



HAL
open science

Programme OSR4 2015-2017. Action II.2: Traitement et analyse des radargrammes – Donzère-Mondragon

T. Winiarski, Brice Mourier, Gwenaëlle Roux

► To cite this version:

T. Winiarski, Brice Mourier, Gwenaëlle Roux. Programme OSR4 2015-2017. Action II.2: Traitement et analyse des radargrammes – Donzère-Mondragon. [Rapport de recherche] CNRS UMR 5023 - ENTPE LEHNA-IPE; Société EGEOS. 2017, 88 p. hal-03700730

HAL Id: hal-03700730

<https://hal.science/hal-03700730>

Submitted on 21 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

OSR4 2015-2017

Traitement et analyse des
radargrammes – DZM



Observatoire
Sédiments
du Rhône

Action II.2

Version de janvier 2017

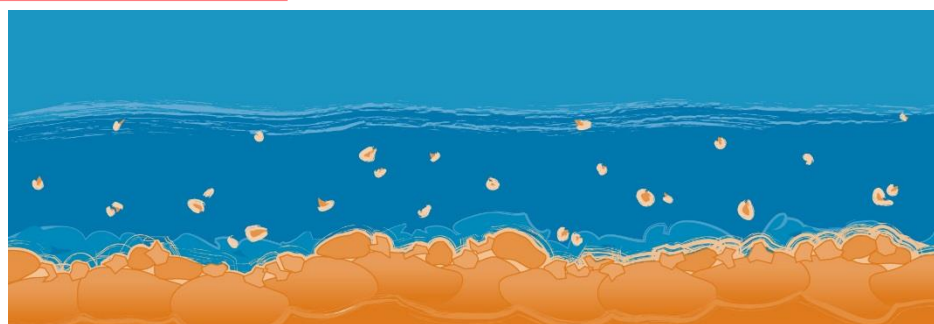


© Bianca Raeple

2015 - 2020



Donnons un avenir à notre fleuve



Personnes impliquées	Equipe de recherche
Thierry Winiarski	LEHNA-IPE
Brice Mourier	LEHNA-IPE
Gwenaëlle Roux	EGEOS sous contrat LEHNA-IPE

Traitement et analyse des radargrammes (acquisitions au radar géologique GPR) – secteur de Donzère-Mondragon

Résumé

Les phases d'acquisition géophysique (radar géologique – GPR- et tomographie électrique – ERT -) sur le Rhône court-circuité de Donzère (RCC1) se sont déroulées les 14, 15, 29 septembre 2016, le 13 octobre 2016 et les 16 et 24 novembre 2016. Ces campagnes de terrain ont permis l'acquisition :

- d'un profil de résistivité électrique (ERT) sur une longueur de 254 m,
- de 63 profils au radar géologique (GPR) sur 12 sites, présentant une longueur totale de 11 kilomètres.

Ces acquisitions géophysiques sont présentées traitées et interprétées.

Après concertation avec l'équipe EVS de l'ENS de Lyon (Hervé Piégay et Alvaro Tena), les résultats géophysiques ont permis de positionner et d'effectuer 5 carottes les 13 octobre 2016 et 23 novembre 2016. Les descriptions et les paramètres physiques (granulométrie, susceptibilité magnétique) seront présentés dans un prochain livrable.

Mots-clés

RCC2 (Donzère), caractérisation géophysique (GPR, ERT), structures sédimentaires.

Table des matières

Introduction	5
I. Prospection par Tomographie de Résistivité Electrique (ERT).....	8
Objectif.....	8
Nomenclature	8
Localisation.....	8
Matériel et méthode.....	9
Résultats.....	11
Conclusion	11
II. Prospection par Radar géologique (GPR)	12
Objectif.....	12
Nomenclature	12
Localisation.....	12
Matériel et méthode.....	12
Résultats.....	14
La détection du substratum marneux pliocène	15
De nombreux chenaux détectés	15
Conclusion	18
Annexe 1 : Profil Tomographie de Résistivité Electrique (ERT).....	19
Annexe 2 : Profils Radar Géologique (GPR) Antenne 200MHz.....	21

Table des figures

Figure 1 : Localisation des douze sites du RCC Donzère (+ site JFB : Jean François Berger), positionnement sur SCAN 25 (IGN)	6
Figure 2 : Localisation des douze sites du RCC Donzère (+ site JFB), positionnement sur le MNT RGEALTI (IGN).....	7
Figure 3 : Localisation du profil ERT réalisé sur le RCC2	8
Figure 4 : Dispositifs d'électrodes couramment utilisés : a) Wenner, b) Schlumberger, c) Pôle-Dipôle, d) Dipôle-Dipôle.....	9
Figure 5 : Principe de mesure de l'imagerie de résistivité électrique	9
Figure 6 : Coupes verticales des résistivités en fonction de la profondeur : a) pseudo-section de résistivités apparentes mesurées ; b) pseudo-section de résistivités apparentes calculées à partir d'un modèle de répartition des résistivités ; c) modèle de répartition de résistivités électriques correspondant à la pseudo-section de résistivité apparente calculée (b)	10
Figure 7 : Modèle de répartition de résistivités électriques et interprétation du profil ERT2, avec écartement d'électrodes de 2 m soit 23 m d'investigation en profondeur	11
Figure 8 : Le SIR-3000 au premier plan, et de gauche à droite les antennes de 100, 200 et 400 Mhz	13
Figure 9 : Interprétation du radargramme partiel du profil GPR1a du Site 1 sur le RCC2 (Donzère)..	15
Figure 10 : Radargramme GPR2g traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C2	16
Figure 11 : Radargramme GPR3e traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C3	16
Figure 12 : Radargramme GPR7c traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C7	17
Figure 13 : Radargramme GPR10a traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C10	17
Figure 14 : Interprétation des radargrammes GPR11 et GPR12a, et position de la carotte C11/12 à l'intersection des deux profils (les profils traités ne sont pas présentés)	18

Introduction

L'étude présentée du Rhône court-circuité de Donzère, objet du présent rapport s'est déroulée de septembre à novembre 2016. En accord avec les objectifs de l'action II de l'OSR 4, l'objectif était d'identifier des sites caractéristiques du remplissage sédimentaire récent du lit majeur du Rhône, de les investiguer par des méthodes géophysiques (Radar géologique ou GPR et Tomographie électrique ou ERT) et d'en fournir une première interprétation (Action II.2).

En accord avec l'équipe d'Hervé Piégay (UMR 5600) une douzaine de sites ont été investigués (**Figure 1** et **Figure 2**). Les sites ont été choisis pour obtenir :

- Une représentation amont/aval de l'ensemble du RCC de Donzère ;
- Une image des remplissages sédimentaires en fonction de l'éloignement du fleuve dans sa position actuelle ;
- Une image des remplissages sédimentaires en fonction de la zone active après 1860 et des chenaux potentiellement actifs.

Ces caractérisations géophysiques ont permis d'identifier des zones préférentielles de carottage peu profond inférieur à 3 m (anciens chenaux, remplissages postérieurs au XIX^{ème} siècle, etc.)

Les missions de prélèvement des archives sédimentaires (carottages) ont été effectuées en octobre et novembre 2016, la réalisation de leur analyses sédimentaires (description, granulométrie, core scanner) est en cours. **Ces travaux feront l'objet d'un prochain livrable.**

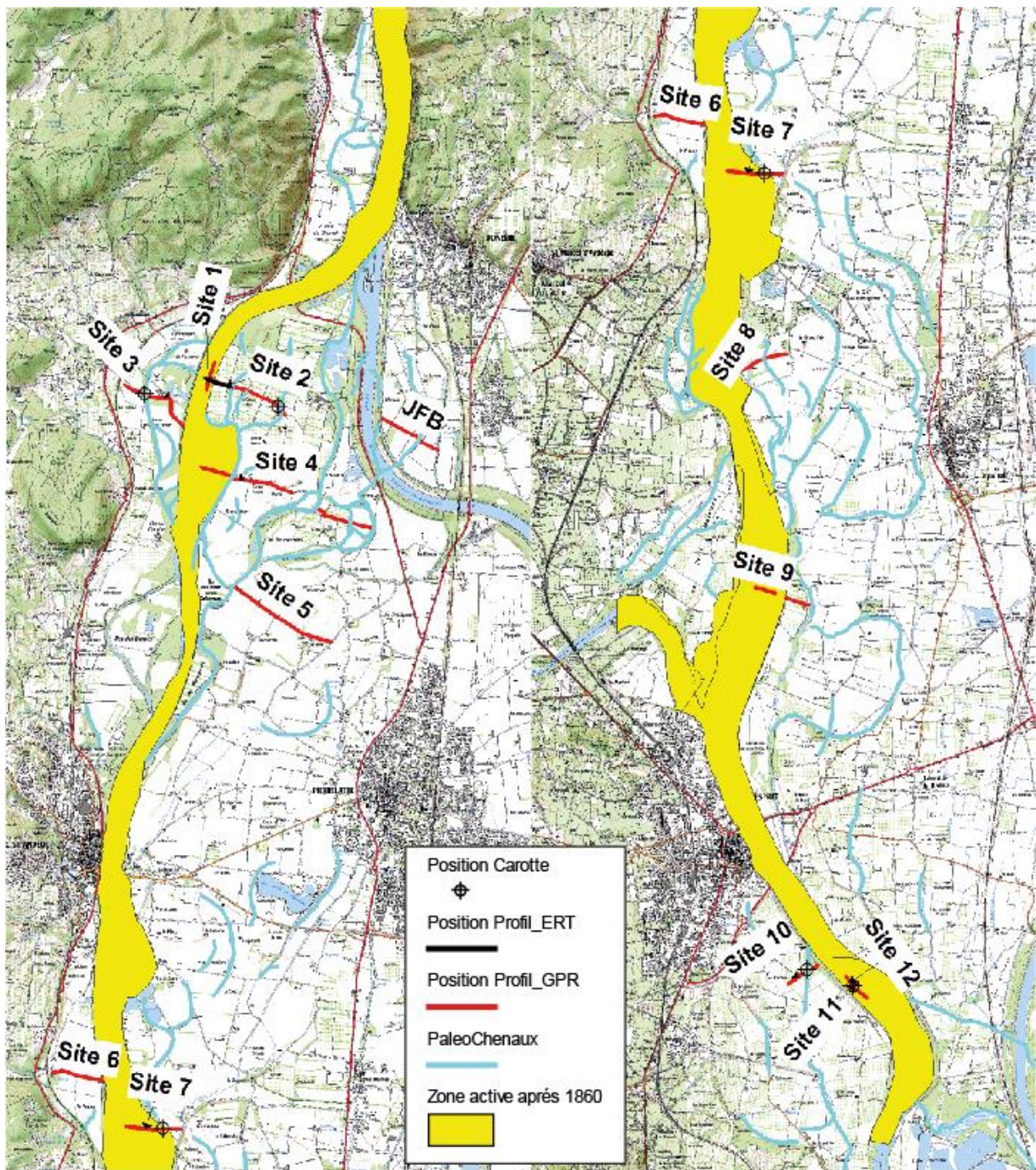


Figure 1 : Localisation des douze sites du RCC Donzère (+ site JFB : Jean François Berger), positionnement sur SCAN 25 (IGN)

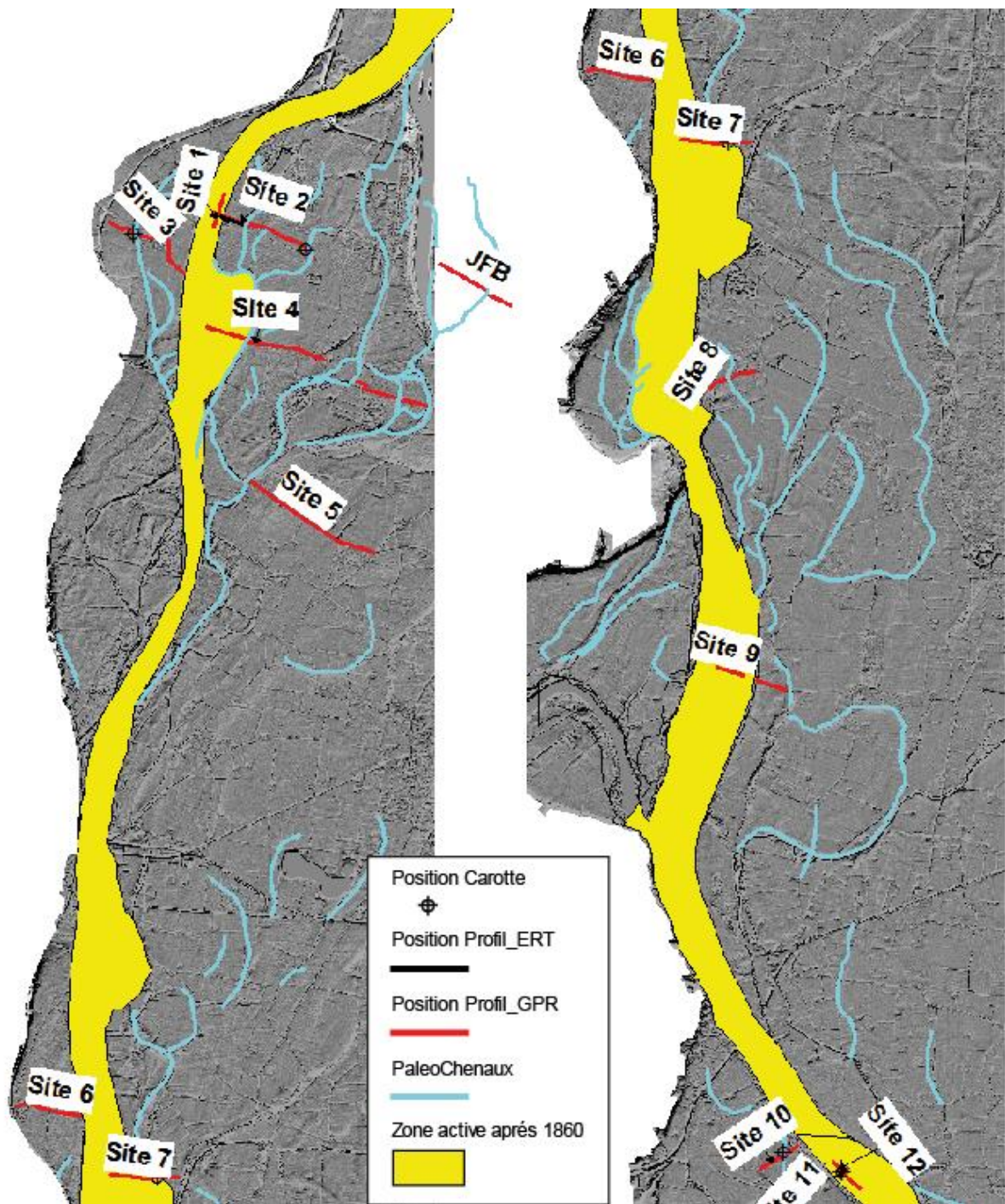


Figure 2 : Localisation des douze sites du RCC Donzère (+ site JFB), positionnement sur le MNT RGEALTI (IGN)

I. Prospection par Tomographie de Résistivité Electrique (ERT)

Objectif

Il s'agit d'obtenir des profils en profondeur (au-delà de 20 m) afin d'estimer l'épaisseur totale et la structure des sédiments fluviaux du Rhône jusqu'aux argiles Pliocène. Outre une meilleure connaissance de la géologie de surface du secteur, cette prospection permettra une meilleure interprétation des profils GPR et un meilleur positionnement des carottes. Un seul profil a été effectué, il se situe en amont du RCC. Un deuxième profil est prévu au cours du premier semestre 2017, il sera situé en aval du RCC.

Nomenclature

Les profils électriques ont été nommés avec le préfixe ERT pour Electrical Resistivity Tomography, auquel a été adjoint le numéro site et une lettre pour identifier chaque profil d'un même site et une lettre minuscule correspondant à l'éloignement par rapport au Rhône : de « a » à « b ». Par exemple, le profil ERT10a est le profil le plus près du Rhône sur le site 10.

Localisation

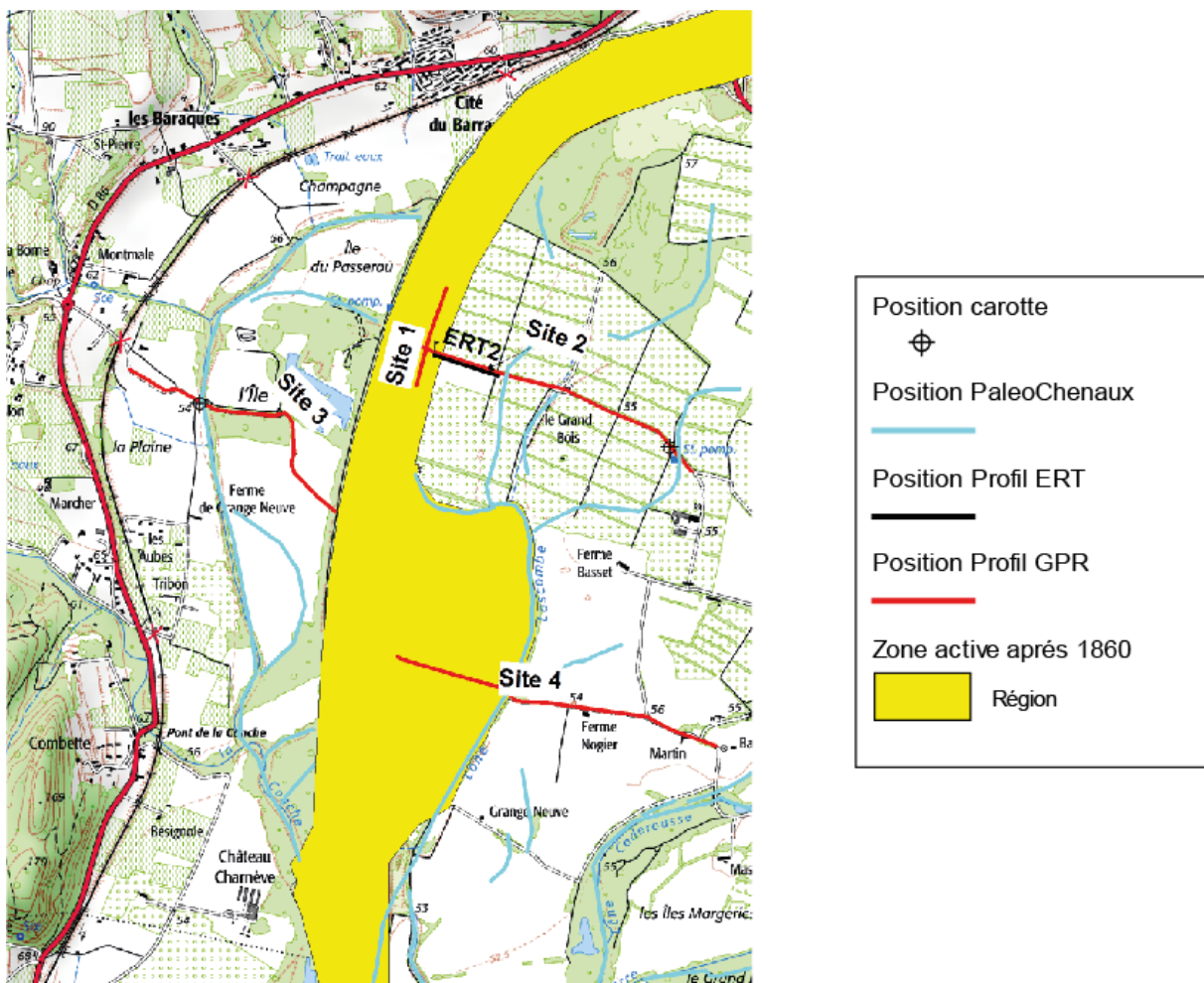


Figure 3 : Localisation du profil ERT réalisé sur le RCC2

Matériel et méthode

L'imagerie de résistivité électrique ou Tomographie de Résistivité Électrique (Electrical Resistivity Tomography - ERT) consiste à injecter dans le sol un courant électrique continu entre deux électrodes métalliques plantées en surface (définissant un dipôle d'injection généralement noté AB), et à mesurer la différence de potentiel induite entre deux autres électrodes, qui définissent un dipôle de mesure généralement noté MN, réparties sur un profil généralement rectiligne en surface. Les mesures sont effectuées suivant une séquence prédéfinie dépendant de la configuration choisie pour les électrodes (**Figure 4**), chaque séquence individuelle correspond à la mesure par un quadripôle constitué d'une paire d'électrodes d'injection et d'une paire d'électrodes de mesure.

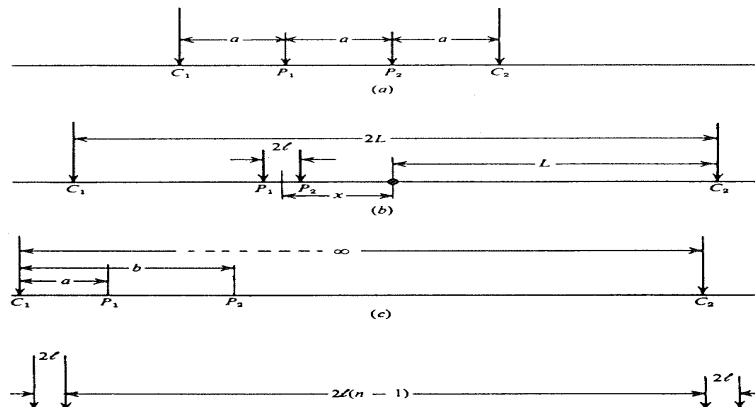


Figure 4 : Dispositifs d'électrodes couramment utilisés : a) Wenner, b) Schlumberger, c) Pôle-Dipôle, d) Dipôle-Dipôle

Les valeurs de résistivités apparentes obtenues pour chacun des quadripôles de mesure sont reportées sur une pseudo-section, représentant les variations de la résistivité apparente du sous-sol dans le plan vertical défini par la ligne d'électrodes en surface. La résistivité apparente correspond aux valeurs de résistivité obtenue sur le terrain, et est dépendante de la configuration des électrodes. Elle correspond à la résistivité d'un terrain homogène qui, pour une configuration identique des électrodes et un même courant électrique injecté, donnerait la même mesure de potentiel électrique que le sol hétérogène réel. Une pseudo-section est obtenue en reportant les valeurs de résistivité apparente mesurées à une pseudo-profondeur dépendant de l'écartement des électrodes (**Figure 5**). Cet écartement détermine donc la profondeur d'investigation : plus il est important et plus la profondeur d'investigation est élevée.

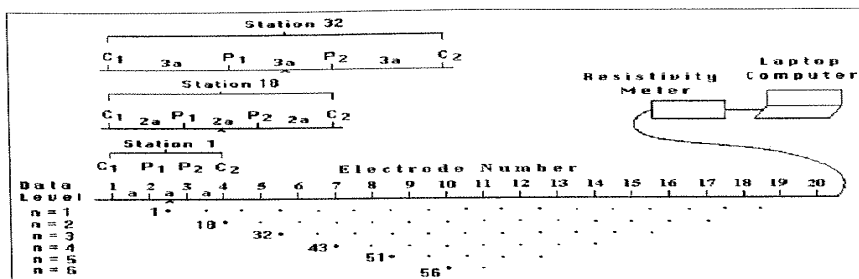


Figure 5 : Principe de mesure de l'imagerie de résistivité électrique

La coupe verticale représentant les résistivités réelles en fonction de la profondeur est obtenue par inversion de la pseudo-section de résistivité apparente. L'inversion consiste en un processus itératif qui tente de minimiser l'écart entre la pseudo-section mesurée (**Figure 6a**) et une pseudo-section calculée (**Figure 6b**) à partir d'un modèle de résistivité électrique. La minimisation des écarts se fait généralement par la méthode des moindres carrés. Le modèle de résistivité obtenu après inversion n'est pas unique, d'autres solutions peuvent représenter correctement la résistivité réelle du sol. L'inversion a tendance à lisser les contrastes de résistivité. Cette méthode permet de fournir des coupes verticales (2D) des résistivités du sous-sol (**Figure 6c**).

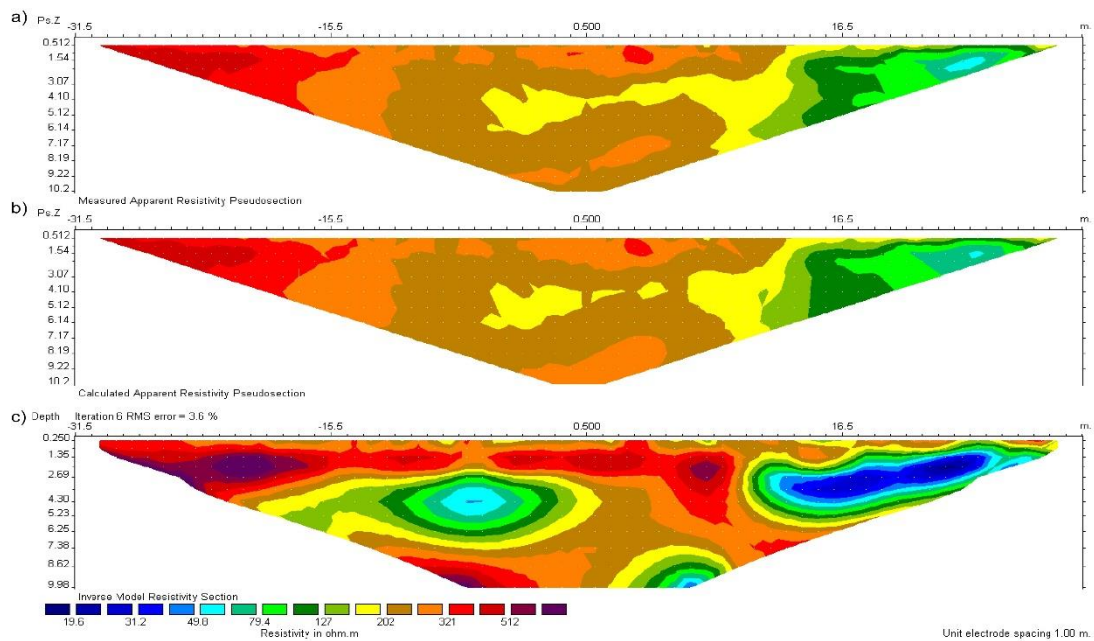


Figure 6 : Coupes verticales des résistivités en fonction de la profondeur : a) pseudo-section de résistivités apparentes mesurées ; b) pseudo-section de résistivités apparentes calculées à partir d'un modèle de répartition des résistivités ; c) modèle de répartition de résistivités électriques correspondant à la pseudo-section de résistivité apparente calculée (b)

Les acquisitions ont été réalisées avec le résistivimètre Terrameter LS de la société ABEM. Le dispositif choisi pour les investigations est un dispositif Wenner-Schlumberger (WS).

Le profil ERT2 a été réalisé le 24 novembre 2016

Le **Tableau 1** synthétise les données relatives aux mesures. Les mesures ont été effectuées avec un écartement inter-électrodes de 2 m. Elles ont été réalisées en poursuivant le dispositif de base de 64 électrodes par quatre roll-along consécutifs de 16 électrodes.

Tableau 1 : Données relatives aux mesures ERT effectuées sur le RCC2

Profil	Ecartement inter-électrodes	Dispositif	Nombre d'électrodes	Roll-along	Linéaire total investigué (m)	Profondeur d'investigation approximative (m)
ERT2	2 m	WS	64	4	254	25

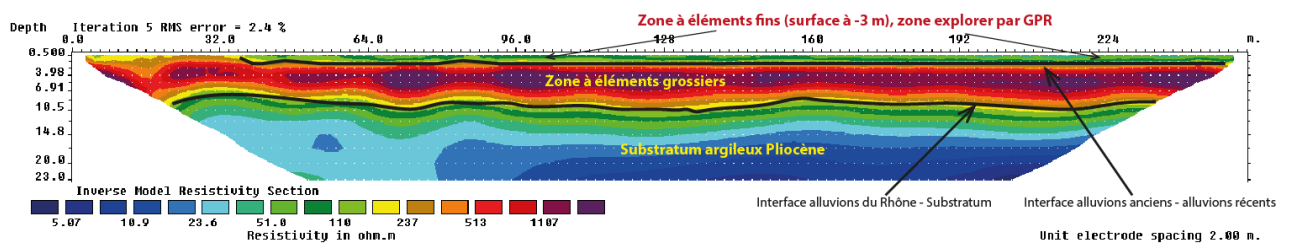
La résolution verticale des profils peut être estimée à la moitié de l'espacement inter-électrodes.

L'inversion des mesures a été réalisée avec le logiciel Res2Dinv (Loke et Barker, 1996). Ce logiciel effectue l'inversion des résistivités apparentes mesurées par une méthode d'optimisation par moindres carrés. A chaque itération, un modèle de résistivités apparentes calculées est comparé avec la pseudo-section de résistivités apparentes mesurées. Si l'écart RMS (Root-Mean Square) entre le modèle et les mesures est suffisamment faible, le modèle de résistivité est considéré valide, sinon une nouvelle itération correspondant à un modèle de résistivité différent est proposée. En ce qui concerne les profils mesurés, entre 5 itérations ont été nécessaires pour converger vers un modèle de résistivité considéré valide.

Résultats

Les premières interprétations permettent de mettre en évidence (**Figure 7**) :

- le substratum argileux du Pliocène qui est associé aux plus faibles résistivités mesurées en profondeur (résistivités inférieures à 100 ohm.m) situé à 10 m de profondeur.
- au sein des alluvions récentes, on distingue deux types :
 - en surface : une couche d'environ 3 m constituée d'éléments fins dont les résistivités sont comprises entre 50 et 200 ohm.m
 - une couche entre -3 m et le substratum dont les résistivités sont comprises entre 200 et 1300 ohm.m et correspondant à des éléments grossiers (graviers et galets).



Conclusion

Les résultats obtenus sont en accord avec les travaux de J.P. Bravard et avec la base de données info terre (en particulier le log géologique du BRGM BSS002BNDN de coordonnées Lambert-93 833634 6372289). Cette méthode a permis de mieux renseigner les épaisseurs d'alluvions du Rhône (environ entre 10 m) dans le secteur. Un deuxième profil ERT est prévu au sud dans la partie aval du RCC2.

Le profil ERT2 et le log BSS002BNDN se trouve en annexe 1.

II. Prospection par Radar géologique (GPR)

Objectif

L'objectif de cette étude est d'identifier des sites caractéristiques du remplissage sédimentaire sur le RCC2 et de les investiguer à l'aide du radar géologique. L'interprétation des profils GPR ainsi acquis permet de mieux comprendre le remplissage sédimentaire récent (XIX^{ème} à actuel) par l'étude des structures sédimentaires alluviales sur une profondeur de 4 à 5 m, et donc d'identifier des chenaux potentiellement actifs.

De plus, ce travail permet de positionner d'une manière adéquate les carottages en fonction de leur environnement de dépôt et de leur potentiel à représenter une sédimentation récente (150 ans à actuel). L'analyse des archives sédimentaires (ouverture des carottes, description, datation, analyse des contaminants) sera présentée dans un prochain livrable.

In fine, les résultats d'interprétation des profils GPR (information obtenue en profondeur, 4 à 5 m, sur les 12 sites étudiés) mis en commun avec les études du laboratoire EVS (estimation des remplissages par sondage à la perche, diachronie basée sur des cartes et photographies aériennes, géomorphologie par LiDAR) permettront de proposer un modèle des dépôts alluvionnaires récents. Cette étape est essentielle pour l'estimation des impacts anthropiques sur le lit majeur du fleuve. Cette démarche sera présentée en fin de programme sous forme de synthèse.

Nomenclature

Les profils radar ont été nommés avec le préfixe GPR pour Ground Penetrating Radar, auquel a été adjoint le numéro du site et une lettre pour identifier chaque profil d'un même site et une lettre minuscule correspondant à l'éloignement par rapport au Rhône (pour les profils perpendiculaires au fleuve) ou de l'amont vers l'aval (pour les profils parallèles au fleuve) : de « a » à « e ». Par exemple, le profil GPR10a est le profil le plus près du Rhône sur le site 10.

Localisation

Voir la **Figure 1** pour la localisation des douze sites sur lesquels un profil GPR a été réalisé.

Matériel et méthode

La technique du radar géologique permet d'obtenir une image de la sub-surface à haute résolution. Une impulsion électro-magnétique est envoyée dans le sous-sol, via une antenne émettrice, à une fréquence déterminée. Cette impulsion se propage en s'atténuant dans les matériaux (ou les sols) et, à chaque interface entre des milieux différents, une partie de son énergie est réfléchiée vers la surface ; les échos successifs sont enregistrés en fonction du temps par l'antenne de réflexion. La juxtaposition des signaux temporels enregistrés lors du déplacement de l'antenne radar permet d'obtenir une coupe-temps, ou radargramme qui donne des informations géométriques sur la structure auscultée.

La vitesse de propagation des ondes dépend principalement de la constante diélectrique (ou permittivité relative) du milieu environnant et peut être présentée en première approche sous la forme suivante : $v=c/\sqrt{\epsilon_r}$, avec v = vitesse de l'onde électromagnétique en m/s, c = célérité de la lumière dans le vide (3.108 m/s), ϵ_r = permittivité relative (sans dimension). Plus un matériau est humide, plus la vitesse de propagation est lente ; cela peut influencer la précision des mesures lorsqu'il existe un gradient d'humidité au sein de ce milieu (comme pour le béton par exemple).

Nous avons utilisé un radar géologique de la marque GSSI (SIR-3000) du laboratoire LEHNA-IPE de l'ENTPE. Le choix de l'antenne s'effectue de manière à obtenir le meilleur compromis entre la profondeur d'investigation et la résolution verticale (possibilité de séparer deux couches en profondeur) ; la profondeur maximale d'acquisition étant au préalable très difficile à estimer, trois types d'antennes différents ont été utilisés dans le cadre de cette étude : 100, 200 et 400 MHz (**Figure 8**).



Figure 8 : Le SIR-3000 au premier plan, et de gauche à droite les antennes de 100, 200 et 400 Mhz

La profondeur d'auscultation dépend de plusieurs facteurs :

- La conductivité du matériau encaissant, principale cause de l'atténuation des ondes ;
- Le choix de la fréquence : la profondeur d'investigation décroît lorsque la fréquence augmente ;
- La dynamique du système radar, qui indique le rapport signal/bruit minimal détectable, et que l'on peut relier à une profondeur limite d'auscultation ;
- L'adaptation de l'antenne au matériau (l'aptitude à transmettre le maximum d'énergie rayonnée dans une direction donnée) ;
- La section équivalente radar (valeur décrivant l'énergie réfléchie dans une direction donnée suivant la forme et la taille de l'objet à détecter) ;
- Le contraste électromagnétique de l'objet par rapport au matériau encaissant, en sachant que plus celui-ci est élevé et plus l'énergie rétrodiffusée est importante ;
- Le niveau de bruit diffractant dû à la nature du matériau encaissant (taille et géométrie des granulats ou blocs).

Compte tenu de tous ces paramètres, la profondeur d'investigation peut aller de 0 à quelques mètres dans les cas les plus courants. Elle peut exceptionnellement atteindre quelques dizaines de mètres dans la glace, le sable sec, le rocher très sain.

Il existe une relation entre la profondeur d'investigation possible et la résolution qui sont liées à la longueur d'onde émise. Cette résolution est définie comme la distance minimale entre deux interfaces pour que ces dernières soient visibles sur le radargramme. C'est une fonction de la fréquence de l'onde électromagnétique (inversement proportionnelle à la longueur d'onde). Elle est théoriquement égale à $\lambda/4$ (où λ est la longueur d'onde à la fréquence d'étude) ; la résolution réelle est comprise entre $\lambda/3$ et $\lambda/2$. D'après la relation de la vitesse des ondes électromagnétiques $v = \lambda \cdot f$, la fréquence augmente

lorsque la longueur d'onde diminue. La résolution étant proportionnelle à la longueur d'onde, elle sera d'autant plus importante que la fréquence augmente : une grande longueur d'onde induit une faible atténuation et l'onde électromagnétique va pénétrer en profondeur ; corrélativement, la résolution est faible et l'onde n'est pas affectée par les objets de dimension réduite.

Le radar géologique est sensible aux d'interface air/eau/sédiments, à la quantité et au type de fluide occupant les pores des sédiments, au changement de porosité, de granulométrie, de forme des grains et de leur orientation. Les variations d'interface (Van Dam, 2001) peuvent être à l'origine de réflexions radar au sein d'un même faciès sédimentaire. Les permittivités diélectriques des phases air/eau/sédiments sont sensiblement différentes (80 pour l'eau, 4-6 pour les sédiments et 1 pour l'air ; Reynolds, 2005). Des réflexions radar peuvent interférer dans l'interprétation des données recueillies au radar géologique ; il est donc primordial de connaître la capacité d'un faciès sédimentaire à retenir l'eau. D'autres phénomènes peuvent interférer avec les ondes électromagnétiques de l'antenne émettrice comme le bruit environnant (téléphone portable, antennes relais, talkie-walkies...) et peuvent être supprimés avec des filtres fréquentiels.

Tous ces facteurs interagissent sur les ondes radar enregistrées au niveau de l'antenne réceptrice. Cependant, on peut retenir que, dans un même environnement, suivant la nature et la forme d'un objet enterré, la profondeur maximale à partir de laquelle il ne sera plus détecté peut-être notablement différente.

Au cours de cette étude, un seul type d'antenne a été utilisé : 200 MHz. Les résultats de l'étude de décembre 2015 (voir livrable OSR4 2015-2017 : Caractérisation Géophysique du Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon. Rapport de la phase d'acquisition des transects longs et de traitement des radargrammes, OSR4 2015-2017, Action II.2, 21 janvier 2016) ont montré que le rapport résolution/profondeur d'investigation était optimale avec l'antenne de 200 MHz.

Le traitement du signal des profils radar a été effectué avec le logiciel Radan7 de la société GSSI suivant les étapes : normalisation en distance, sommation, correction de l'offset, correction du bruit de fond, application de filtres, migration avec une vitesse de $0,089 \text{ m.n.s}^{-1}$ (vitesse obtenue par CMP sur un casier Girardon lors d'une étude précédente), application d'un gain.

Résultats

De septembre à novembre 2016, 58 profils GPR ont été acquis. A la demande de M. Jean François Berger 5 profils supplémentaires ont été effectués à l'Est de la zone étudiée. La longueur totale des 58 profils présentés pour cette étude est de 10 160 m.

Tous les profils acquis ont été traités grâce au logiciel RADAN7 (logiciel de traitement du signal électromagnétique), puis analysés (étude de l'amplitude du signal, présence et forme des réflecteurs, localisation, ...) et enfin interprétés.

L'interprétation des profils traités est présentée dans ce rapport. Afin de faciliter l'exploitation de ces profils, nous avons représenté les interfaces délimitant deux structures : les principales interfaces ont été dessinées en trait pleins, les traits pointillés représentent les interfaces supposées mais en continuités avec celles déjà repérées. Les légendes expriment soit un lithofaciès particulier (substratum marneux, alluvions, sédiments fins, ...), soit une forme caractéristique (chenal), soit la présence d'un niveau piézométrique.

Dans cette partie quelques profils sont présentés afin d'illustrer le propos.

La détection du substratum marneux pliocène

La position de 4 profils proches du fleuve et en contrebas de la plaine alluviale du vieux-Rhône ont permis de détecter le substratum marneux du Pliocène (Site 1 : GPR1a, GPR1b ; Site 2 : GPR2a ; Site 8 : GPR8a). Ces résultats sont en accord avec le profil ERT présenté précédemment et le log géologique du BRGM BSS002BNDN de coordonnées Lambert-93 833634 6372289 (Figure 9).

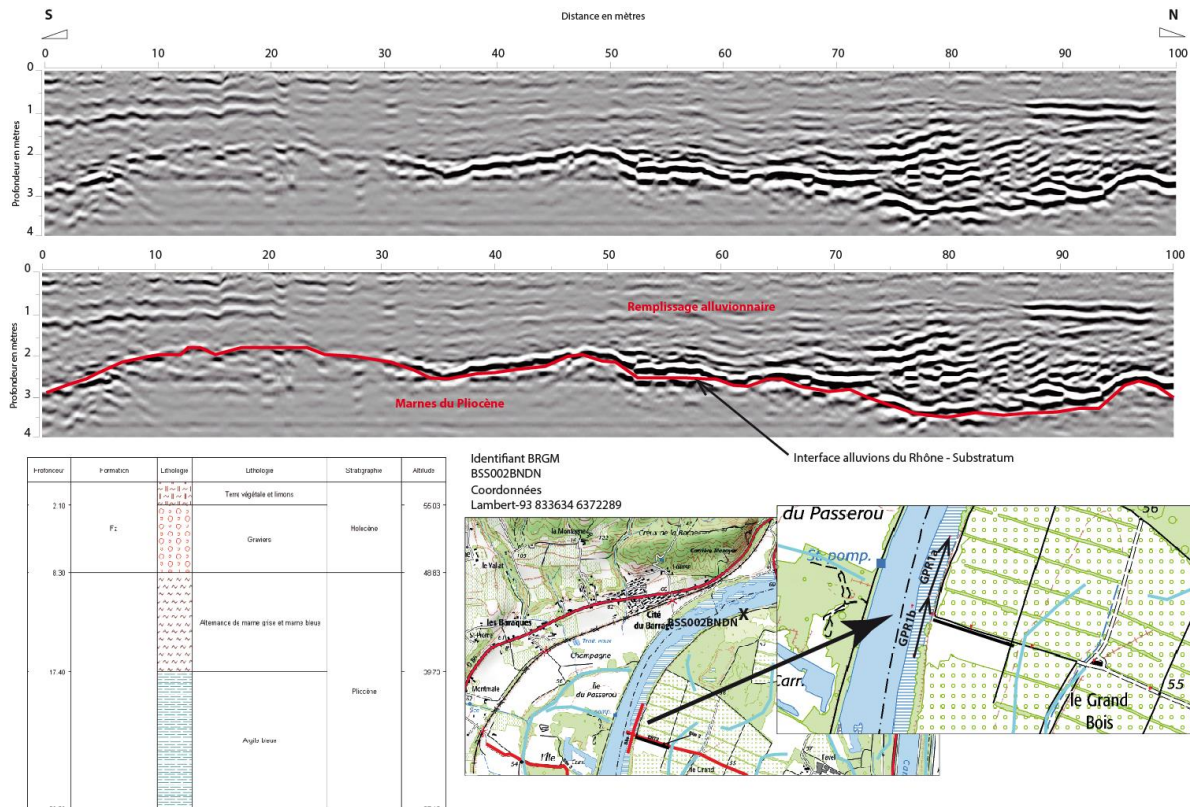


Figure 9 : Interprétation du radagramme partiel du profil GPR1a du Site 1 sur le RCC2 (Donzère)

De nombreux chenaux détectés

De nombreux chenaux ont été détectés et sont présents sur le Site 2 (GPR2b, GPR2d, GPR2e, GPR2f, GPR2g), le Site 3 (GPR3e), le Site 4 (GPR4a à GPR4k), le Site 6 (GPR6a), le Site 7 (GPR7a à GPR7c), le Site 8 (GPR8a et GPR8b), le Site 9 (GPR9b et GPR9c), le Site 10 (GPR10a), le Site 11 (GPR11) et le Site 12 (GPR12a et GPR12b).

Du fait des aménagements du RCC2 (Donzère) notamment avec des digues insubmersibles, la zone active après 1860 est relativement resserrée et difficile à échantillonner par carottage. Afin de répondre aux objectifs de l'OSR 4, nous avons donc privilégié la position des 5 carottes (C2 = 1,07 m ; C3 = 3,15 m ; C7 = 2,97 m ; C10 = 2,04 m ; C11/12 = 1,64 m) en fonction de l'activité supposée récente de quelques chenaux. Ce sont ces profils radar, où sont positionnés ces 5 carottes, qui sont présentés ici (Figure 10, Figure 11, Figure 12, Figure 13 et Figure 14).

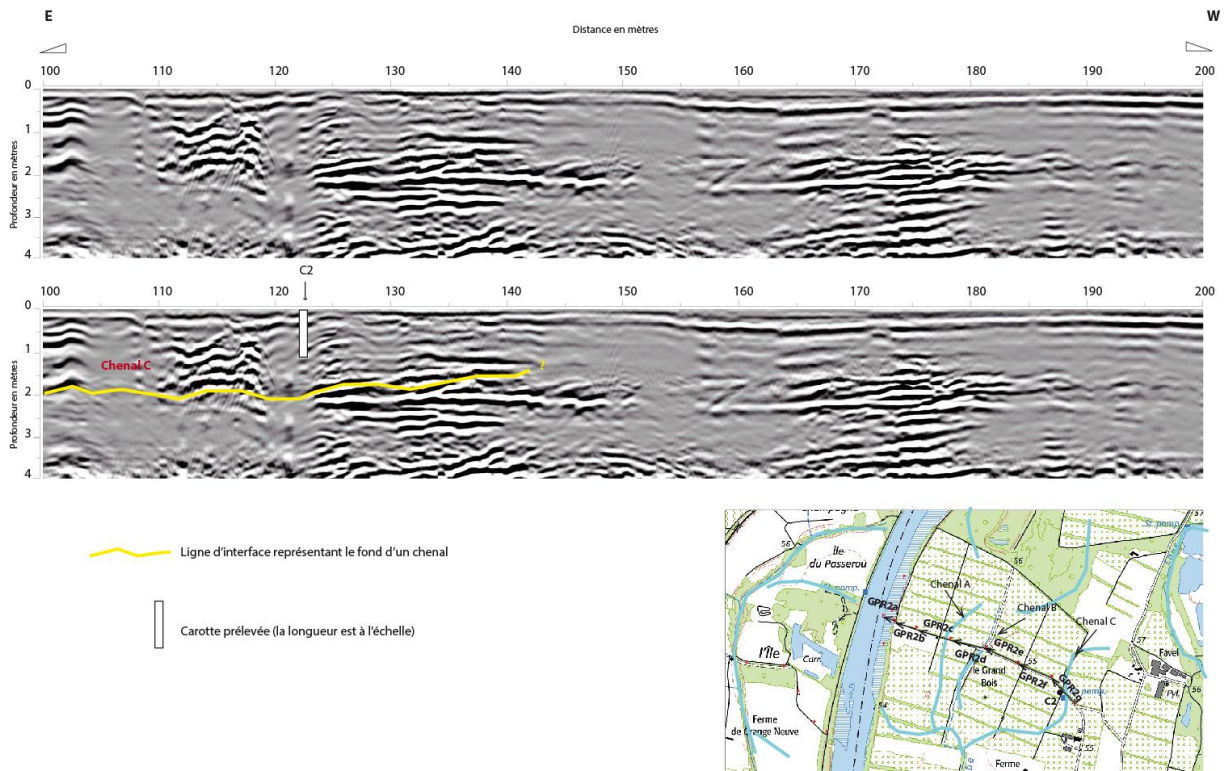


Figure 10 : Radargramme GPR2g traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C2

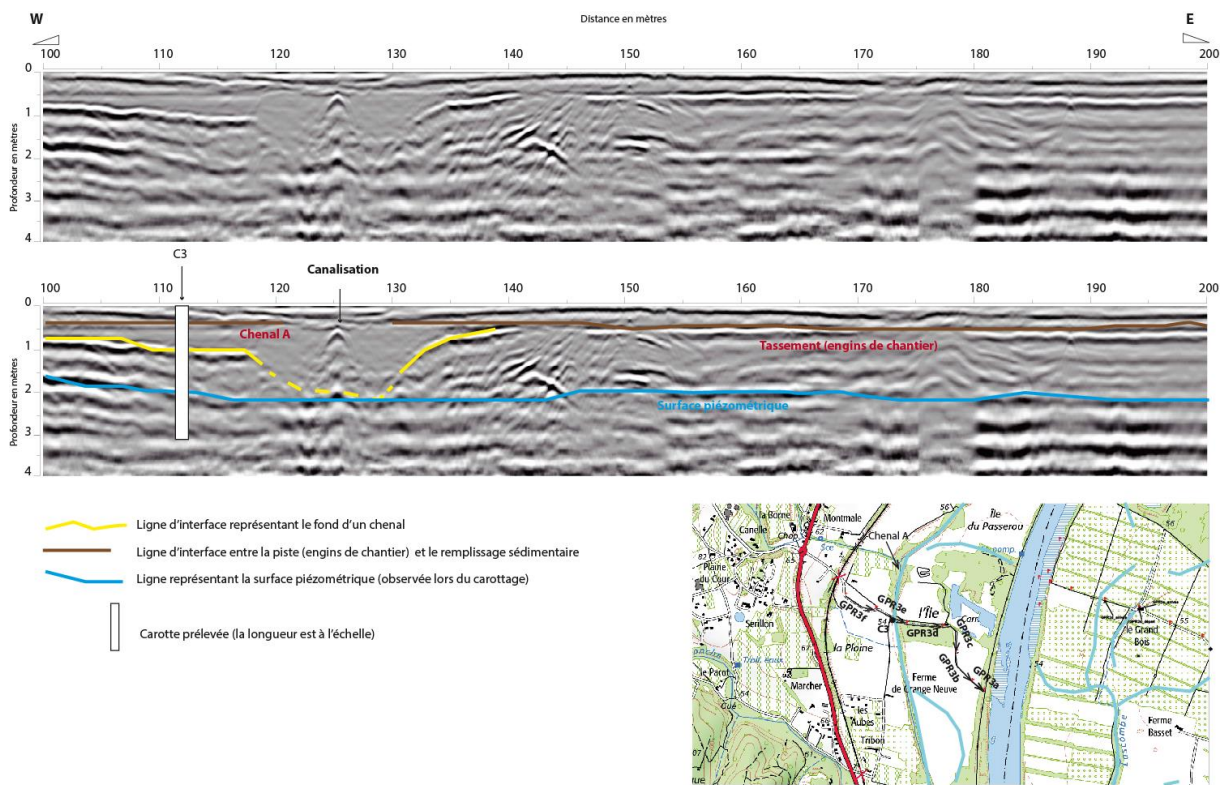


Figure 11 : Radargramme GPR3e traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C3

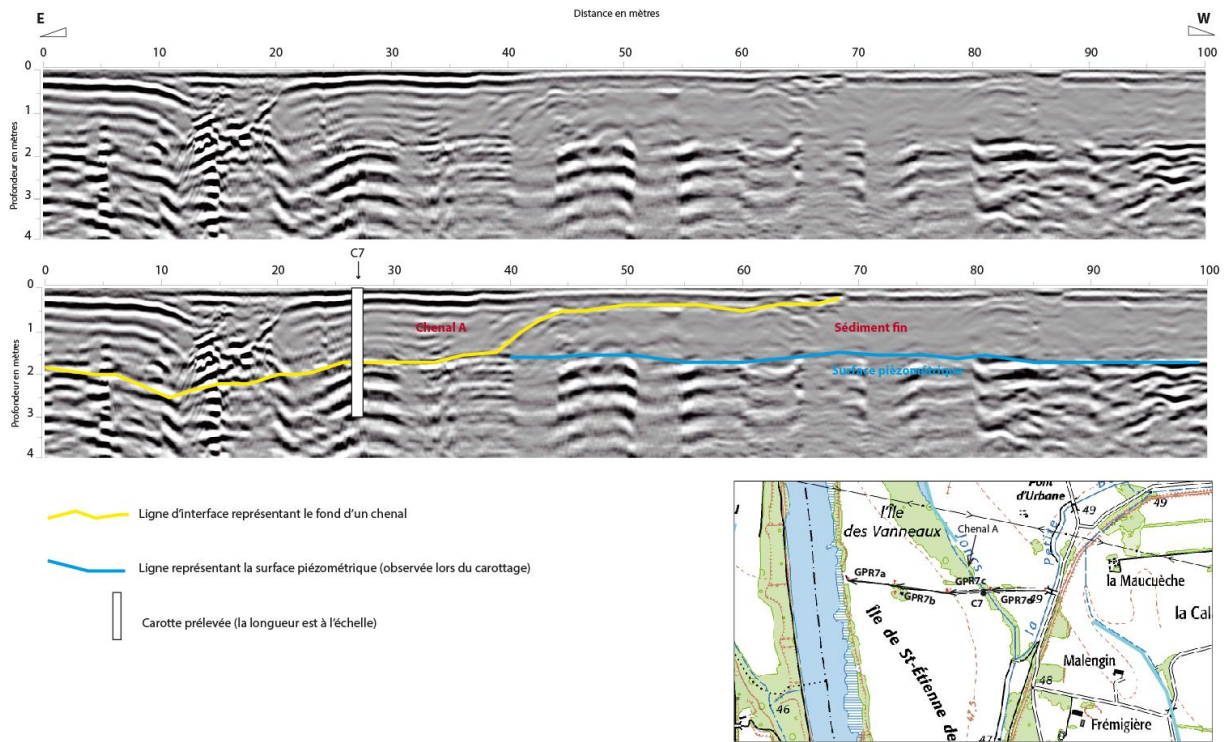


Figure 12 : Radargramme GPR7c traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C7

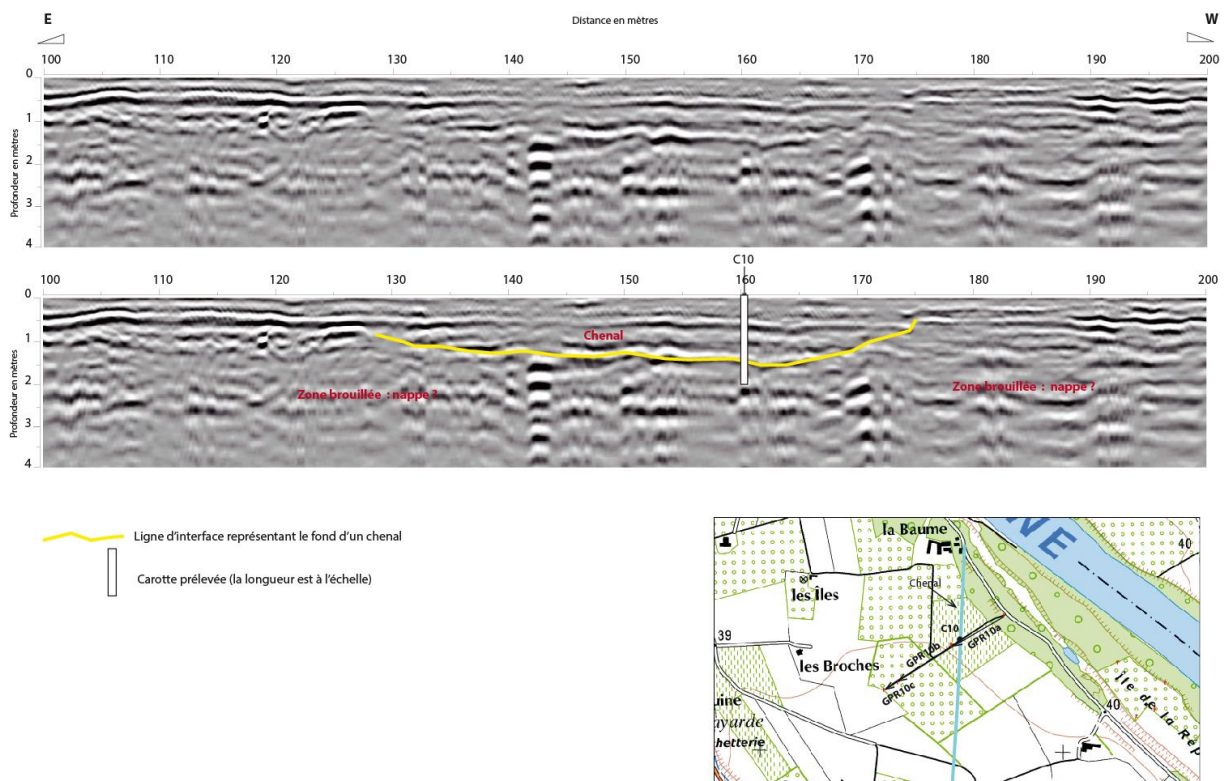


Figure 13 : Radargramme GPR10a traité (en haut) et interprété (en bas) et position de la carotte C10

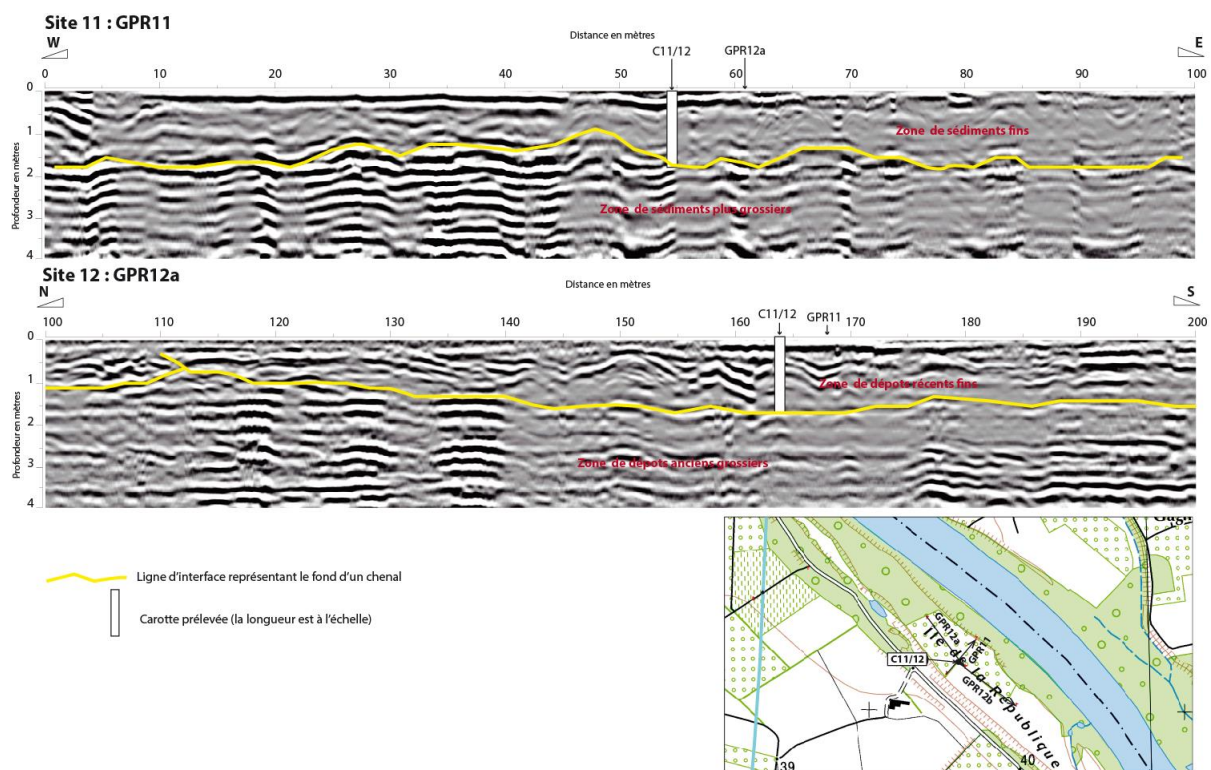


Figure 14 : Interprétation des radargrammes GPR11 et GPR12a, et position de la carotte C11/12 à l'intersection des deux profils (les profils traités ne sont pas présentés)

Conclusion

La méthode GPR s'avère un bon outil d'estimation des épaisseurs et des formes sédimentaires sur tous les sites investigués. L'analyse géomorphologique de la surface couplée avec les résultats GPR présentés permettra d'obtenir un canevas des processus de sédimentation et du fonctionnement hydro-morpho-sédimentaire sur ce RCC2.

De plus l'analyse de l'ensemble des radargrammes a permis de faire le choix des 5 sites de carottage. La description et l'analyse des carottes seront présentées dans un prochain livrable.

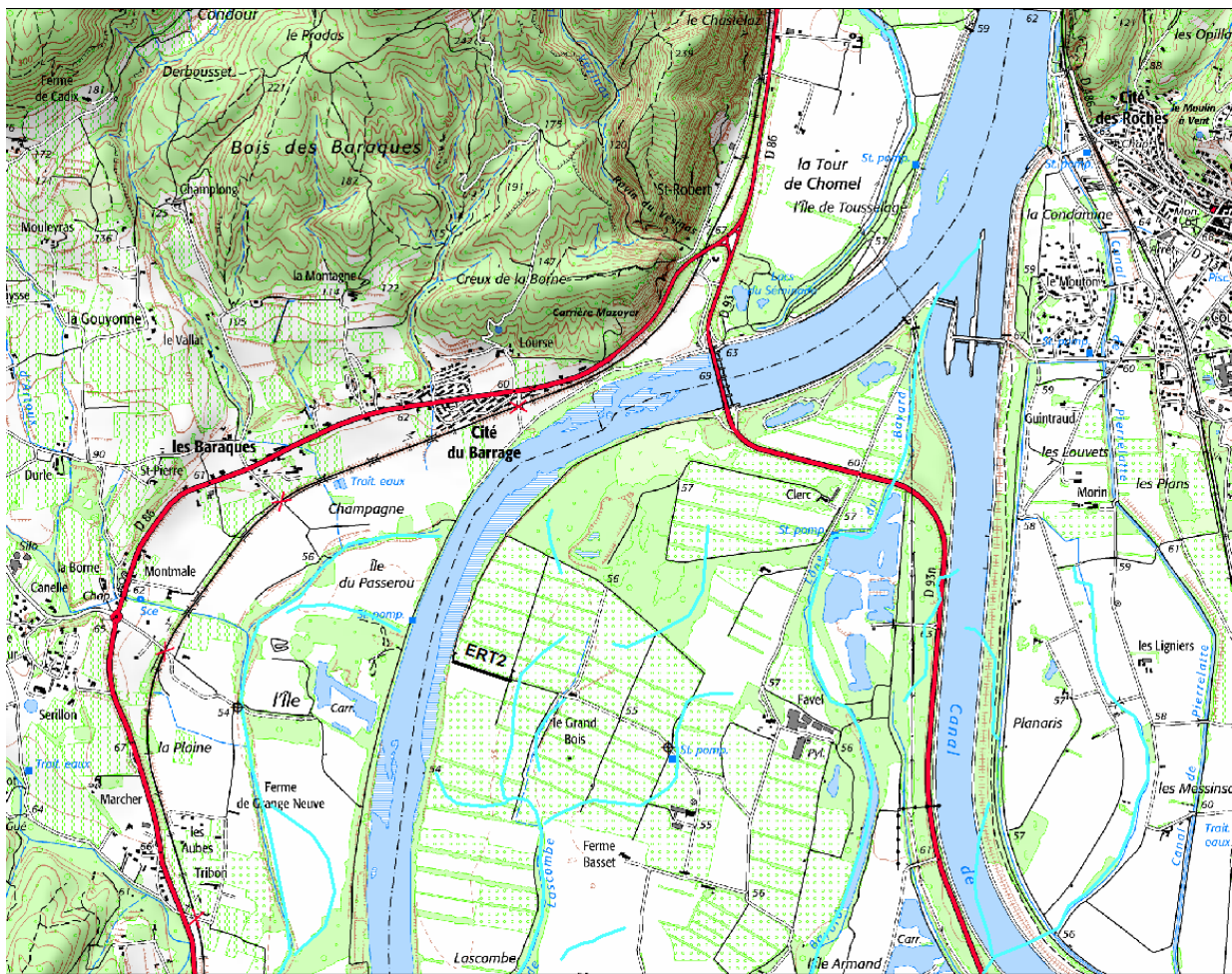
L'ensemble des profils GPR et leurs interprétations se trouve en annexe 2.

Annexe 1 : Profil Tomographie de Résistivité Electrique (ERT)

Les distances et les profondeurs sont en m

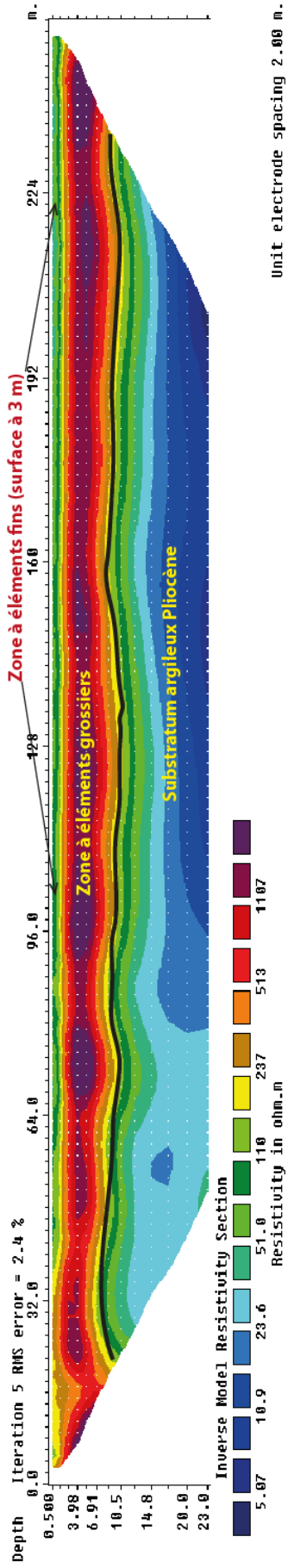
Codes et coordonnées en Lambert 93 du profil ERT2 du RCC2 (Donzère)

Site	Code	X	Y	Longueur (m)
2	ERT2 début	832754,85	6371305,83	254
	ERT2 fin	832998,55	6371227,64	



Position du profil ERT2 du RCC2 (Donzère)

ERT2 espacement 2 m (Profondeur d'investigation : 23 m)



Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
2.10	Fz	Terre végétale et limons	Graiers	Holocène	55.03
0.00		Alternance de marnes grises et marnes bleues			46.00
17.40				Pliocène	39.73
36.00					27.15

Description et position du log BSS0028NDN du BRGM

Identifiant BRGM
BSS0028NDN
Coordonnées
Lambert-93 833634 6372289



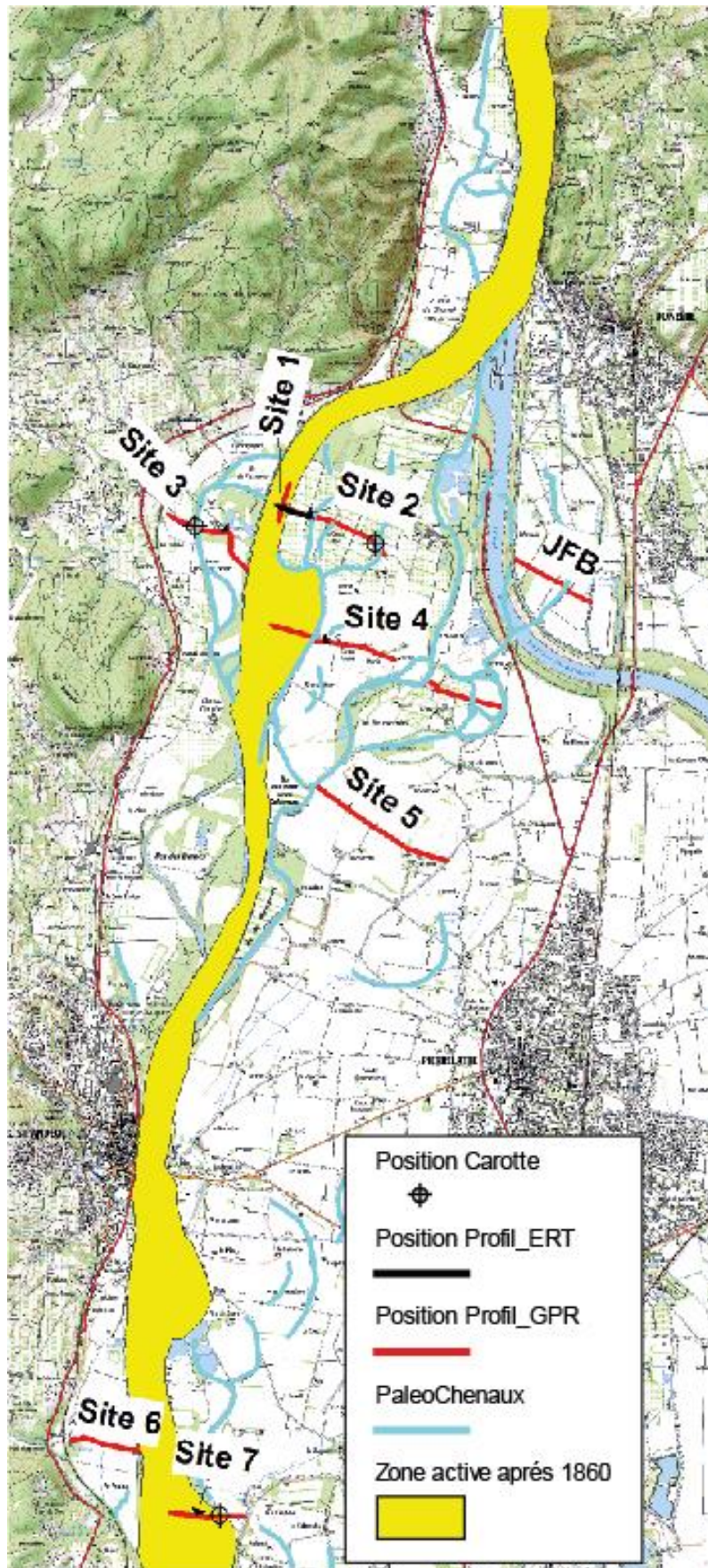
Annexe 2 : Profils Radar Géologique (GPR) Antenne 200MHz

Codes et coordonnées en Lambert 93 des 63 profils GPR du RCC2

Site	Code terrain	Code RCC2 RCC2	X Lambert93	Y Lambert93	Longueur (m)
11	DZR_001 départ	GPR11_départ	833259,9	6350328,71	150
11	DZR_001 arrivée	GPR11_arrivée	833354,93	6350439,95	
12	DZR_002 départ	GPR12a_départ	833198,08	6350505,97	200
12	DZR_002 arrivée	GPR12a_arrivée	833319,3	6350349,41	
12	DZR_003 départ	GPR12b_départ	833319,3	6350349,41	200
12	DZR_003 arrivée	GPR12b_arrivée	833481,64	6350228,27	
10	DZR_004 départ	GPR10a_départ	832820,76	6350662,25	200
10	DZR_004 arrivée	GPR10a_arrivée	832647,45	6350565,59	
10	DZR_005 départ	GPR10b_départ	832647,45	6350565,59	200
10	DZR_005 arrivée	GPR10b_arrivée	832469,55	6350440,51	
10	DZR_006 départ	GPR10c_départ	832469,55	6350440,51	50
10	DZR_006 arrivée	GPR10c_arrivée	832423,57	6350415,76	
6	DZR_007 départ	GPR6d_départ	830616,03	6361958,21	200
6	DZR_007 arrivée	GPR6d_arrivée	830751,58	6361993,02	
6	DZR_008 départ	GPR6c_départ	830751,58	6361993,02	200
6	DZR_008 arrivée	GPR6c_arrivée	830944,75	6361918,37	
6	DZR_009 départ	GPR6b_départ	830944,75	6361918,37	200
6	DZR_009 arrivée	GPR6b_arrivée	831152,03	6361878,35	
6	DZR_010 départ	GPR6a_départ	831152,03	6361878,35	130
6	DZR_010 arrivée	GPR6a_arrivée	831282,82	6361854,63	
7	DZR_001 départ	GPR7d_départ	832336,71	6361196,67	200
7	DZR_001 arrivée	GPR7d_arrivée	832132,02	6361199,37	
7	DZR_002 départ	GPR7c_départ	832132,02	6361199,37	160
7	DZR_002 arrivée	GPR7c_arrivée	831968,81	6361193,72	
7	DZR_003 départ	GPR7b_départ	831971,31	6361188,33	200
7	DZR_003 arrivée	GPR7b_arrivée	831775	6361224,99	
7	DZR_004 départ	GPR7a_départ	831775,85	6361184,23	170
7	DZR_004 arrivée	GPR7a_arrivée	831599	6361236,2	
8	DZR_005 départ	GPR8d_départ	832373,46	6358792,29	200
8	DZR_005 arrivée	GPR8d_arrivée	832178,26	6358764,64	
8	DZR_006 départ	GPR8c_départ	832134,19	6358747,04	200
8	DZR_006 arrivée	GPR8c_arrivée	831952,65	6358680,46	
8	DZR_007 départ	GPR8b_départ	831918,74	6358623,63	200
8	DZR_007 arrivée	GPR8b_arrivée	831736,56	6358568,04	
8	DZR_008 départ	GPR8a_départ	831736,98	6358567,27	200
8	DZR_008 arrivée	GPR8a_arrivée	831526,56	6358545,64	
9	DZR_009 départ	GPR9b_départ	832248,03	6355615,54	200
9	DZR_009 arrivée	GPR9b_arrivée	832053,44	6355672,47	
9	DZR_010 départ	GPR9a_départ	832053,44	6355672,47	80

9	DZR_010 arrivée	GPR9a_arrivée	831977,26	6355689,32	
9	DZR_011 départ	GPR9d_départ	832692,87	6355452,55	200
9	DZR_011 arrivée	GPR9d_arrivée	832496,44	6355505,09	
9	DZR_012 départ	GPR9c_départ	832498,5	6355509,69	110
9	DZR_012 arrivée	GPR9c_arrivée	832399,68	6355551,5	
3	DZR_001 départ	GPR3f_départ	831585,89	6371235,68	200
3	DZR_001 arrivée	GPR3f_arrivée	831760,22	6371161,56	
3	DZR_002 départ	GPR3e_départ	831760,22	6371161,56	200
3	DZR_002 arrivée	GPR3e_arrivée	831935,54	6371078,57	
3	DZR_003 départ	GPR3d_départ	831935,54	6371078,57	200
3	DZR_003 arrivée	GPR3d_arrivée	832139,8	6371058,42	
3	DZR_004 départ	GPR3c_départ	832139,8	6371058,42	200
3	DZR_004 arrivée	GPR3c_arrivée	832214,45	6370916,65	
3	DZR_005 départ	GPR3b_départ	832214,45	6370916,65	200
3	DZR_005 arrivée	GPR3b_arrivée	832305,57	6370748,57	
3	DZR_006 départ	GPR3a_départ	832305,57	6370748,57	90
3	DZR_006 arrivée	GPR3a_arrivée	832373,58	6370695,55	
JFB	DZR_007 départ	JFBc_départ	835568,9	6370521,44	200
JFB	DZR_007 arrivée	JFBc_arrivée	835386,09	6370616,39	
JFB	DZR_008 départ	JFBb_départ	835386,09	6370616,39	150
JFB	DZR_008 arrivée	JFBb_arrivée	835242,78	6370688,86	
JFB	DZR_009 départ	JFBa_départ	835242,78	6370688,86	200
JFB	DZR_009 arrivée	JFBa_arrivée	835066,21	6370790,62	
JFB	DZR_010 départ	JFBd_départ	835565,11	6370475,8	200
JFB	DZR_010 arrivée	JFBd_arrivée	835749	6370392,3	
JFB	DZR_011 départ	JFBe_départ	835749	6370392,3	60
JFB	DZR_011 arrivée	JFBe_arrivée	835801,57	6370367,57	
5	DZR_012 départ	GPR5h_départ	834363,9	6367771,04	200
5	DZR_012 arrivée	GPR5h_arrivée	834168,32	6367826,86	
5	DZR_013 départ	GPR5g_départ	834168,32	6367826,86	200
5	DZR_013 arrivée	GPR5g_arrivée	833989,4	6367886,38	
5	DZR_014 départ	GPR5f_départ	833989,4	6367886,38	200
5	DZR_014 arrivée	GPR5f_arrivée	833824,59	6367993,99	
5	DZR_015 départ	GPR5e_départ	833824,59	6367993,99	200
5	DZR_015 arrivée	GPR5e_arrivée	833652,62	6368101,44	
5	DZR_016 départ	GPR5d_départ	833652,62	6368101,44	200
5	DZR_016 arrivée	GPR5d_arrivée	833493,26	6368215,84	
5	DZR_017 départ	GPR5c_départ	833493,26	6368215,84	200
5	DZR_017 arrivée	GPR5c_arrivée	833328,26	6368333,45	
5	DZR_018 départ	GPR5b_départ	833325,89	6368332,29	200
5	DZR_018 arrivée	GPR5b_arrivée	833162,53	6368447,72	
5	DZR_019 départ	GPR5a_départ	833162,53	6368447,72	130
5	DZR_019 arrivée	GPR5a_arrivée	833058,13	6368525,51	
2	DZR_001 départ	GPR2g_départ	833739,96	6370847,82	200
2	DZR_001 arrivée	GPR2g_arrivée	833608,49	6371001,69	

2	DZR_002 départ	GPR2f_départ	833610,93	6370999,52	200
2	DZR_002 arrivée	GPR2f_arrivée	833428,54	6371076,76	
2	DZR_003 départ	GPR2e_départ	833424,56	6371076,67	200
2	DZR_003 arrivée	GPR2e_arrivée	833249,94	6371162,97	
2	DZR_004 départ	GPR2d_départ	833250,74	6371162,99	200
2	DZR_004 arrivée	GPR2d_arrivée	833057,08	6371208,88	
2	DZR_005 départ	GPR2c_départ	833056,28	6371208,87	200
2	DZR_005 arrivée	GPR2c_arrivée	832866,27	6371270,4	
2	DZR_006 départ	GPR2b_départ	832867,09	6371269,31	120
2	DZR_006 arrivée	GPR2b_arrivée	832751,8	6371306	
2	DZR_007 départ	GPR2a_départ	832744,41	6371310,05	70
2	DZR_007 arrivée	GPR2a_arrivée	832683,39	6371334,32	
1	DZR_008 départ	GPR1b_départ	832686,64	6371179,94	200
1	DZR_008 arrivée	GPR1b_arrivée	832735,21	6371368,75	
1	DZR_009 départ	GPR1a_départ	832736,05	6371366,54	200
1	DZR_009 arrivée	GPR1a_arrivée	832799,85	6371550,11	
4	DZR_001 départ	GPR4h_départ	833836,42	6369795,4	200
4	DZR_001 arrivée	GPR4h_arrivée	833658,24	6369860,5	
4	DZR_002 départ	GPR4g_départ	833657,46	6369859,37	100
4	DZR_002 arrivée	GPR4g_arrivée	833565,72	6369904,09	
4	DZR_003 départ	GPR4f_départ	833566,5	6369905,22	200
4	DZR_003 arrivée	GPR4f_arrivée	833371,58	6369933,3	
4	DZR_004 départ	GPR4e_départ	833369,96	6369934,38	200
4	DZR_004 arrivée	GPR4e_arrivée	833174,28	6369961,34	
4	DZR_005 départ	GPR4d_départ	833172,69	6369961,31	180
4	DZR_005 arrivée	GPR4d_arrivée	833018,65	6370014,71	
4	DZR_006 départ	GPR4c_départ	833021,04	6370014,76	200
4	DZR_006 arrivée	GPR4c_arrivée	832823,9	6370072,82	
4	DZR_007 départ	GPR4b_départ	832823,92	6370071,71	200
4	DZR_007 arrivée	GPR4b_arrivée	832633,23	6370126,57	
4	DZR_008 départ	GPR4a_départ	832632,46	6370125,44	20
4	DZR_008 arrivée	GPR4a_arrivée	832612,37	6370133,91	
4	DZR_009 départ	GPR4i_départ	834181,46	6369562,75	110
4	DZR_009 arrivée	GPR4i_arrivée	834284,19	6369526,05	
4	DZR_010 départ	GPR4j_départ	834259,59	6369484,42	200
4	DZR_010 arrivée	GPR4j_arrivée	834455,05	6369431,93	
4	DZR_011 départ	GPR4k_départ	834455,07	6369430,82	200
4	DZR_011 arrivée	GPR4k_arrivée	834648,89	6369380,52	
4	DZR_012 départ	GPR4l_départ	834649,71	6369379,42	200
4	DZR_012 arrivée	GPR4l_arrivée	834841,08	6369332,41	
4	DZR_013 départ	GPR4m_départ	834841,13	6369330,19	90
4	DZR_013 arrivée	GPR4m_arrivée	834925,24	6369307,55	








Position des sites GPR au Nord du RCC2 (Donzère). La position des profils est présentée en encart sur les radargrammes



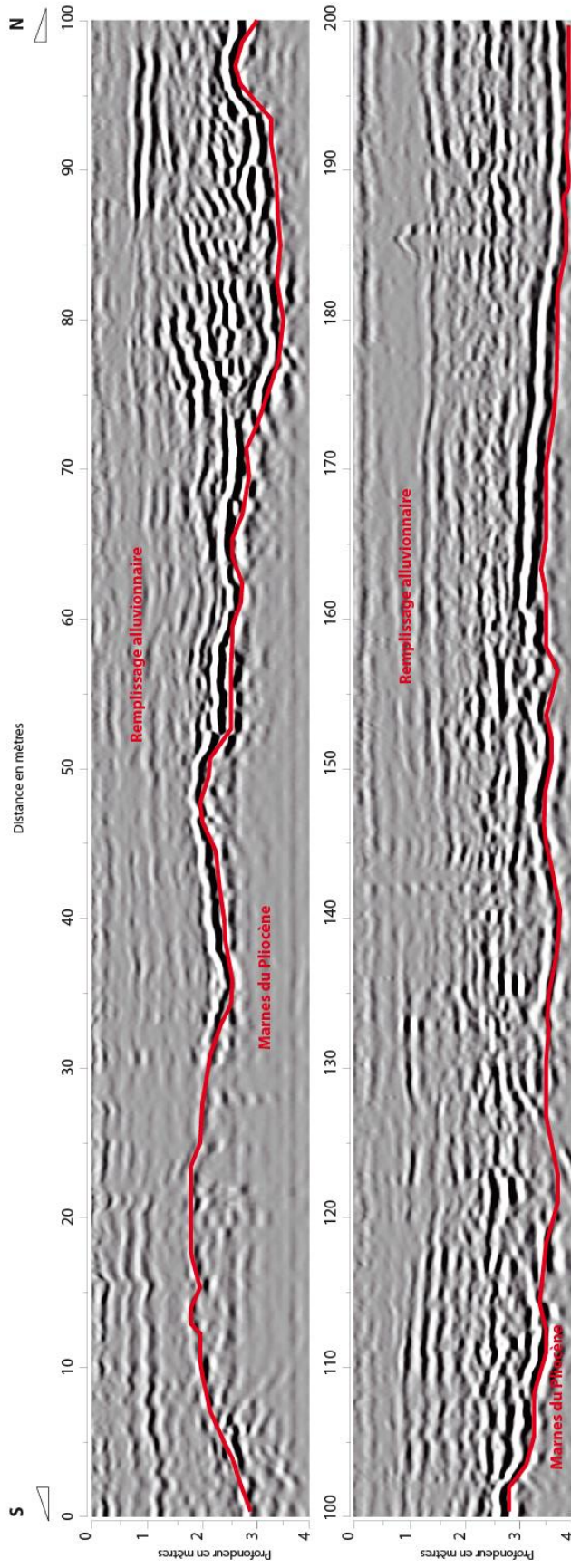
Position des GPR au Sud du RCC2 (Donzère). La position des profils est présentée en encart sur les radargrammes

Légende des figures

-  Ligne d'interface représentant le fond d'un chenal
-  Ligne d'interface entre la piste (engins de chantier) et le remplissage sédimentaire
-  Ligne représentant la surface piézométrique
-  Interface alluvions du Rhône - Substratum
-  Carotte prélevée (la longueur est à l'échelle)

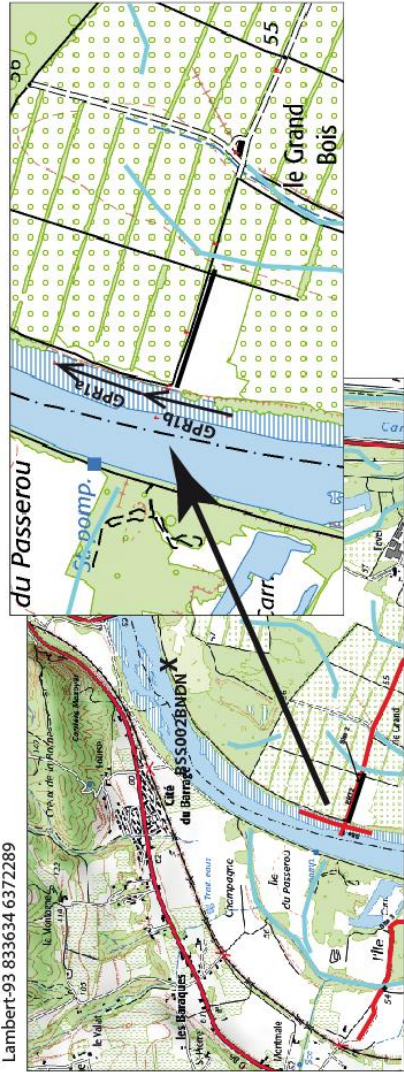
Les principales interfaces ont été dessinées en trait pleins, les traits pointillés représentent les interfaces supposées mais en continuités avec celles déjà repérées. Les légendes expriment soit un lithofaciès particulier (substratum marneux, alluvions, sédiments fins...), soit une forme caractéristique (chenal), soit la présence d'un niveau piézométrique.

Site 1 : GPR1a

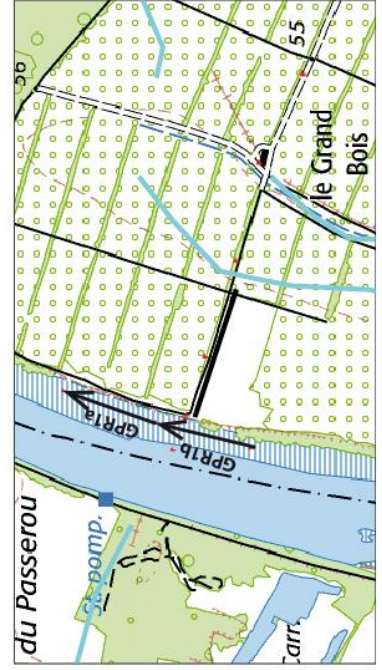
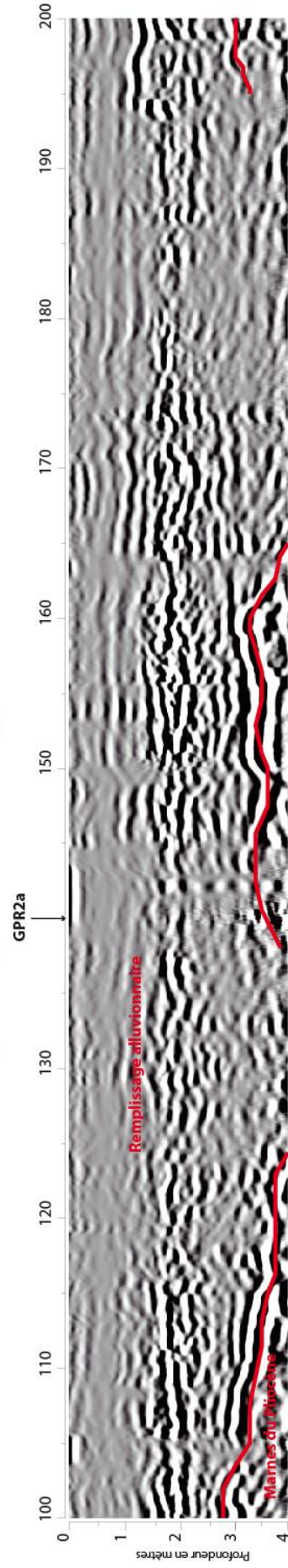
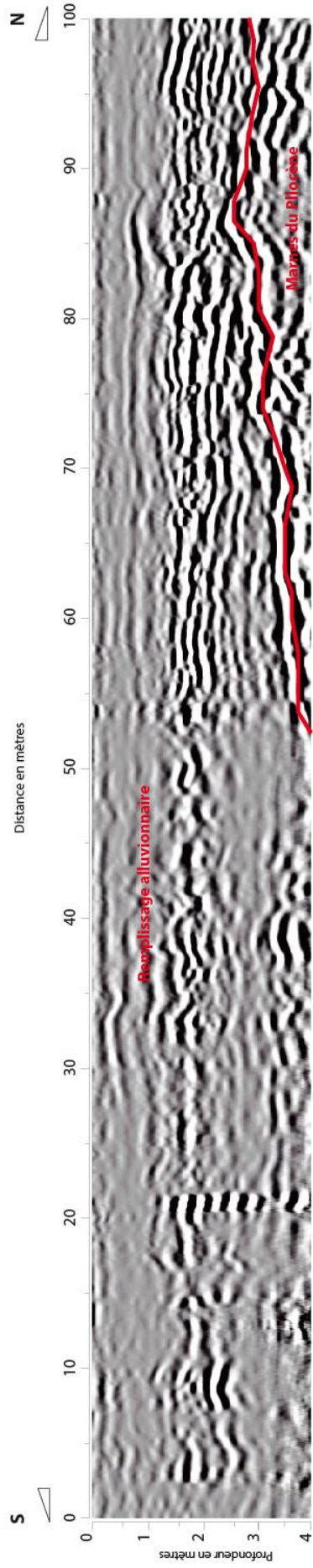


Profondeur	Formation	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
2.10	F1	Terr. végétale et limons	Holocène	55.05
8.30		Graviers		48.85
17.40		Altérence de marne grise et marne bleue	Pliocène	39.75
		Argile bleue		

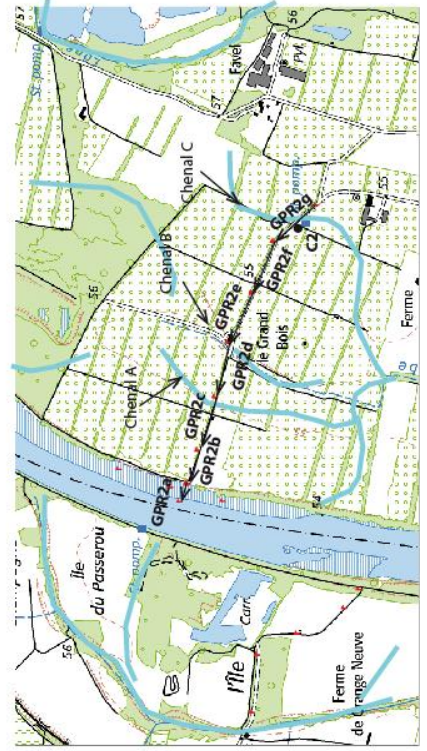
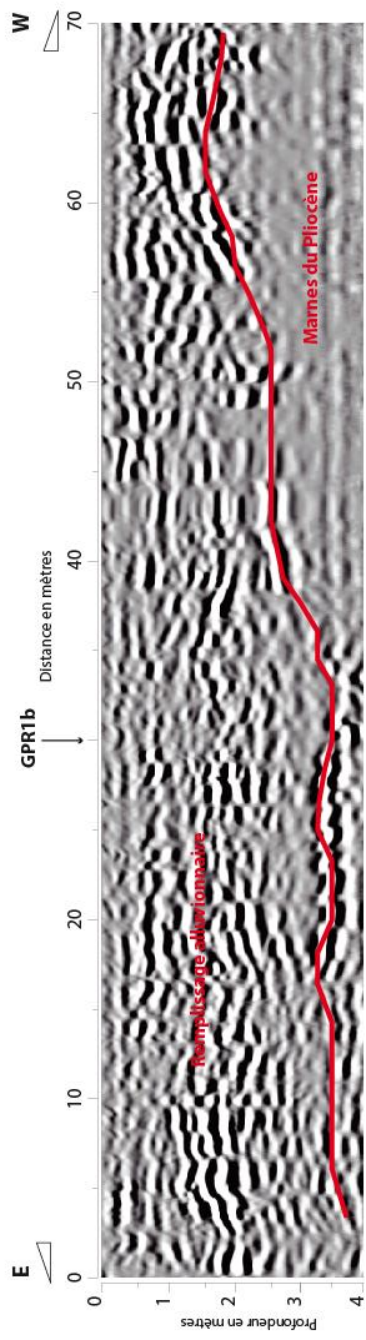
Identifiant BRGM
BSS002BNDN
Coordonnées
Lambert-93 833634 637289



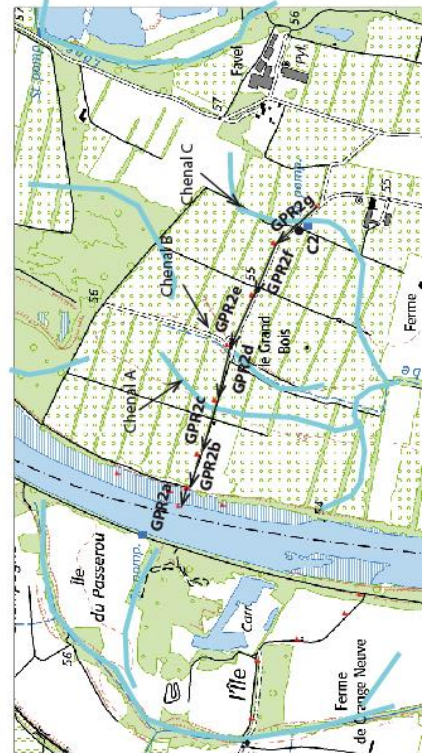
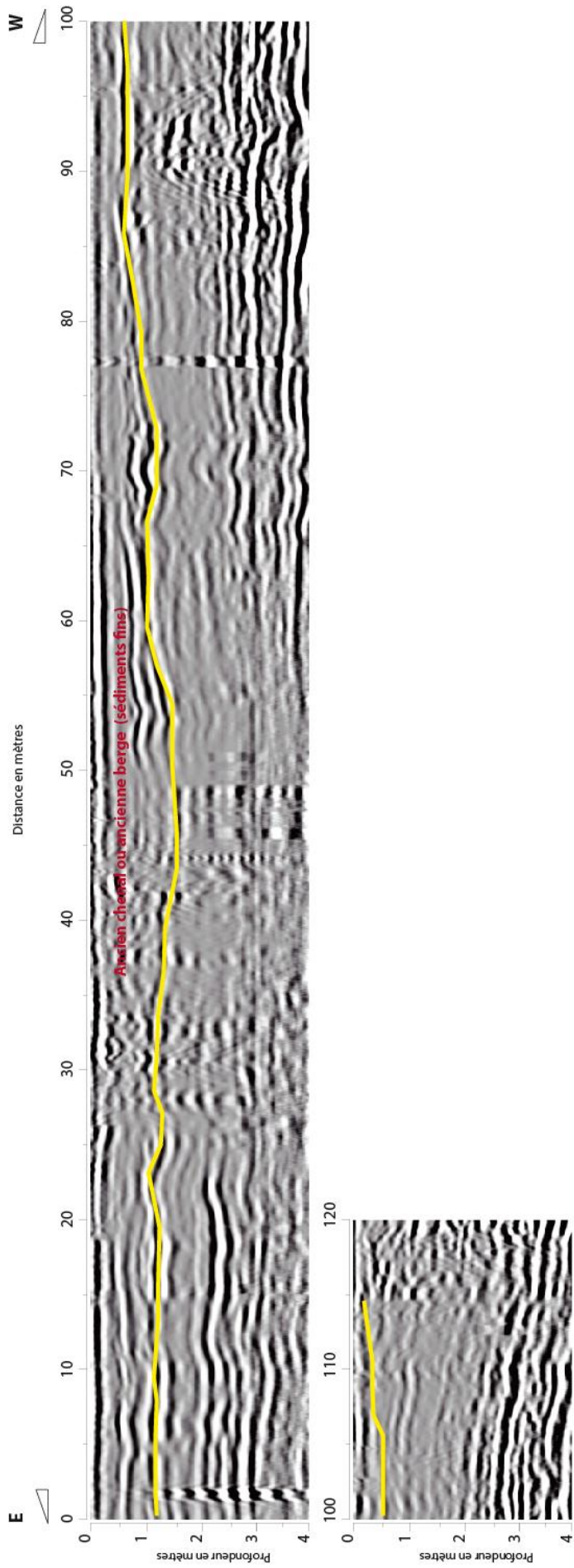
Site 1 : GPR1b



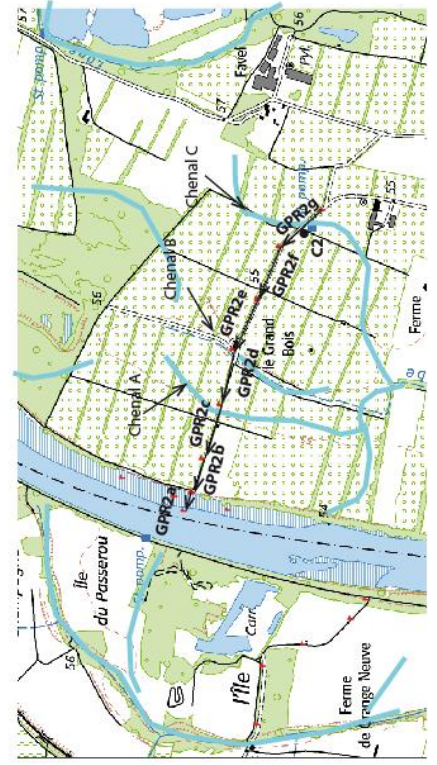
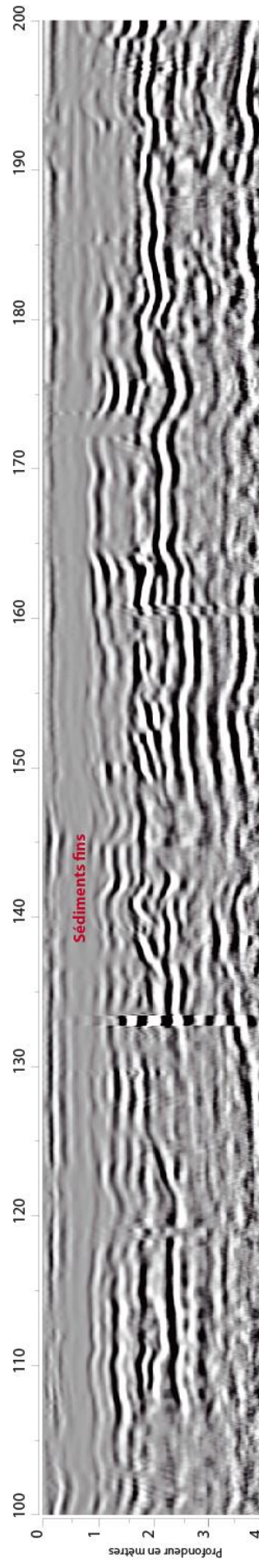
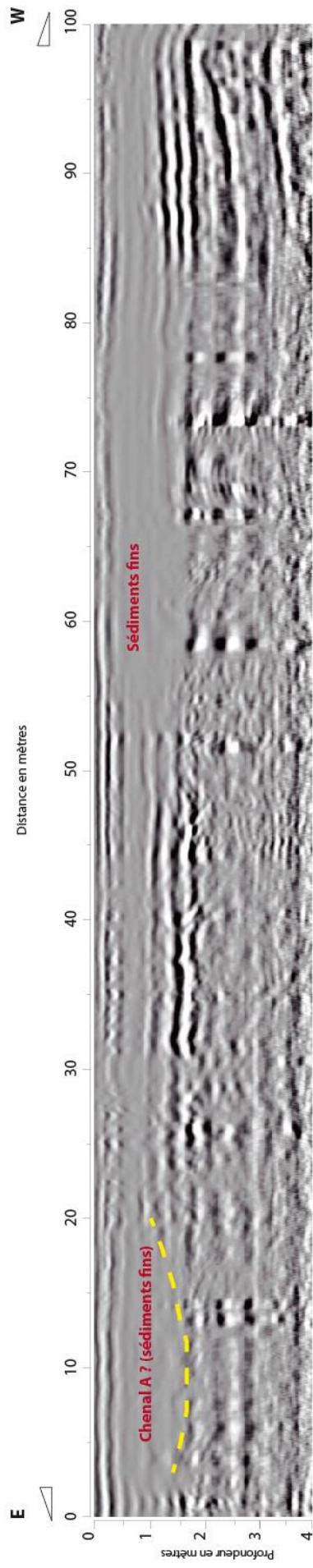
Site 2 : GPR2a



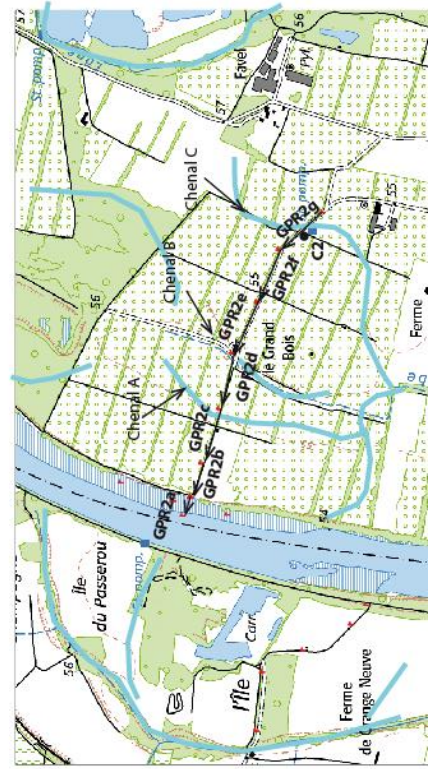
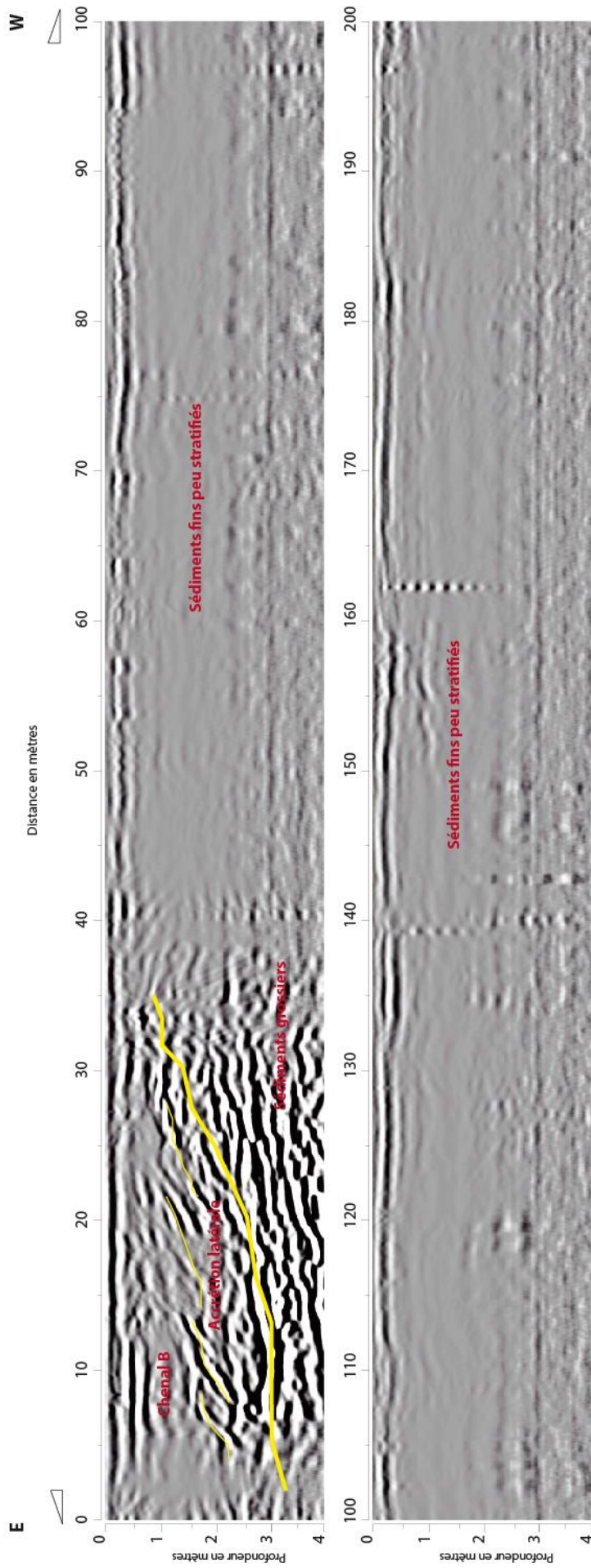
Site 2 : GPR2b



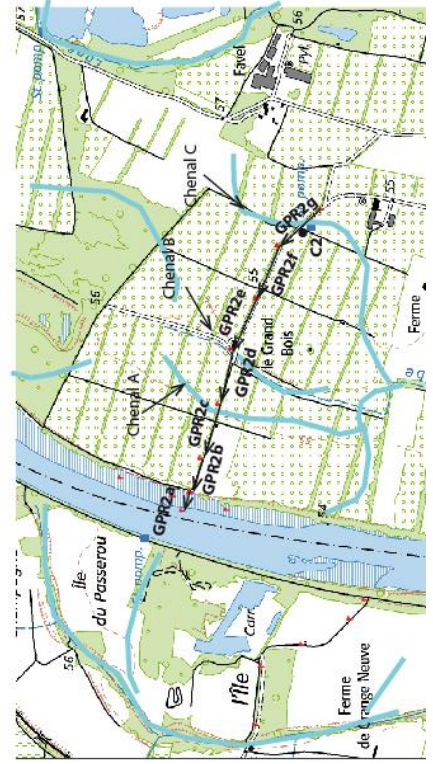
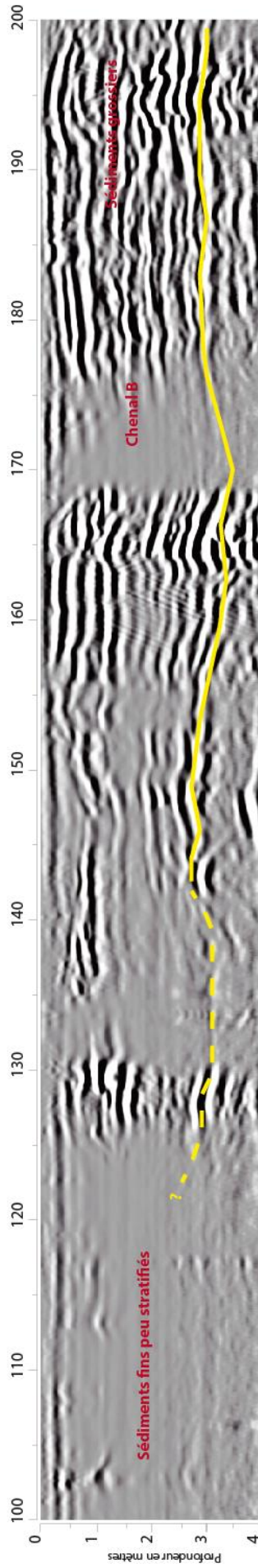
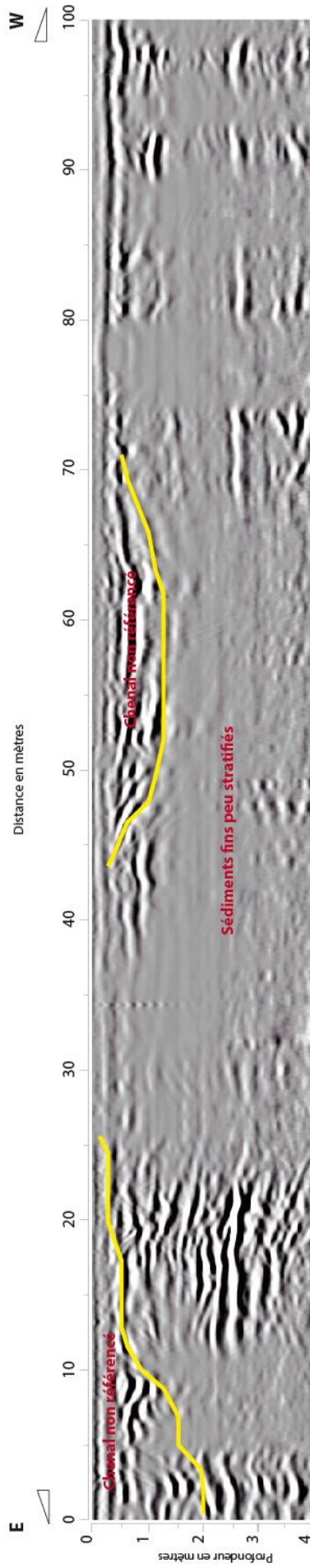
Site 2 : GPR2c



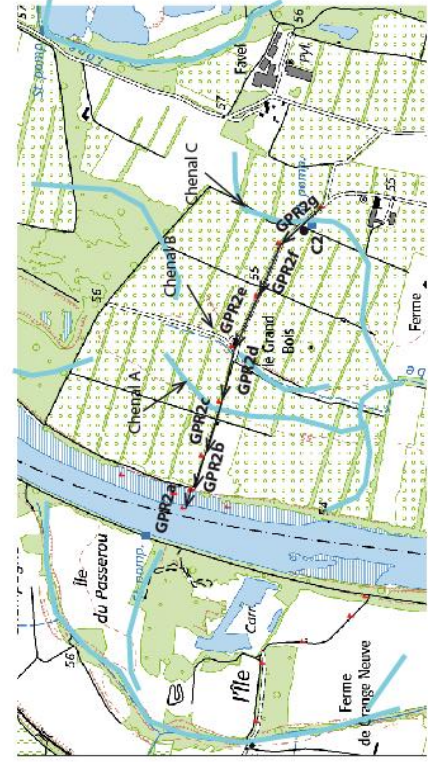
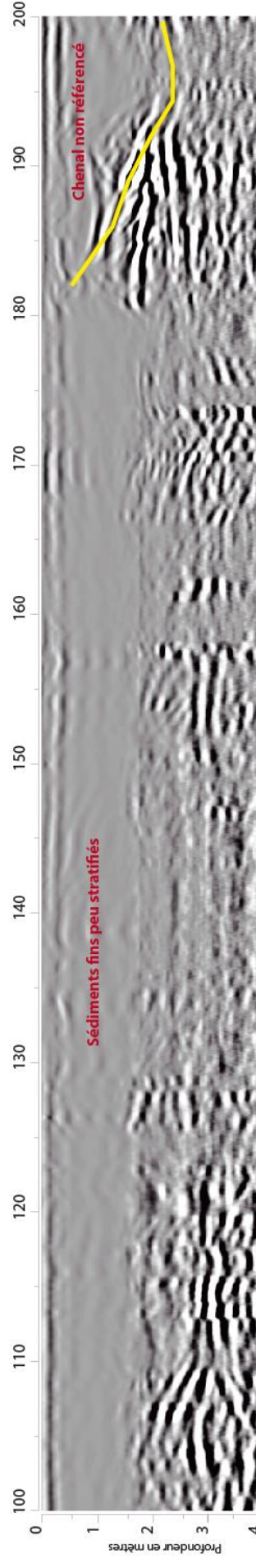
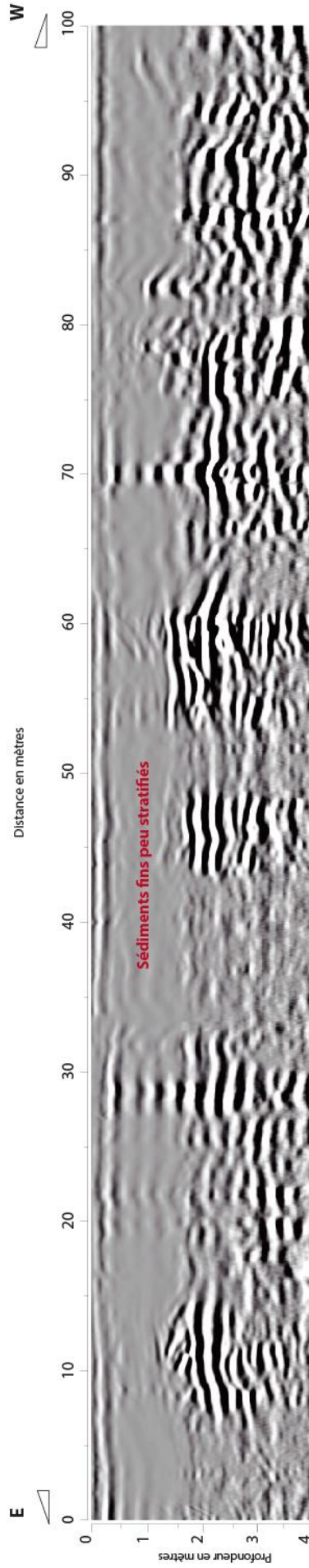
Site 2 : GPR2d



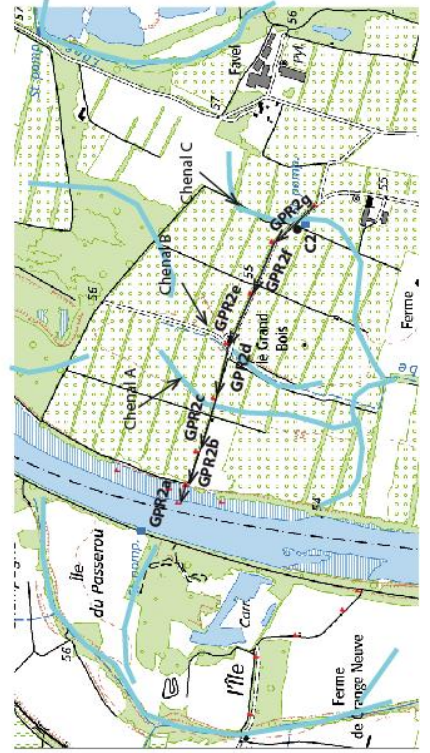
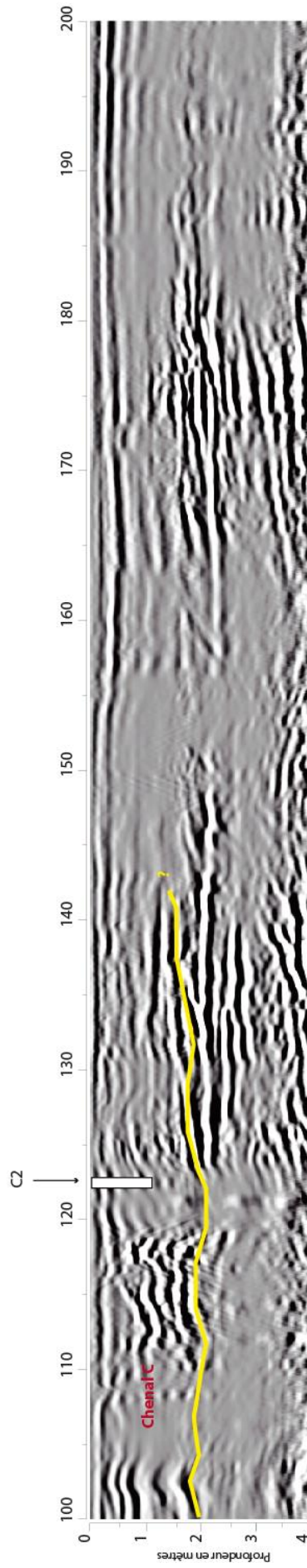
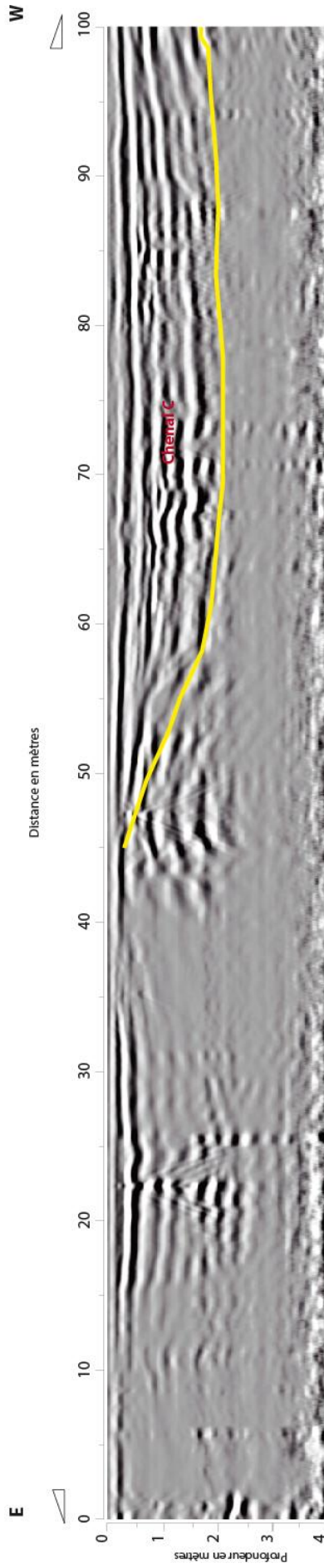
Site 2 : GPR2e



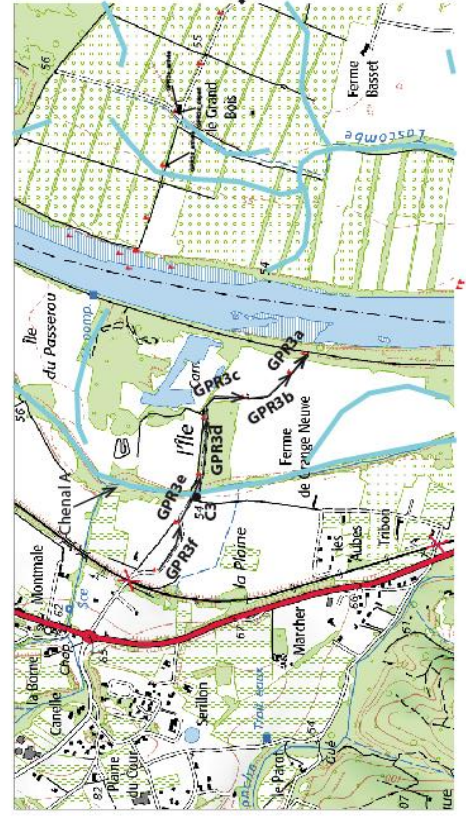
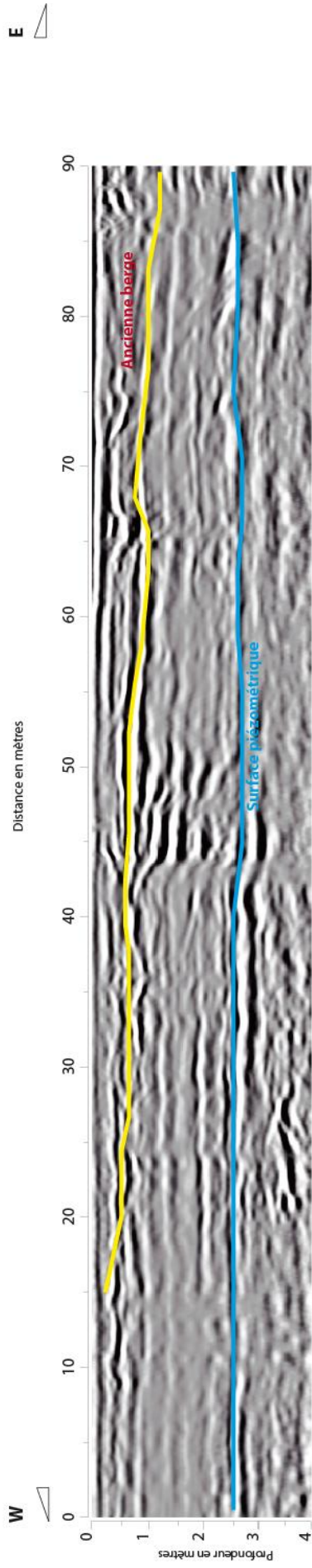
Site 2 : GPR2f



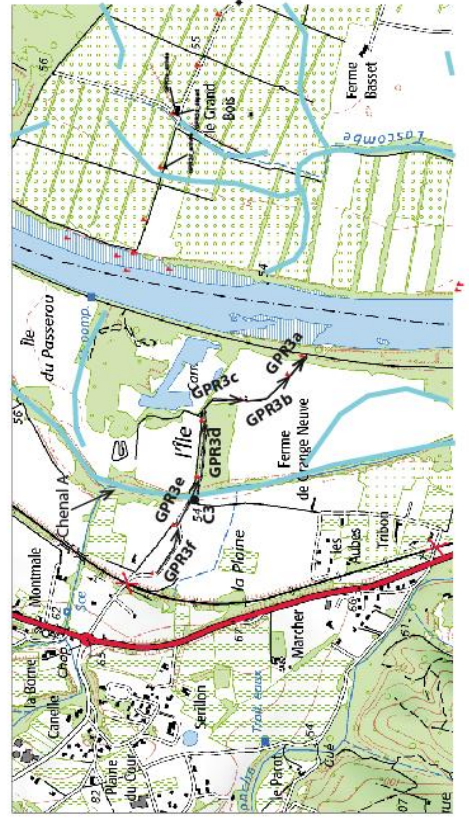
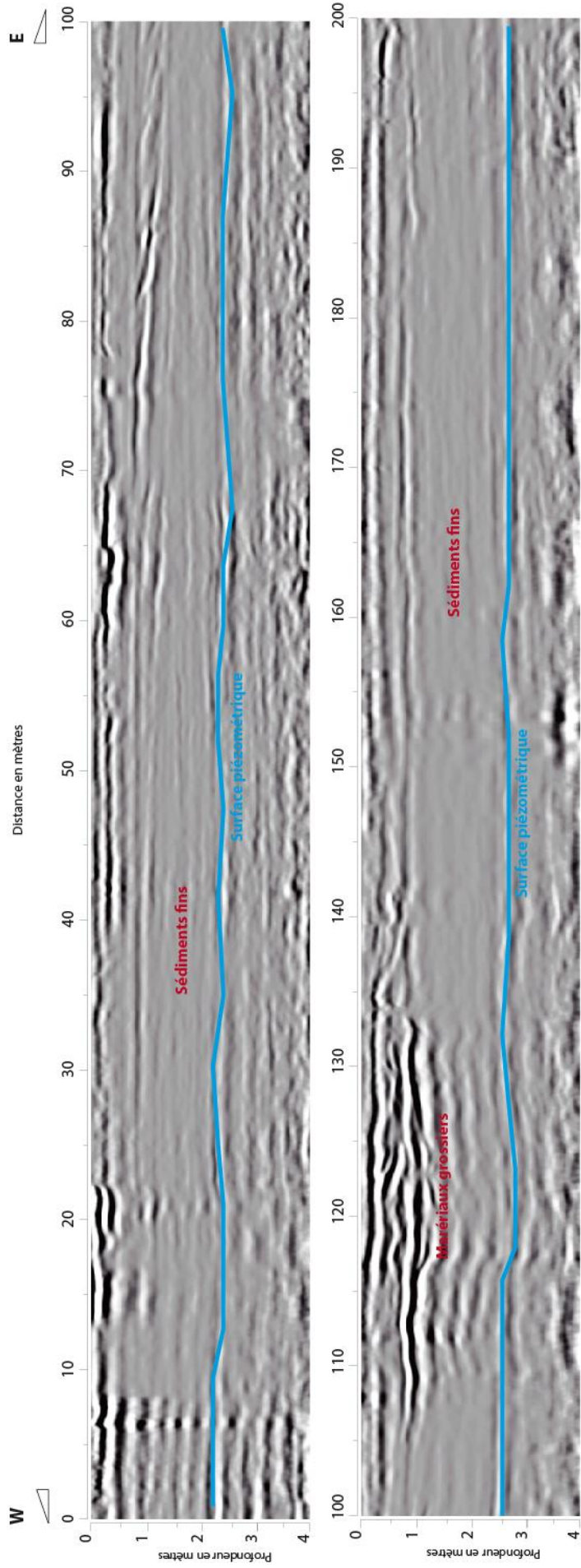
Site 2 : GPR2g



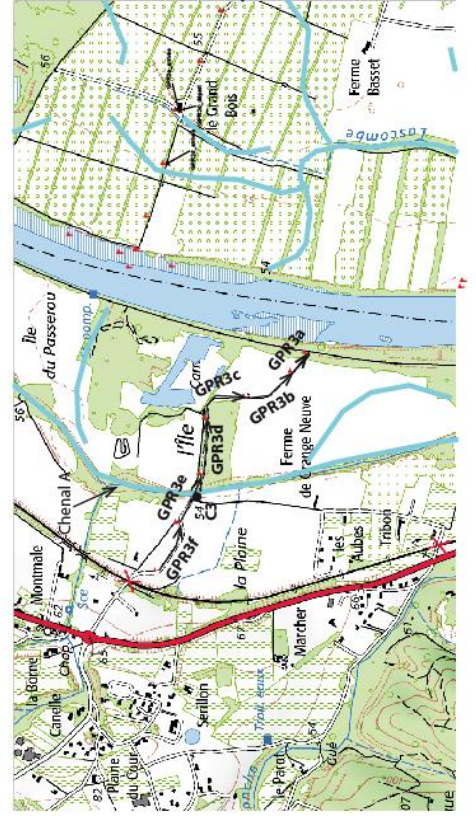
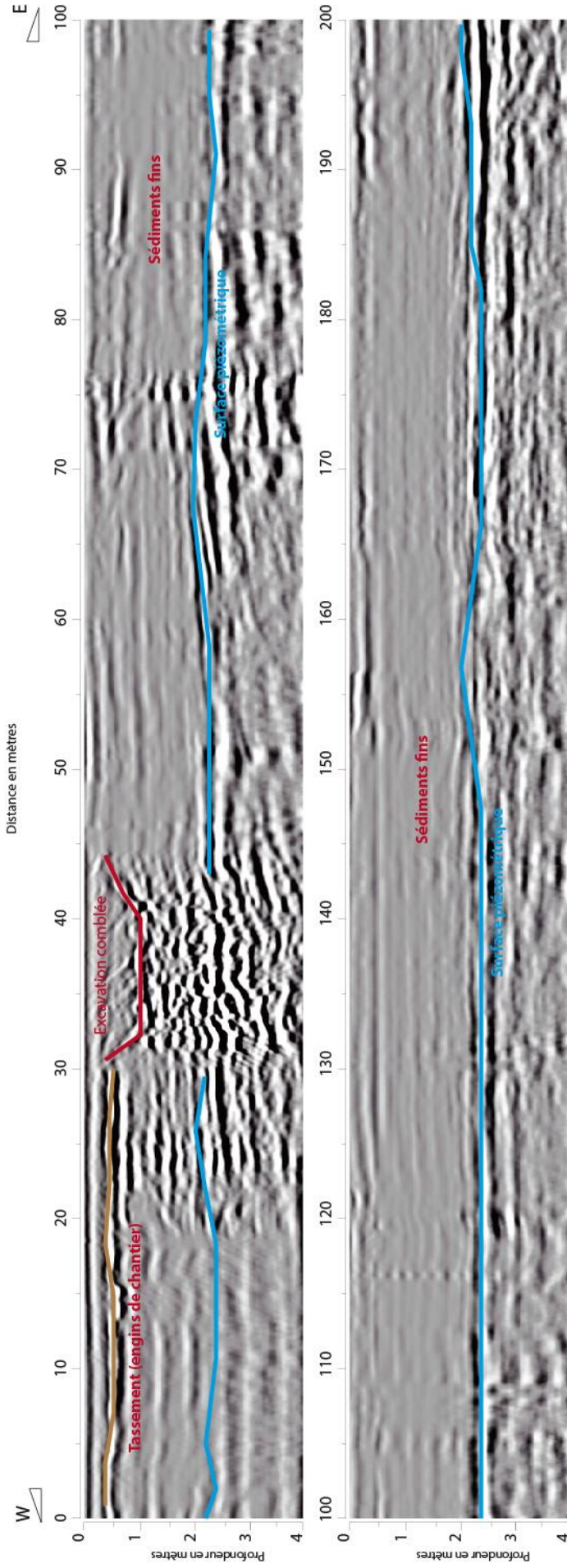
Site 3 : GPR3a



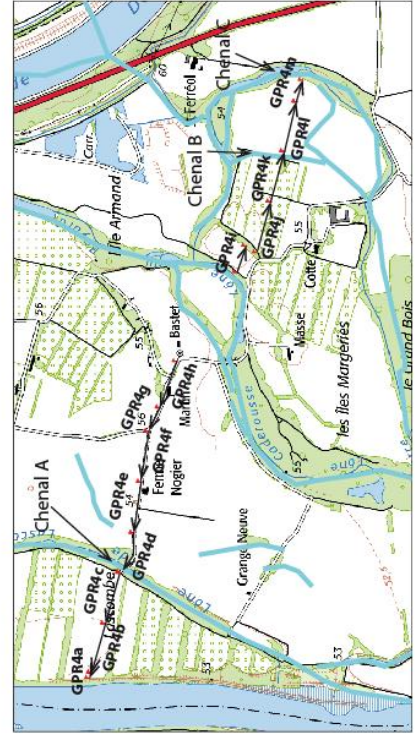
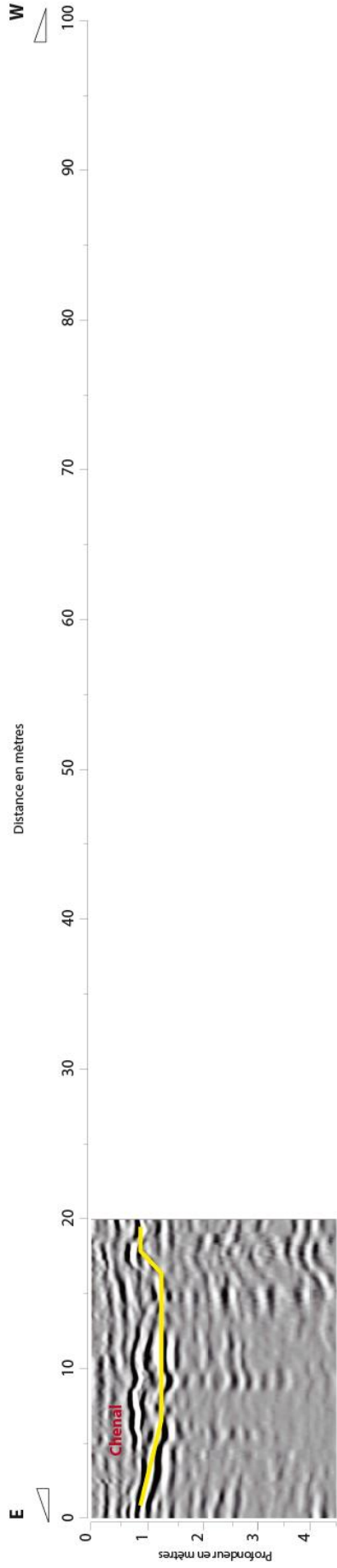
Site 3 : GPR3b



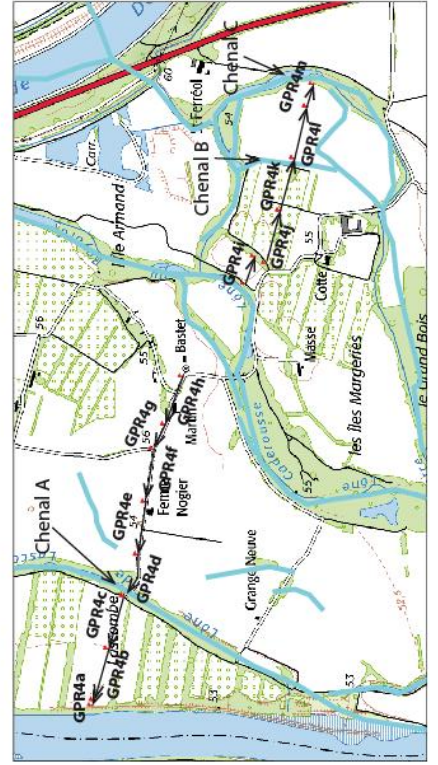
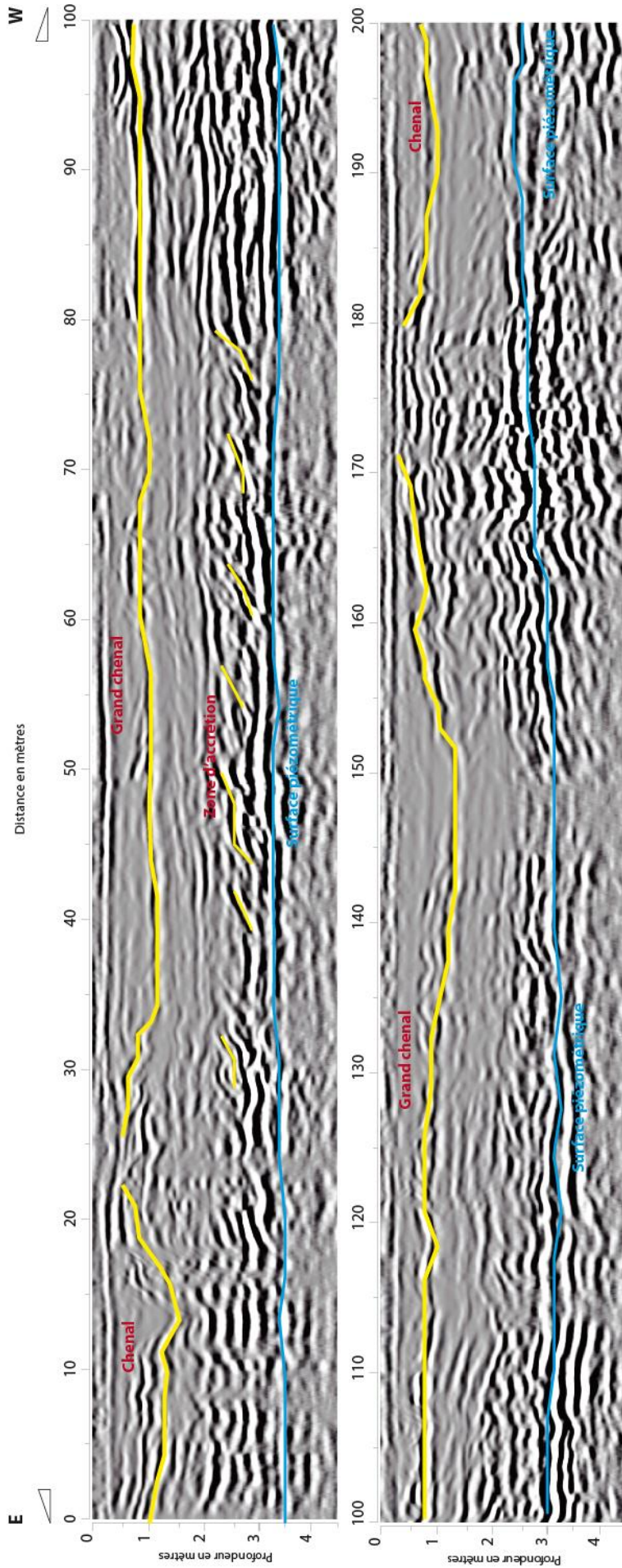
Site 3 : GPR3c



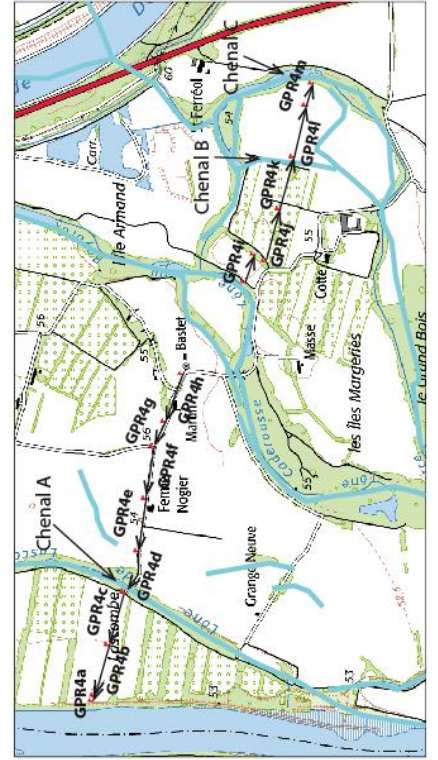
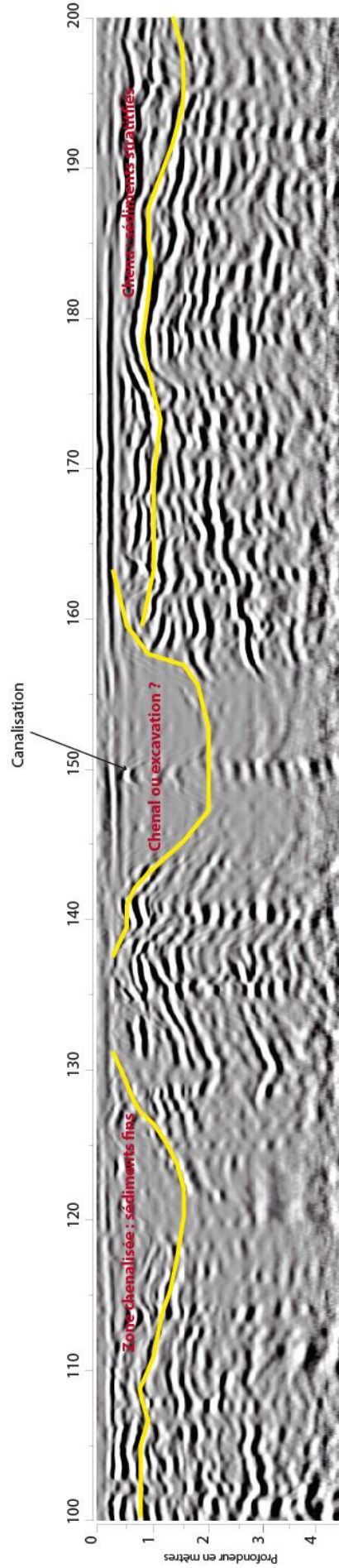
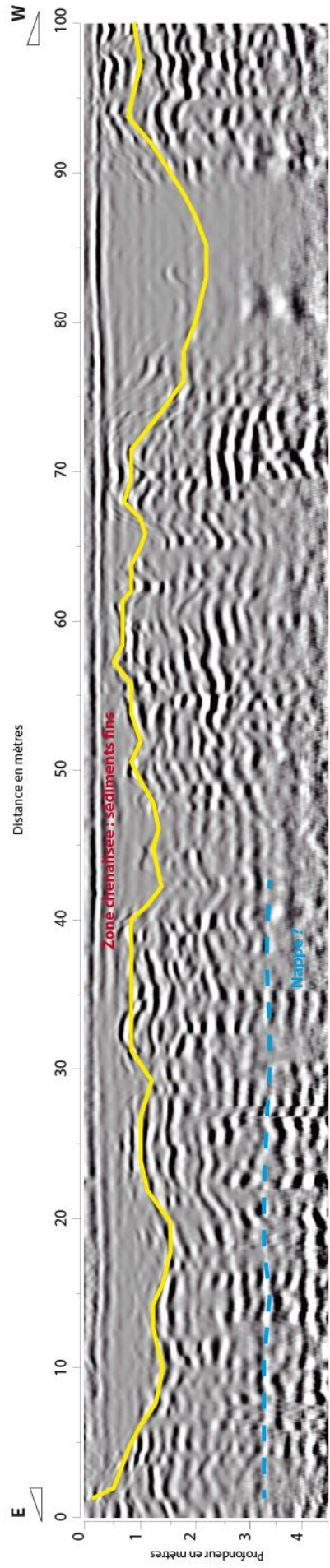
Site 4 : GPR4a



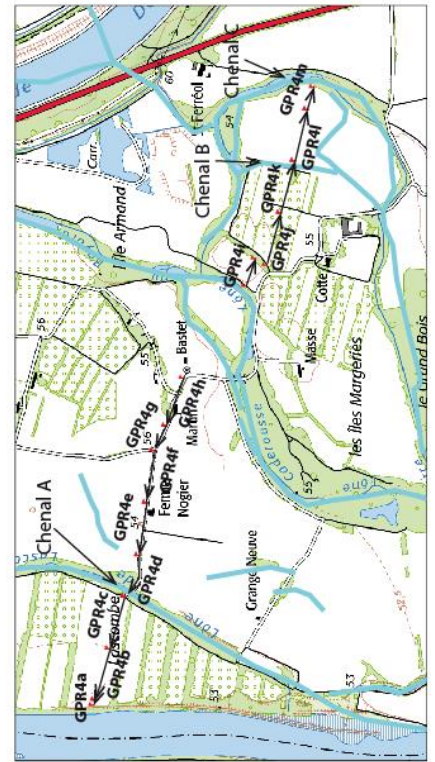
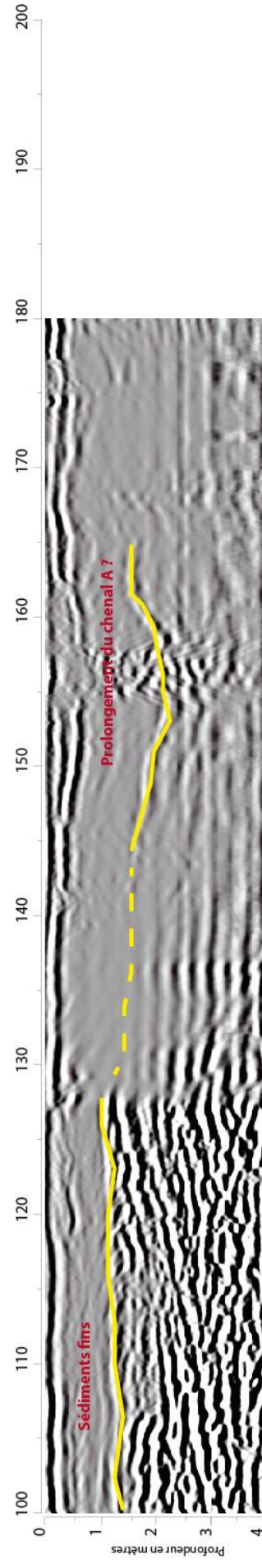
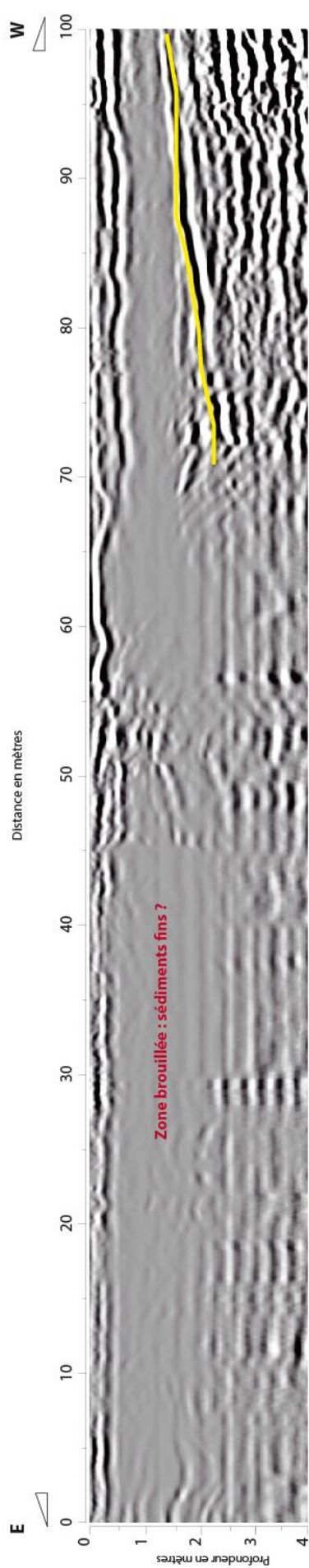
Site 4 : GPR4b



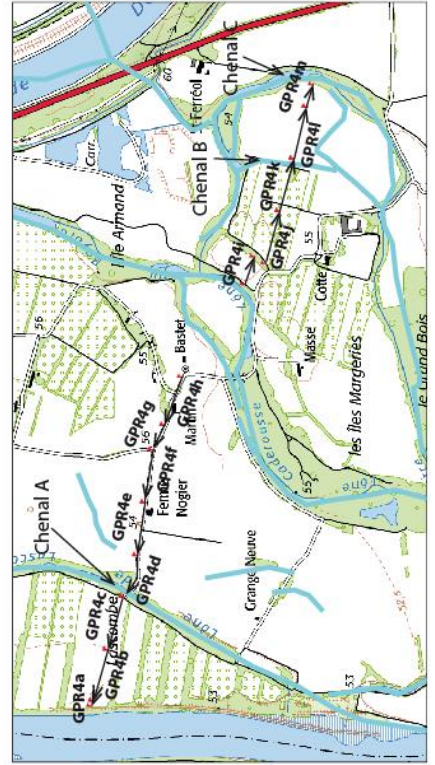
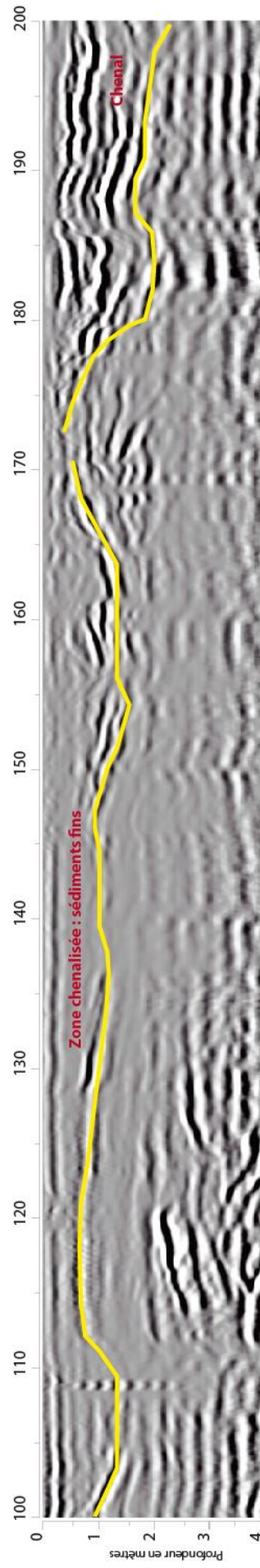
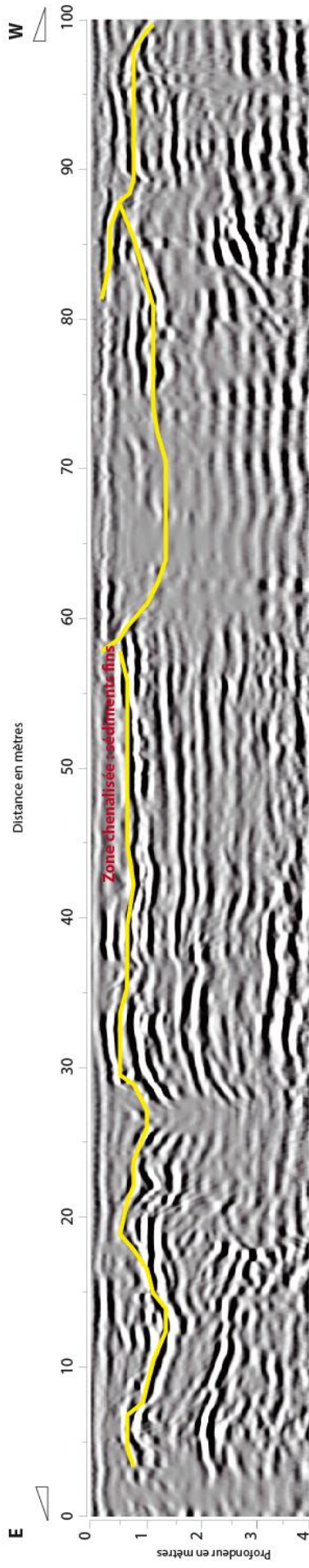
Site 4 : GPR4c



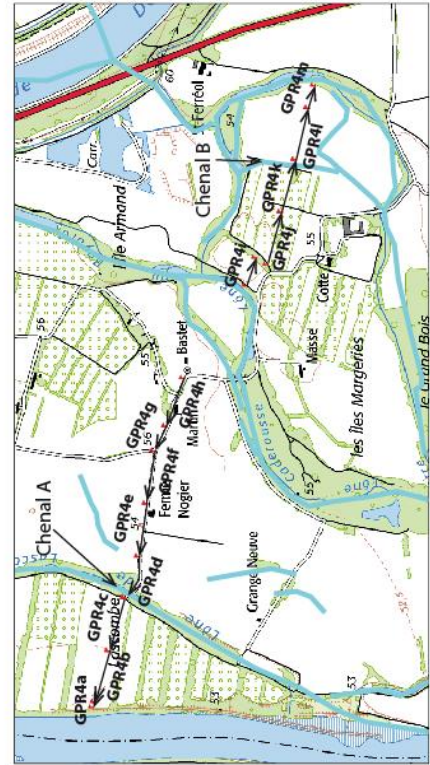
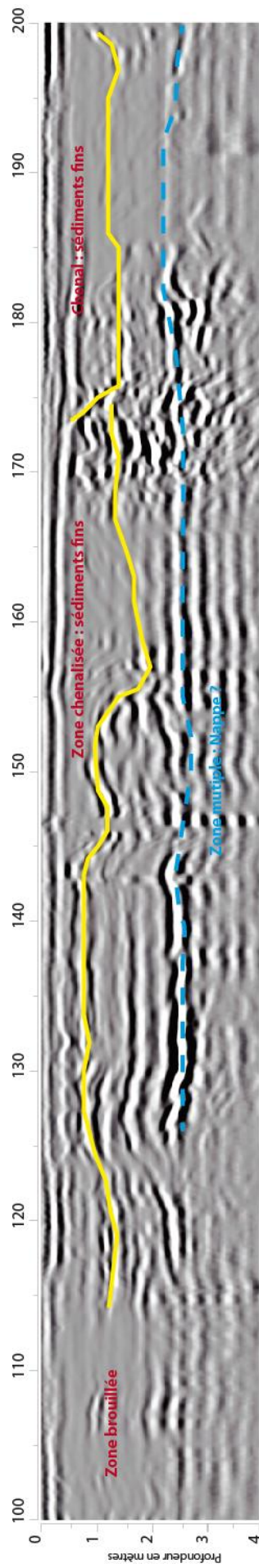
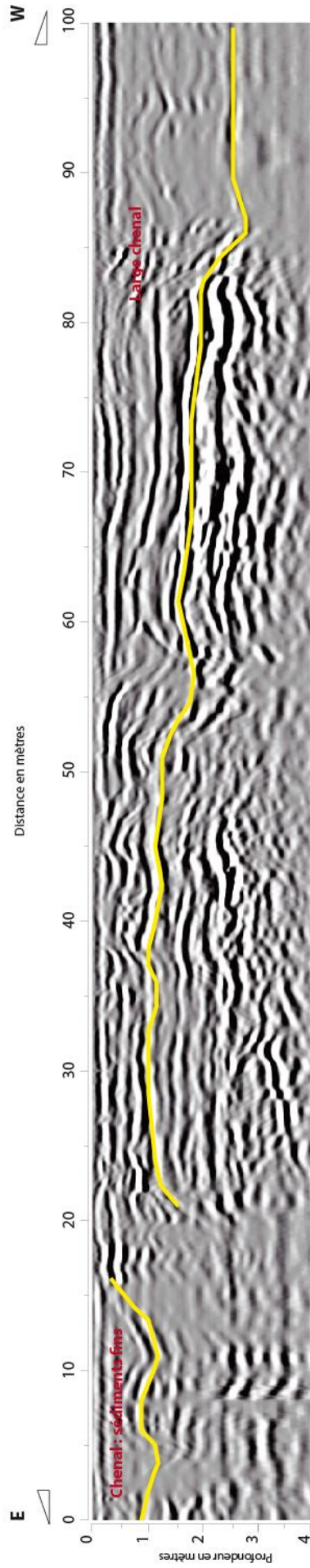
Site 4: GPR4d



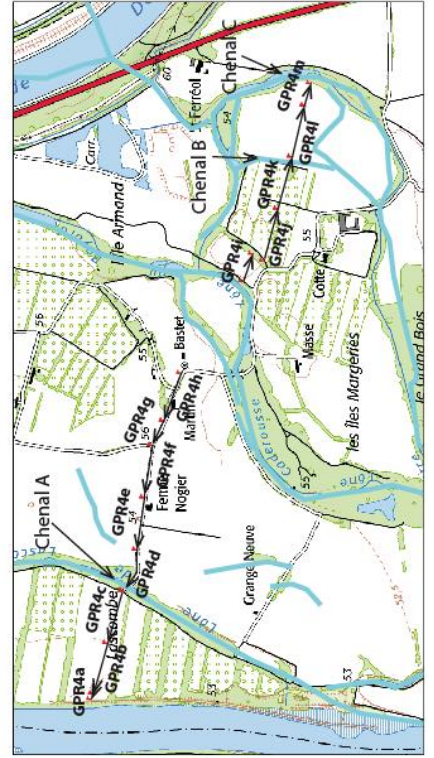
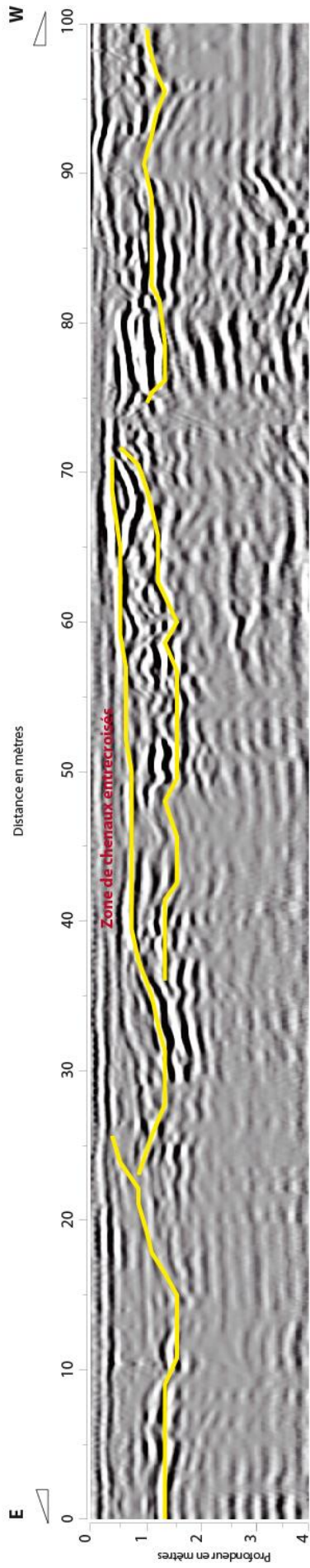
Site 4 : GPR4e



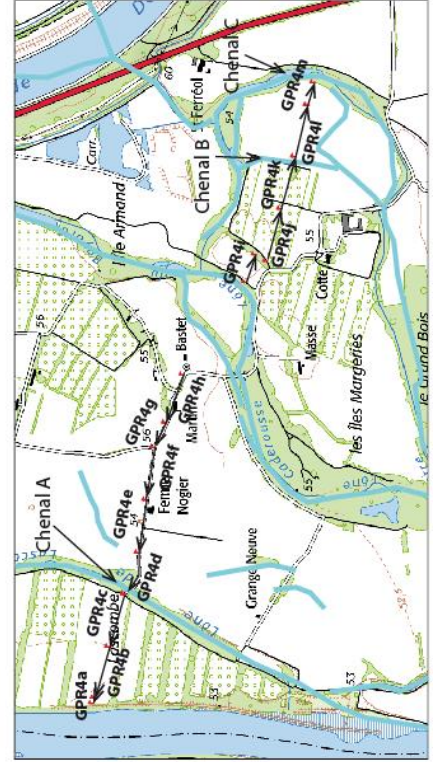
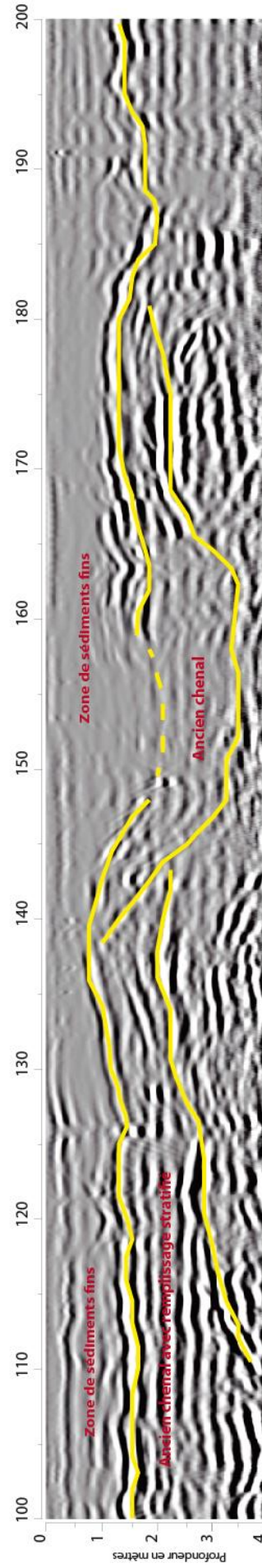
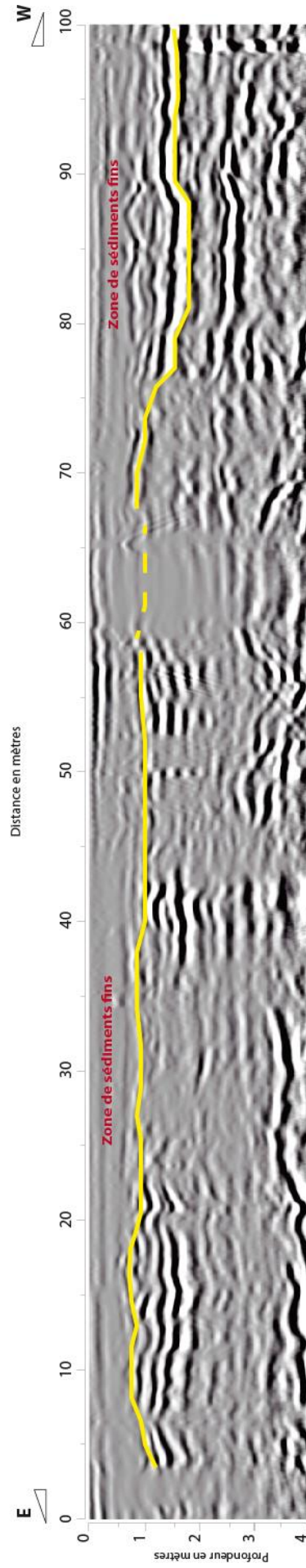
Site 4 : GPR4f



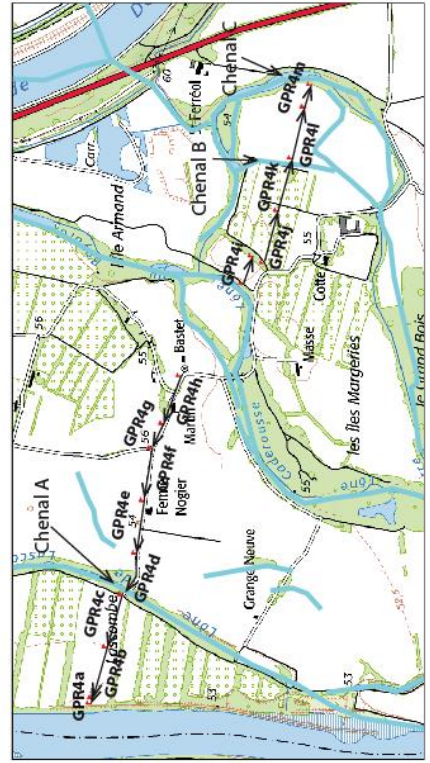
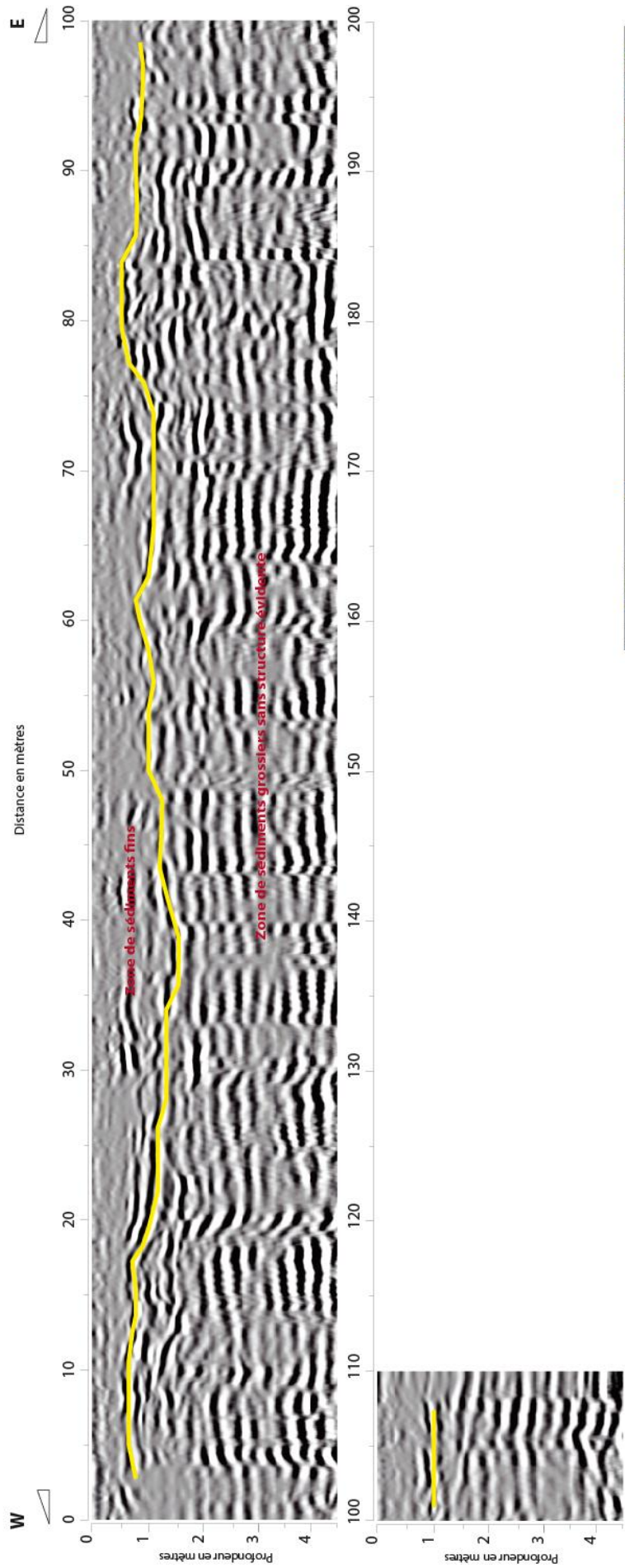
Site 4 : GPR4g



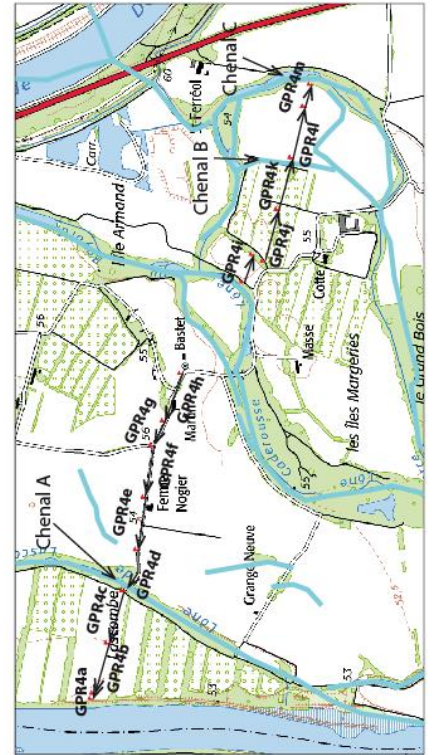
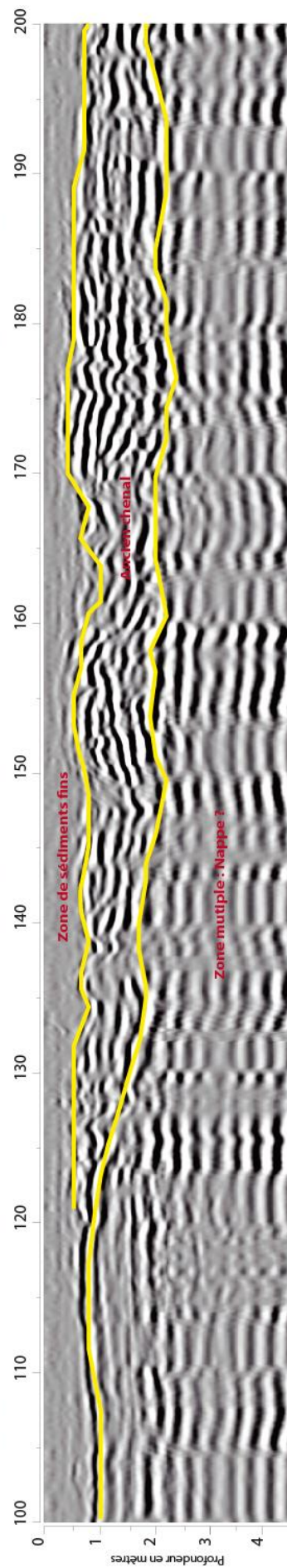
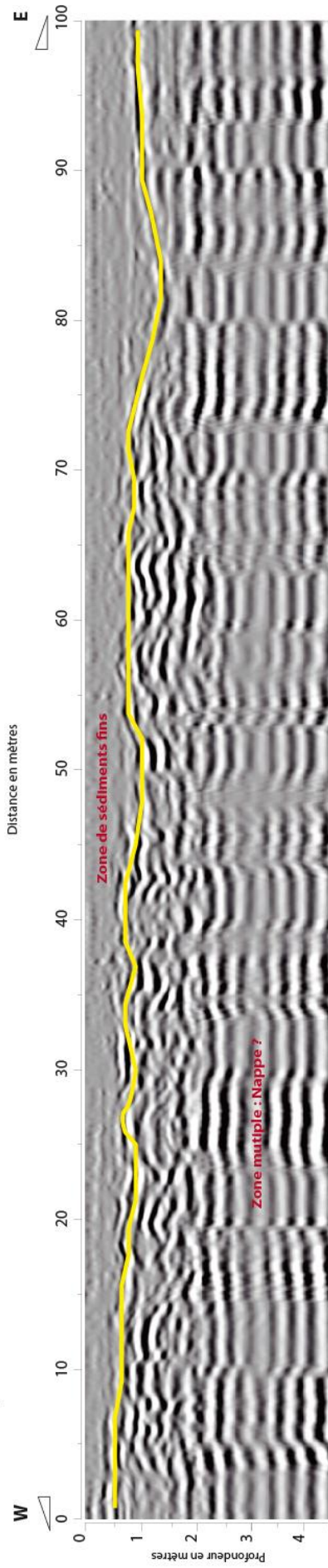
Site 4 : GPR4h



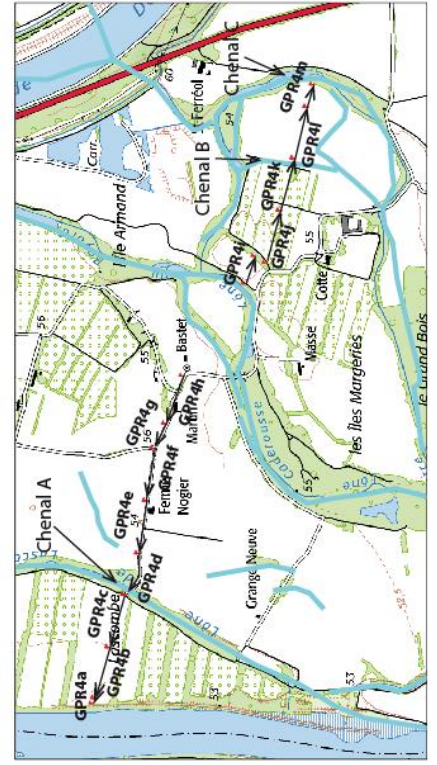
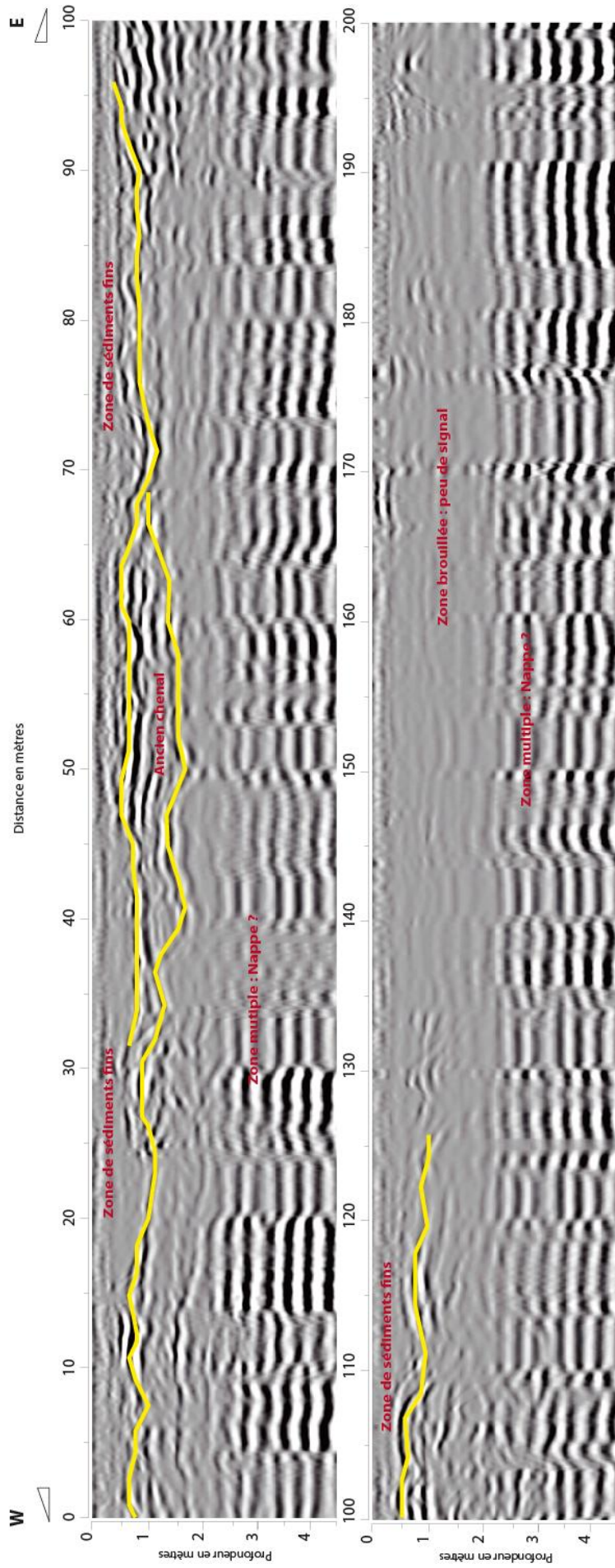
Site 4 : GPR4i



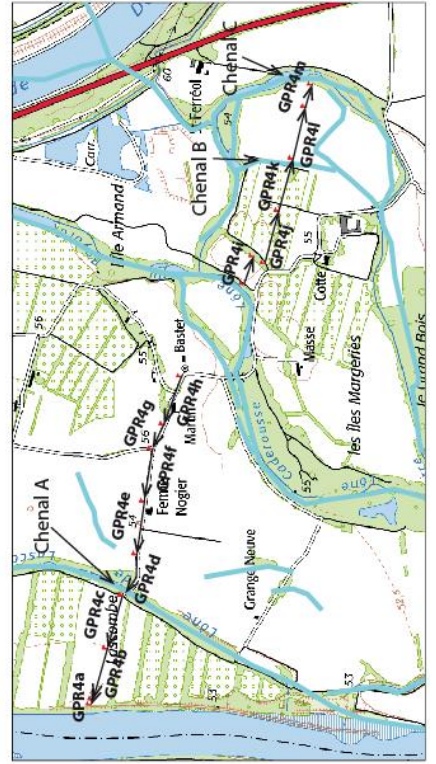
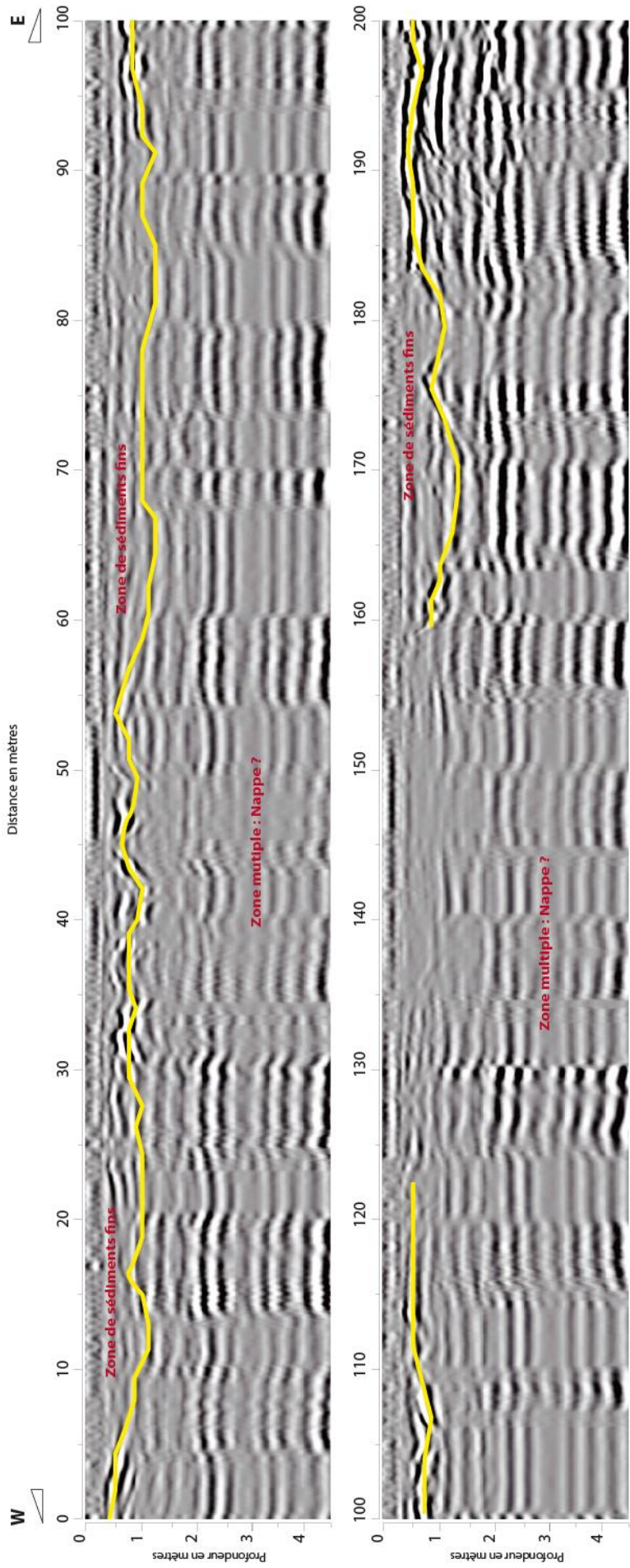
Site 4 : GPR4j



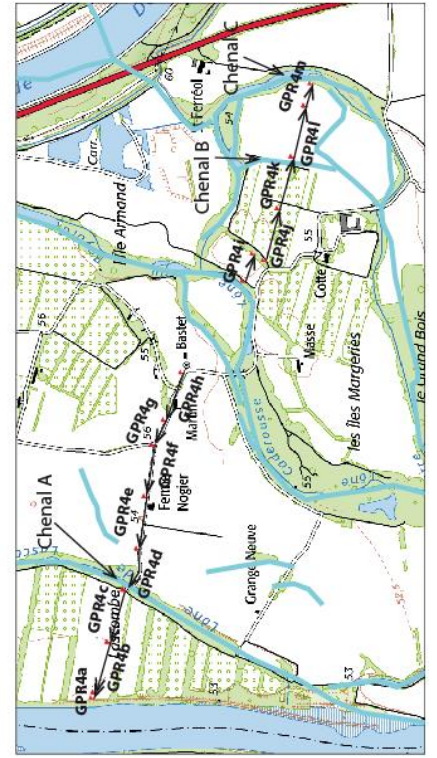
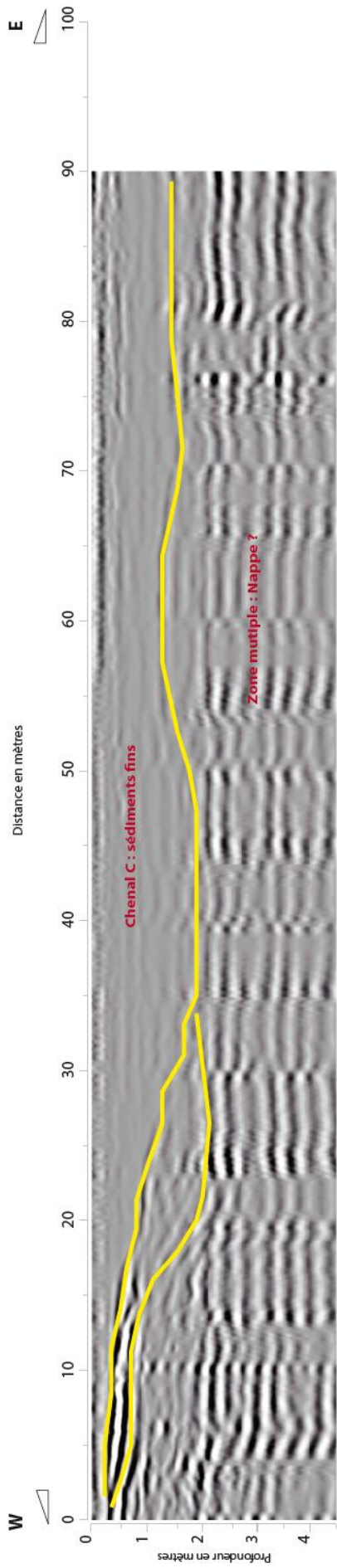
Site 4 : GPR4k



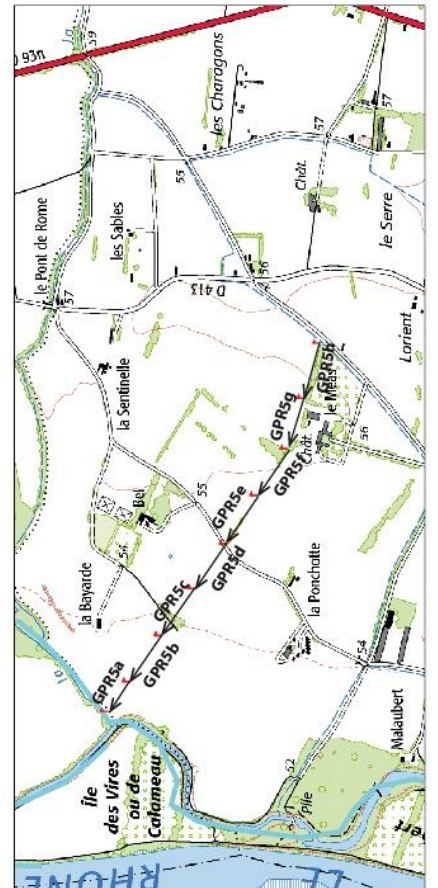
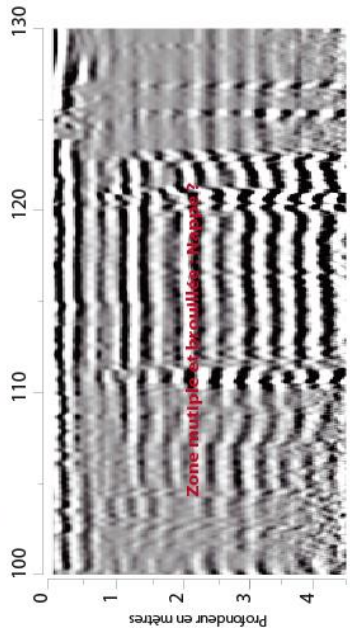
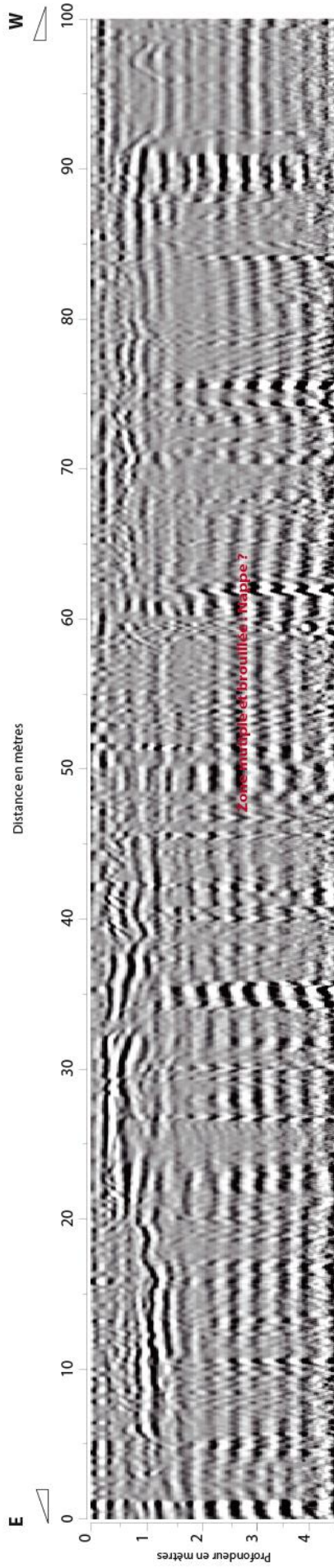
Site 4 : GPR4I



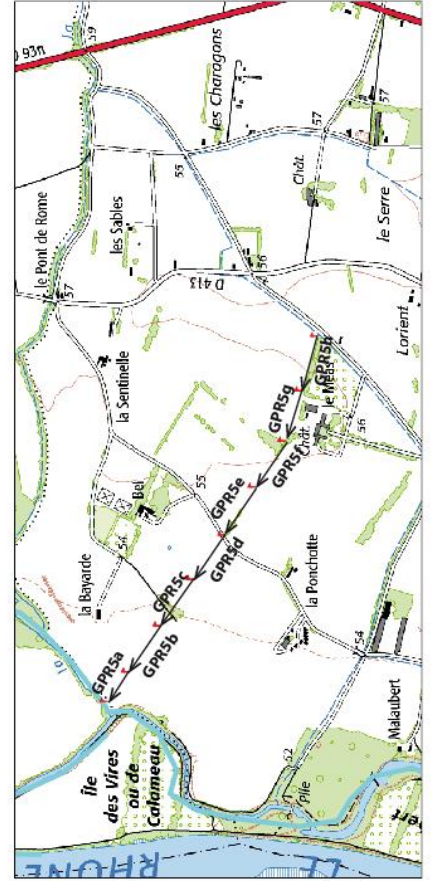
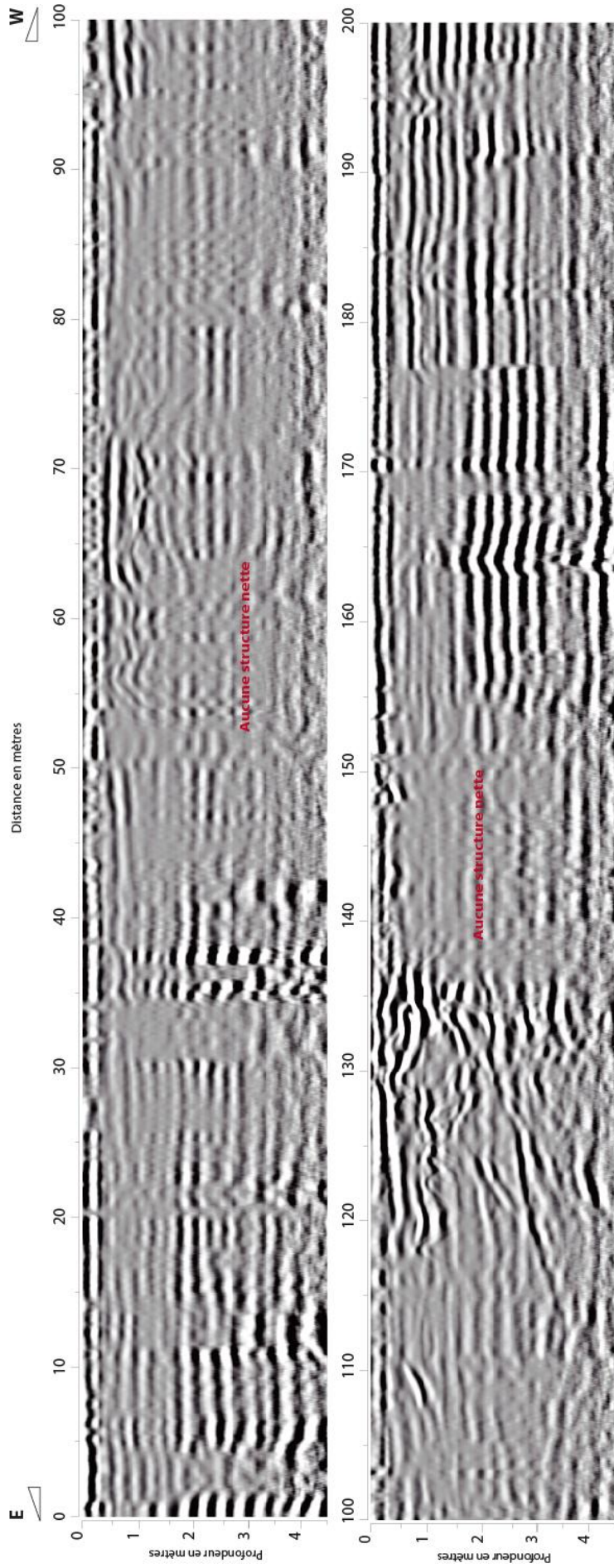
Site 4 : GPR4m



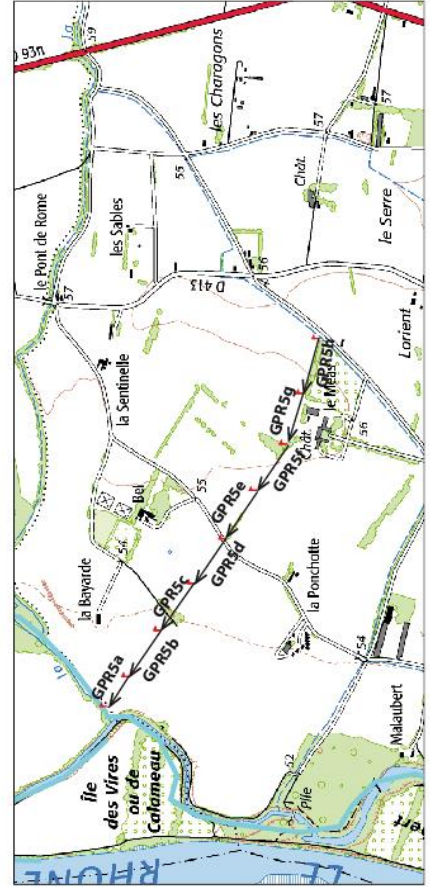
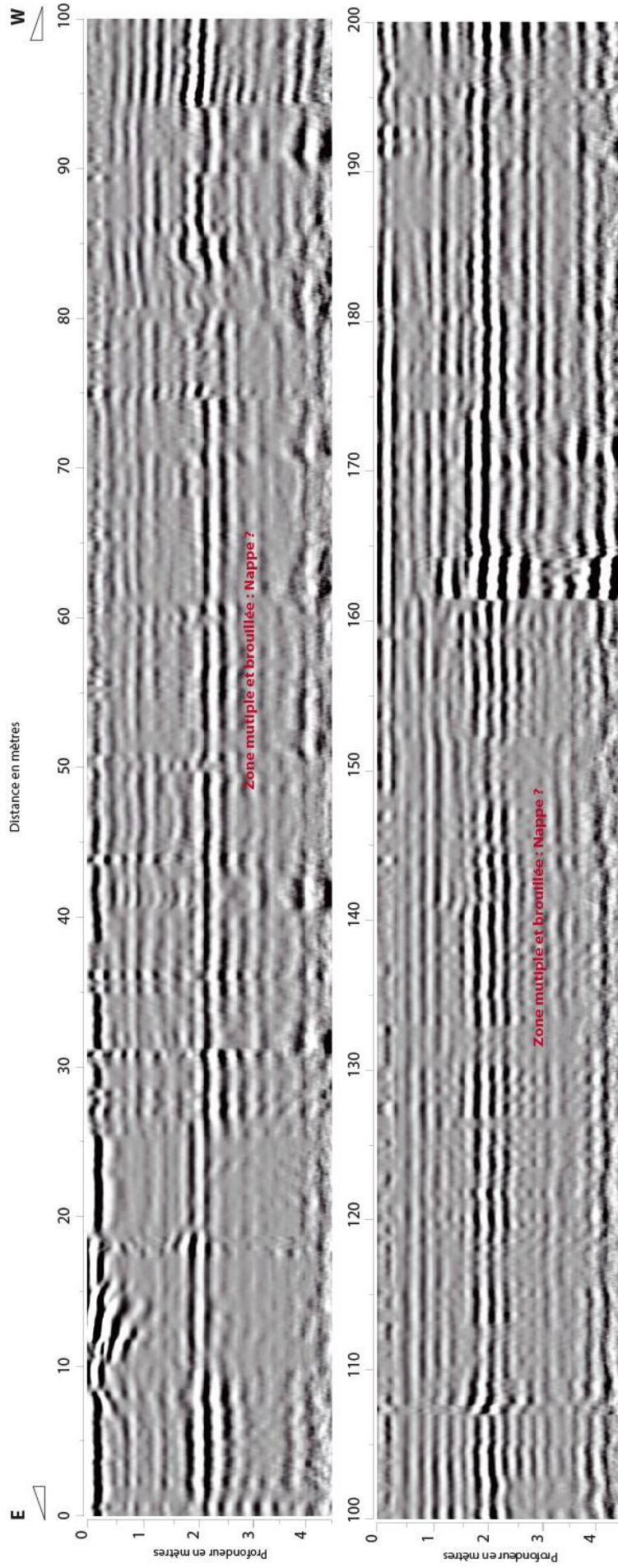
Site 5 : GPR5a



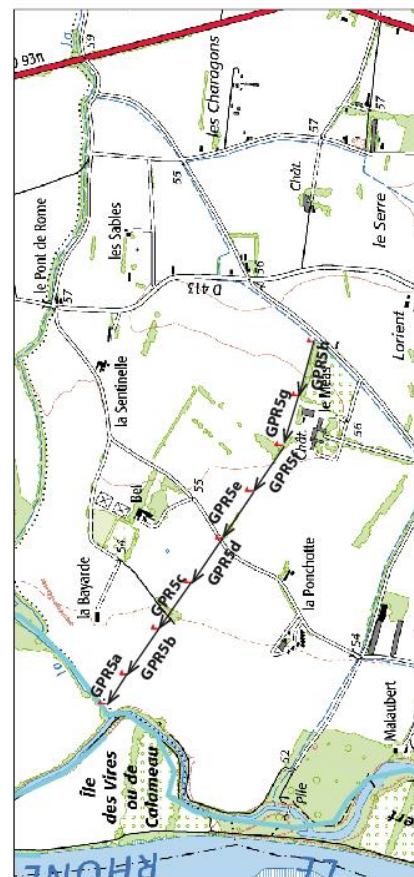
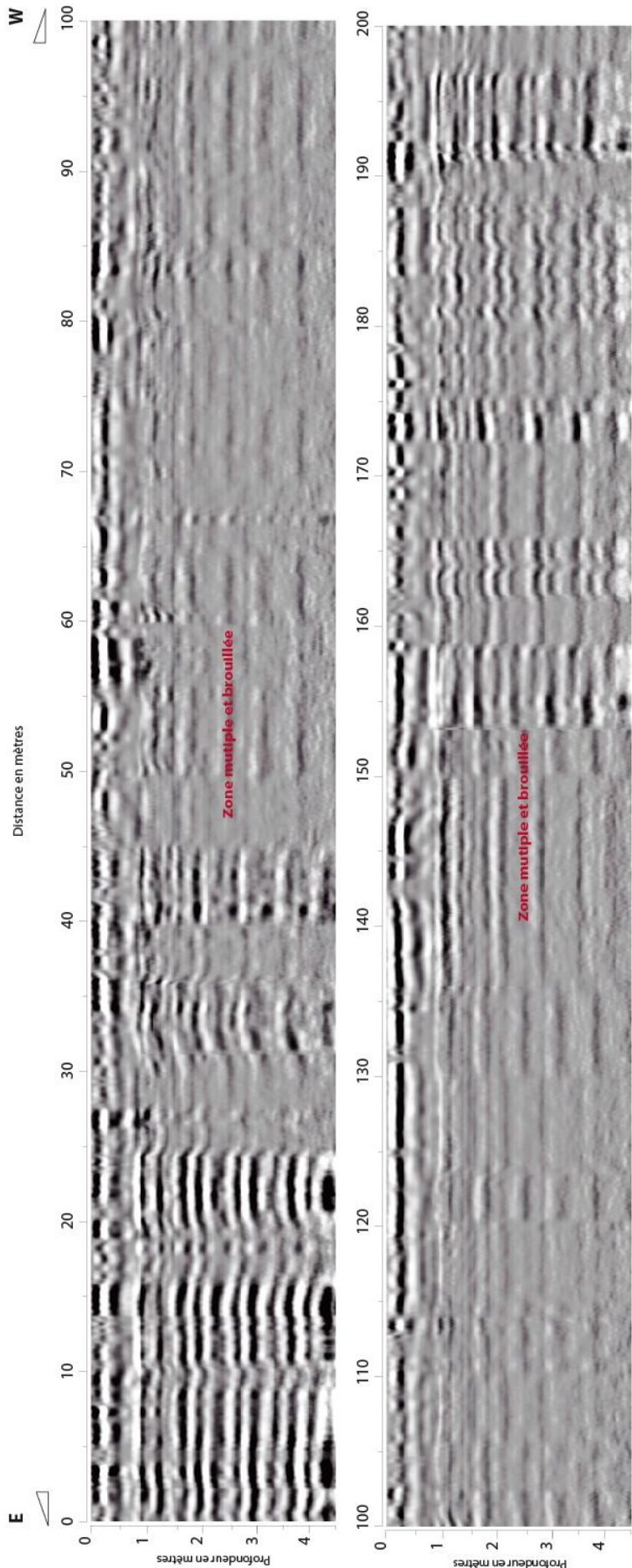
Site 5 : GPR5c



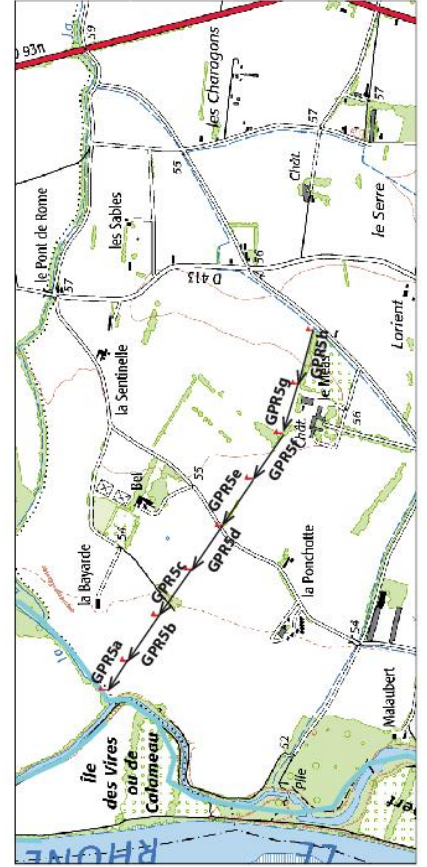
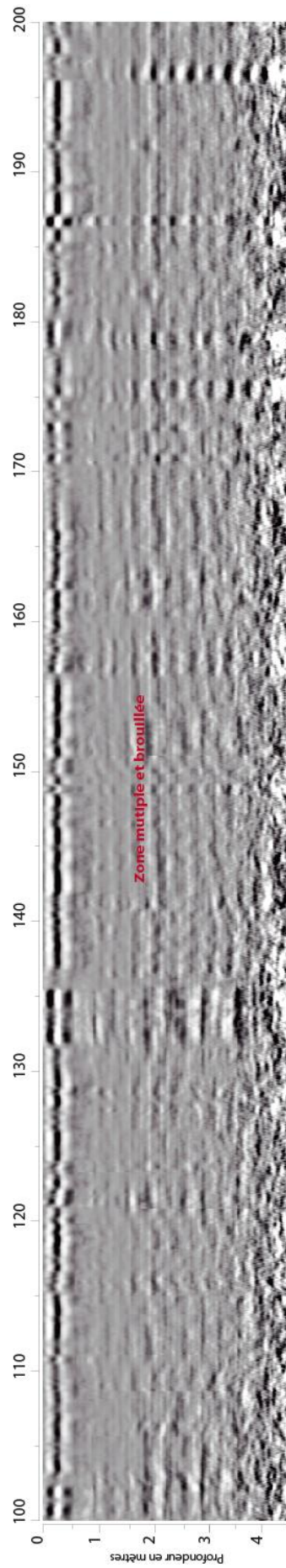
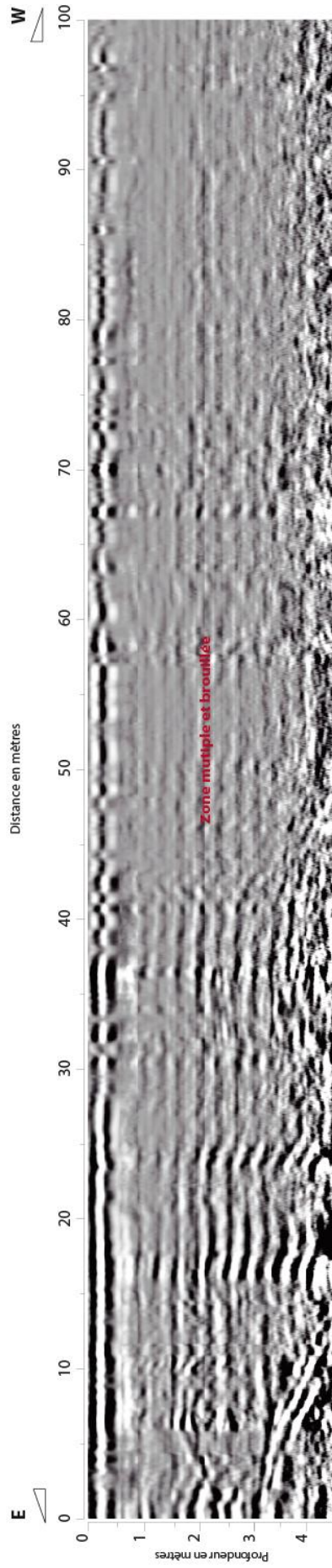
Site 5 : GPR5d



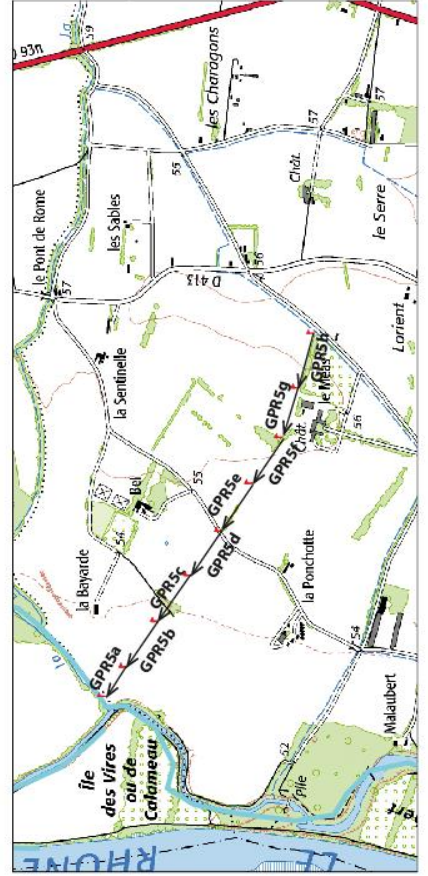
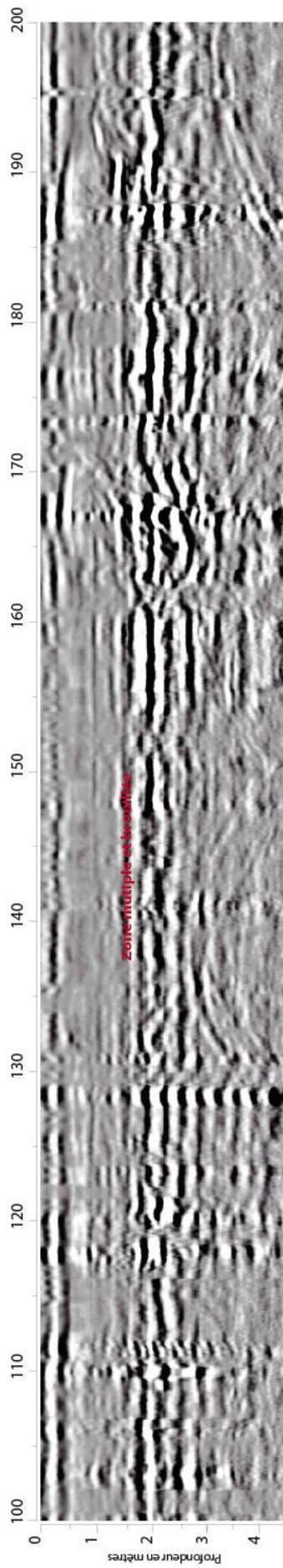
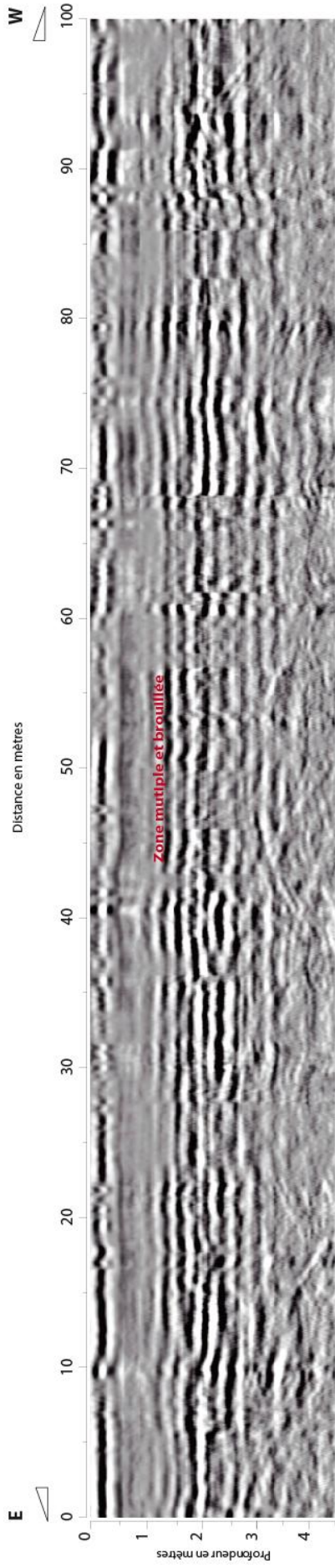
Site 5 : GPR5e



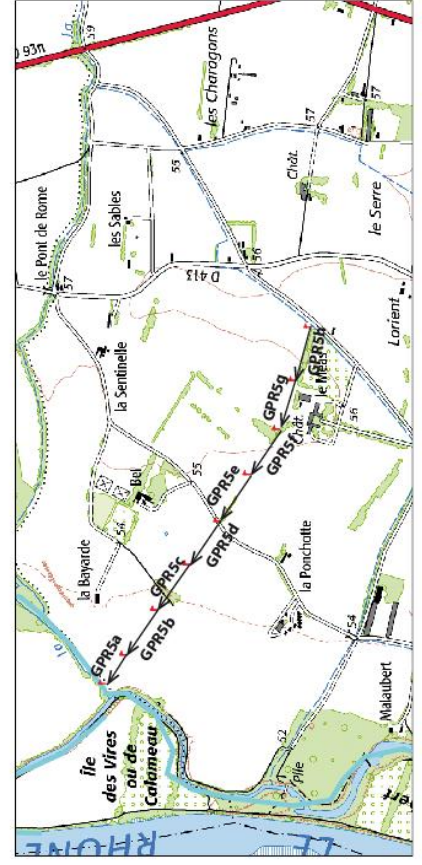
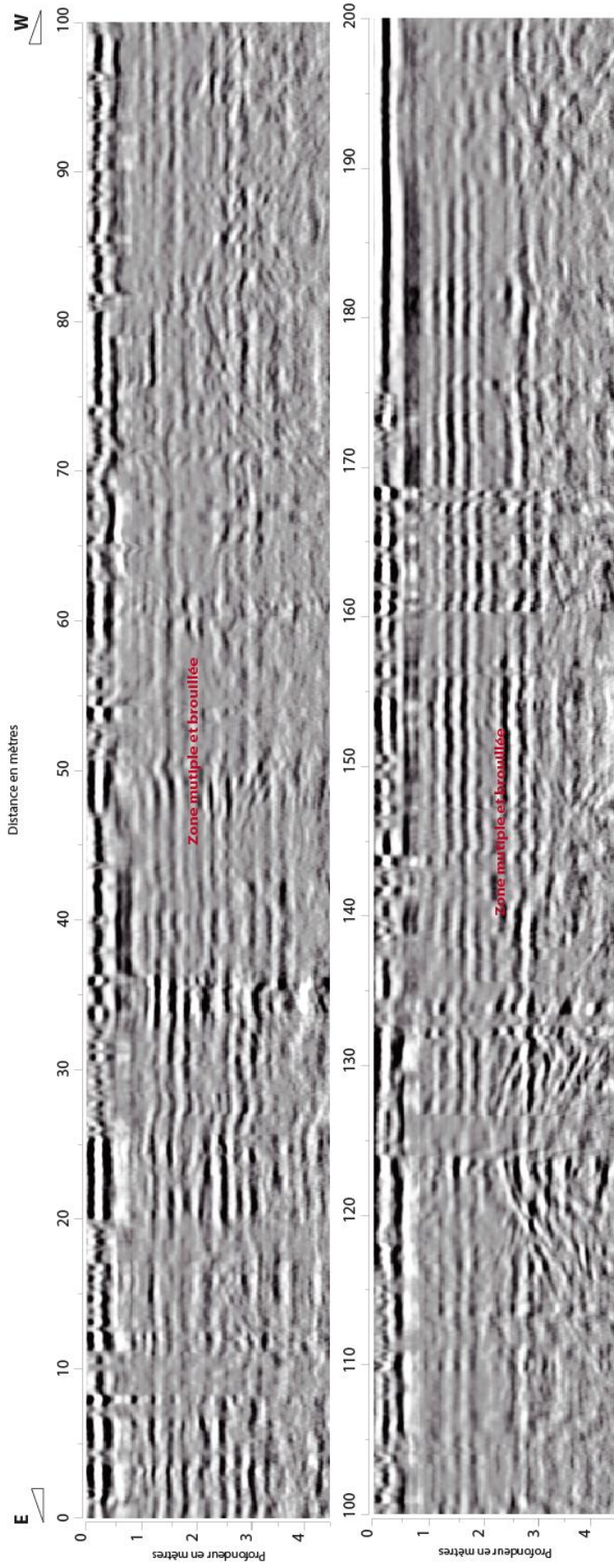
Site 5 : GPR5f



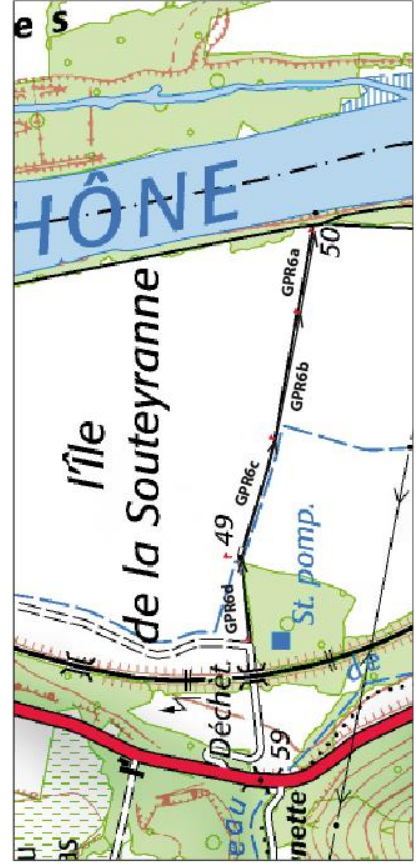
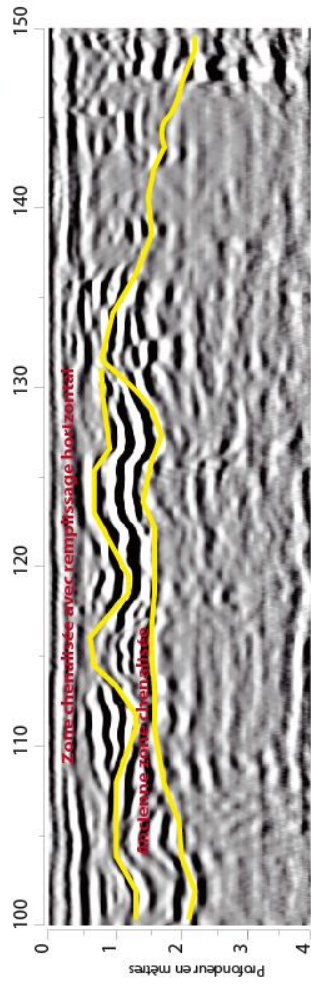
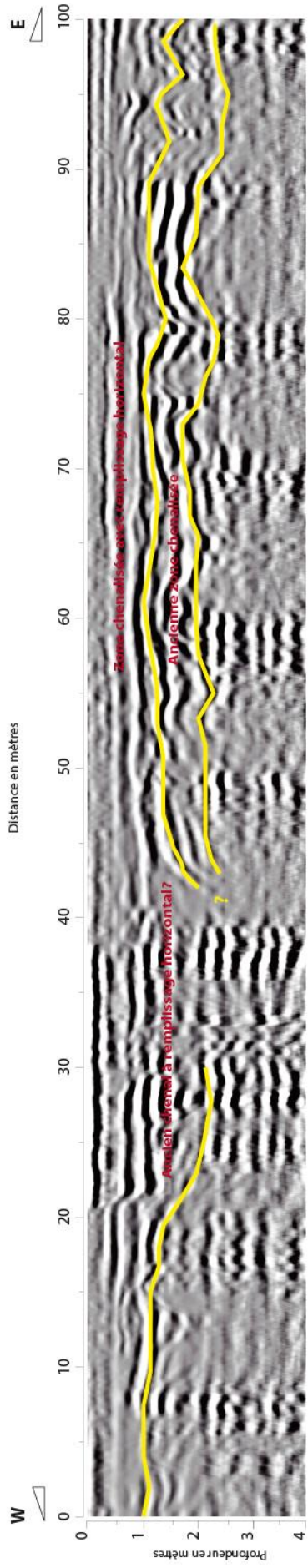
Site 5 : GPR5g



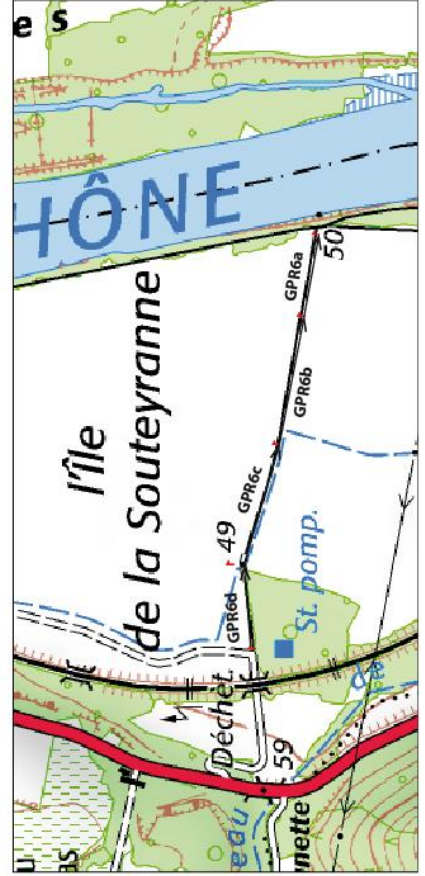
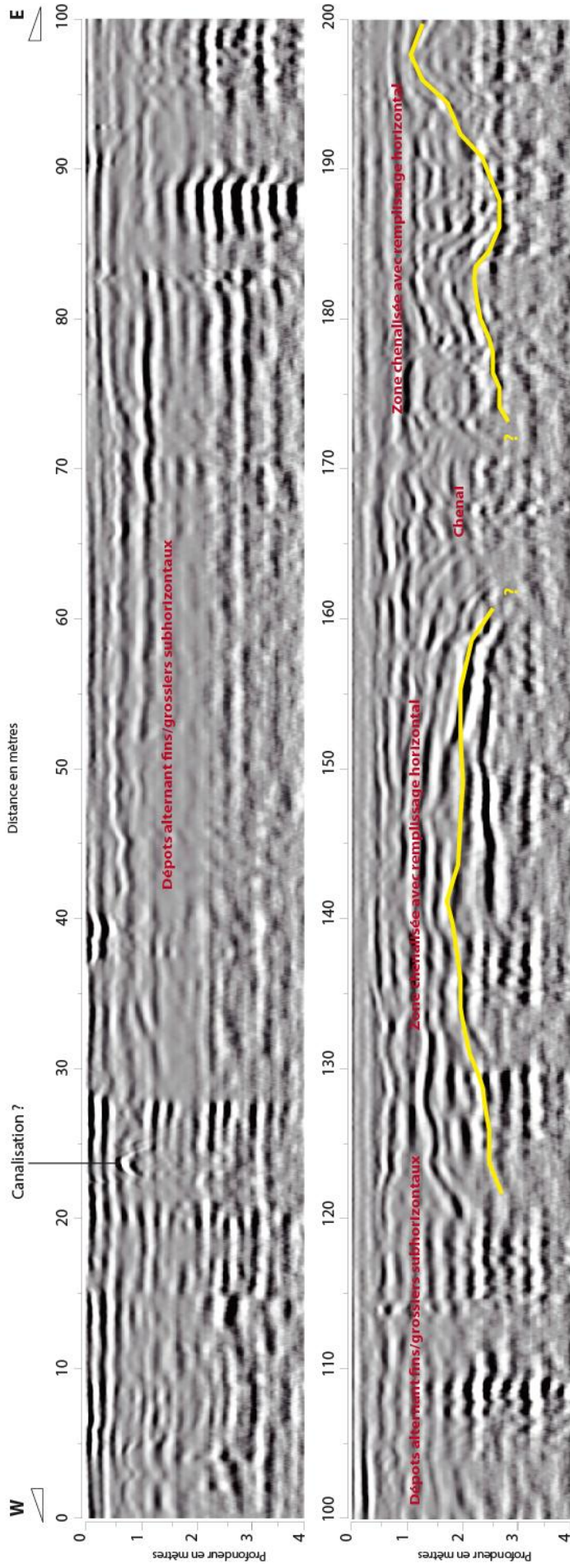
Site 5 : GPR5h



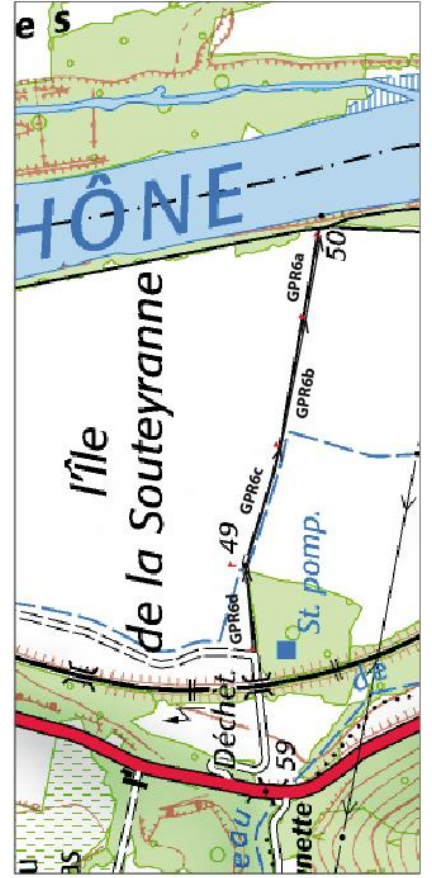
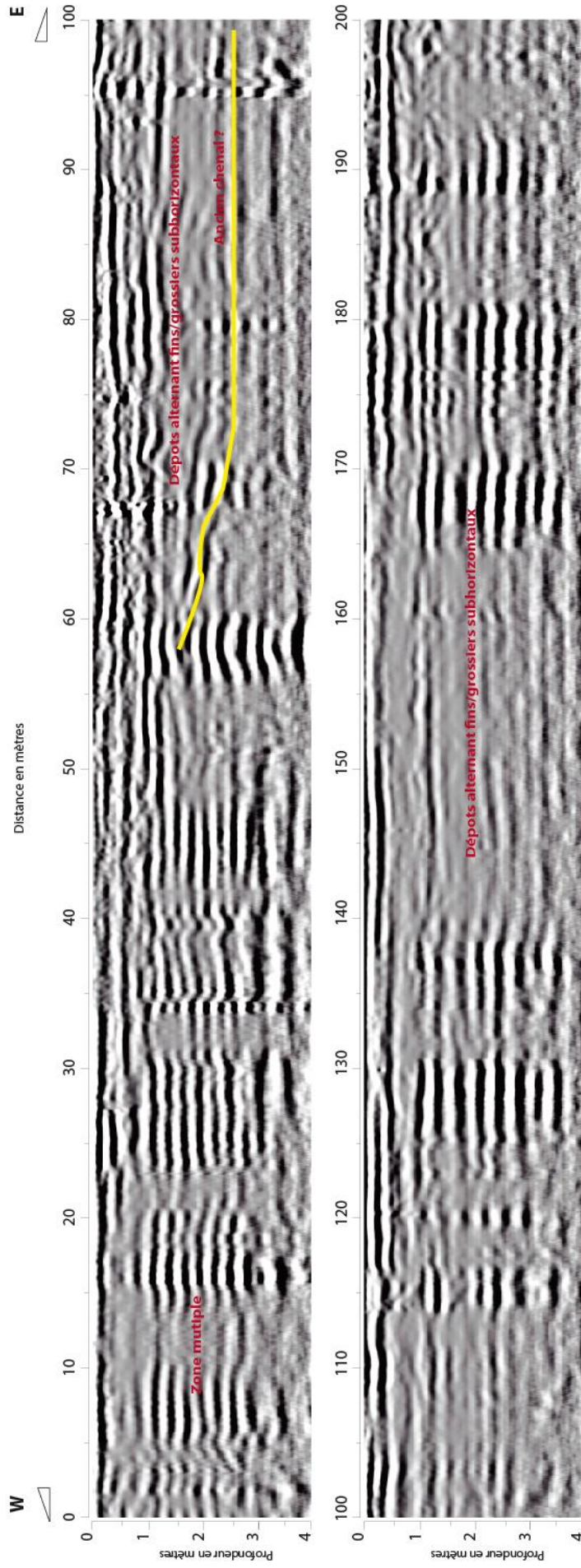
Site 6 : GPR6a



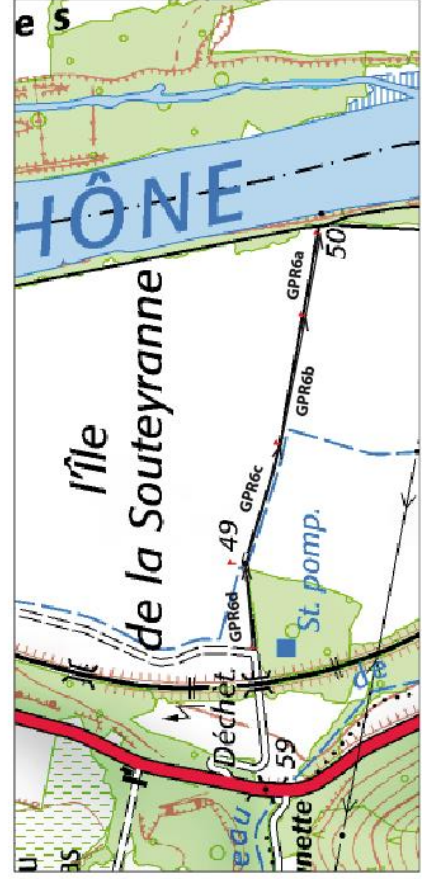
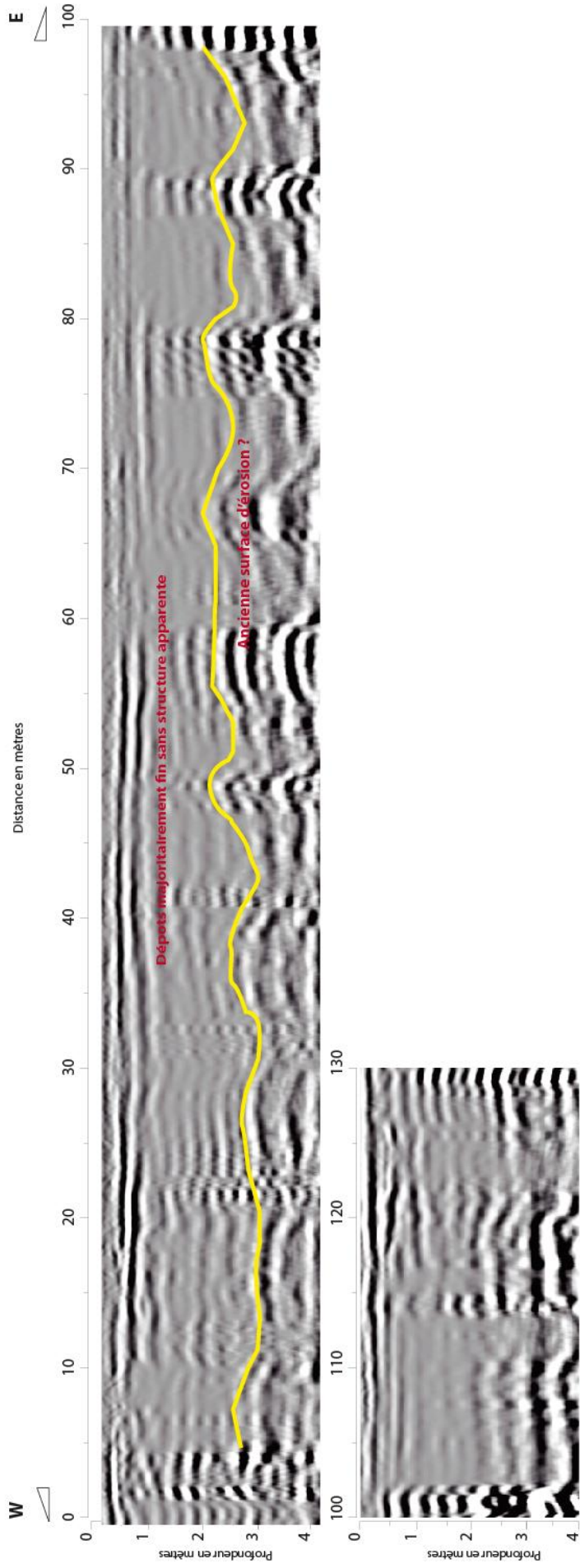
Site 6 : GPR6b



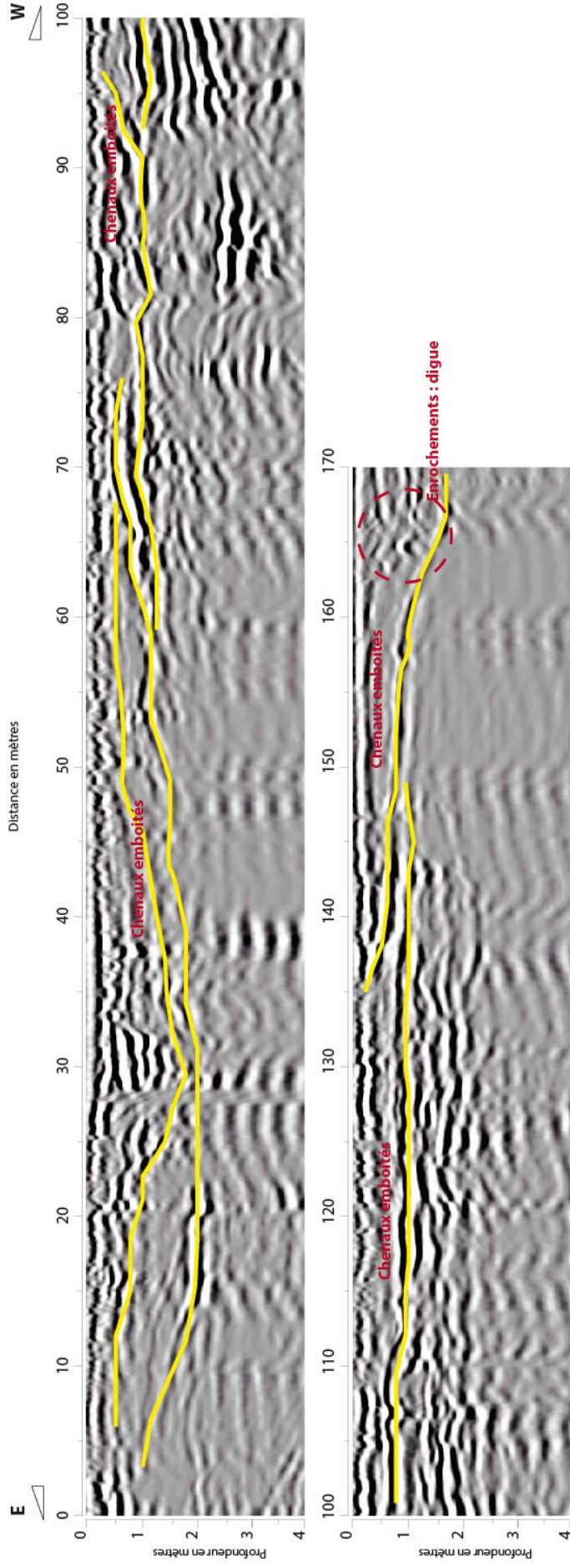
Site 6 : GPR6c



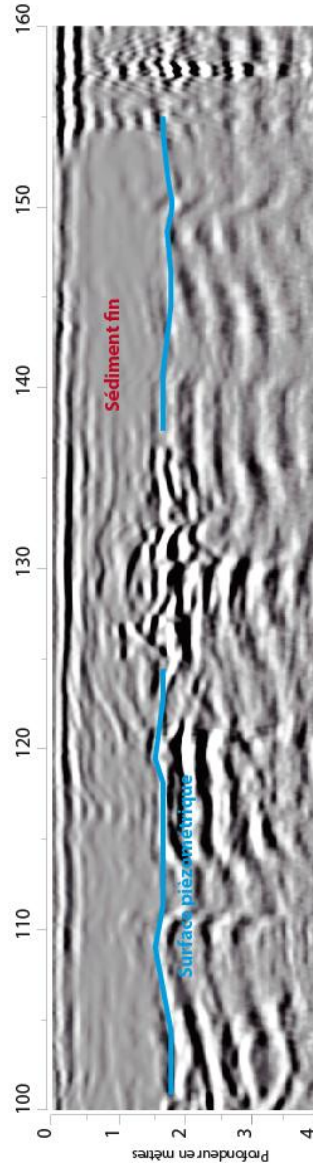
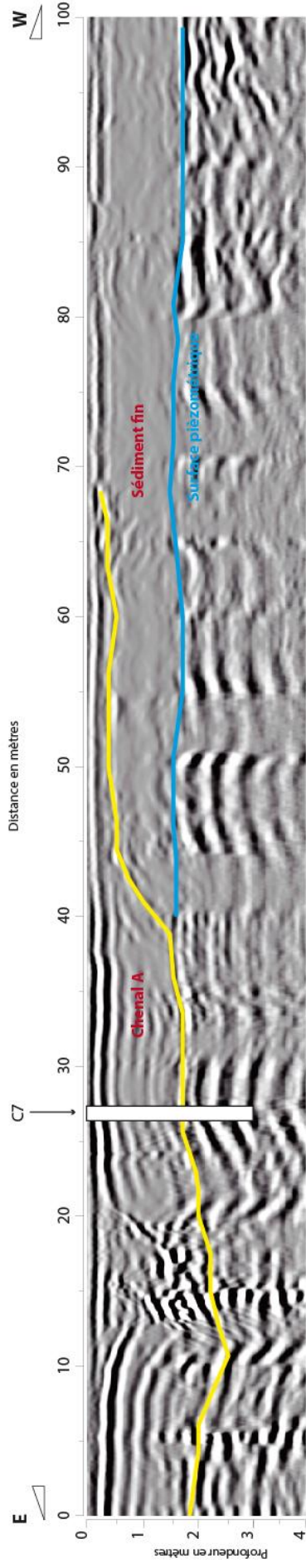
Site 6 : GPR6d



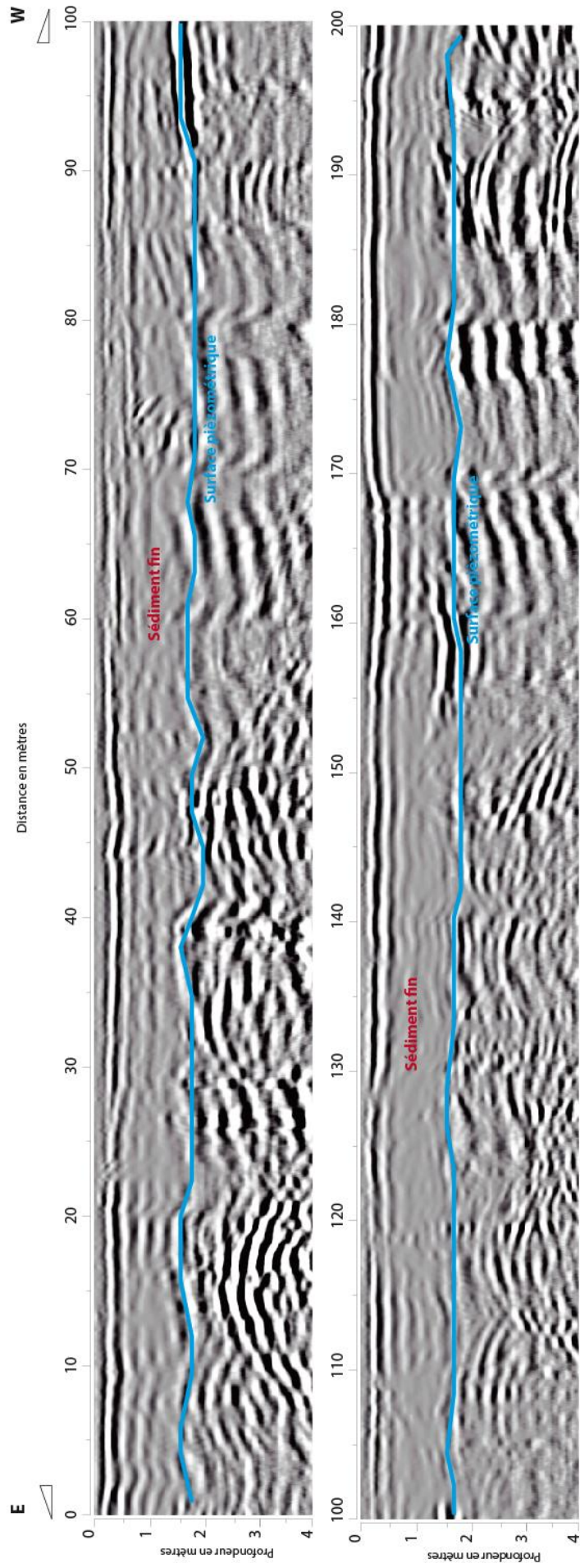
Site 7 : GPR7a



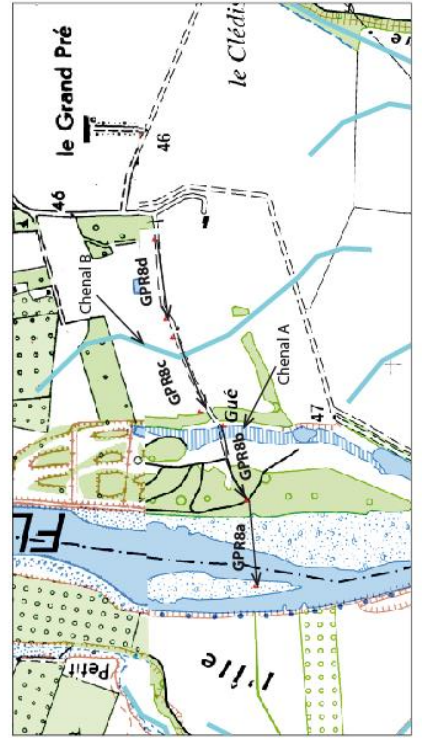
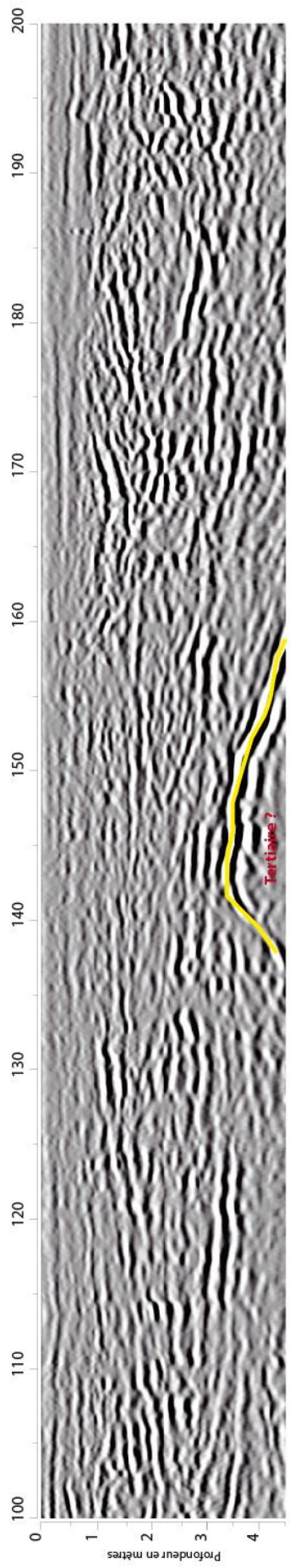
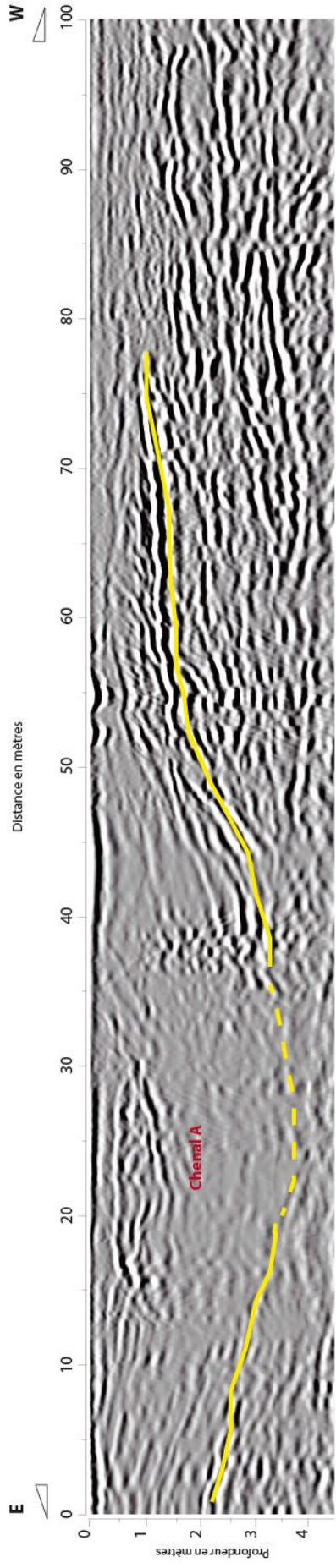
Site 7 : GPR7c



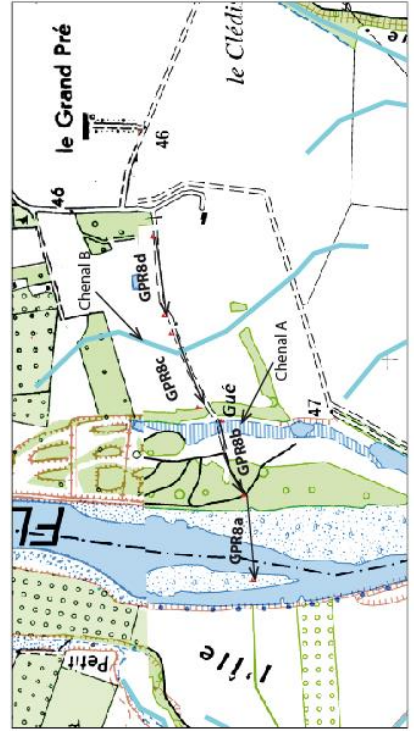
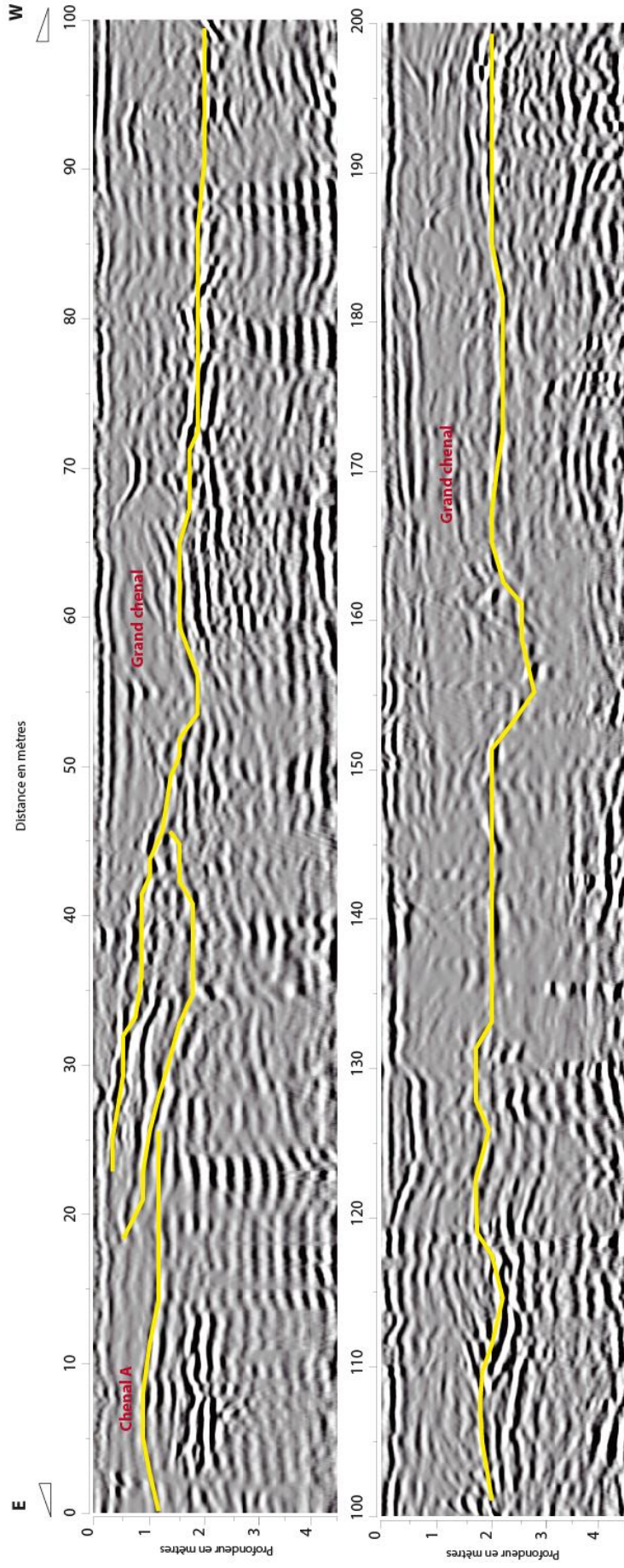
Site 7 : GPR7d



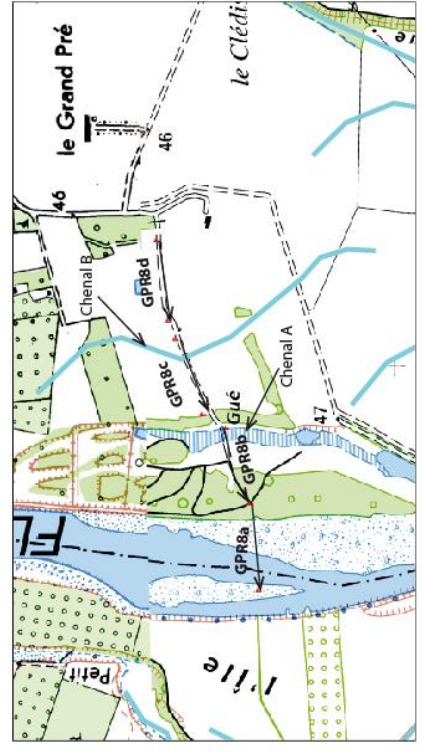
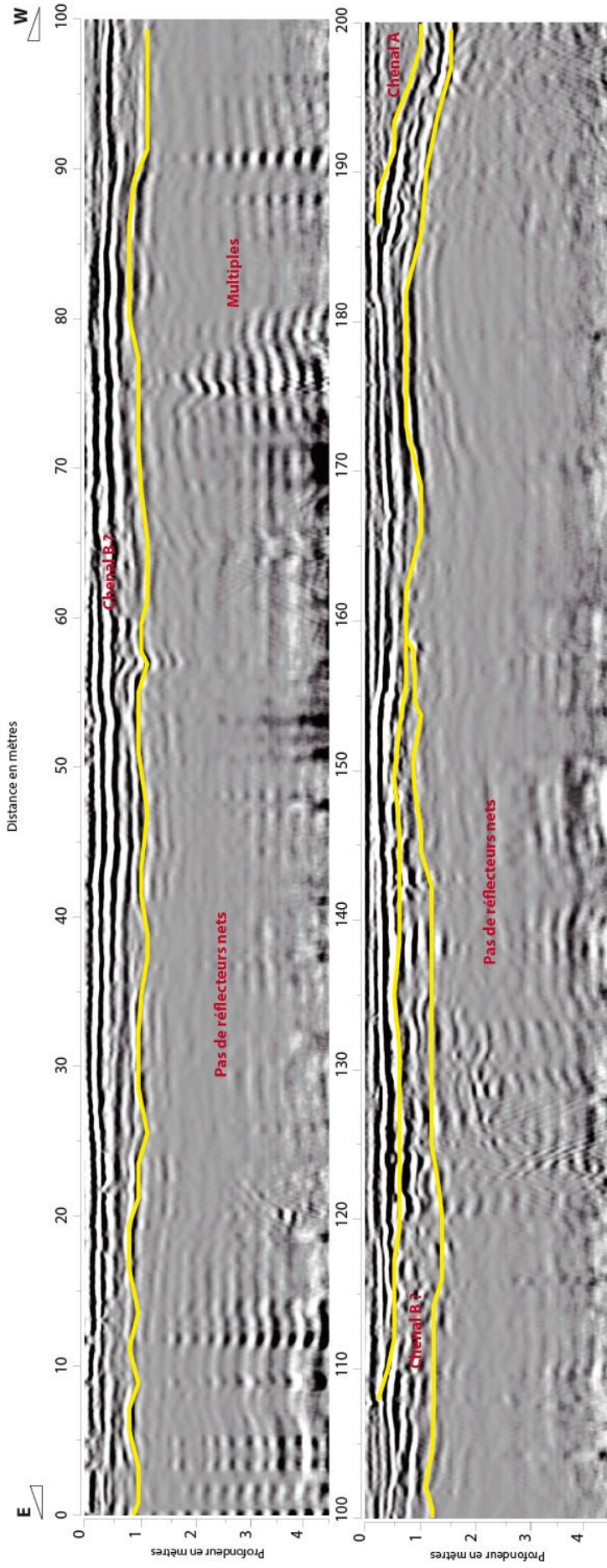
Site 8 : GPR8a



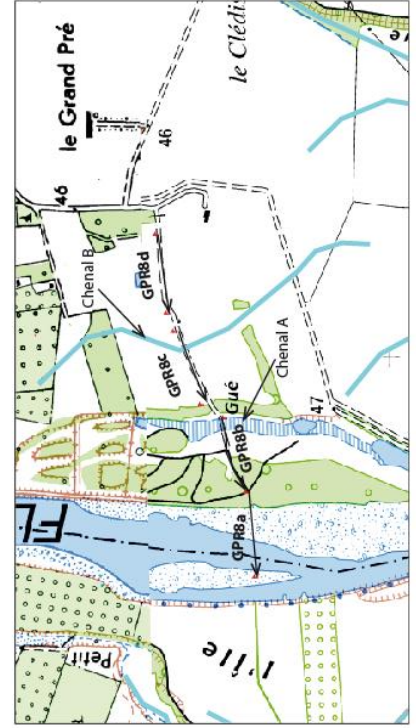
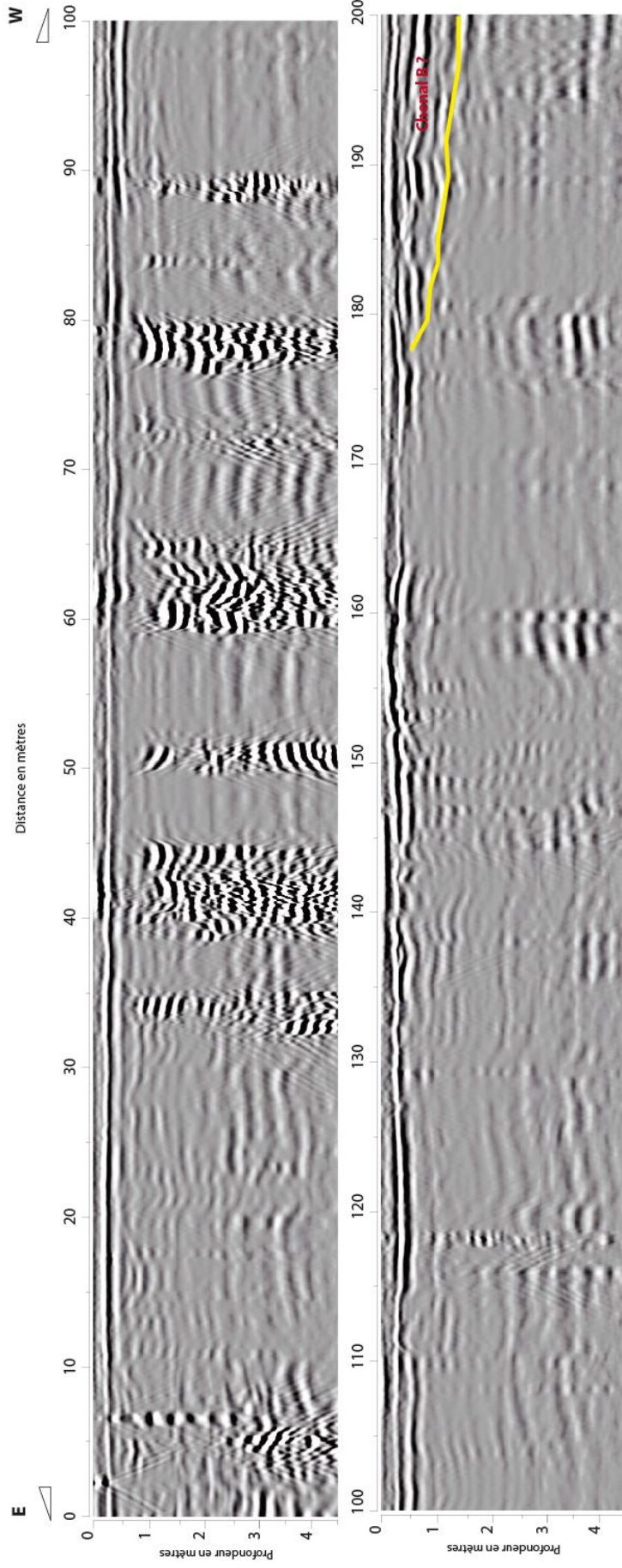
Site 8 : GPR8b



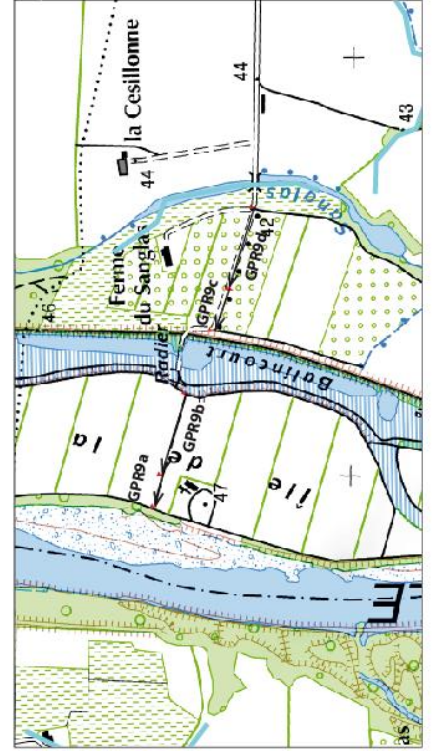
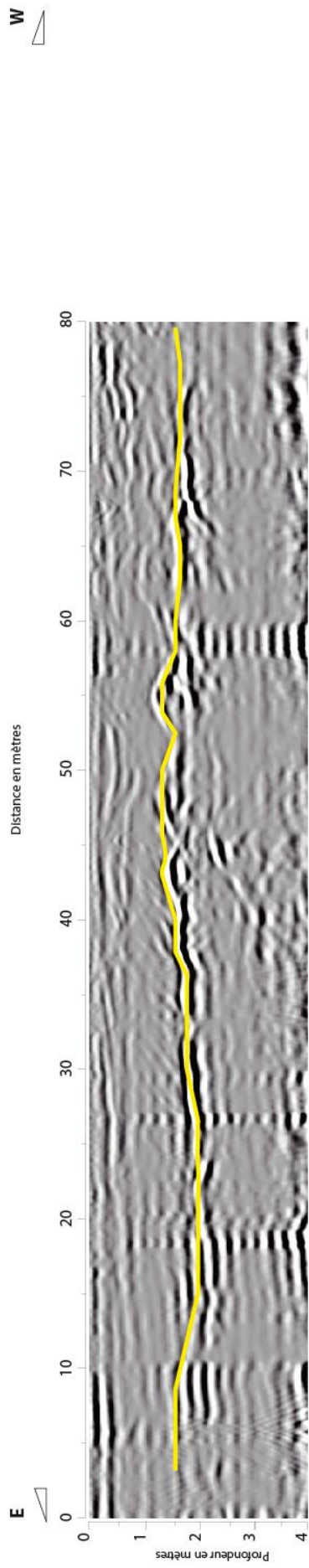
Site 8 : GPR8c



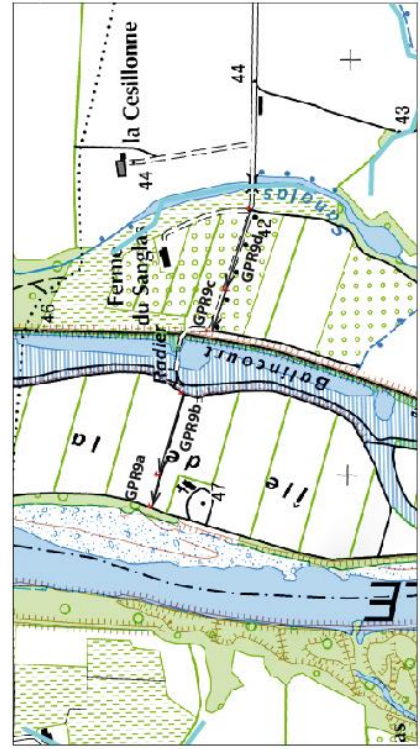
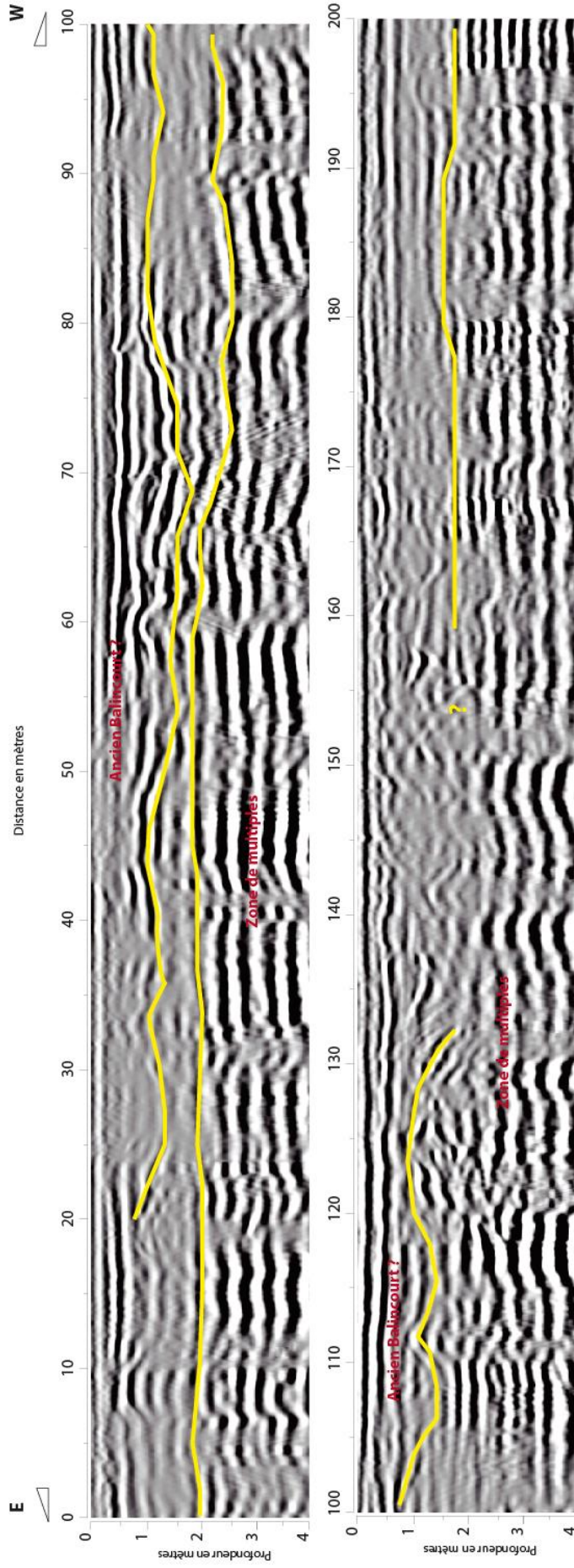
Site 8 : GPR8d



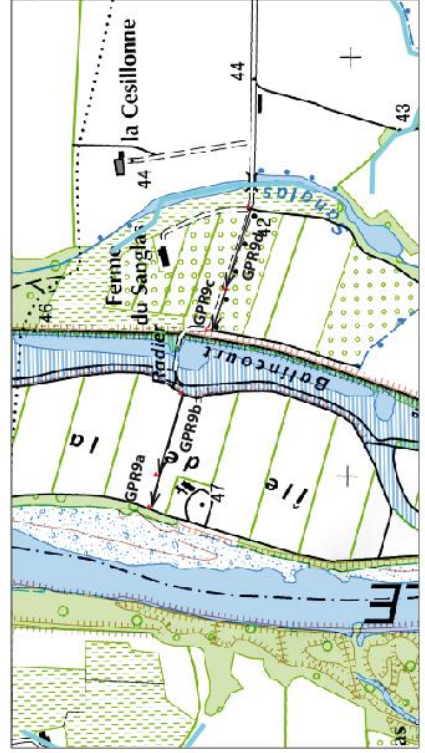
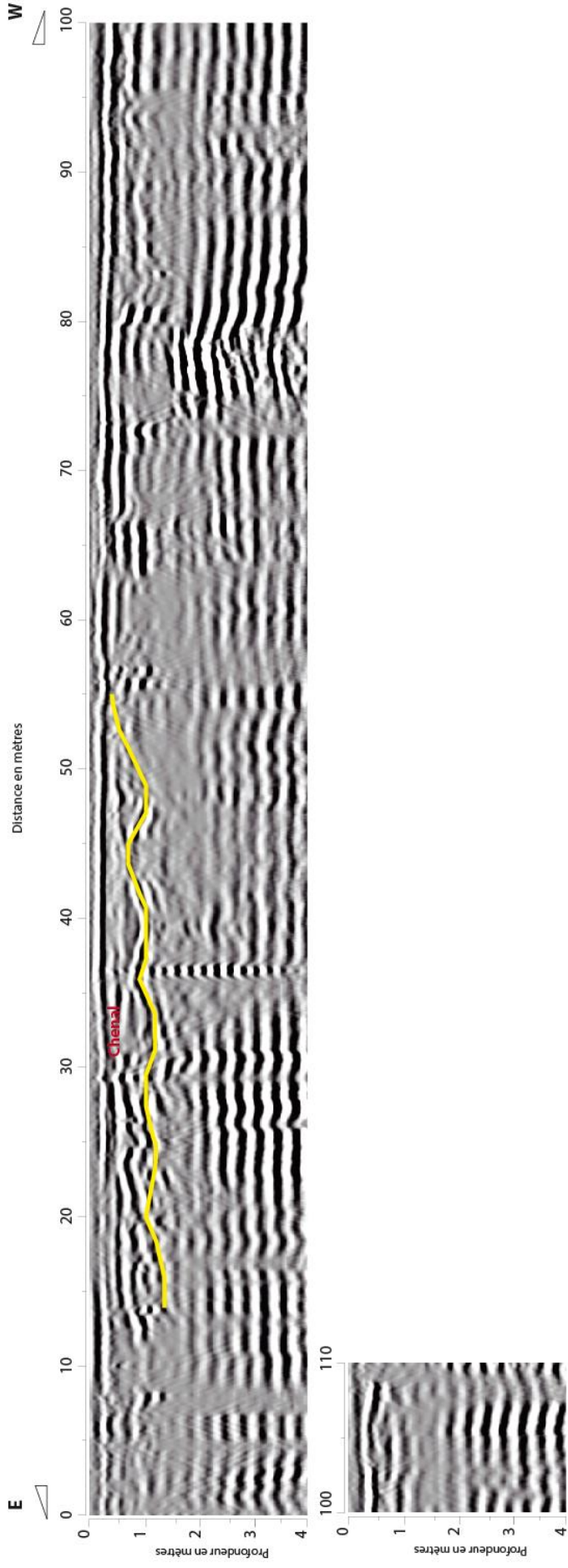
Site 9 : GPR9a



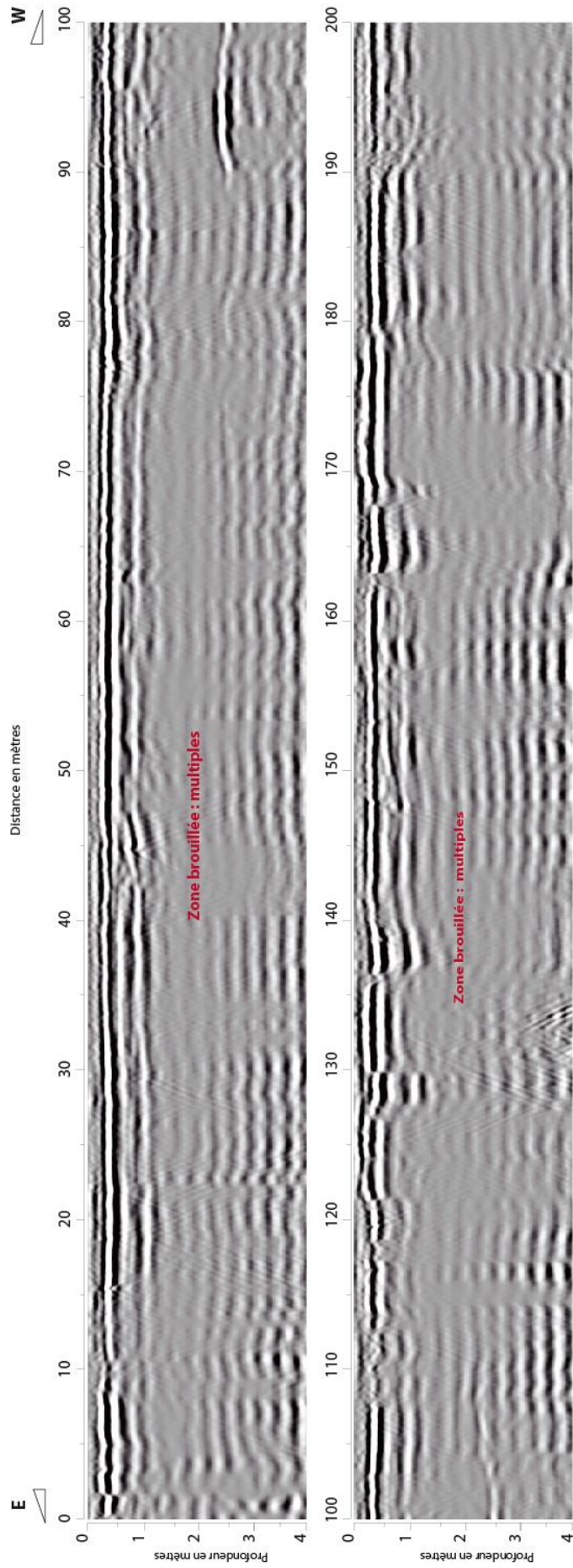
Site 9 : GPR9b



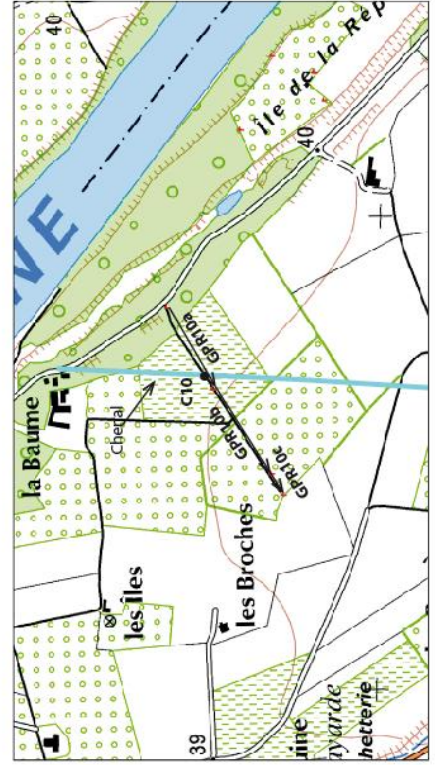
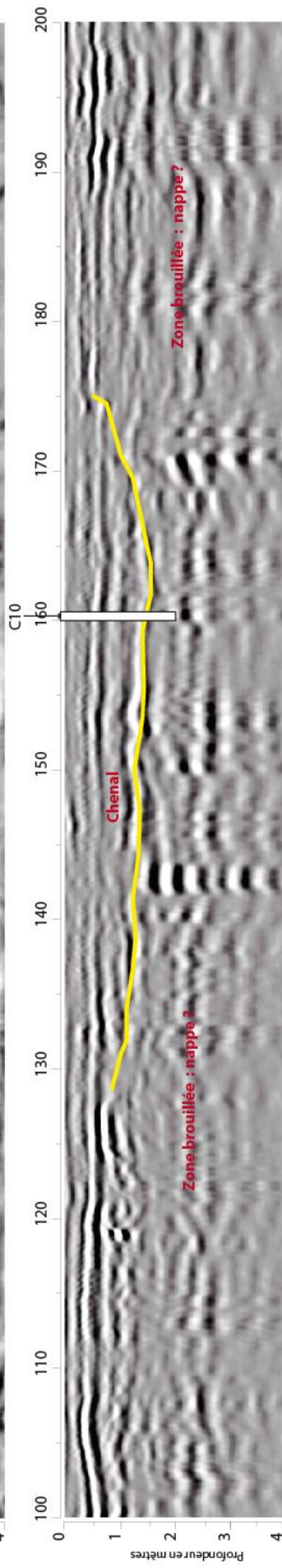
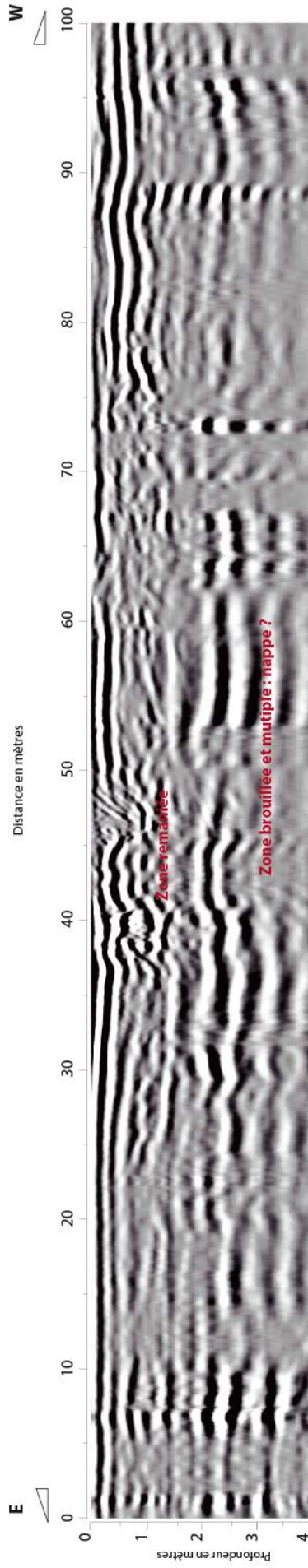
Site 9 : GPR9c



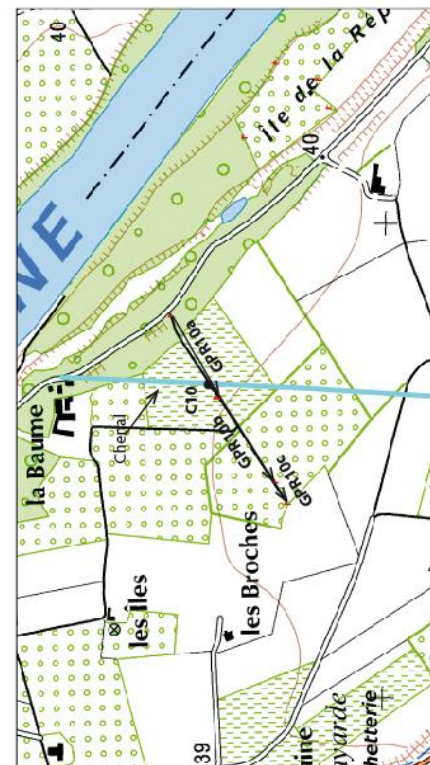
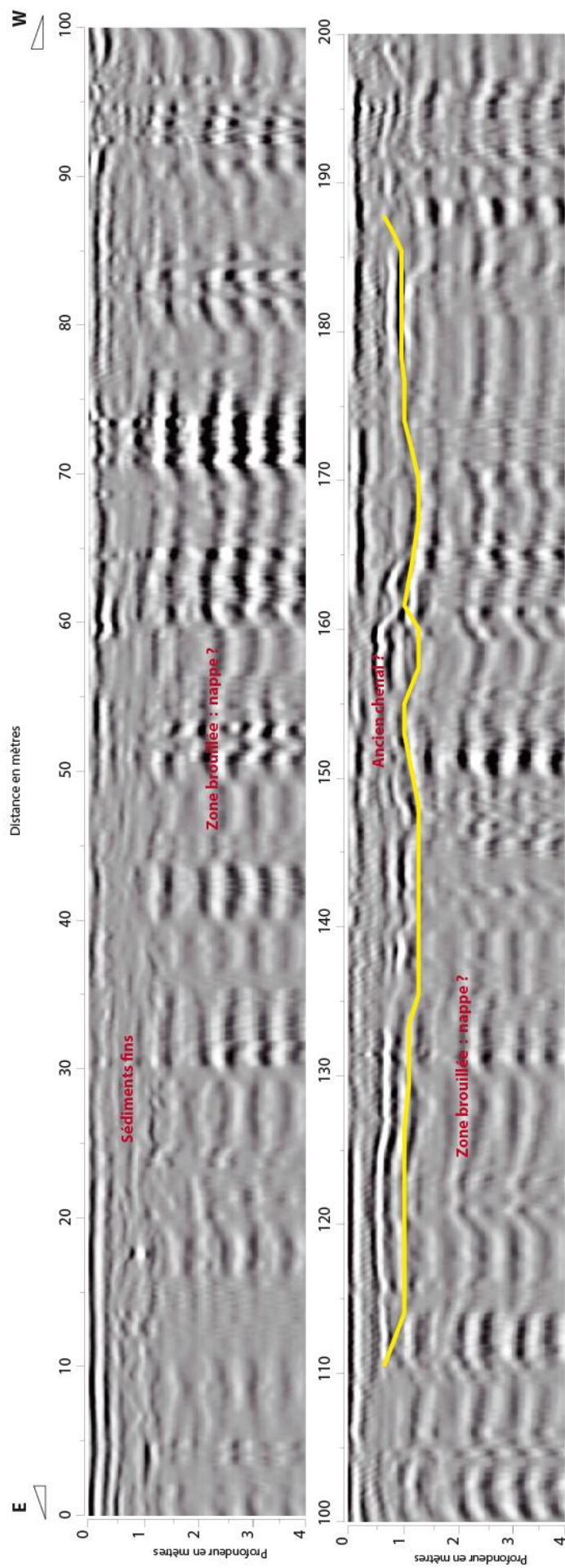
Site 9 : GPR9d



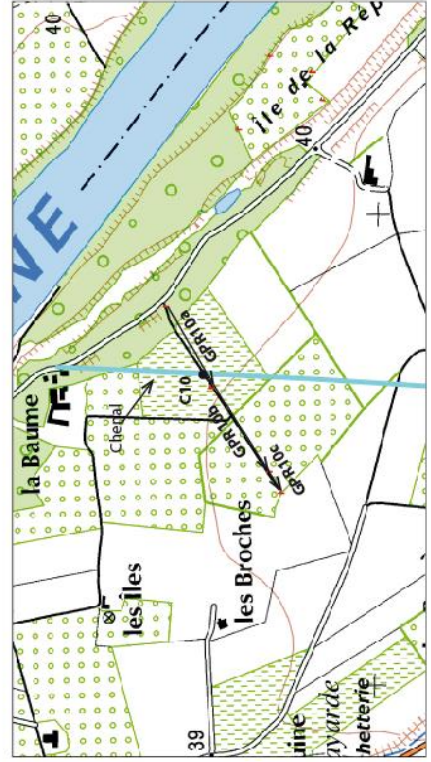
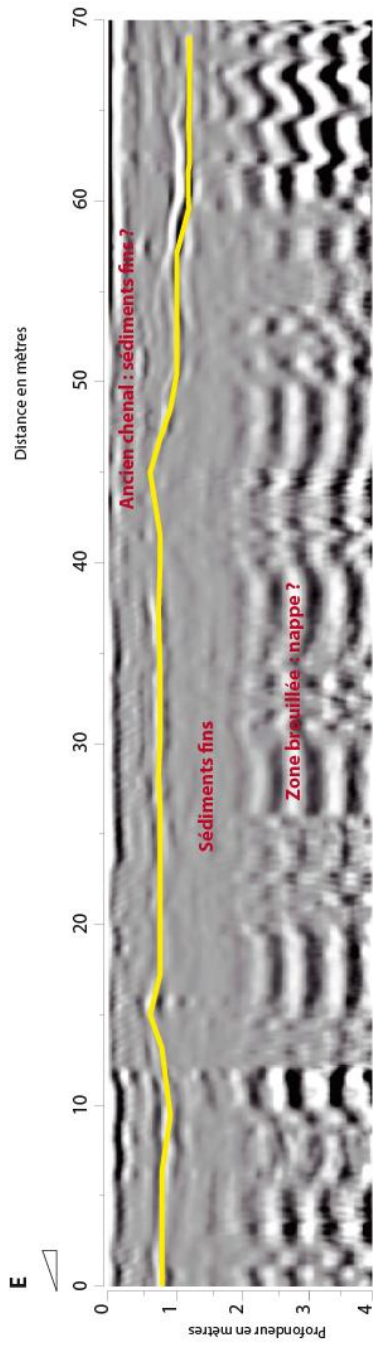
Site 10 : GPR10a



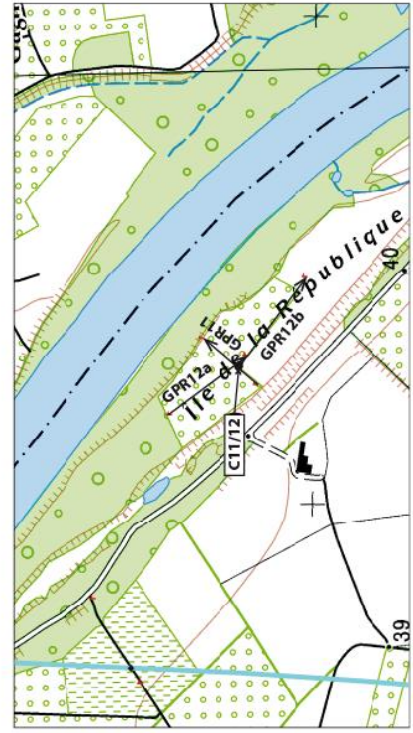
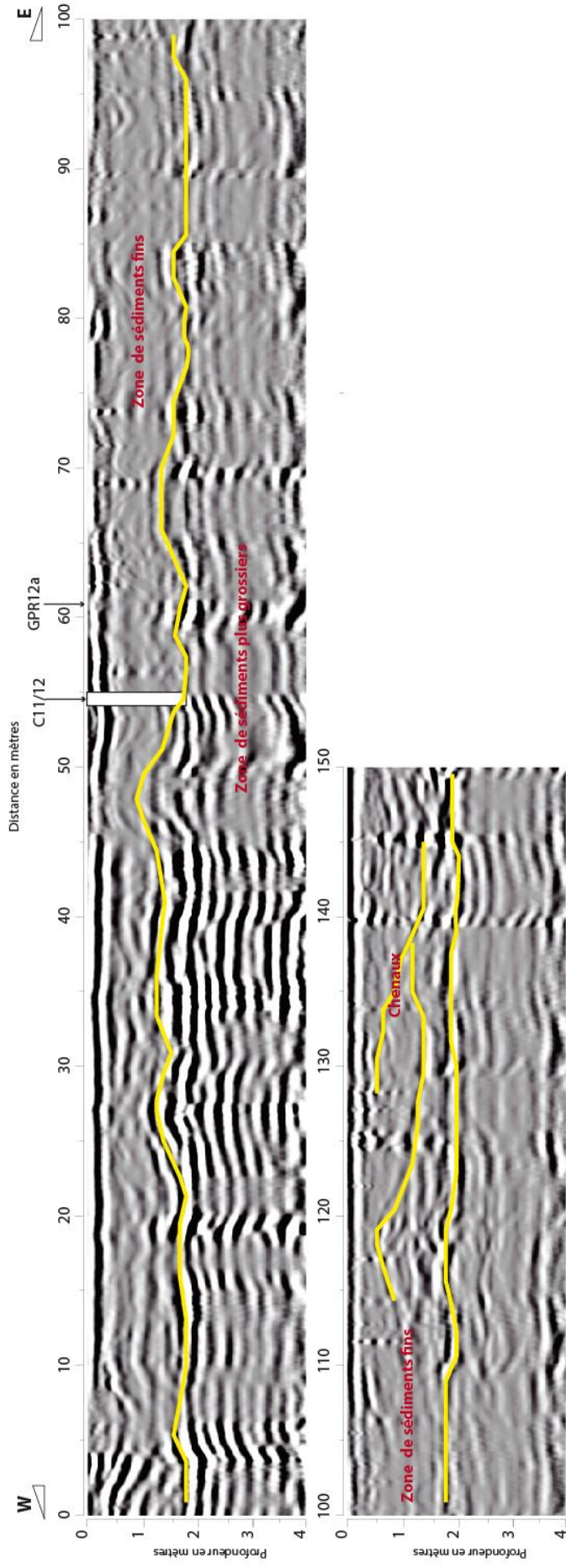
Site 10 : GPR10b



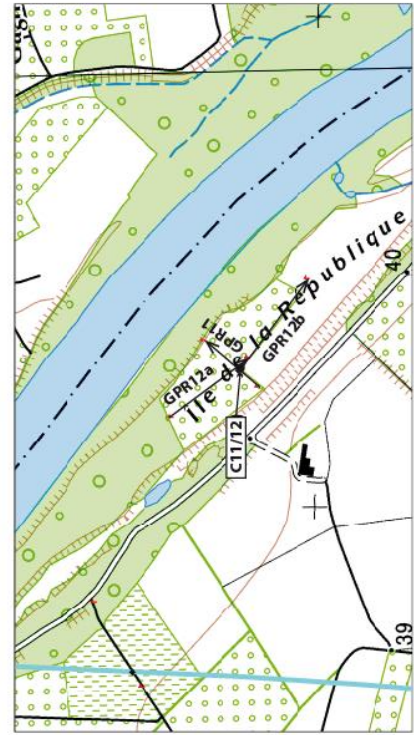
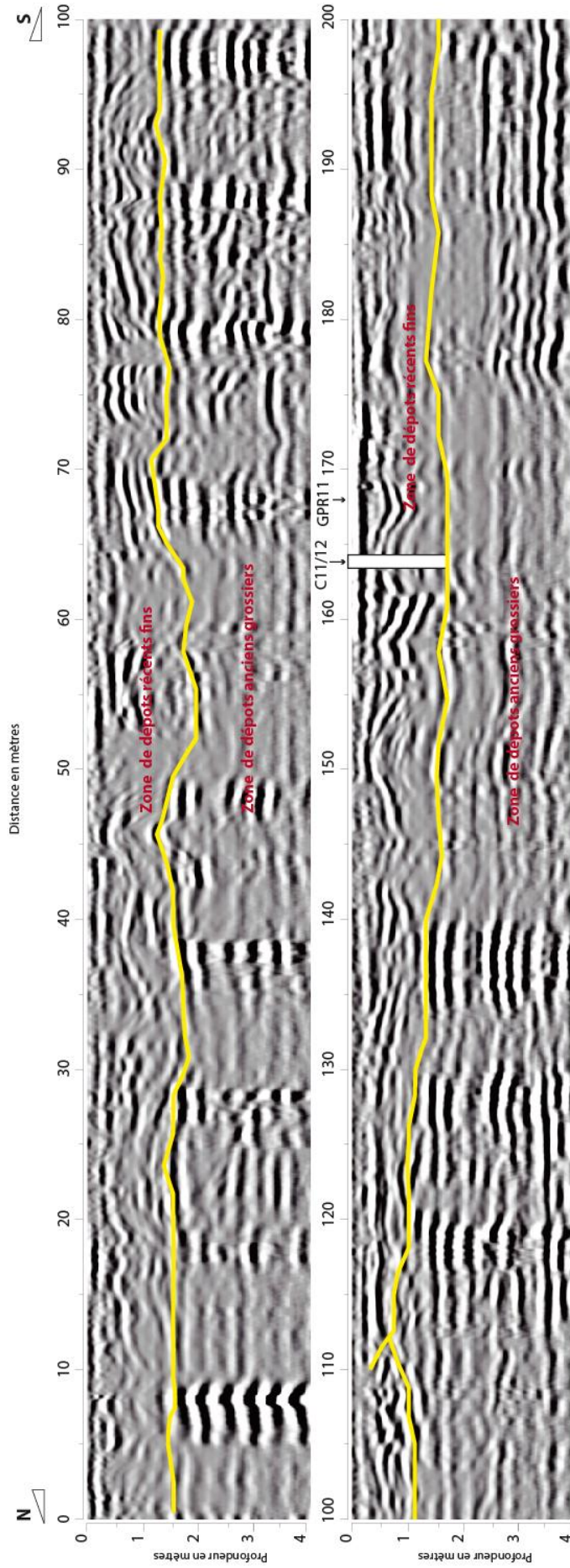
Site 10: GPR10c



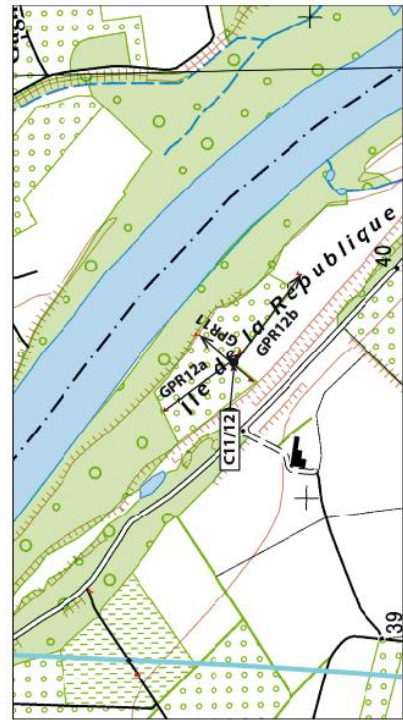
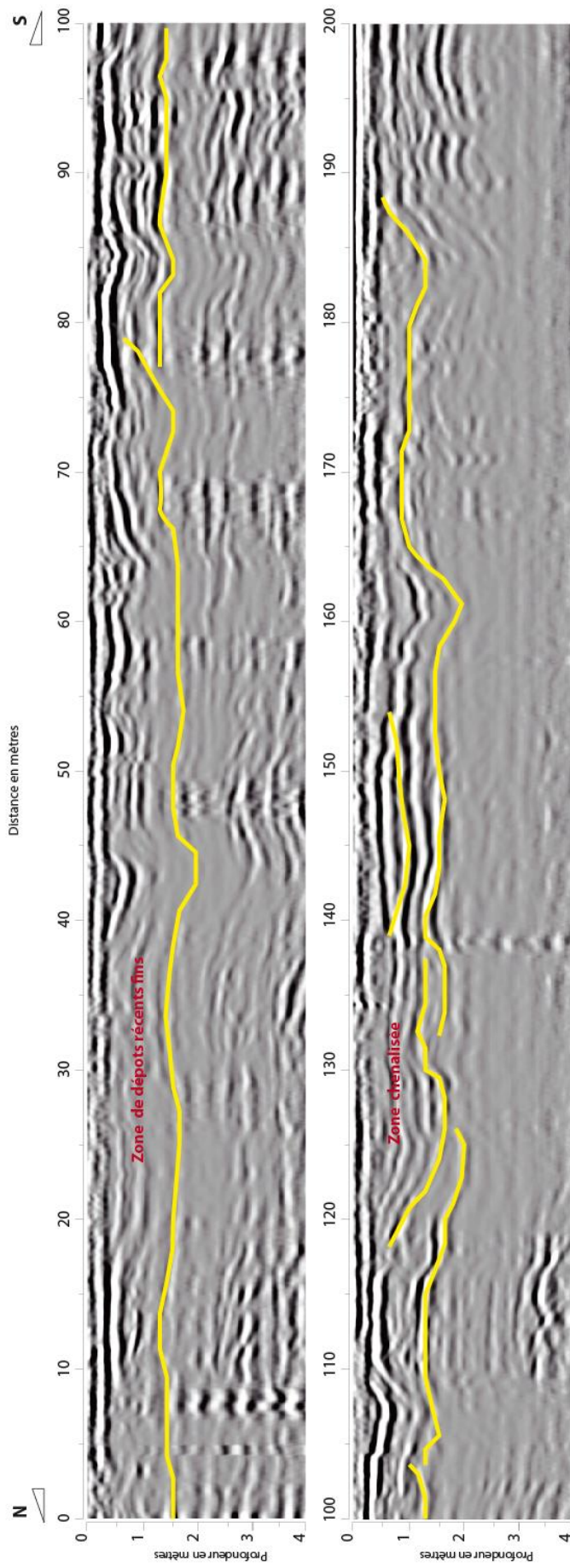
Site 11 : GPR11

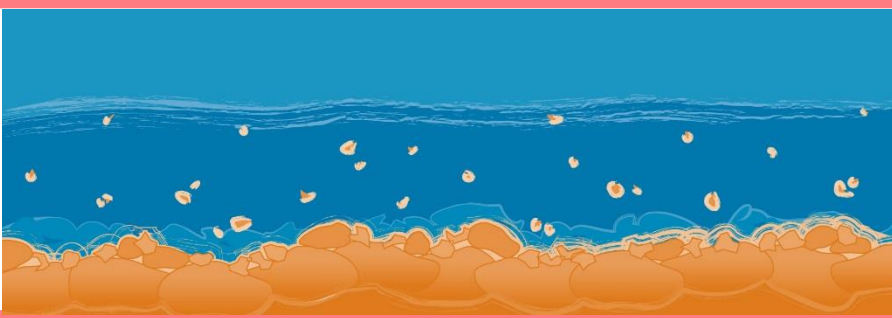


Site 12 : GPR12a



Site 12 : GPR12b





Observatoire des Sédiments du Rhône



Provence-Alpes-Côte d'Azur



Observatoire des Sédiments du Rhône

GRAIE – OHM Vallée du Rhône

66 bd Niels Bohr – CS 52132

69603 Villeurbanne Cedex

www.graie.org/osr/

Contact : dad.roux@graie.org