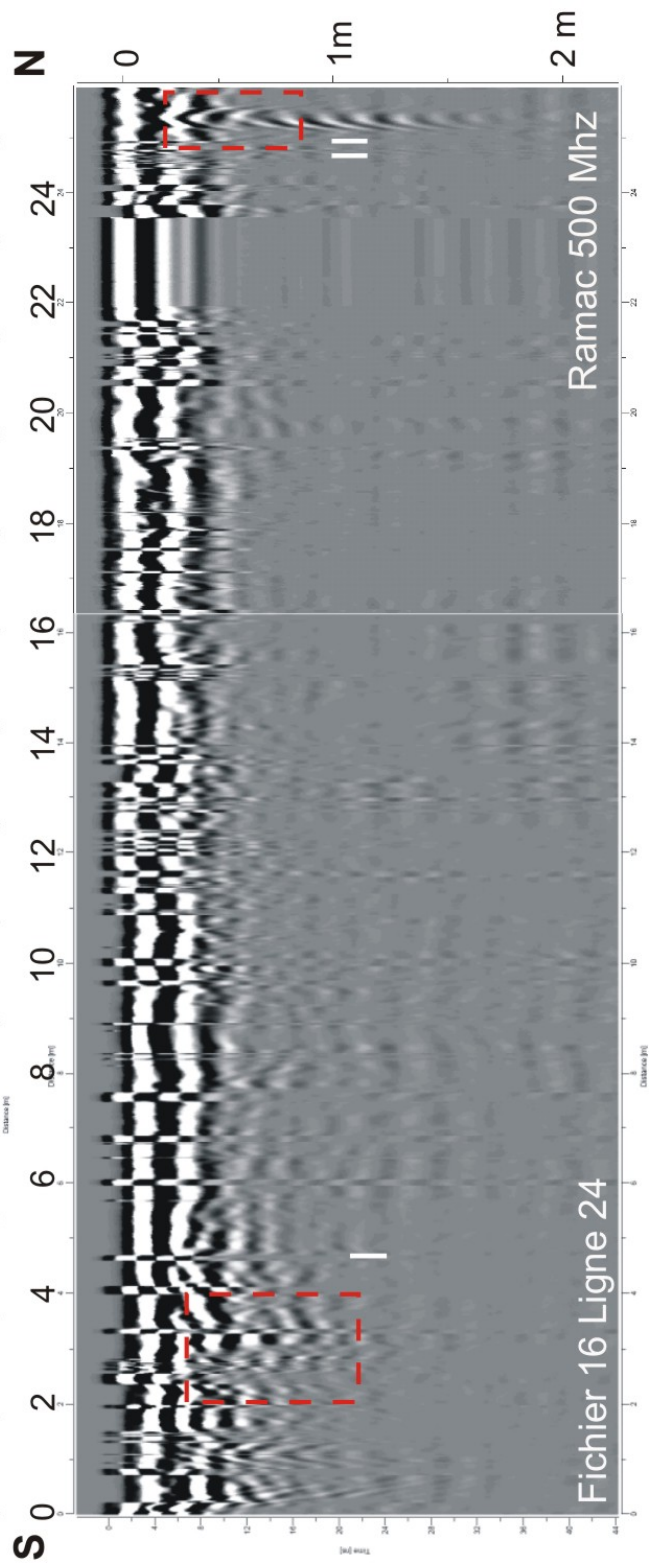
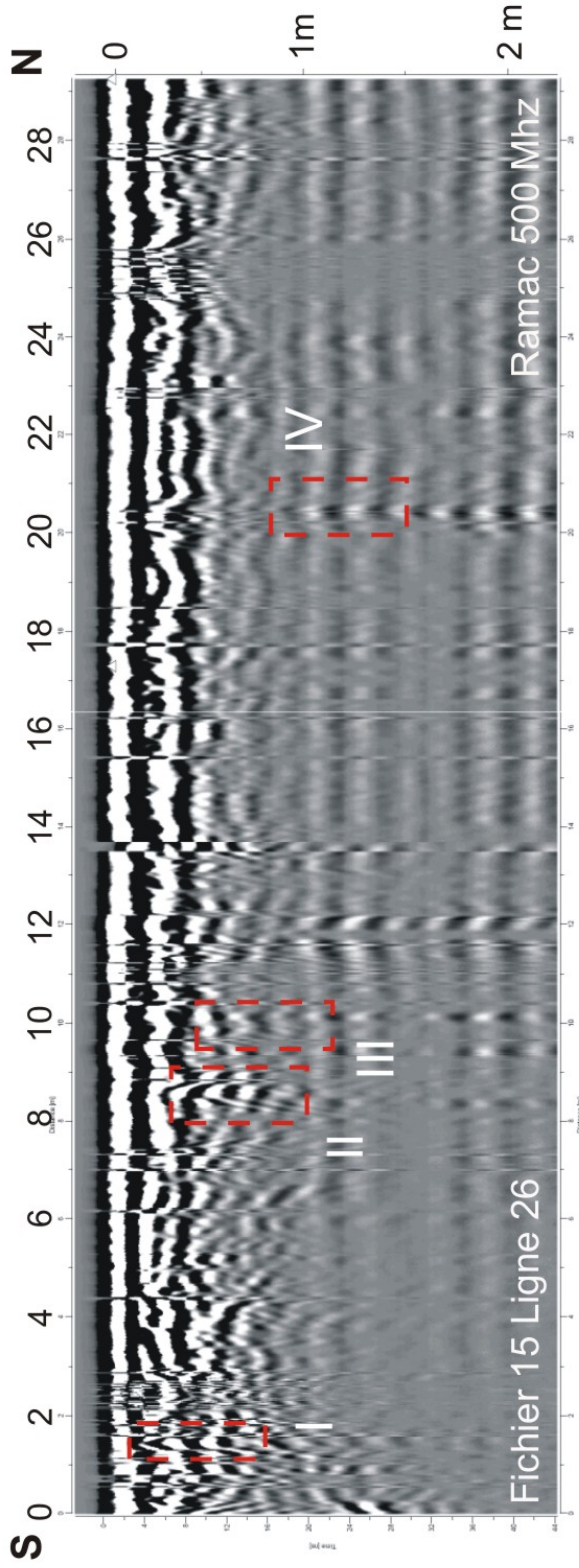
Site de la maison des Jésuites

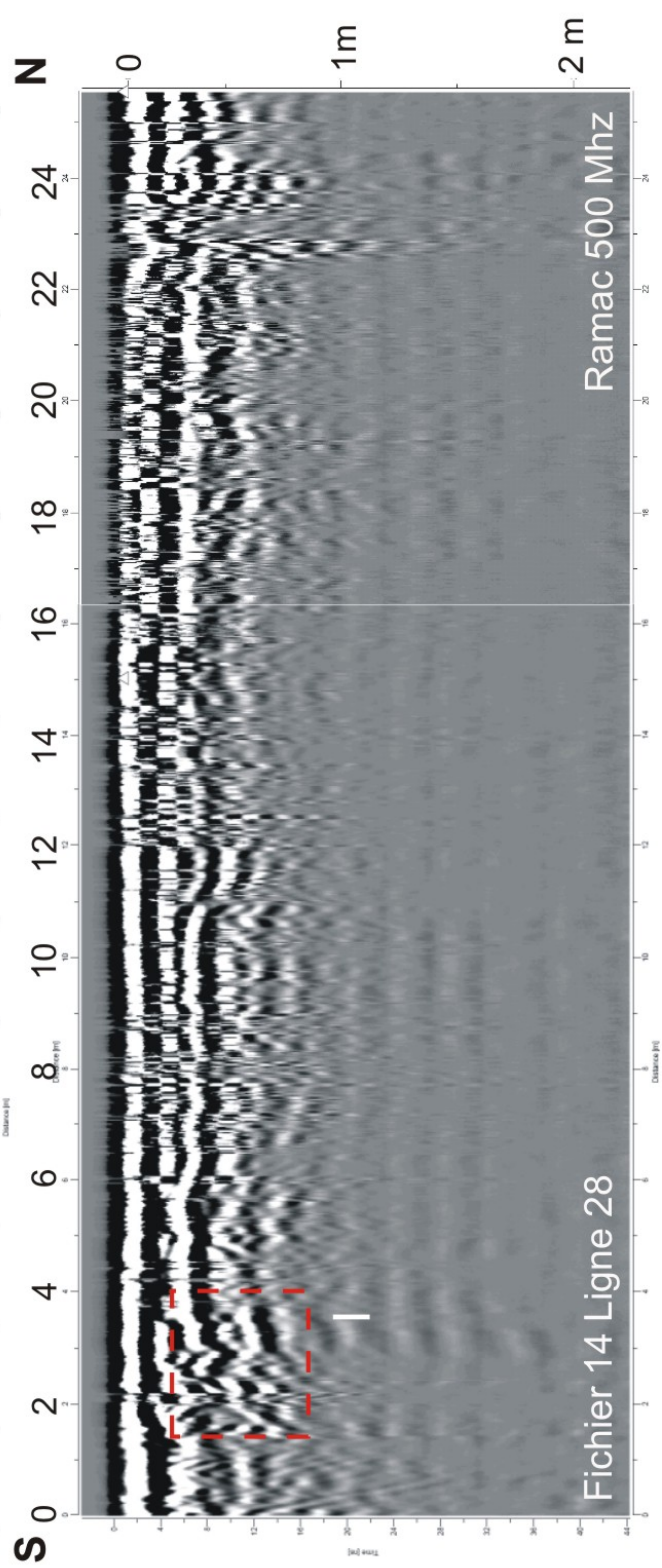
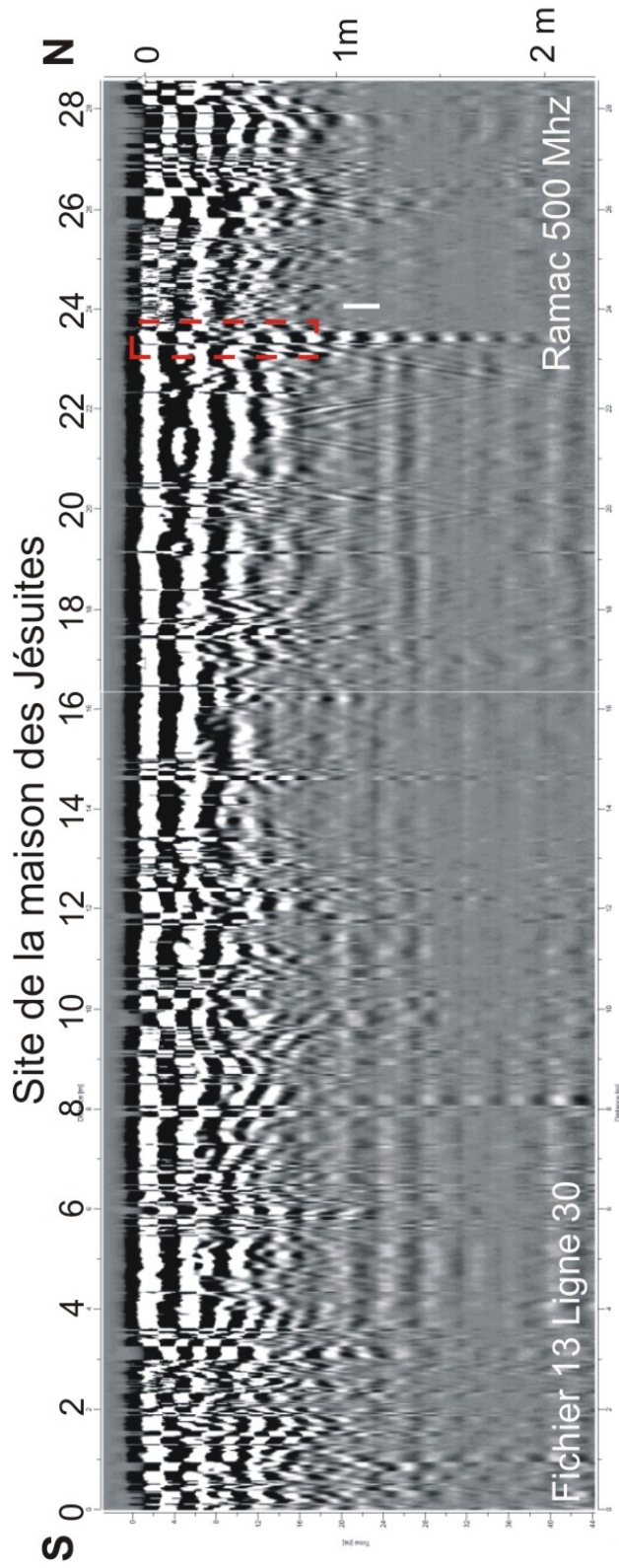


Site de la maison des Jésuites

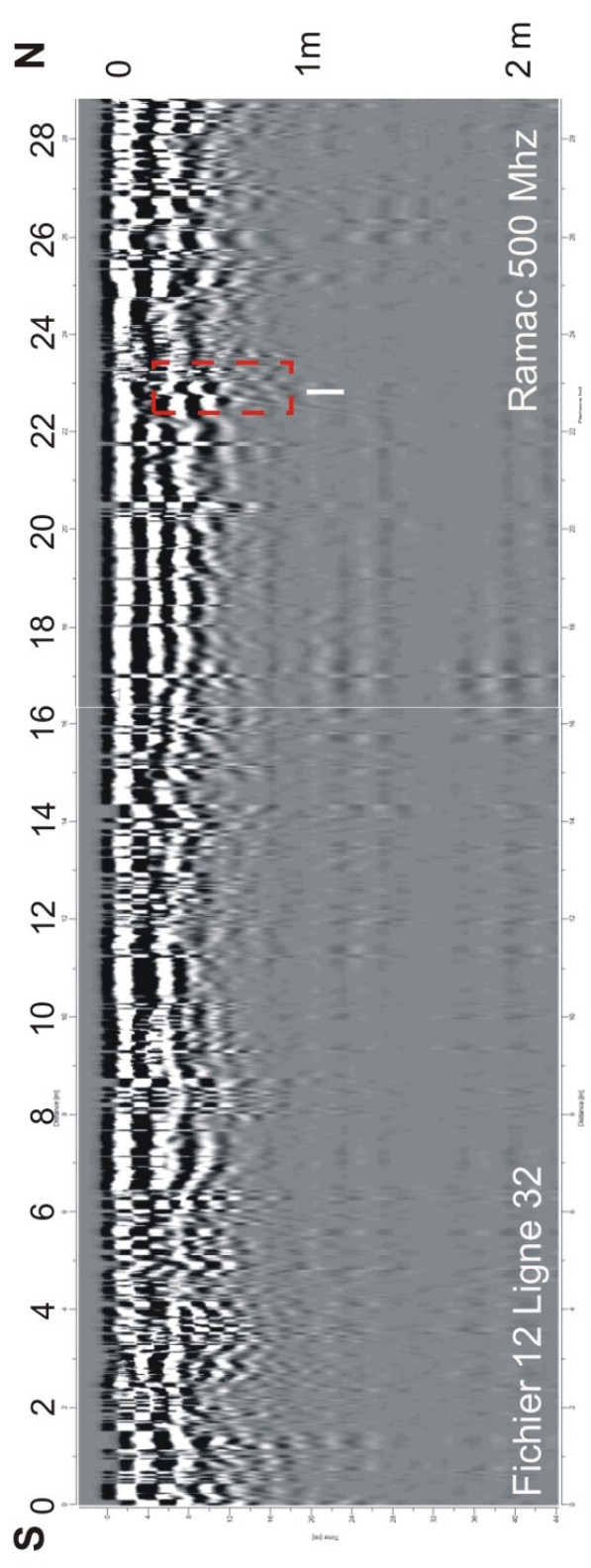
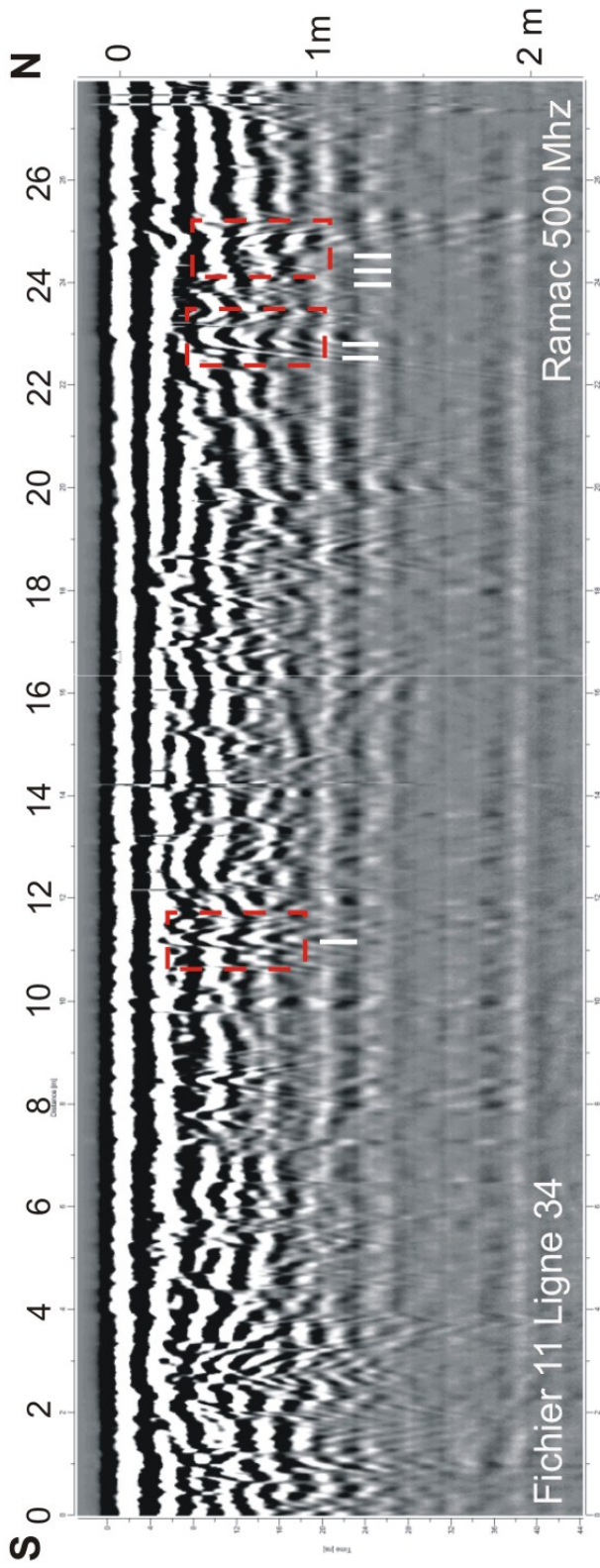


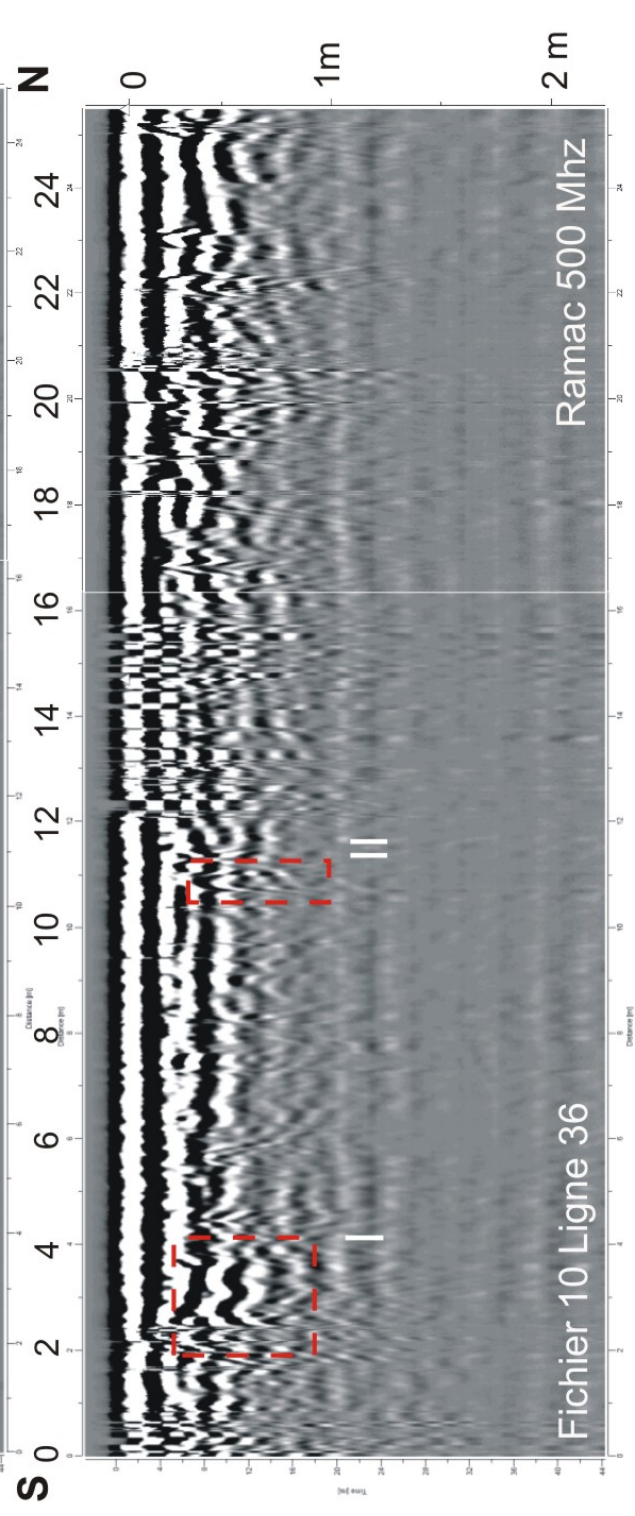
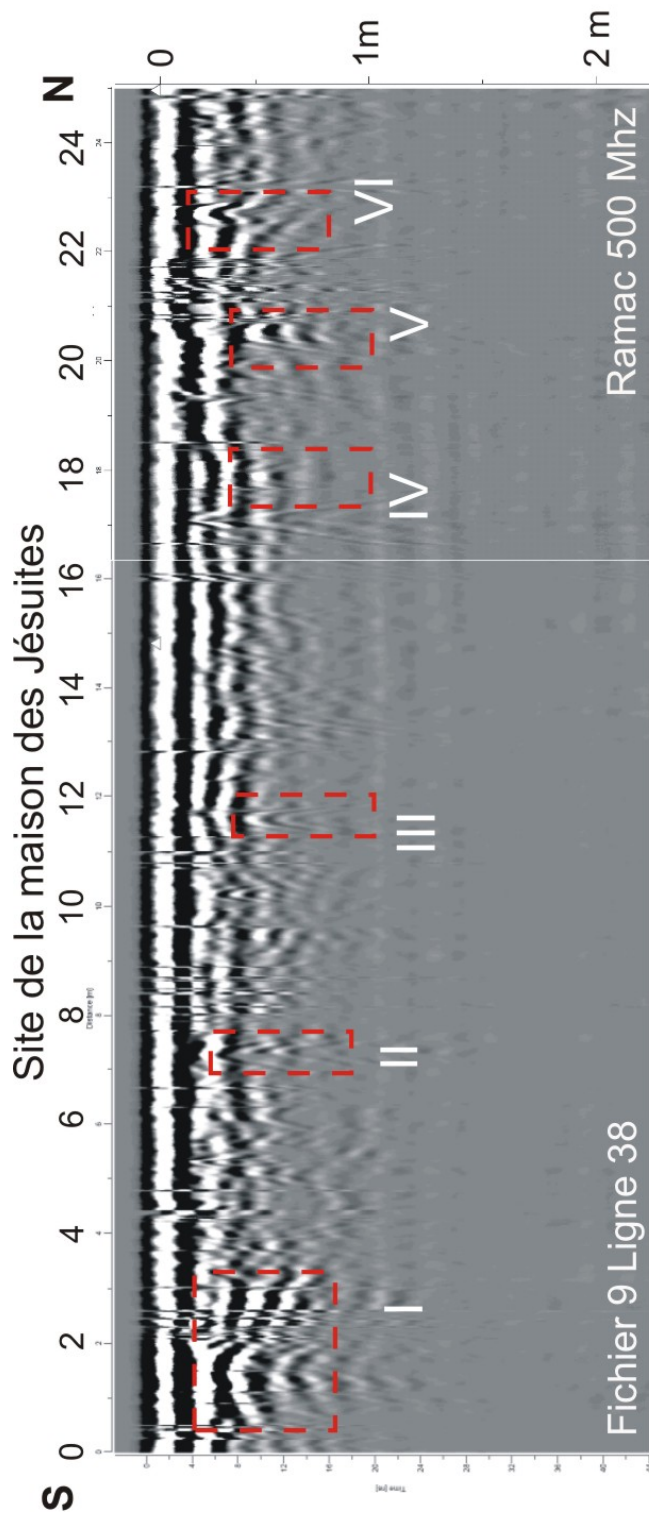
Site de la maison des Jésuites



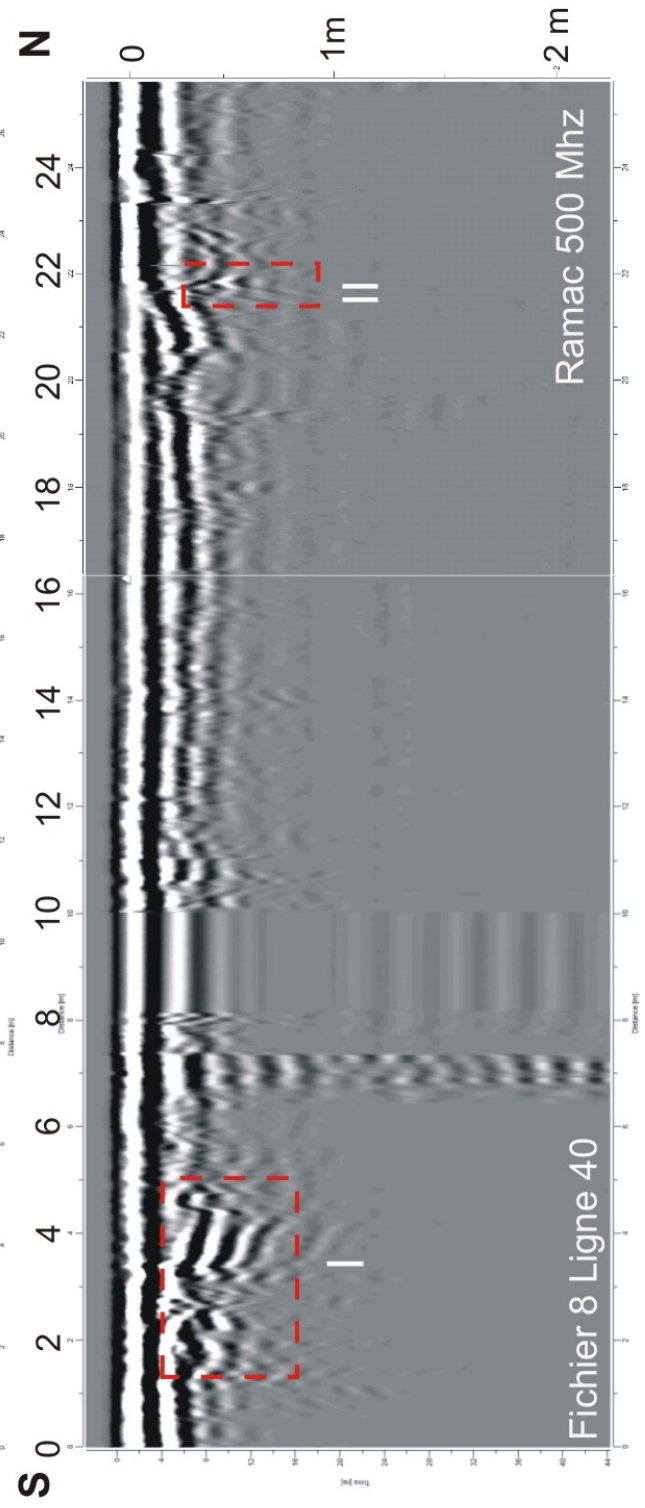
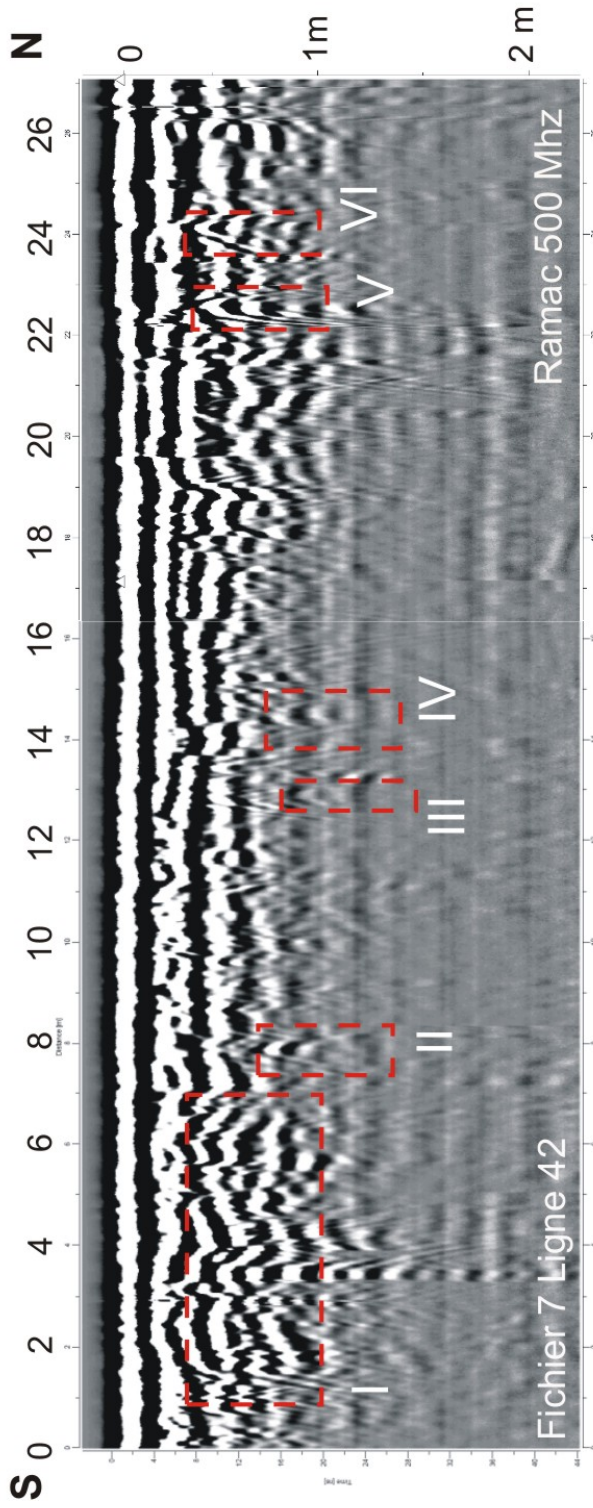


Site de la maison des Jésuites

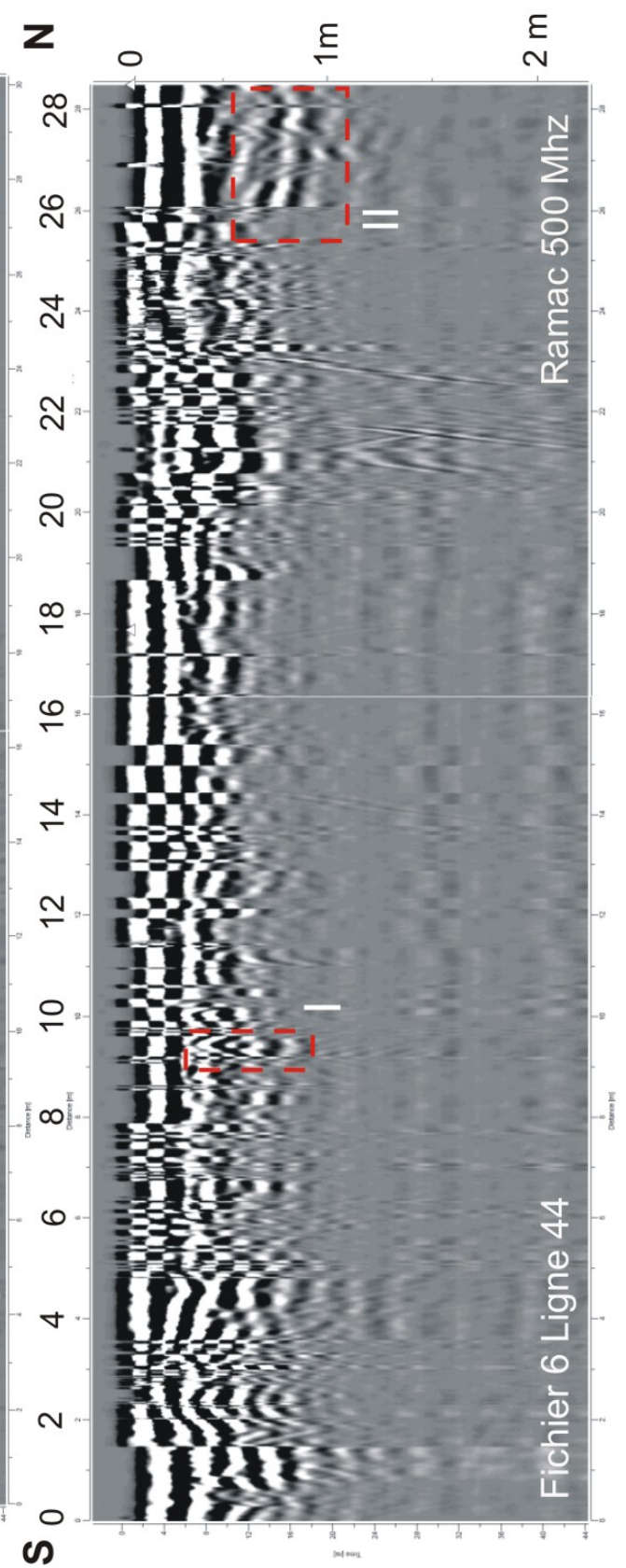
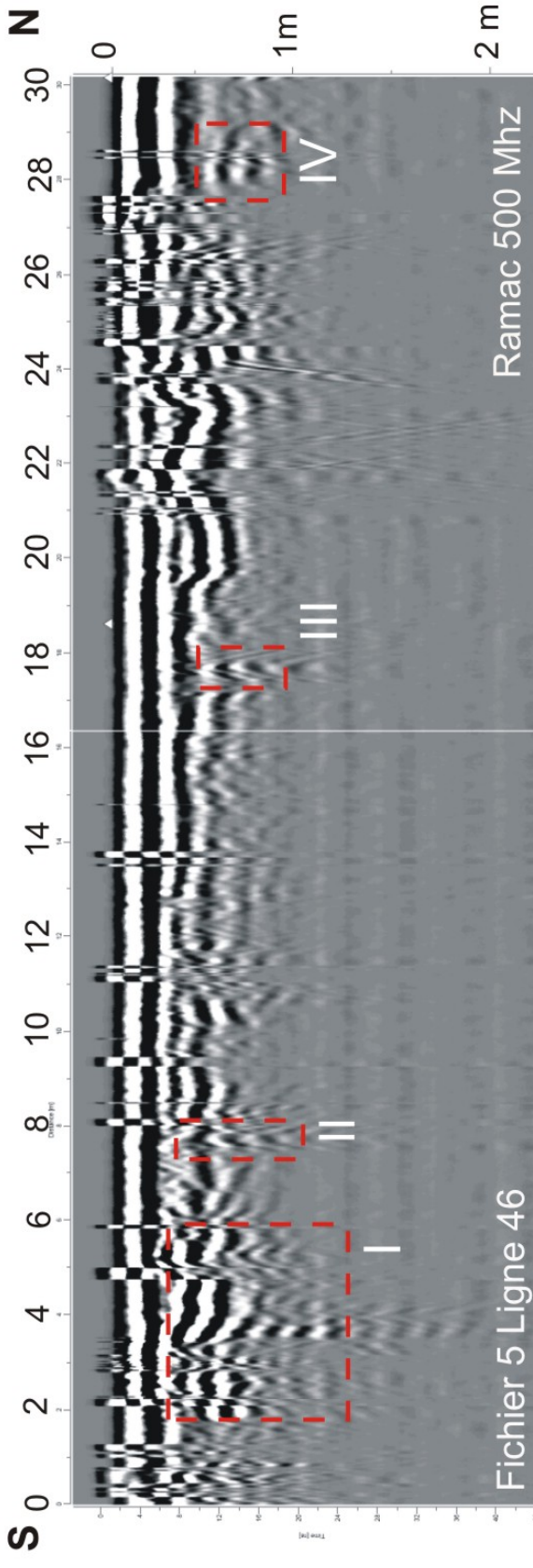




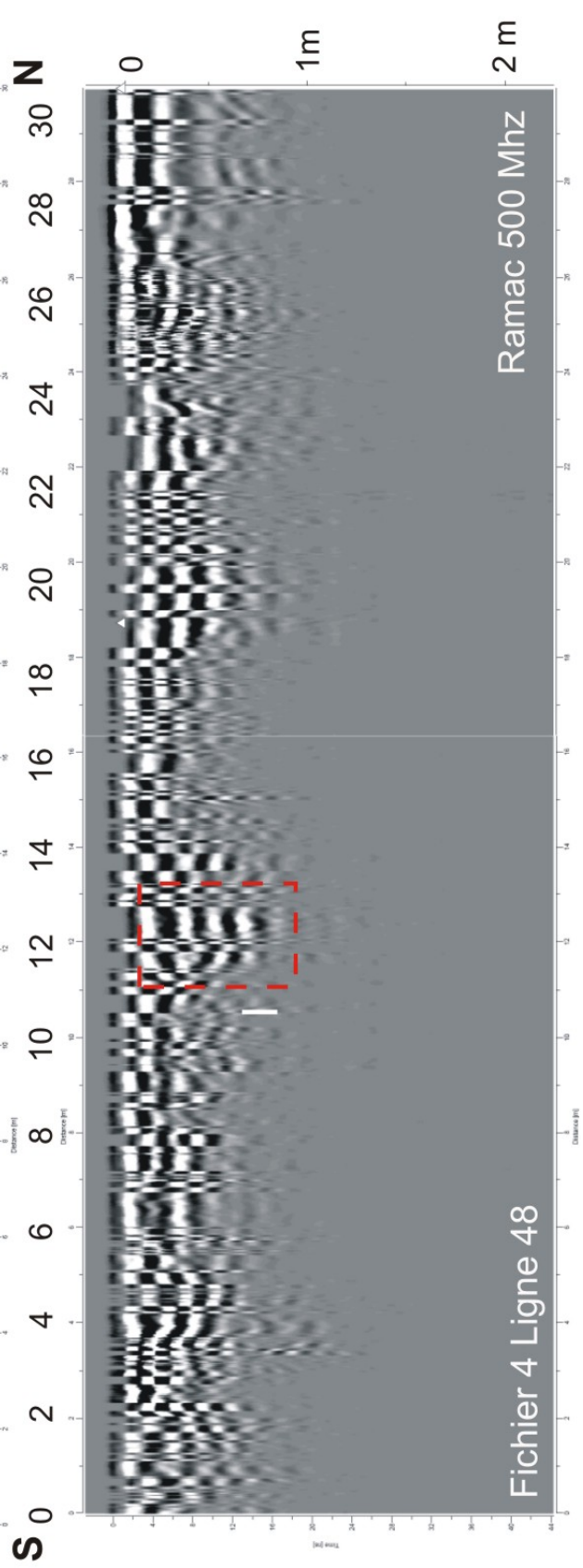
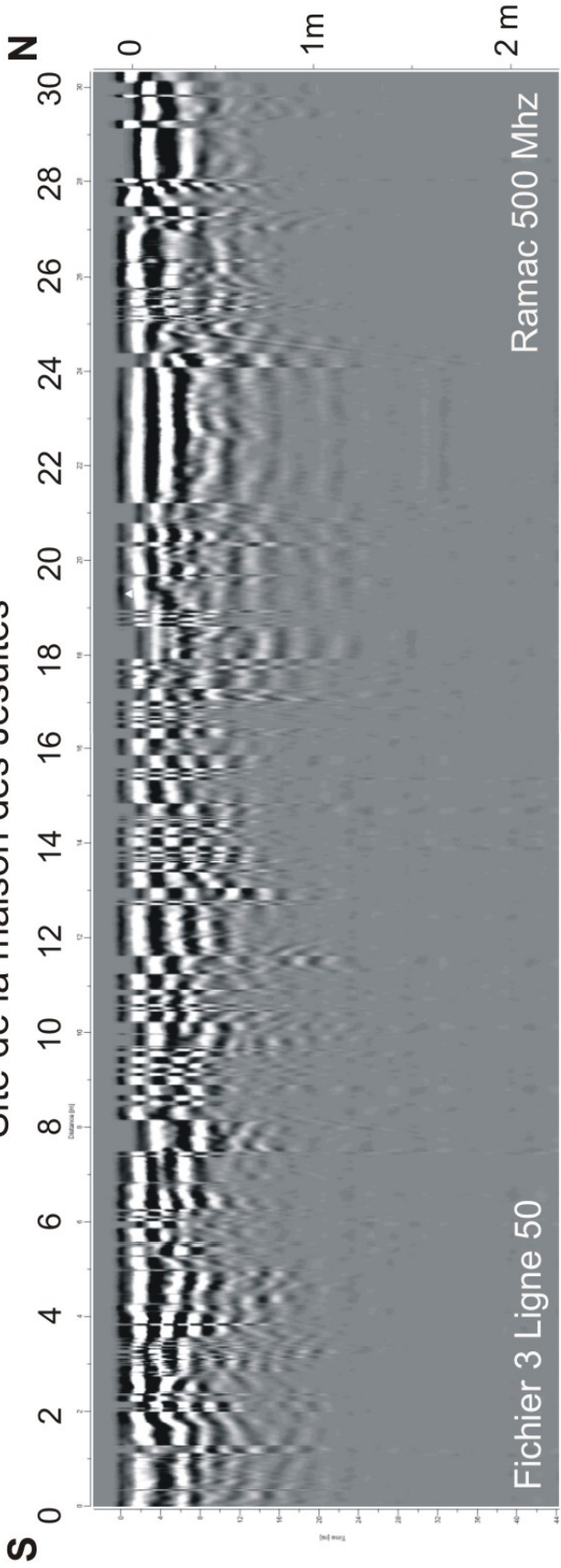
Site de la maison des Jésuites



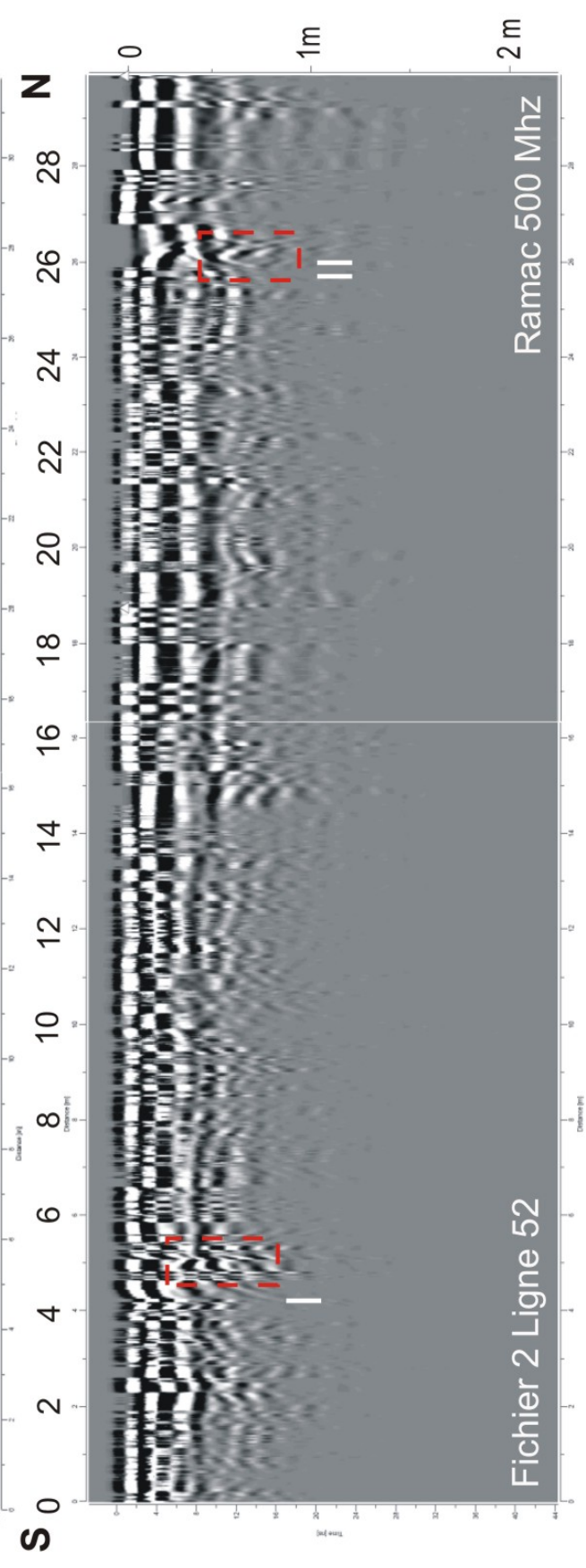
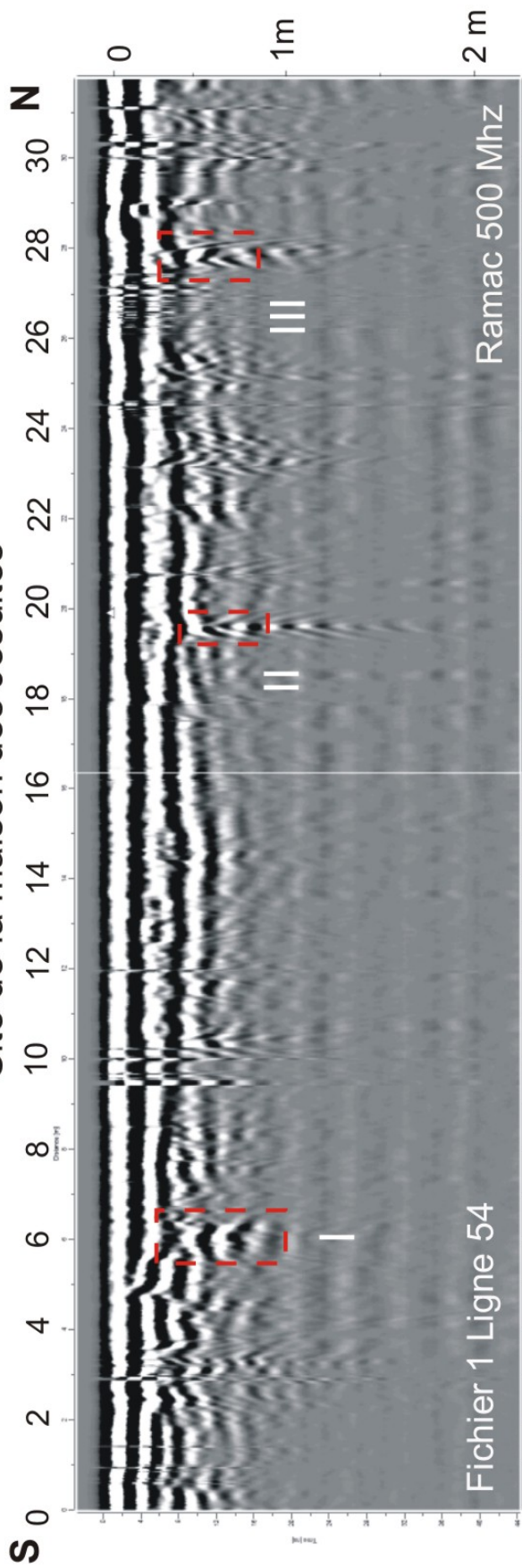
Site de la maison des Jésuites



Site de la maison des Jésuites

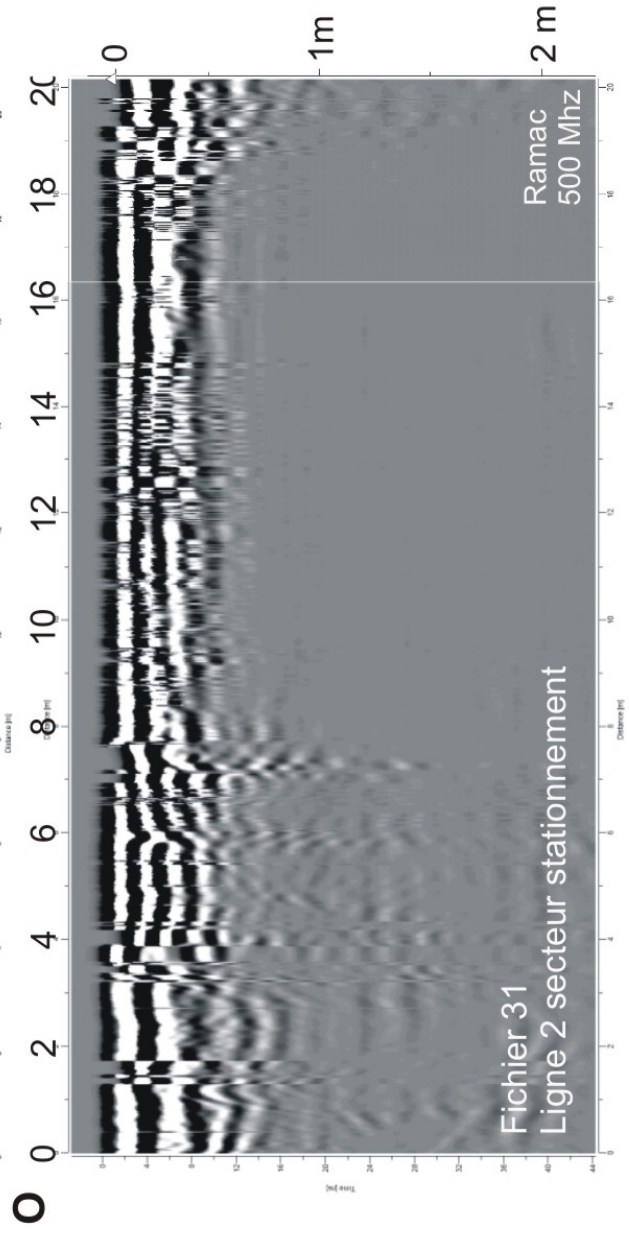
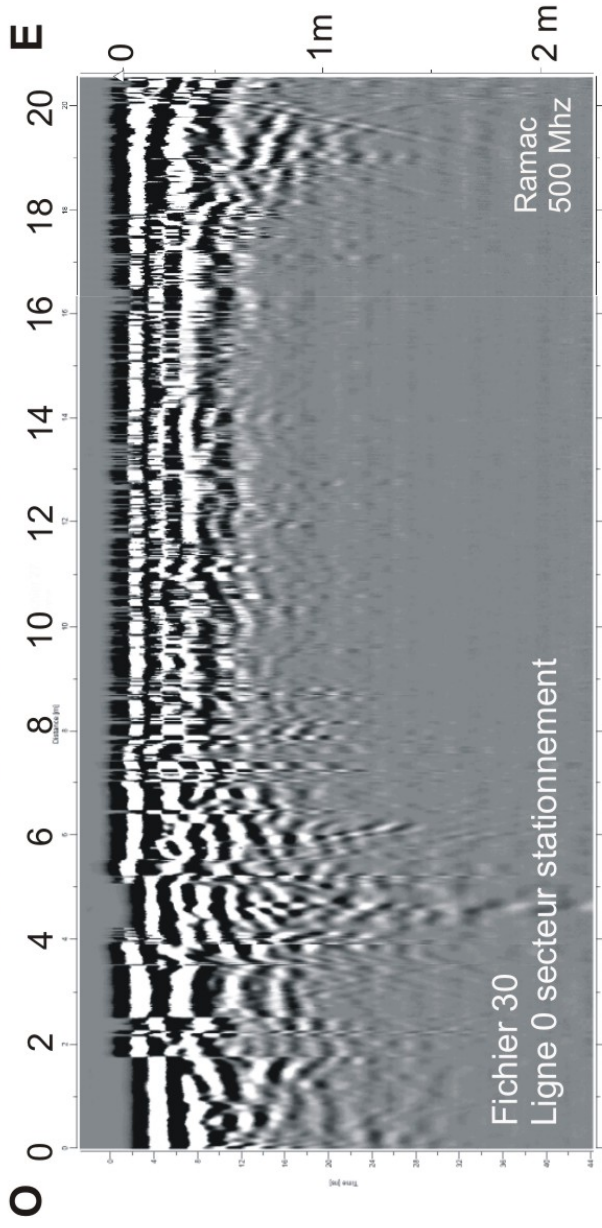


Site de la maison des Jésuites

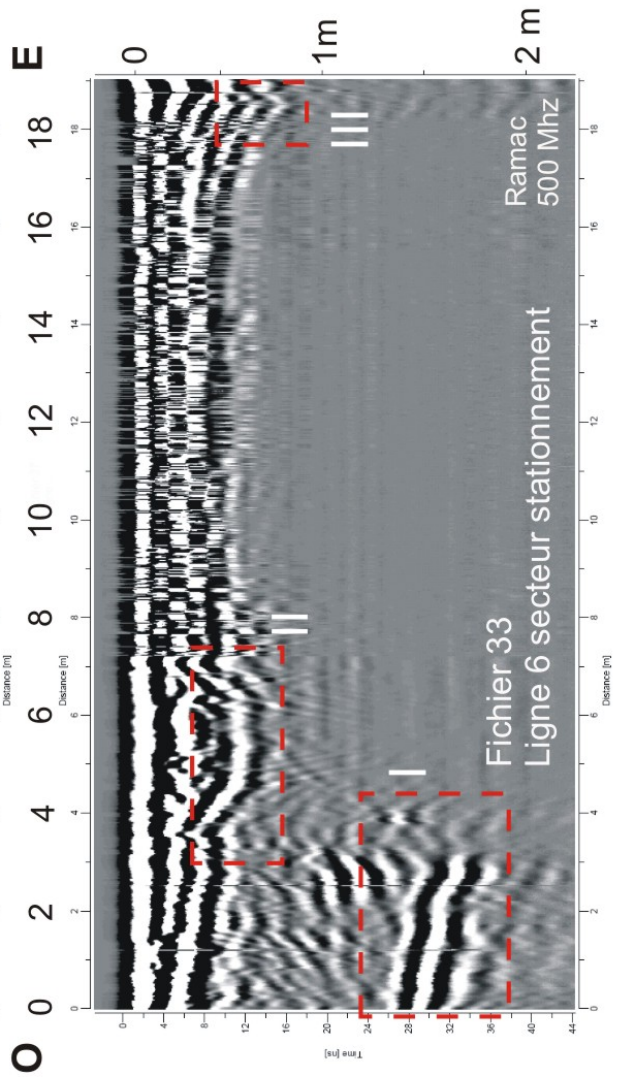
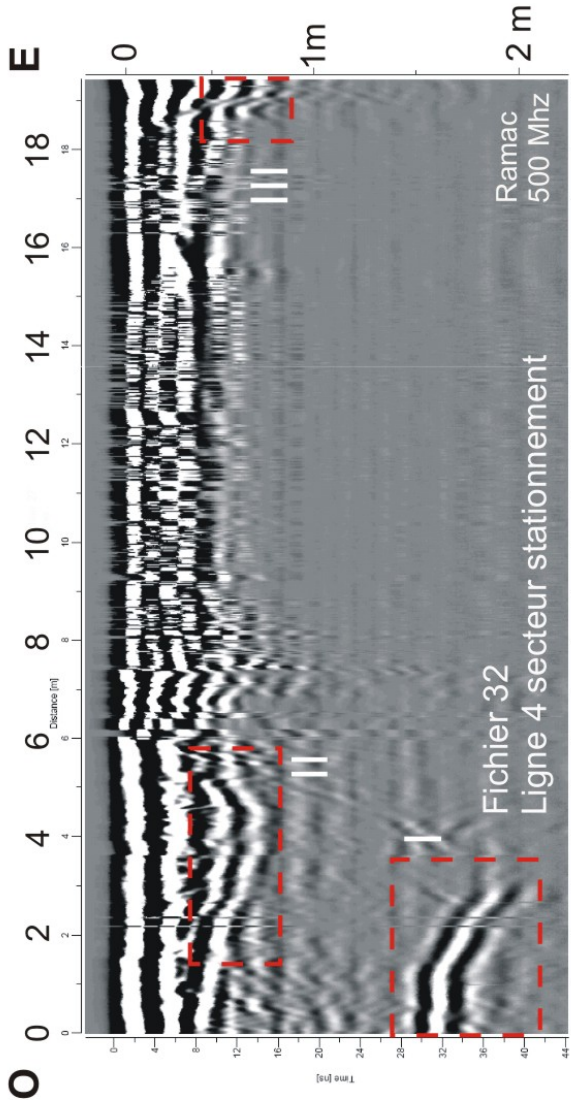


**Secteur du stationnement
(site de la maison des Jésuites)**

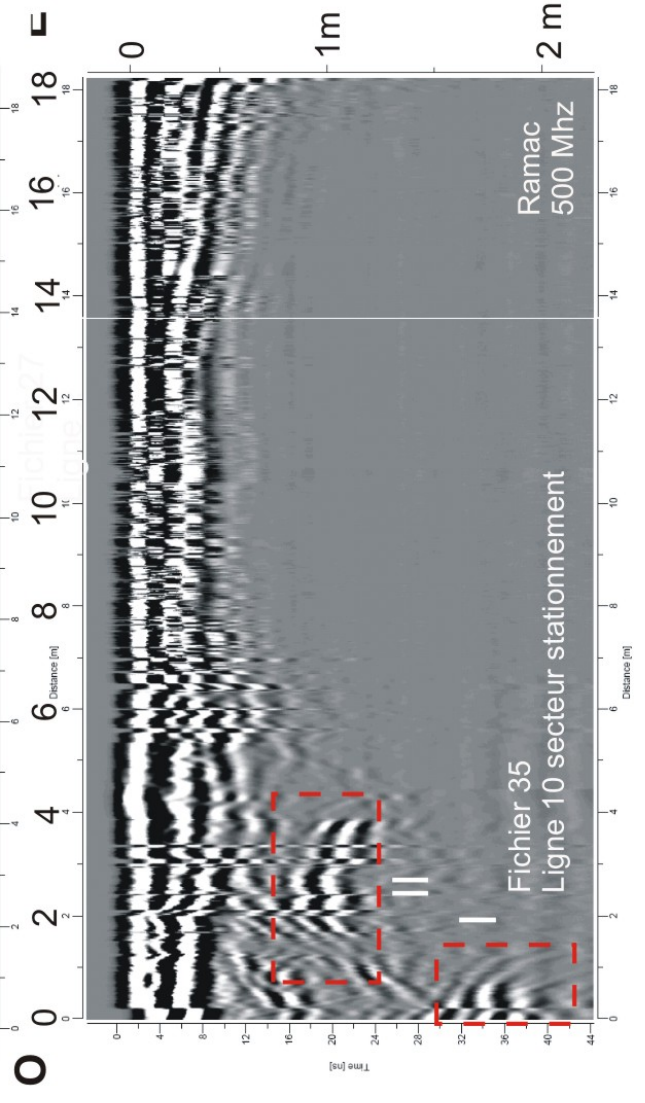
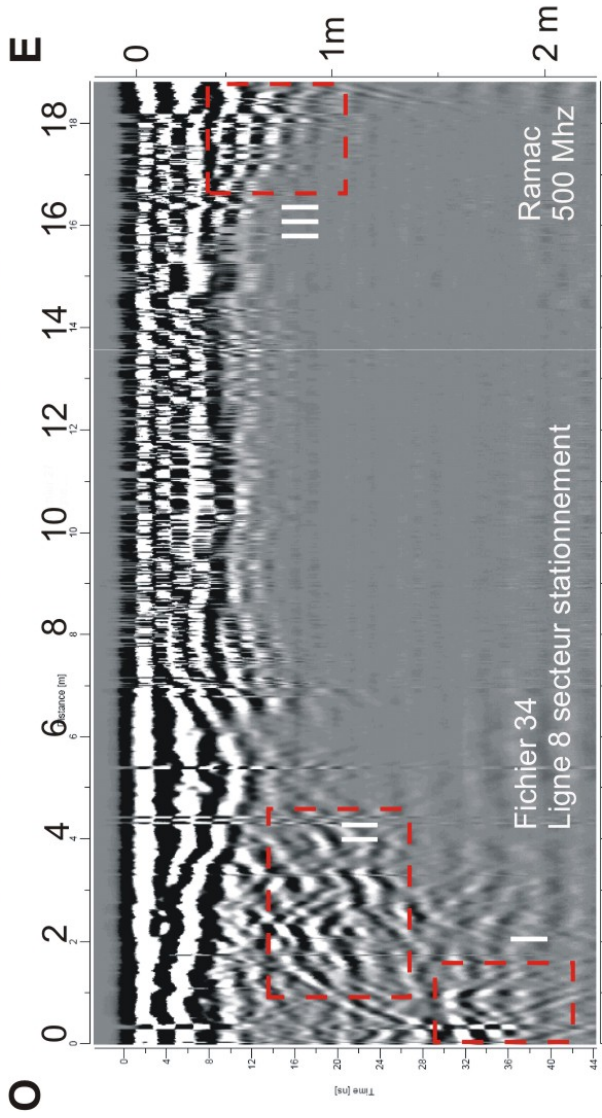
Stationnement maison des Jésuites



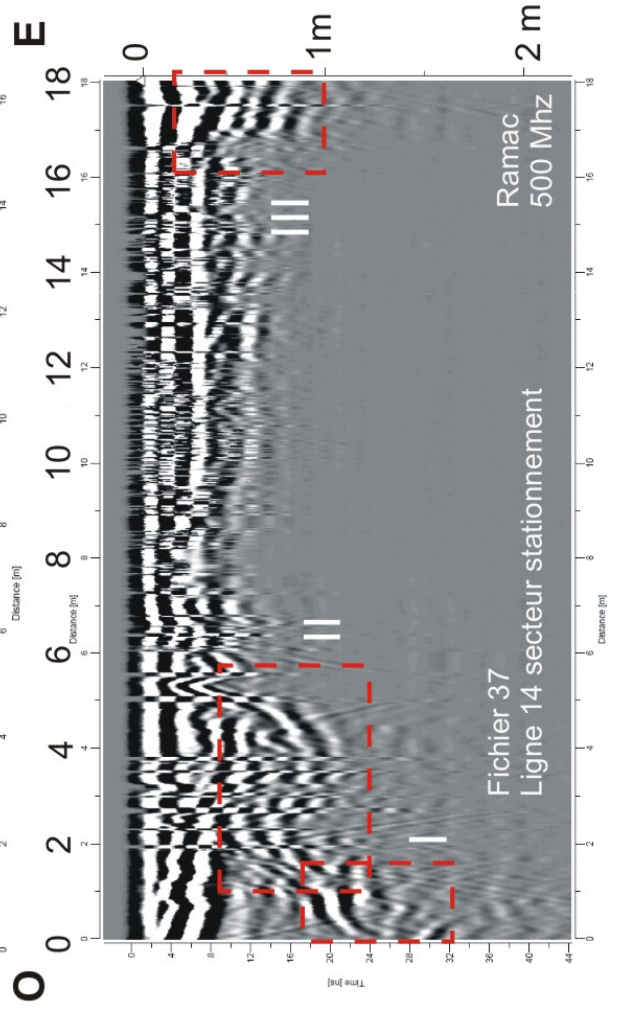
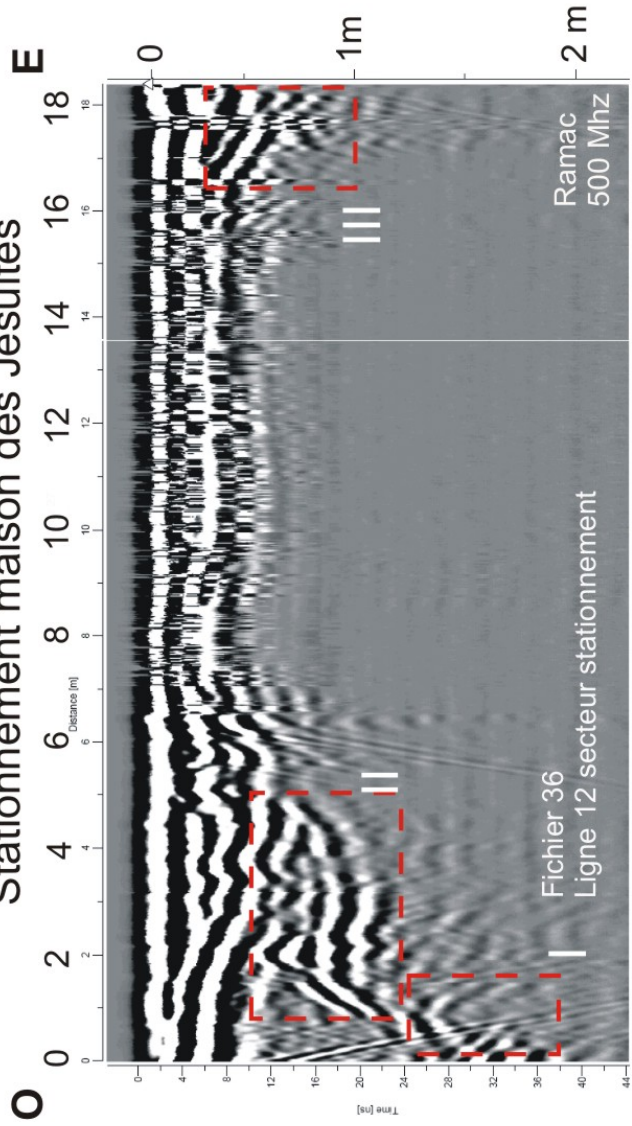
Stationnement maison des Jésuites



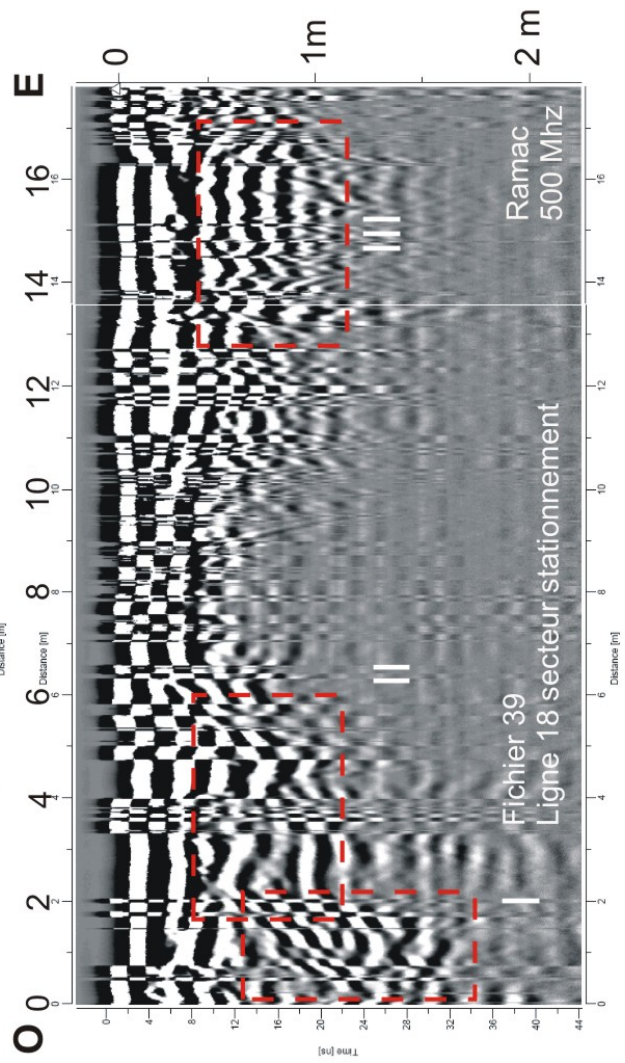
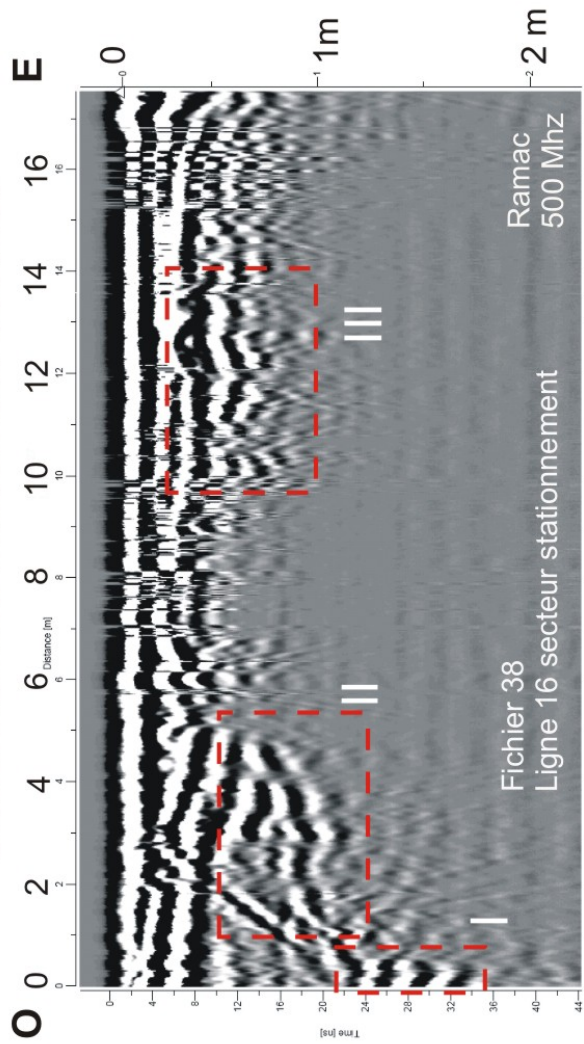
Stationnement maison des Jésuites



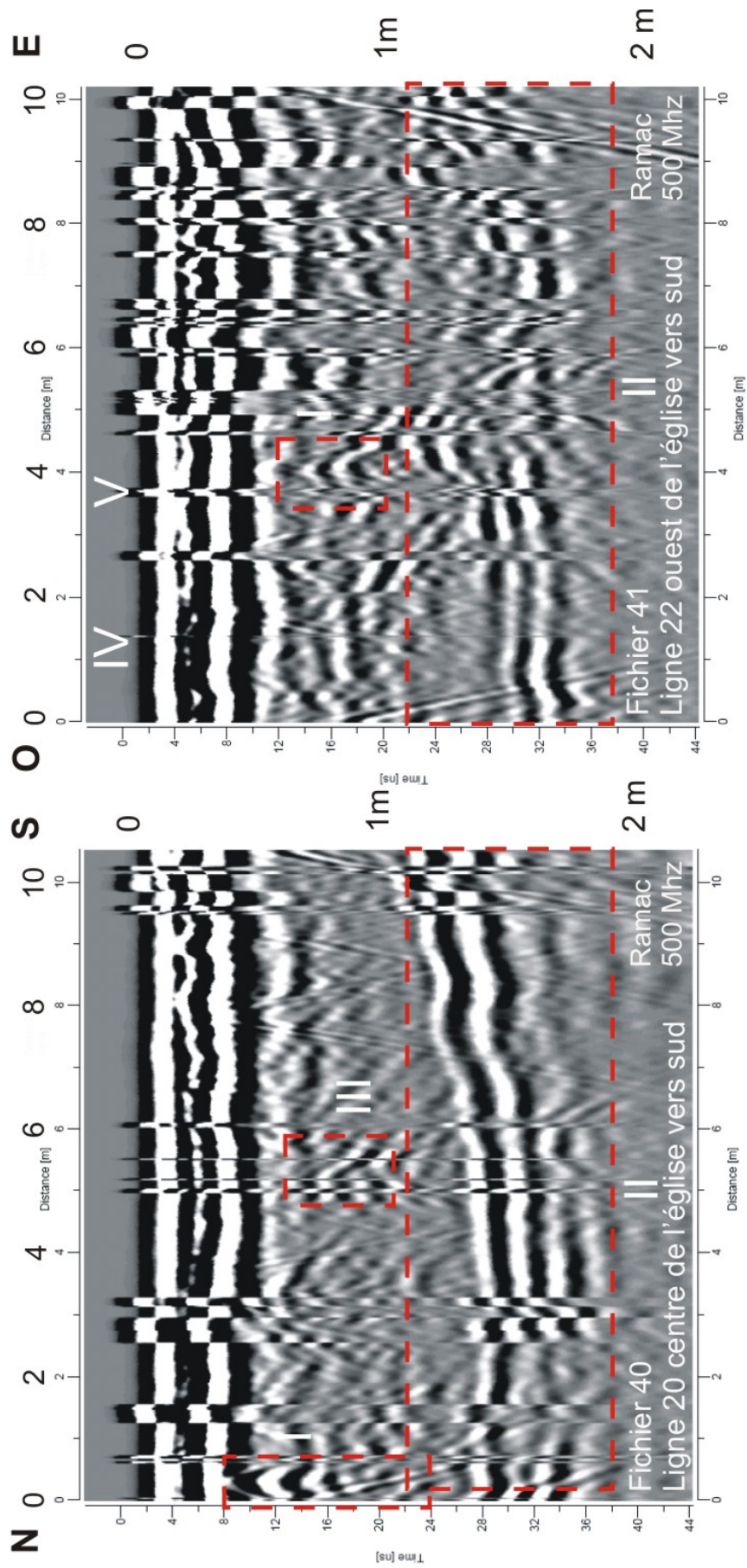
Stationnement maison des Jésuites



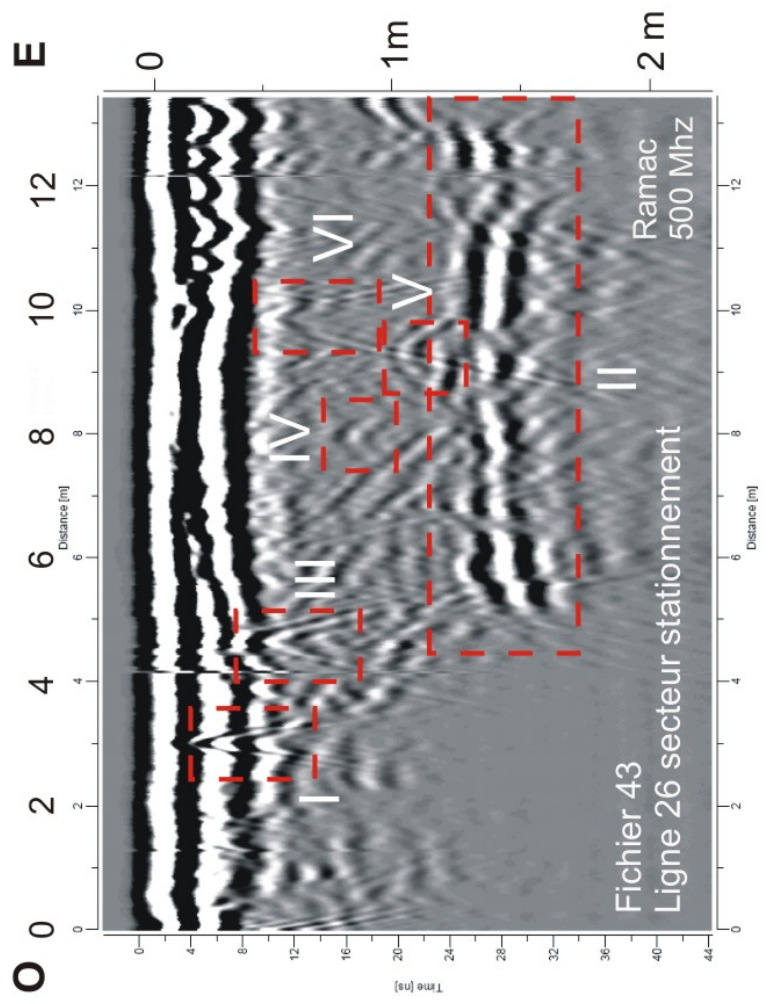
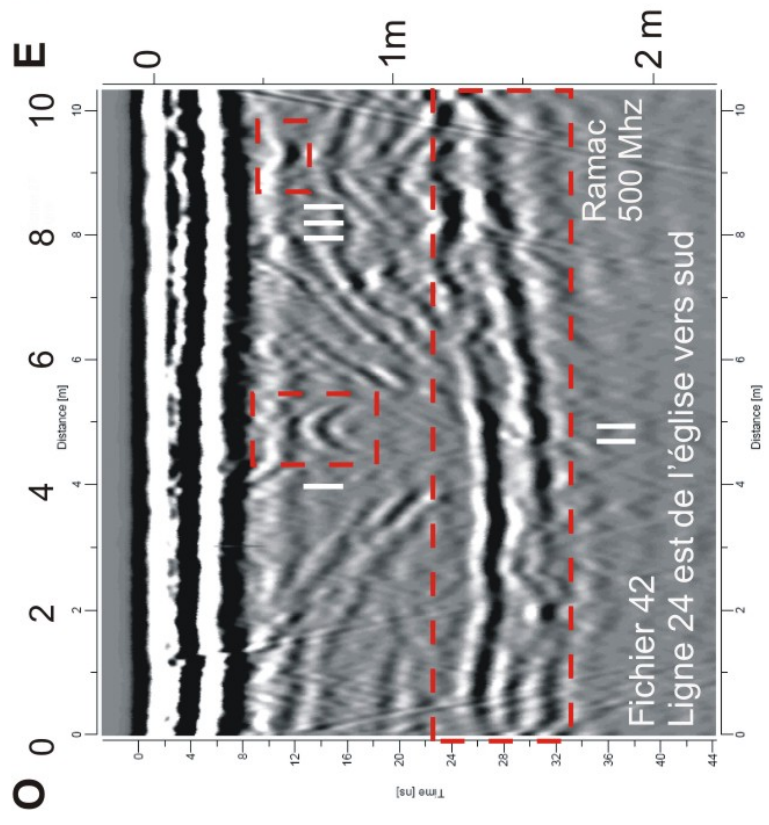
Stationnement maison des Jésuites



Périmètre de la chapelle (site de la maison des Jésuites)



Secteur église et cimetière (site de la maison des Jésuites)



Stationnement maison des Jésuites

