



HAL
open science

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

T. Winiarski, Gwenaëlle Roux, Brice Mourier, Bianca Räßple, Fanny Arnaud

► To cite this version:

T. Winiarski, Gwenaëlle Roux, Brice Mourier, Bianca Räßple, Fanny Arnaud. Programme OSR4 2015-2017. Action II.2: Traitement et analyse des radargrammes – Pierre-Bénite. [Rapport de recherche] CNRS UMR 5023 - ENTPE LEHNA-IPE; CNRS UMR 5600 - EVS; Société EGEOS. 2017, 102 p. hal-02074967

HAL Id: hal-02074967

<https://hal.science/hal-02074967v1>

Submitted on 23 Nov 2021

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 – PBN



Observatoire
des Sédiments
du Rhône

Action II.2

Version de novembre 2017

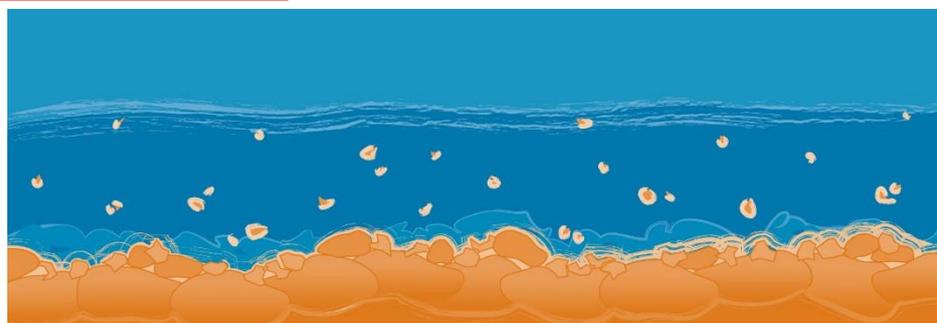


© Bianca Raeple

2015 - 2020



Donnons un avenir à notre fleuve



Personnes impliquées	Equipe de recherche
Thierry Winiarski	ENTPE LEHNA-IPE, CNRS UMR 5023
Gwenaëlle Roux	Société EGEOS sous contrat LEHNA-IPE
Brice Mourier	ENTPE LEHNA-IPE, CNRS UMR 5023
Bianca Ræepple	EVS (cartographie de casiers Girardon)
Fanny Arnaud	EVS (LIDAR)

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

Résumé

Les phases d'acquisition géophysique (radar géologique – GPR) sur le Rhône court-circuité de Pierre-Bénite se sont déroulées les 17, 18, 22, 23 et 24 novembre 2016 et 10 et 11 janvier 2017. En parallèle de l'équipe d'Hervé Piégay (sondage à la perche), cette campagne de terrain a permis l'acquisition de 67 profils au radar géologique (GPR) sur 34 sites, présentant une longueur totale de 9,93 kilomètres.

Ces acquisitions géophysiques sont présentées, traitées et interprétées. Aucun profil de tomographie électrique n'a été effectué sur ce RCC.

Après concertation avec l'équipe EVS de l'ENS de Lyon (Hervé Piégay et Alvaro Tena), les résultats géophysiques ont permis de positionner et de prélever 5 carottes. Les descriptions et les paramètres physiques (granulométrie) seront présentés dans un prochain livrable.

Mots-clés

RCC Pierre Bénite, caractérisation géophysique (GPR), structures sédimentaires.

Table des matières

Introduction	8
I. Objectif	8
II. Nomenclature	8
III. Localisation	8
IV. Matériel et méthode	11
V. Résultats	12
V.1. Les profils des Casiers Girardon parallèles au fleuve	13
V.2. Les profils perpendiculaires au fleuve en rive droite	15
V.2.a. Mode dépôt près des digues et anciennes berges	16
V.2.b. Mode dépôt sub-horizontale	16
V.2.c. Présence de chenaux	17
V.3. Le profil GPR18 sur l'île de la Tour de Millery	17
V.4. Les profils en rive gauche	19
Conclusion	19
Annexes	20

Table des figures

<i>Figure 1 : localisation des 34 sites et des 5 carottes du RCC Pierre-Bénite sur SCAN 25 (IGN).....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2 : localisation des 34 sites et des 5 carottes du RCC Pierre-Bénite, positionnement sur le LIDAR fourni par le laboratoire EVS.</i>	<i>10</i>
<i>Figure 3 : le SIR-3000 au premier plan, et de gauche à droite les antennes de 100, 200 et 400 Mhz</i>	<i>11</i>
<i>Figure 4 : interprétation d'une partie du radargramme GPR3h et position de la carotte C3a.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 5 :interprétation de l'ensemble du radargramme GPR3 et position de la carotte C3a.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 6 : exemple du radargramme GPR24b et du remplissage en cuvette à l'aval de l'épi.</i>	<i>15</i>
<i>Figure 7 : exemple du radargramme GPR3b et des remplissages en cuvette amont et aval d'un épi.</i>	<i>15</i>
<i>Figure 8 : exemple du mode de dépôt en cuvette près d'une digue ou ancienne berge, du radargramme GPR7.</i>	<i>16</i>
<i>Figure 9 : exemple du mode dépôt subhorizontal du radargramme GPR10.</i>	<i>16</i>
<i>Figure 10 : exemple du mode de dépôt subhorizontal GPR15a du radargramme et positionnement de la carotte C15a</i>	<i>17</i>
<i>Figure 11 : radargramme C15c et position de la carotte C15b dans le chenal actif.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 12 : radargramme GPR18c et position de la carotte C18a.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 13 : radargramme GPR18h et position de la carotte 18b</i>	<i>18</i>
<i>Figure 14 : exemple du radargramme du profil GPR34a</i>	<i>19</i>

Introduction

L'étude présentée du Rhône court-circuité de Pierre -Bénite, objet du présent rapport s'est déroulé de novembre 2016 à janvier 2017. 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 d'en fournir une première interprétation (Action II.2).

Les missions de prélèvement des archives sédimentaires (carottages) ont été effectuées en février 2017, la réalisation de leur analyses sédimentaires (description, granulométrie) fera l'objet d'un prochain livrable.

I. Objectif

L'objectif de cette étude est d'identifier des sites caractéristiques du remplissage sédimentaire sur le RCC de Pierre-Bénite et de les investiguer à l'aide du radar géologique. L'interprétation de ces profils permettra 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. De plus, ce travail permettra de positionner d'une manière adéquate les carottages présentés dans le prochain livrable. Plus précisément, l'utilisation des résultats présentés se situe à deux niveaux dans le projet :

- Positionnement de carottes en fonction de leur environnement de dépôt, de leur potentiel à représenter une sédimentation récente (150 ans à actuel). Cette démarche fait l'objet du présent rapport.
- L'information obtenue en profondeur (4 à 5 m) sur les 34 sites étudiés (soit 67 profils) mise en commun avec les études du laboratoire EVS (estimation des remplissages par sondage à la perche, diachronie basée sur des cartes et photo, géomorphologie) permettra de proposer un modèle des dépôts alluvionnaires récents. Cette étape est essentielle pour l'estimation des impacts anthropiques sur le lit majeur du fleuve.

II. 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.

III. Localisation

En accord avec l'équipe d'Hervé Piégay (UMR 5600) 34 de sites ont été investigués, soit 67 profils entre 40 m et 200 m de longueur, le tout représentant 9 930 m de profils (Figure 1 et Figure 2). Les sites ont été choisis pour obtenir :

- Une représentation amont/aval de l'ensemble du RCC de Pierre -Bénite ;
- 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 inférieure à 3 m (casiers Girardon, anciens chenaux, remplissages postérieurs au XIX^{ème} siècle, etc.).

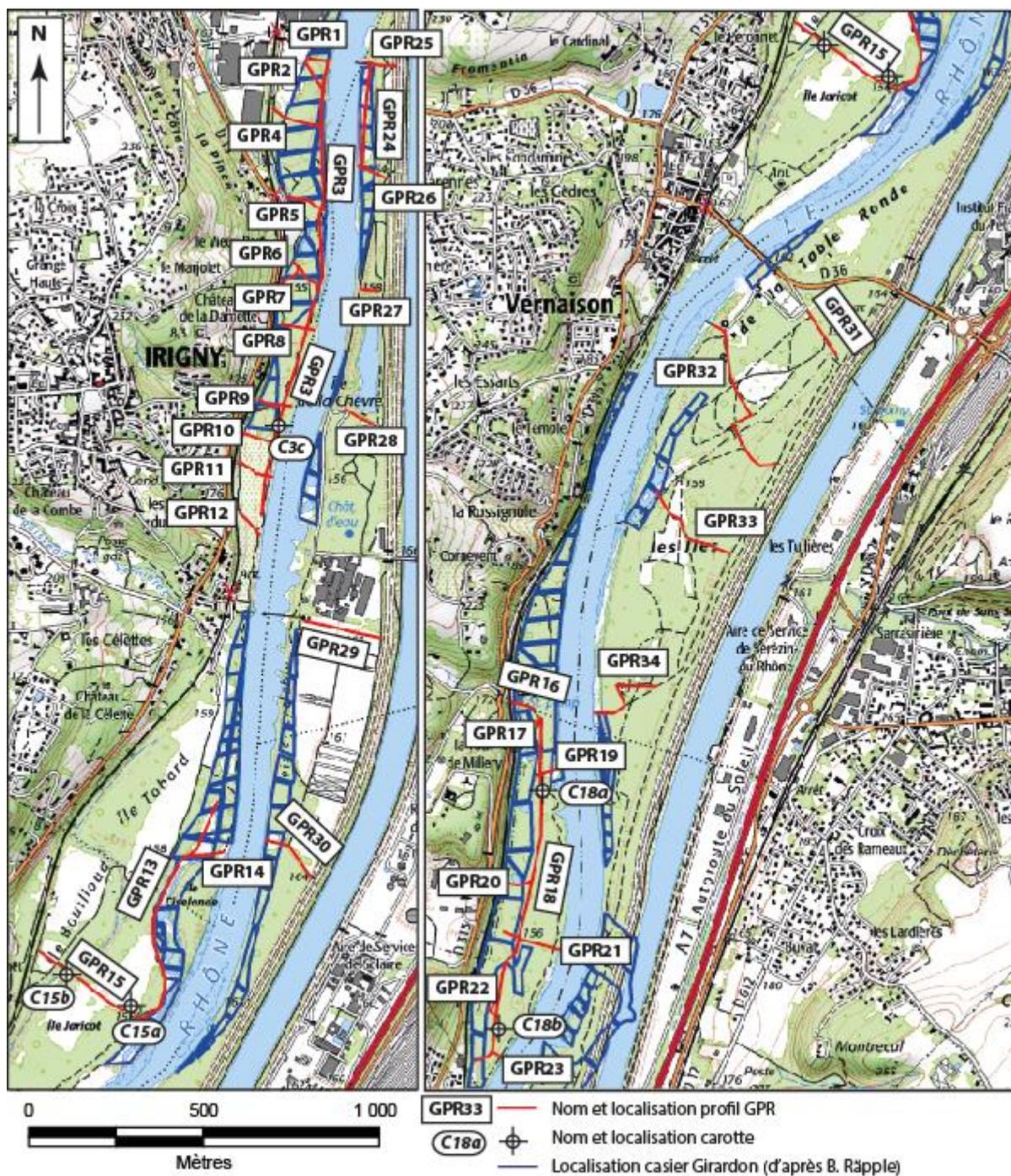


Figure 1 : localisation des 34 sites et des 5 carottes du RCC Pierre-Bénite sur SCAN 25 (IGN).

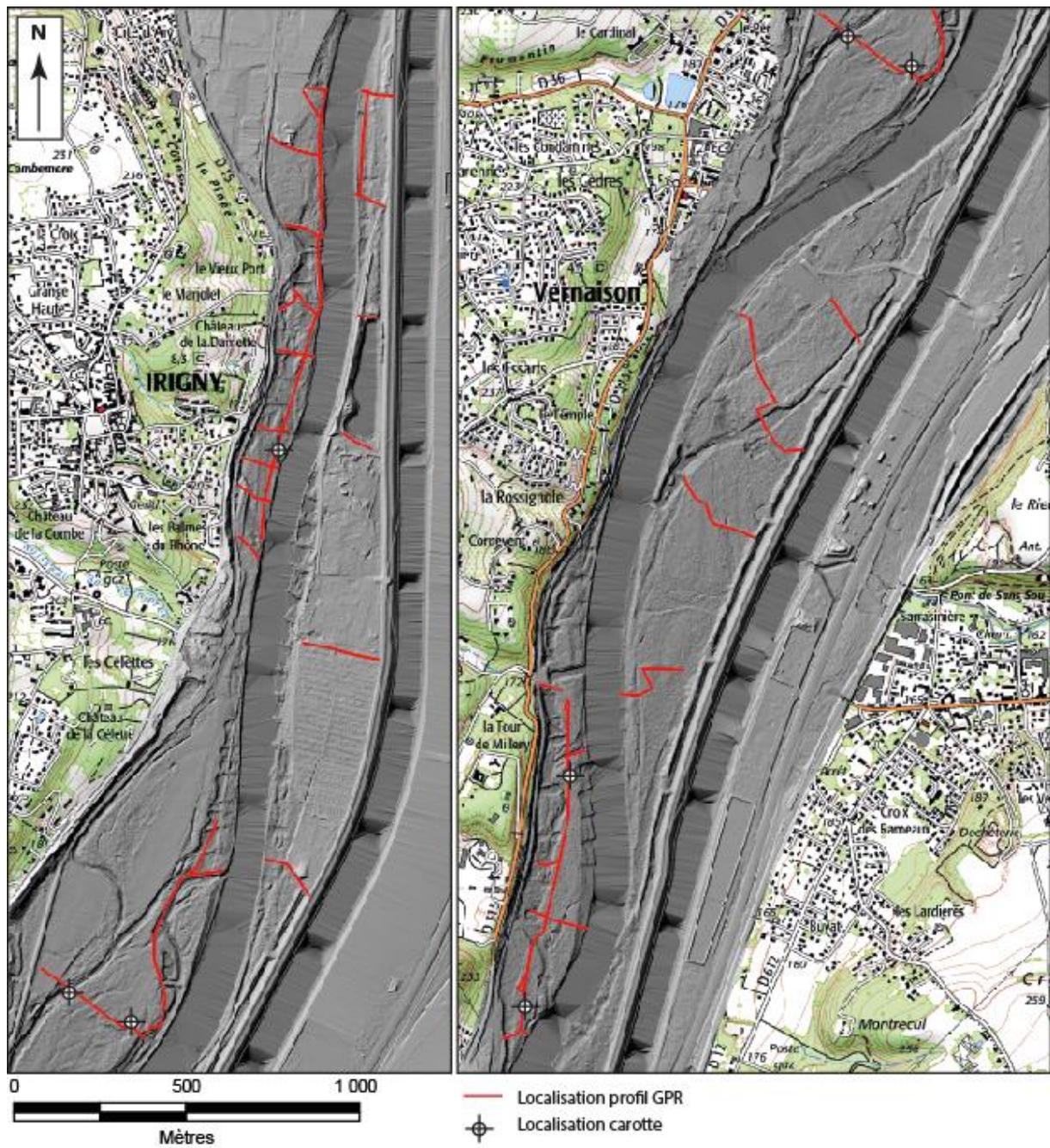


Figure 2 : localisation des 34 sites et des 5 carottes du RCC Pierre-Bénite, positionnement sur le LIDAR fourni par le laboratoire EVS.

IV. Matériel et méthode

La technique du radar géologique permet d'obtenir une image de la subsurface 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 3).



Figure 3 : 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 réfléchiée 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-walkie...) 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 $0,089 \text{ m} \cdot \text{ns}^{-1}$ (vitesse obtenue par CMP sur un casier Girardon lors d'une étude précédente), application d'un gain.

V. Résultats

De novembre 2016 à janvier 2017, 67 profils GPR ont été acquis pour 34 sites. La longueur totale des 67 profils présentés pour cette étude est de 9 930 m.

Tous les profils acquis ont été traités par le Logiciel RADAN7 (logiciel de traitement du signal électromagnétique), puis analysé (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 : 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 (alluvions, sédiments fins...), soit une forme caractéristique (chenal), soit la présence d'un niveau piézométrique.

La position et la géométrie des casiers présentés sur l'ensemble des cartes nous ont été fournies par Bianca Räßle du Laboratoire EVS (équipe H. Piégay).

Dans cette partie quelques profils sont présentés afin d'illustrer le propos. Pour une meilleure lisibilité la position et l'interprétation de l'ensemble des profils sont présentées en annexe.

V.1. Les profils des Casiers Girardon parallèles au fleuve

Trois trains de casiers ont été investigués de manière longitudinale par de long profil au radar géologique (Figure 1 et Figure 2) :

- Un ensemble d'une dizaine de casiers en rive droite du Rhône près d'Irigny : GPR3 (GPR3a à GPRj) sur une longueur totale de 1800 m
- Un ensemble d'une dizaine de casiers en rive droite du Rhône sur l'île Jaricot : GPR13 (GPR13a à GPR13e), sur une longueur total de 1000 m
- Un ensemble de cinq casiers en rive gauche du Rhône sur l'île de la Chèvre : GPR24 (GPR24a et GPR24b) sur une longueur totale de 400 m.

Les résultats montrent que la méthode permet de bien estimer les variations d'épaisseurs du remplissage des casiers et de distinguer l'interface remplissage/toit des graviers (ancien lit du Rhône) sur tous les casiers investigués.

Concernant le profil GPR3, on note la présence d'un réflecteur continu et récent (en jaune), celui-ci est sans doute lié à la présence d'un lit de gravier. Ce lit a été confirmé par le prélèvement d'une carotte C3a (Figure 4 et cf. livrable carottage Pierre-Bénite) dont le refus se situe à cette interface et par les mesures à la perche effectuées par l'équipe d'EVS. La Figure 5 permet d'observer la totalité du profil GPR3 avec la position des épis des différents casiers traversés et la position de la carotte C3a. D'une manière générale, la présence d'épis est confirmée et la profondeur de remplissage des casiers est d'environ 2 à 3 m. De plus, des structures internes du remplissage des casiers sont facilement décelables et constituent souvent un réflecteur continu (trait jaune).

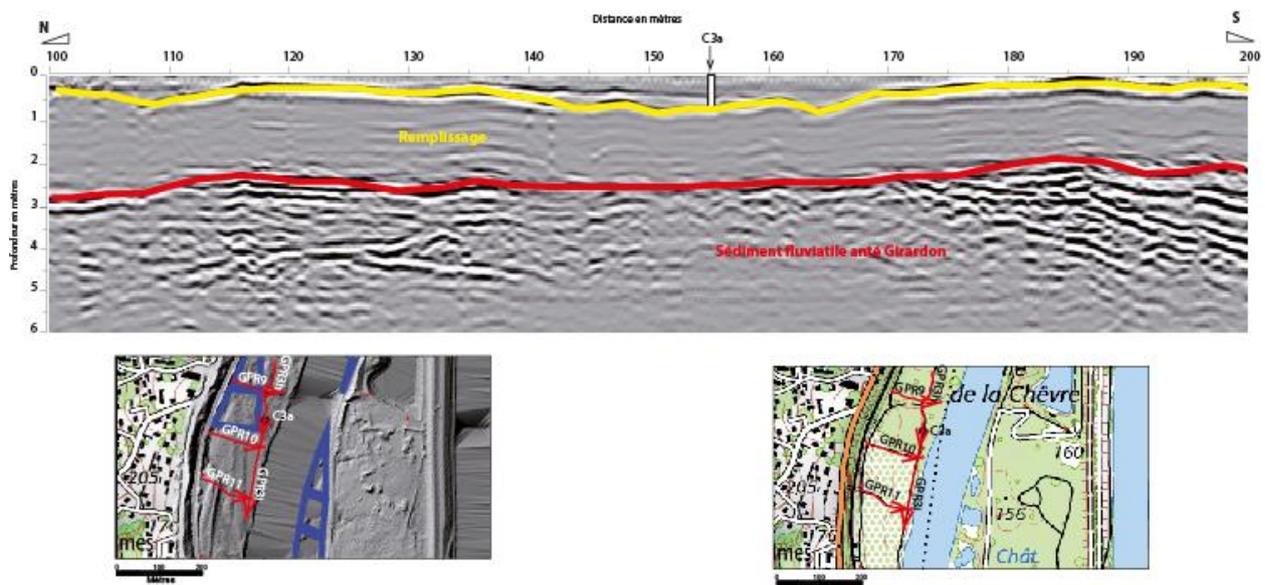


Figure 4 : interprétation d'une partie du radargramme GPR3h et position de la carotte C3a.

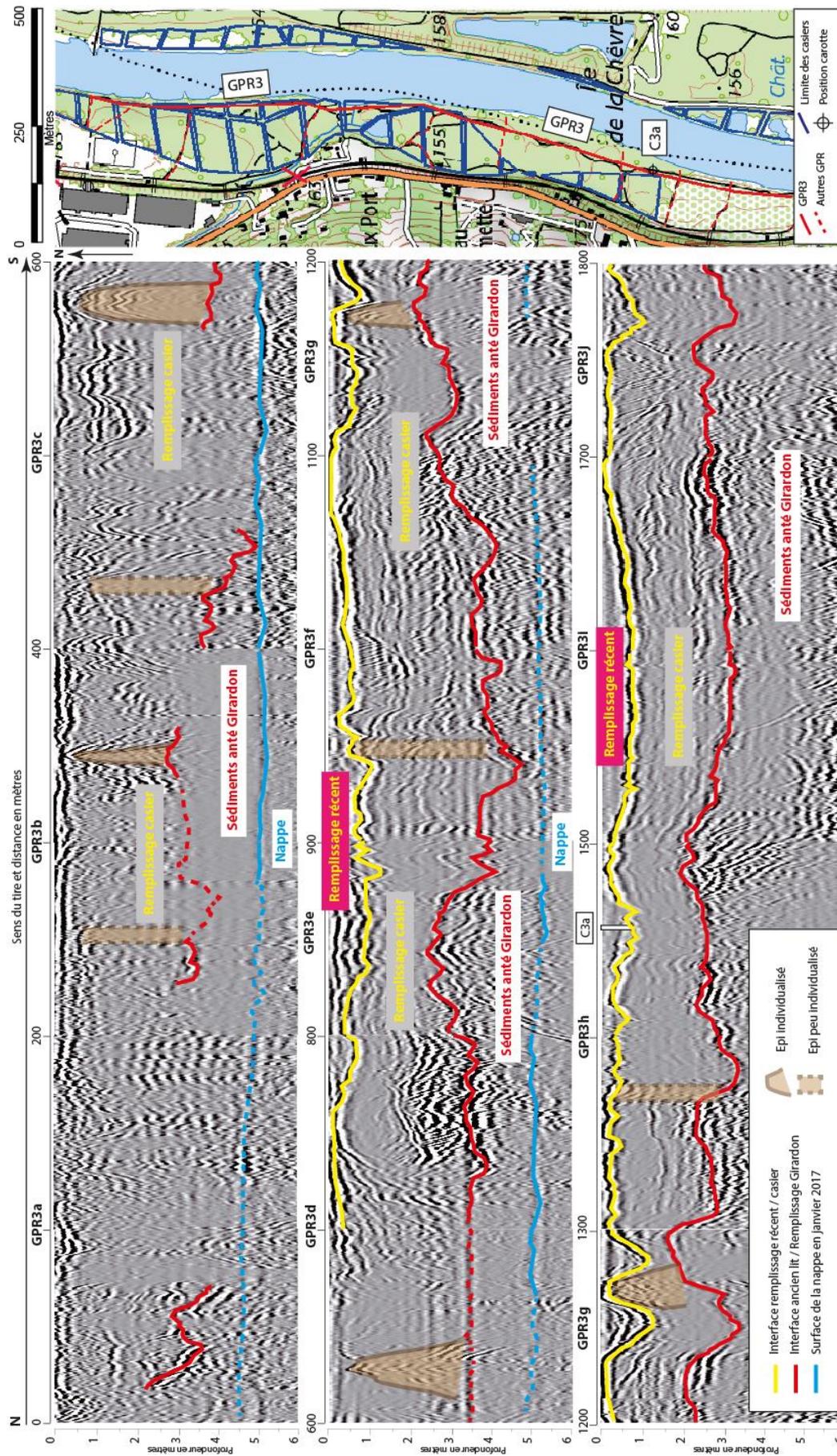


Figure 5 :interprétation de l'ensemble du radargramme GPR3 et position de la carotte C3a

Comme pour les précédents RCC (cf. la Figure 11 du livrable géophysique de Péage-de-Roussillon de septembre 2016), une structure en cuvette est souvent rencontrée avec une surface de surcreusement/érosion et un remplissage caractéristique à l'aval de l'épi, la Figure 6 et Figure 7 en montre une illustration sur les profils GPR24b et GPR3b.

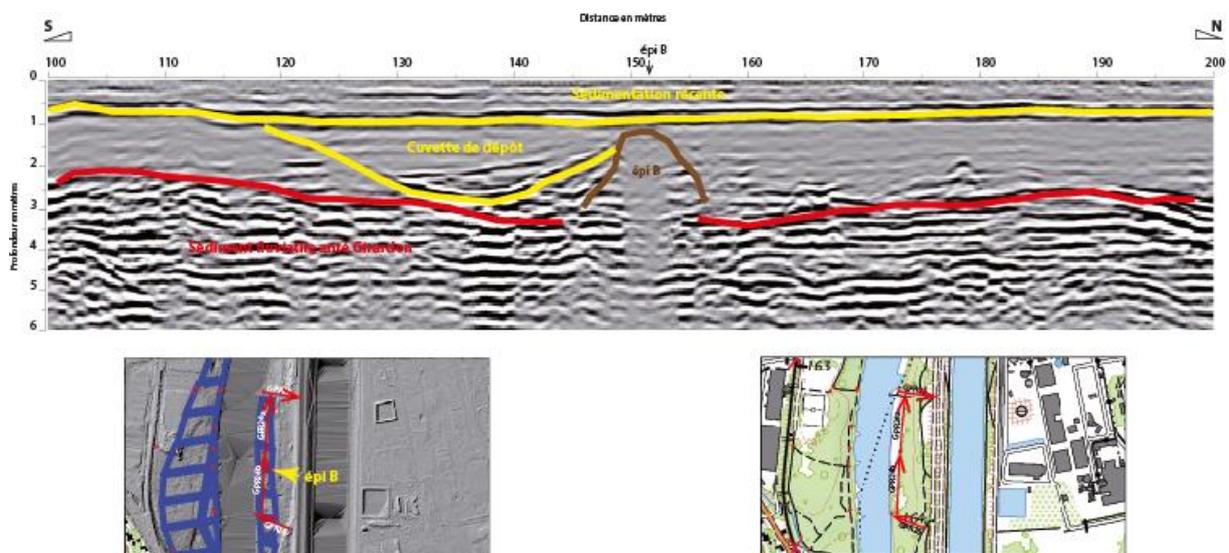


Figure 6 : exemple du radargramme GPR24b et du remplissage en cuvette à l'aval de l'épi.

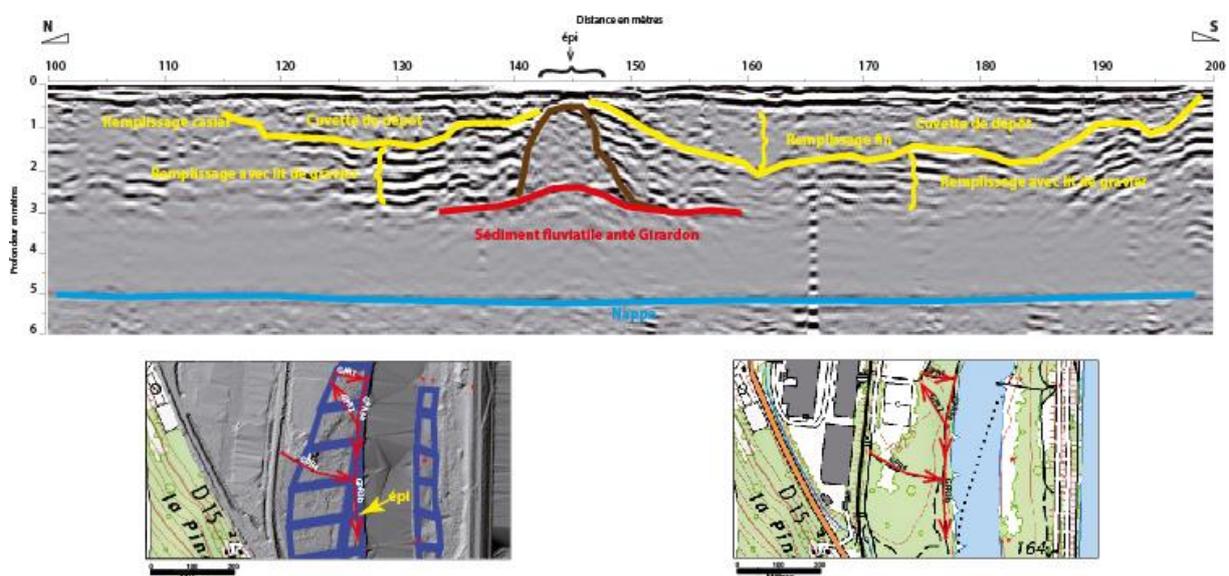


Figure 7 : exemple du radargramme GPR3b et des remplissages en cuvette amont et aval d'un épi.

V.2. Les profils perpendiculaires au fleuve en rive droite

20 radargrammes ont été acquis dans le sens E-W ou W-E, c'est-à-dire perpendiculaire au fleuve en rive droite : GPR1, GPR2, GPR4, GPR5, GPR6, GPR7, GPR8, GPR9, GPR10, GPR11, GPR12, GPR14, GPR15, GPR16, GPR17, GPR19, GPR20, GPR21, GPR22, GPR23. L'objectif est de renseigner les modes de dépôts perpendiculairement à l'écoulement du fleuve. Globalement il est possible d'observer 3 grands types de mode dépôt.

V.2.a. Mode dépôt près des digues et anciennes berges

Ce type est observé sur les radargrammes GPR4, GPR5, GPR7 et GPR8, GPR14. Un exemple est proposé sur la Figure 8.

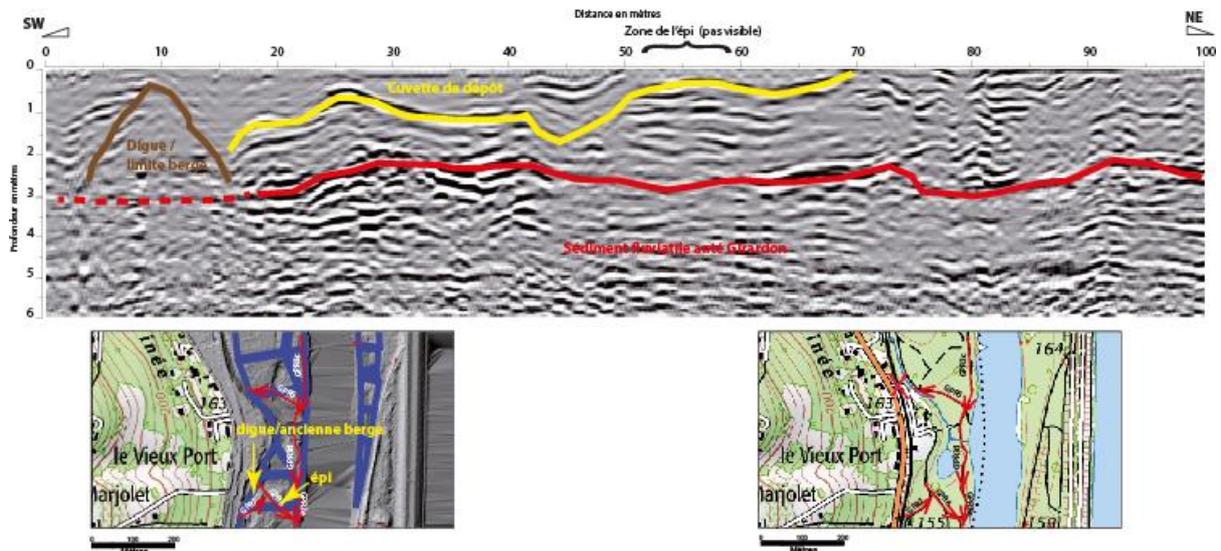


Figure 8 : exemple du mode de dépôt en cuvette près d'une digue ou ancienne berge, du radargramme GPR7.

V.2.b. Mode dépôt sub-horizontale

Ce type de mode de dépôt s'observe sur les GPR9, GPR10, GPR11, GPR12, GPR 14, GPR15a, GPR15b. On peut remarquer que sur le profil GPR10 (Figure 9) on retrouve le réflecteur continu lié à la présence d'un lit de gravier (en jaune) présenté dans le paragraphe précédent, cette surface s'étend donc aussi d'une manière latérale. Afin de mieux caractériser ce mode de dépôt une carotte (C15a) été prélevée sur le GPR15a dont le refus se situe à environ 1 m de profondeur (Figure 10).

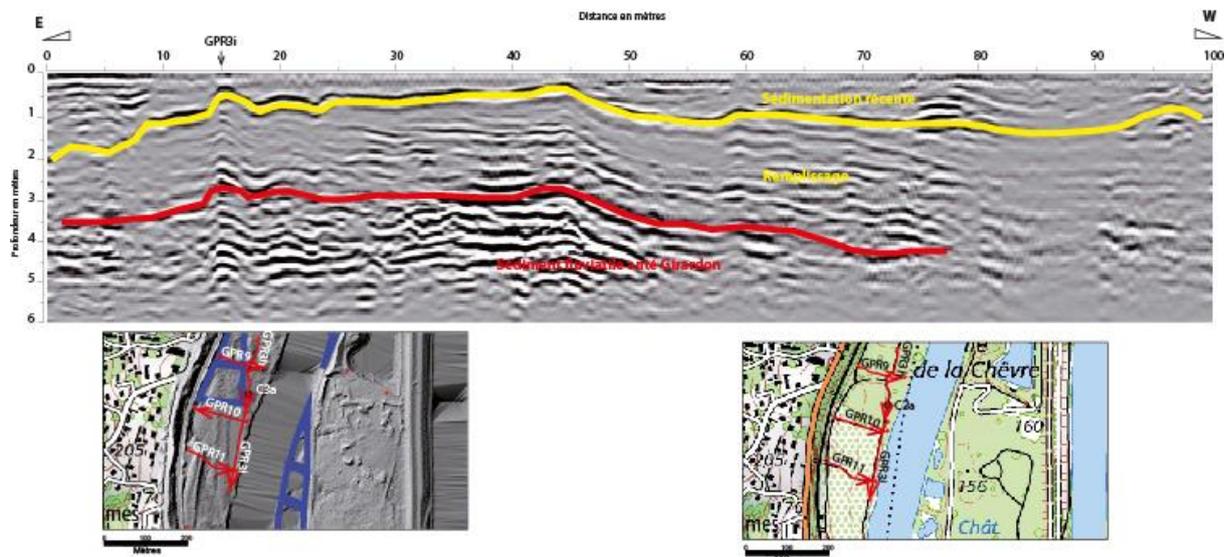


Figure 9 : exemple du mode dépôt subhorizontal du radargramme GPR10.

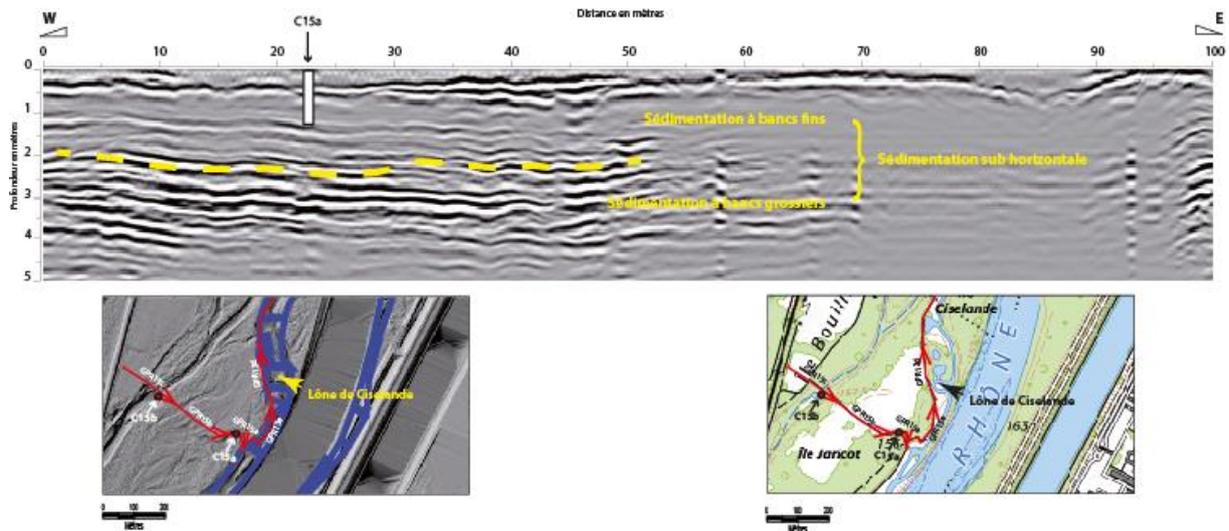


Figure 10 : exemple du mode de dépôt subhorizontal GPR15a du radargramme et positionnement de la carotte C15a

V.2.c. Présence de chenaux

En rive droite ce mode de dépôt n'a été observé que sur le profil GPR 15c, celui qui semble être encore actif par la présence d'un surcreusement a été choisi pour être carotté (Figure 11). Pour des raisons d'accessibilité la position de la carotte C15b se trouve à 10 m au sud du profil.

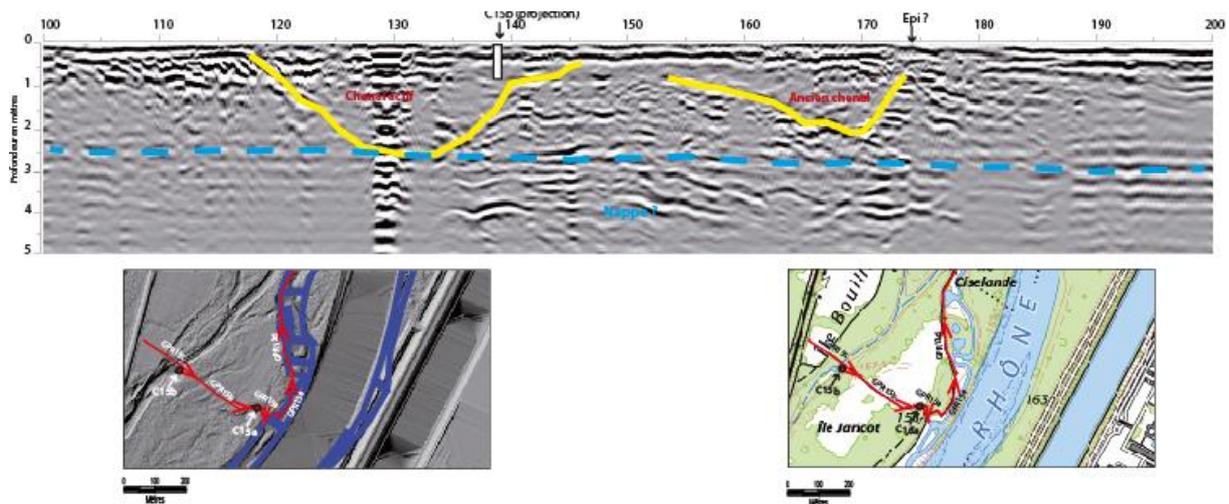


Figure 11 : radargramme C15c et position de la carotte C15b dans le chenal actif.

V.3. Le profil GPR18 sur l'île de la Tour de Millery

Bien que dépourvu d'aménagement, la zone du profil GPR18 était une île avant la mise en place des casiers Girardon sur sa rive droite. Afin d'étudier les modes de sédimentation essentiellement subhorizontaux avec une faible perturbation dû aux casiers et les contaminations éventuelles, deux carottes ont été prélevées le long de ce profil (Figure 12 et Figure 13).

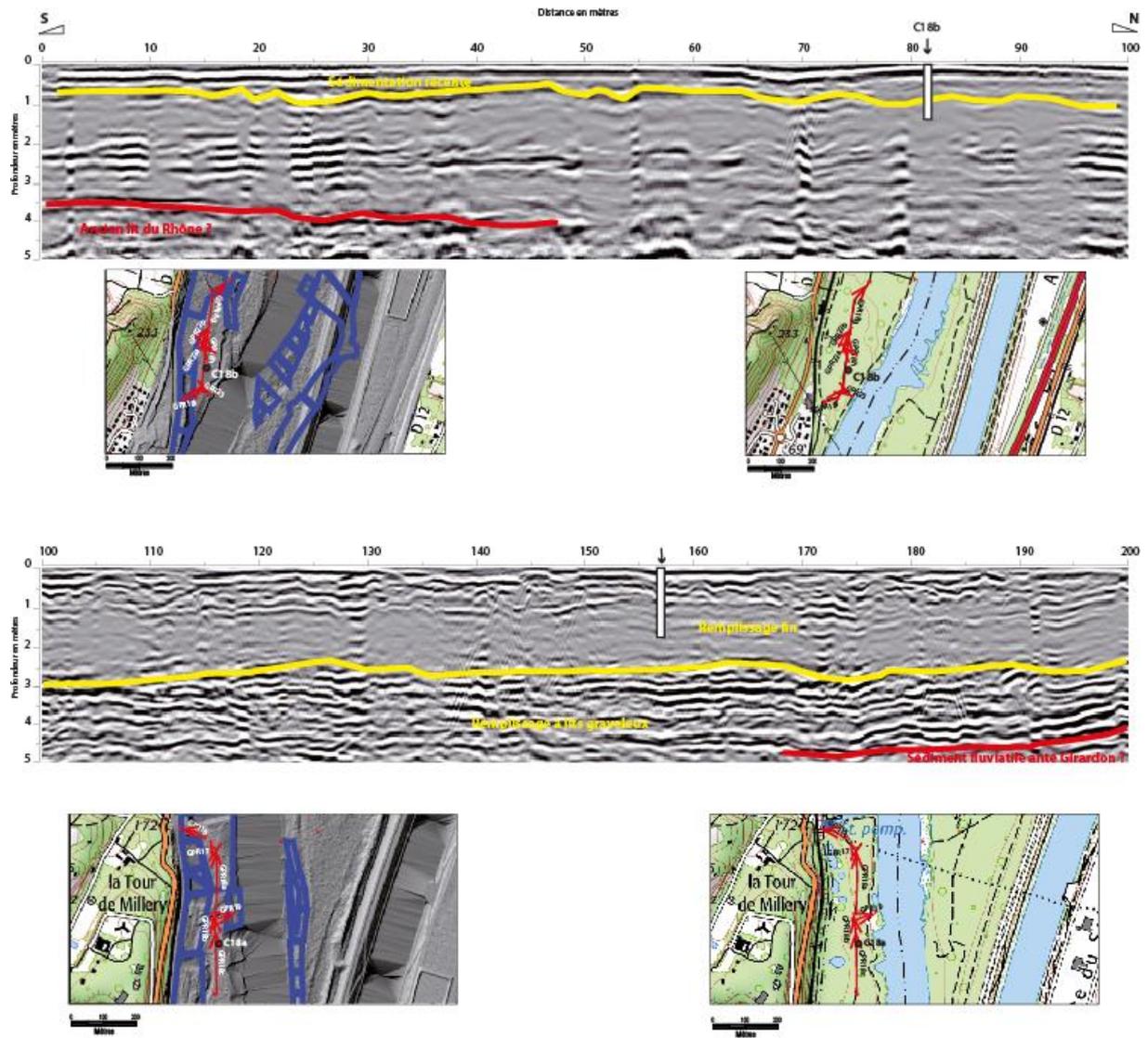


Figure 12 : radargramme GPR18c et position de la carotte C18a

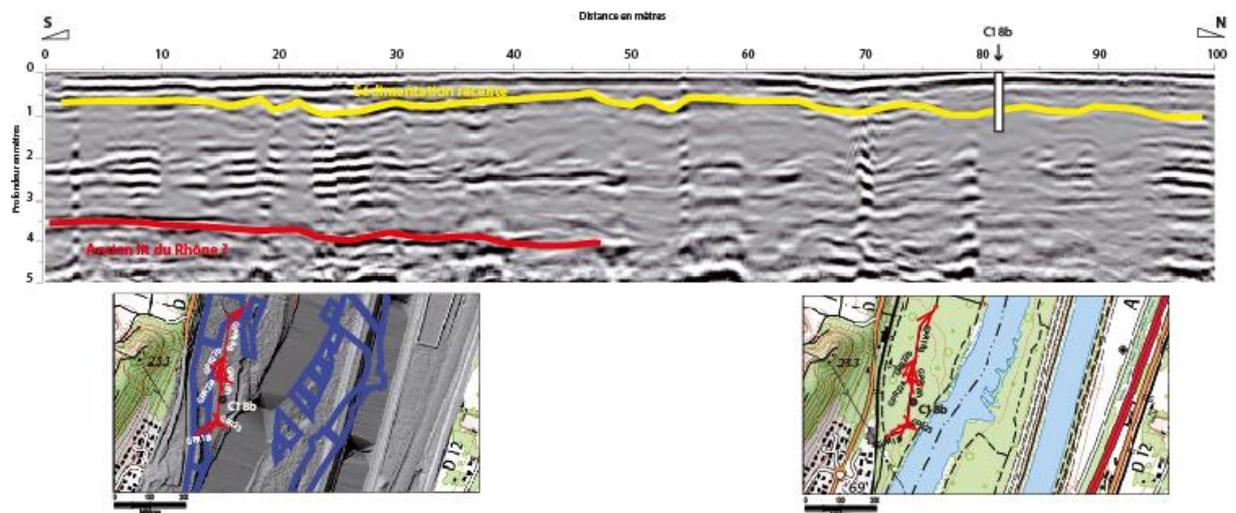


Figure 13 : radargramme GPR18h et position de la carotte 18b

V.4. Les profils en rive gauche

Hors des zones près du Rhône, cette rive gauche est surtout caractérisée par des profils montrant des structures souterraines d'origine anthropique qu'il est parfois difficile de distinguer des structures naturelles : GPR25, GPR26, GPR27, GPR28, GPR29, GPR30, GPR31, GPR32, GPR33, GPR34. Toutefois il est possible d'observer des anciens chenaux et des zones de progradation, par exemple sur le profil GPR34a (Figure 14).

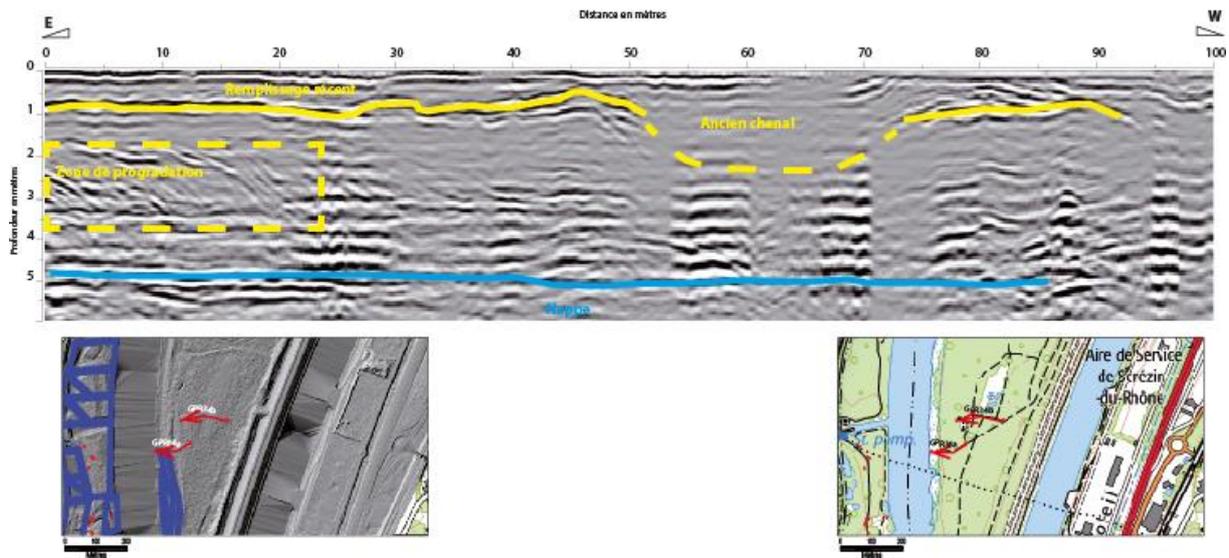


Figure 14 : exemple du radargramme du profil GPR34a.

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 sur ce RCC.

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 sera présentée dans un prochain livrable.

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

Annexes

Position des Profils au Radar Géologique (GPR)

Pour avoir une position globale de l'ensemble des profils le lecteur pourra se reporter aux Figure 1 et Figure 2.

Site	Code terrain	Code RCC3	X Lambert93	Y Lambert93	Longueur (m)
Irigny	PBN 011_arrivée	GPR1_arrivée	842736,35	6511033,95	80
Irigny	PBN 011_départ	GPR1_départ	842660,53	6511046,63	
Irigny	PBN 010_arrivée	GPR2_arrivée	842650,02	6511029,72	130
Irigny	PBN 010_départ	GPR2_départ	842721,18	6510915,85	
Irigny	PBN 012_arrivée	GPR3a_arrivée	842711,94	6510844,54	200
Irigny	PBN 012_départ	GPR3a_départ	842739,33	6511039,57	
Irigny	PBN 013_arrivée	GPR3b_arrivée	842715,91	6510640,24	200
Irigny	PBN 013_départ	GPR3b_départ	842711,94	6510844,54	
Irigny	PBN 014_arrivée	GPR3c_arrivée	842701,79	6510443,3	200
Irigny	PBN 014_départ	GPR3c_départ	842713,57	6510640,19	
Irigny	PBN 015_arrivée	GPR3d_arrivée	842702,31	6510253,37	200
Irigny	PBN 015_départ	GPR3d_départ	842703,32	6510444,45	
Irigny	PBN 016_arrivée	GPR3e_arrivée	842702,94	6510158,96	100
Irigny	PBN 016_départ	GPR3e_départ	842696,81	6510255,46	
Irigny	PBN 017_arrivée	GPR3f_arrivée	842651,34	6509966,7	200
Irigny	PBN 017_départ	GPR3f_départ	842698,27	6510158,85	
Irigny	PBN 018_arrivée	GPR3g_arrivée	842583,47	6509669,65	200
Irigny	PBN 018_départ	GPR3g_départ	842654,45	6509966,78	
Irigny	PBN 019_arrivée	GPR3h_arrivée	842554,12	6509592,32	200
Irigny	PBN 019_départ	GPR3h_départ	842577,89	6509776,16	
Irigny	PBN 020_arrivée	GPR3i_arrivée	842508,18	6509390,2	200
Irigny	PBN 020_départ	GPR3i_départ	842553,34	6509592,31	
Irigny	PBN 021_arrivée	GPR3j_arrivée	842491,85	6509288,74	110
Irigny	PBN 021_départ	GPR3j_départ	842506,6	6509391,28	
Irigny	PBN 009_arrivée	GPR4_arrivée	842711	6510784,54	200
Irigny	PBN 009_départ	GPR4_départ	842529,56	6510852,53	
Irigny	PBN 008_arrivée	GPR5_arrivée	842580,29	6510511,57	150
Irigny	PBN 008_départ	GPR5_départ	842721,59	6510462,65	
Irigny	PBN 007_arrivée	GPR6_arrivée	842698,74	6510172,19	130
Irigny	PBN 007_départ	GPR6_départ	842607,86	6510263,39	
Irigny	PBN 006_arrivée	GPR7_arrivée	842626,32	6510239,38	110
Irigny	PBN 006_départ	GPR7_départ	842558,34	6510182,26	
Irigny	PBN 005_arrivée	GPR8_arrivée	842558,16	6510022,3	140
Irigny	PBN 005_départ	GPR8_départ	842686,37	6510000,84	
Irigny	PBN 004_arrivée	GPR9_arrivée	842598,94	6509707,78	130
Irigny	PBN 004_départ	GPR9_départ	842479,16	6509734,99	
Irigny	PBN 003_arrivée	GPR10_arrivée	842416,79	6509603,58	140

Irigny	PBN 003_départ	GPR10_départ	842553,88	6509568,99	
Irigny	PBN 002_arrivée	GPR11_arrivée	842524,2	6509438,34	150
Irigny	PBN 002_départ	GPR11_départ	842400,53	6509498,79	
Irigny	PBN 001_arrivée	GPR12_arrivée	842399,79	6509295,49	110
Irigny	PBN 001_départ	GPR12_départ	842477,95	6509216,21	
Ile Jaricot	PBN 008_arrivée	GPR13a_arrivée	842314,81	6508189,38	200
Ile Jaricot	PBN 008_départ	GPR13a_départ	842265,66	6507990,51	
Ile Jaricot	PBN 007_arrivée	GPR13b_arrivée	842238,03	6508006,54	200
Ile Jaricot	PBN 007_départ	GPR13b_départ	842120,09	6507851,63	
Ile Jaricot	PBN 006_arrivée	GPR13c_arrivée	842120,09	6507851,63	200
Ile Jaricot	PBN 006_départ	GPR13c_départ	842080,29	6507686,31	
Ile Jaricot	PBN 005_arrivée	GPR13d_arrivée	842083,4	6507686,38	200
Ile Jaricot	PBN 005_départ	GPR13d_départ	842118,7	6507507,24	
Ile Jaricot	PBN 004_arrivée	GPR13e_arrivée	842118,73	6507506,13	200
Ile Jaricot	PBN 004_départ	GPR13e_départ	842028,89	6507348,54	
Ile Jaricot	PBN 009_arrivée	GPR14_arrivée	842337,14	6507998,83	120
Ile Jaricot	PBN 009_départ	GPR14_départ	842218,33	6507982,75	
Ile Jaricot	PBN 003_arrivée	GPR15a_arrivée	842028,76	6507354,09	100
Ile Jaricot	PBN 003_départ	GPR15a_départ	841970,09	6507398,28	
Ile Jaricot	PBN 002_arrivée	GPR15b_arrivée	841984,05	6507400,83	200
Ile Jaricot	PBN 002_départ	GPR15b_départ	841808,11	6507496,74	
Ile Jaricot	PBN 001_arrivée	GPR15c_arrivée	841804,17	6507498,87	200
Ile Jaricot	PBN 001_départ	GPR15c_départ	841642,57	6507615,11	
Tour de Millery	PBN 014_arrivée	GPR16_arrivée	840562,55	6505004,36	90
Tour de Millery	PBN 014_départ	GPR16_départ	840642,66	6504977,31	
Tour de Millery	PBN 013_arrivée	GPR17_arrivée	840656,75	6504906,55	40
Tour de Millery	PBN 013_départ	GPR17_départ	840666,03	6504943,41	
Tour de Millery	PBN 012_arrivée	GPR18a_arrivée	840673,15	6504939,13	200
Tour de Millery	PBN 012_départ	GPR18a_départ	840671,43	6504741,37	
Tour de Millery	PBN 010_arrivée	GPR18b_arrivée	840663,7	6504738,97	50
Tour de Millery	PBN 010_départ	GPR18b_départ	840667,83	6504694,63	
Tour de Millery	PBN 009_arrivée	GPR18c_arrivée	840669,44	6504692,45	200
Tour de Millery	PBN 009_départ	GPR18c_départ	840673,28	6504490,37	
Tour de Millery	PBN 008_arrivée	GPR18d_arrivée	840669,33	6504492,5	200
Tour de Millery	PBN 008_départ	GPR18d_départ	840632,59	6504292,83	
Tour de Millery	PBN 007_arrivée	GPR18e_arrivée	840629,45	6504293,86	200
Tour de Millery	PBN 007_départ	GPR18e_départ	840586,47	6504094,05	
Tour de Millery	PBN 005_arrivée	GPR18f_arrivée	840587,05	6504102,95	60
Tour de Millery	PBN 005_départ	GPR18f_départ	840573,64	6504041,55	
Tour de Millery	PBN 004_arrivée	GPR18g_arrivée	840580,55	6504046,15	200
Tour de Millery	PBN 004_départ	GPR18g_départ	840509,17	6503861,23	
Tour de Millery	PBN 003_arrivée	GPR18h_arrivée	840507,58	6503862,31	200
Tour de Millery	PBN 003_départ	GPR18h_départ	840485,71	6503659,64	
Tour de Millery	PBN 001_arrivée	GPR18i_arrivée	840485,4	6503672,96	80
Tour de Millery	PBN 001_départ	GPR18i_départ	840418,69	6503624,79	

Tour de Millery	PBN 011_arrivée	GPR19_arrivée	840730,58	6504744,95	80
Tour de Millery	PBN 011_départ	GPR19_départ	840658,6	6504723,3	
Tour de Millery	PBN 018_arrivée	GPR20_arrivée	840553,55	6504306,57	100
Tour de Millery	PBN 018_départ	GPR20_départ	840638,97	6504320,74	
Tour de Millery	PBN 006_arrivée	GPR21a_arrivée	840737,04	6504054,17	160
Tour de Millery	PBN 006_départ	GPR21a_départ	840583,95	6504101,77	
Tour de Millery	PBN 017_arrivée	GPR21b_arrivée	840530,52	6504120,54	60
Tour de Millery	PBN 017_départ	GPR21b_départ	840584,68	6504104	
Tour de Millery	PBN 015_arrivée	GPR22a_arrivée	840482,68	6503826,19	40
Tour de Millery	PBN 015_départ	GPR22a_départ	840503,62	6503796,68	
Tour de Millery	PBN 016_arrivée	GPR22b_arrivée	840514,09	6503884,67	90
Tour de Millery	PBN 016_départ	GPR22b_départ	840472,63	6503822,63	
Tour de Millery	PBN 002_arrivée	GPR23_arrivée	840518,06	6503642,61	40
Tour de Millery	PBN 002_départ	GPR23_départ	840483,29	6503662,92	
Ile de la Chèvre	PBN 004_arrivée	GPR24a_arrivée	842898,36	6511031,05	200
Ile de la Chèvre	PBN 004_départ	GPR24a_départ	842877,3	6510831,72	
Ile de la Chèvre	PBN 003_arrivée	GPR24b_arrivée	842880,36	6510834,02	200
Ile de la Chèvre	PBN 003_départ	GPR24b_départ	842868,69	6510632,69	
Ile de la Chèvre	PBN 005_arrivée	GPR25_arrivée	842996,85	6511014,46	130
Ile de la Chèvre	PBN 005_départ	GPR25_départ	842874,94	6511033,84	
Ile de la Chèvre	PBN 002_arrivée	GPR26_arrivée	842851,62	6510630,07	120
Ile de la Chèvre	PBN 002_départ	GPR26_départ	842959,35	6510584,81	
Ile de la Chèvre	PBN 001_arrivée	GPR27_arrivée	842864,9	6510159,39	70
Ile de la Chèvre	PBN 001_départ	GPR27_départ	842926,54	6510154,16	
Ile de la Chèvre	PBN 006_arrivée	GPR28_arrivée	842807,09	6509698,17	130
Ile de la Chèvre	PBN 006_départ	GPR28_départ	842908,89	6509640,55	
Ile de la Chèvre	PBN 010_arrivée	GPR29a_arrivée	842649,19	6508884,72	100
Ile de la Chèvre	PBN 010_départ	GPR29a_départ	842748,57	6508864,81	
Ile de la Chèvre	PBN 009_arrivée	GPR29b_arrivée	842747,79	6508864,79	200
Ile de la Chèvre	PBN 009_départ	GPR29b_départ	842939,67	6508819,27	
Ile de la Chèvre	PBN 008_arrivée	GPR30a_arrivée	842502,82	6508042,66	90
Ile de la Chèvre	PBN 008_départ	GPR30a_départ	842585,86	6508022,37	
Ile de la Chèvre	PBN 007_arrivée	GPR30b_arrivée	842585,83	6508023,48	150
Ile de la Chèvre	PBN 007_départ	GPR30b_départ	842671,22	6507902,16	
Ile de la Table ronde	PBN 001_arrivée	GPR31_arrivée	841792,69	6506341,14	200
Ile de la Table ronde	PBN 001_départ	GPR31_départ	841688,42	6506504,25	
Ile de la Table ronde	PBN 005_arrivée	GPR32a_arrivée	841332,98	6506449,86	200
Ile de la Table ronde	PBN 005_départ	GPR32a_départ	841393,67	6506266,97	
Ile de la Table ronde	PBN 004_arrivée	GPR32b_arrivée	841393,67	6506266,97	200
Ile de la Table ronde	PBN 004_départ	GPR32b_départ	841473,61	6506104,74	
Ile de la Table ronde	PBN 003_arrivée	GPR32c_arrivée	841401,12	6506075,19	70
Ile de la Table ronde	PBN 003_départ	GPR32c_départ	841427	6506013,91	
Ile de la Table ronde	PBN 002_arrivée	GPR32d_arrivée	841427,2	6506005,03	200
Ile de la Table ronde	PBN 002_départ	GPR32d_départ	841574,15	6505917,33	
Ile de la Table ronde	PBN 006_arrivée	GPR33a_arrivée	841218,07	6505644,77	200

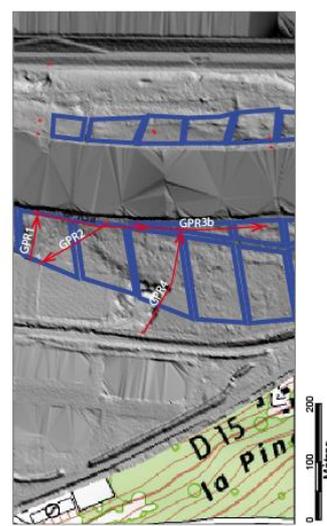
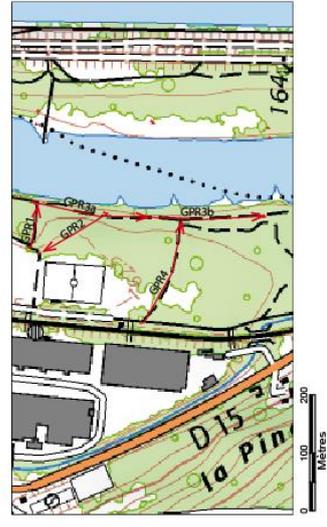
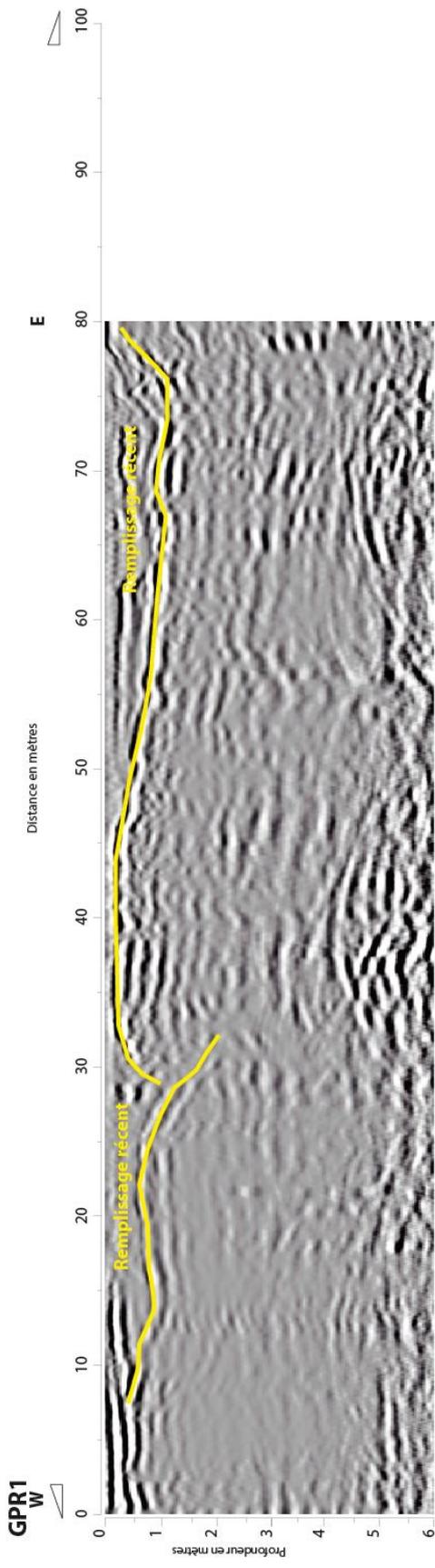
Ile de la Table ronde	PBN 006_départ	GPR33a_départ	841116,04	6505812,38	
Ile de la Table ronde	PBN 007_arrivée	GPR33b_arrivée	841390,32	6505575,41	200
Ile de la Table ronde	PBN 007_départ	GPR33b_départ	841221,19	6505644,84	
Ile de la Table ronde	PBN 009_arrivée	GPR34a_arrivée	840873,71	6504961,5	120
Ile de la Table ronde	PBN 009_départ	GPR34a_départ	840987,6	6504990,77	
Ile de la Table ronde	PBN 008_arrivée	GPR34b_arrivée	840957,1	6505063,38	160
Ile de la Table ronde	PBN 008_départ	GPR34b_départ	841109,82	6505064,66	

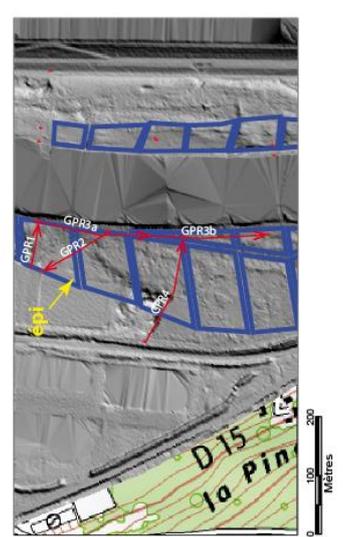
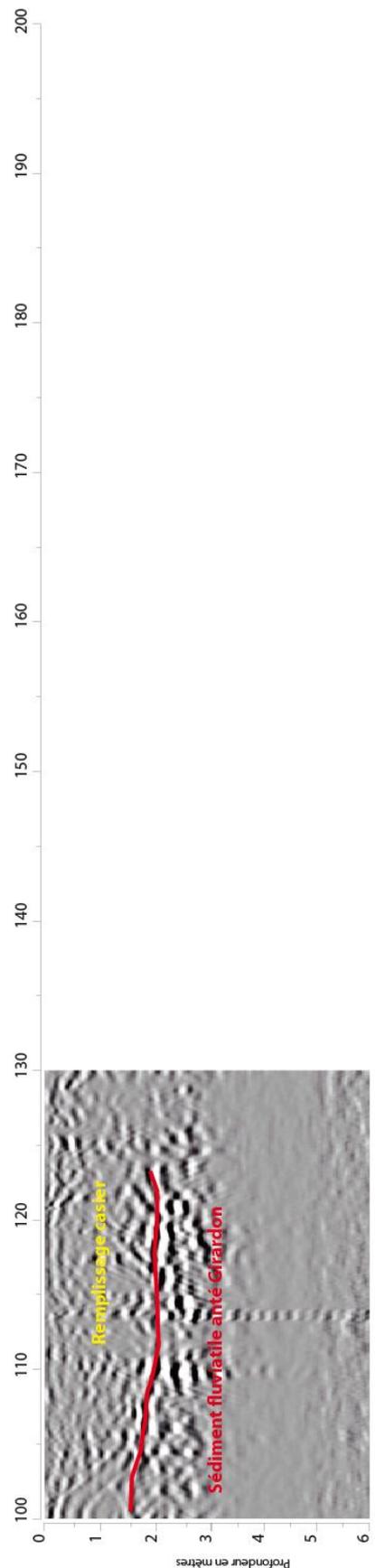
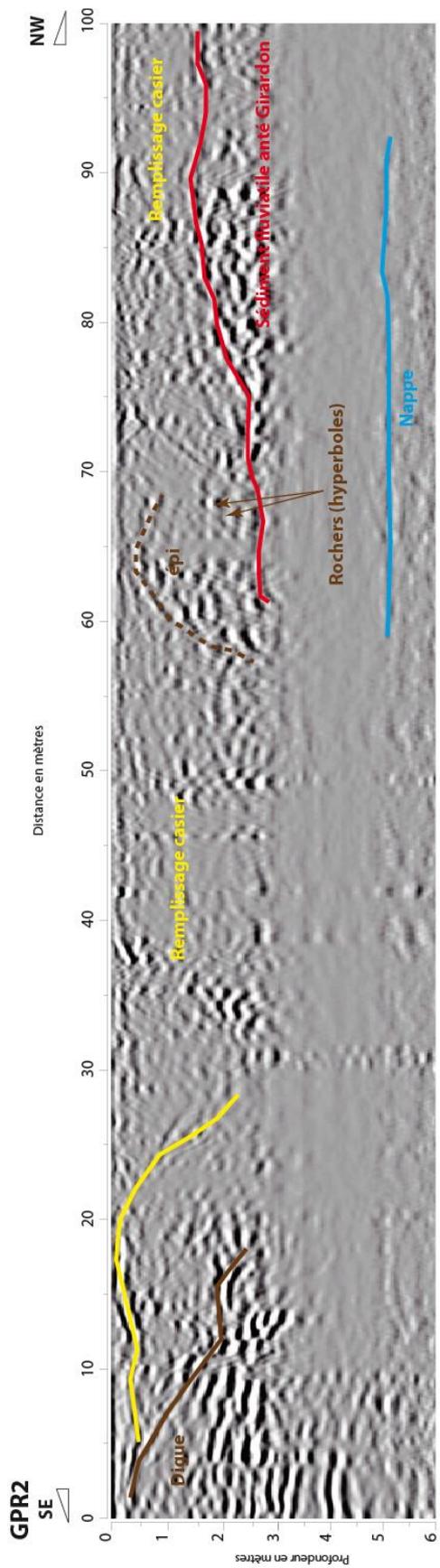
Légende des figures

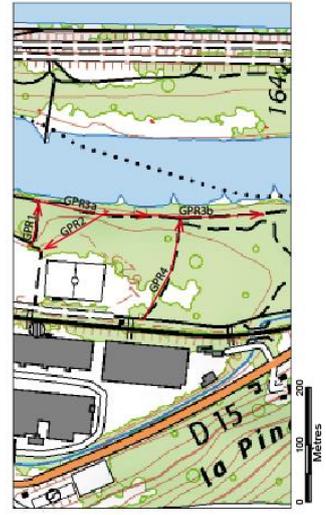
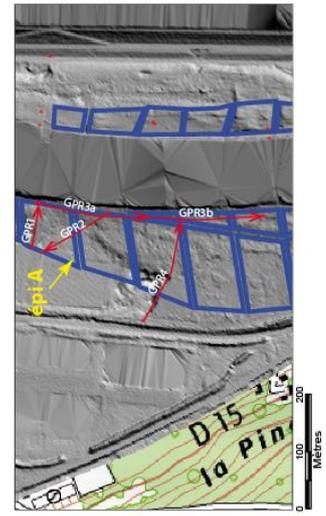
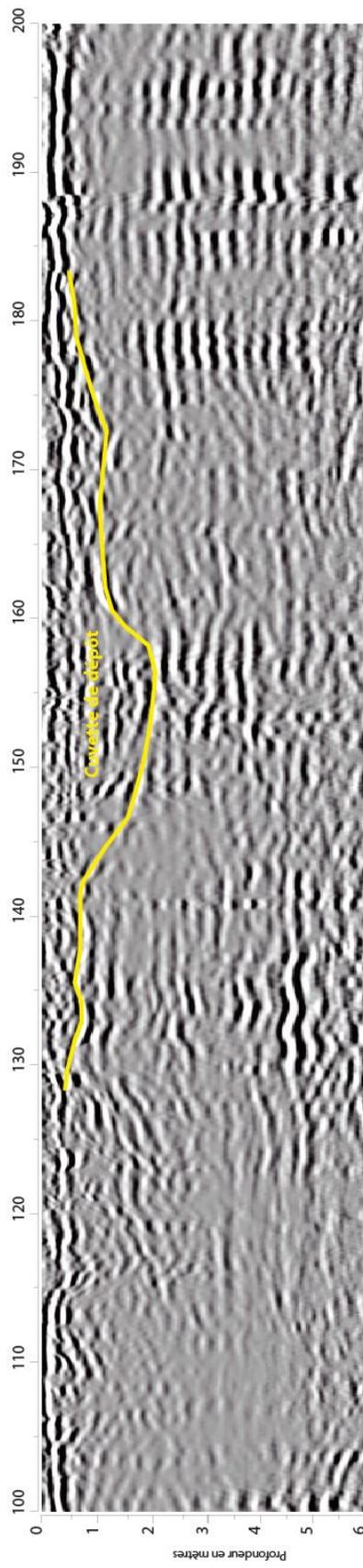
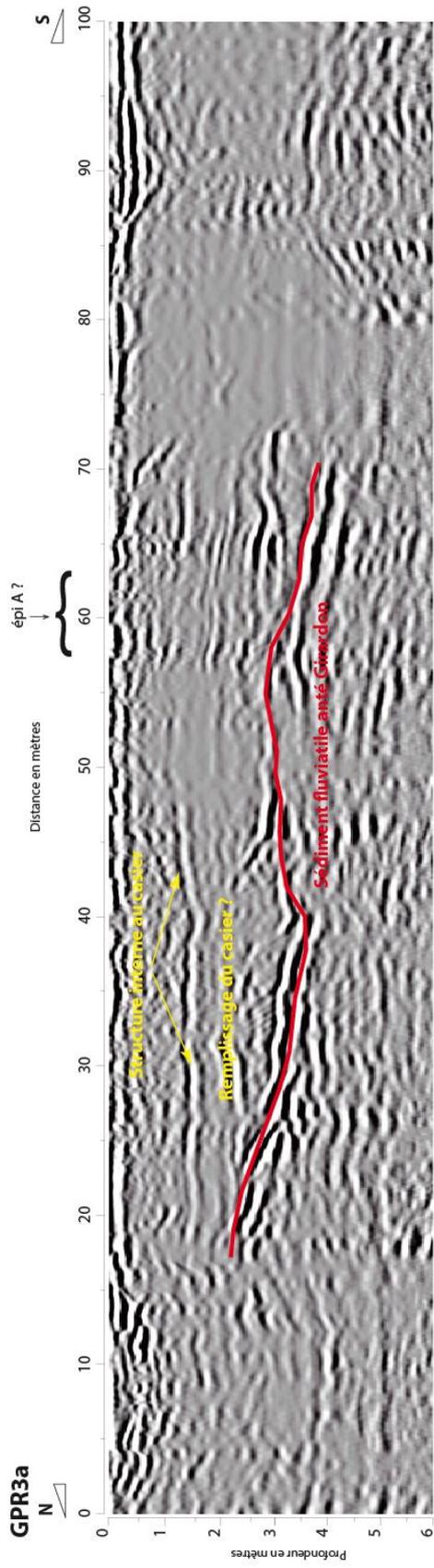
-  Ligne d'interface observée à l'intérieur du remplissage : remplissage récent, chenal, ...
-  Ligne d'interface entre les sédiments et les aménagements : épis, digues, ...
-  Ligne représentant la surface piézométrique
-  Interface alluvions du Rhône avant casier et remplissage
-  Carotte prélevée (la longueur est à l'échelle)

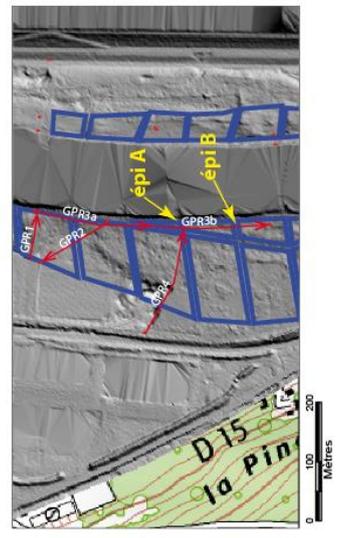
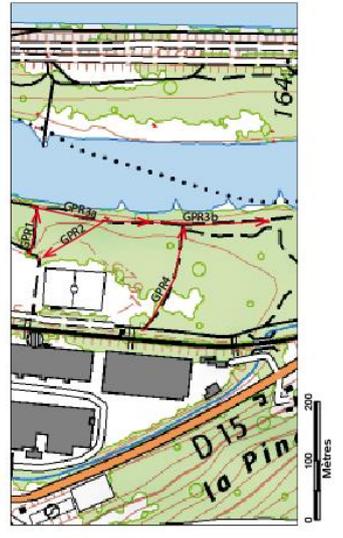
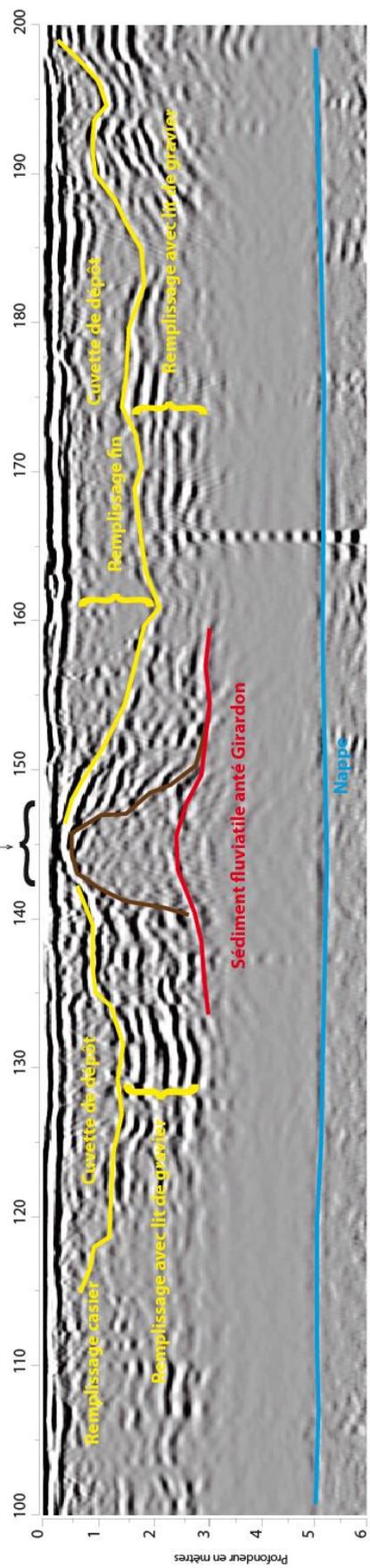
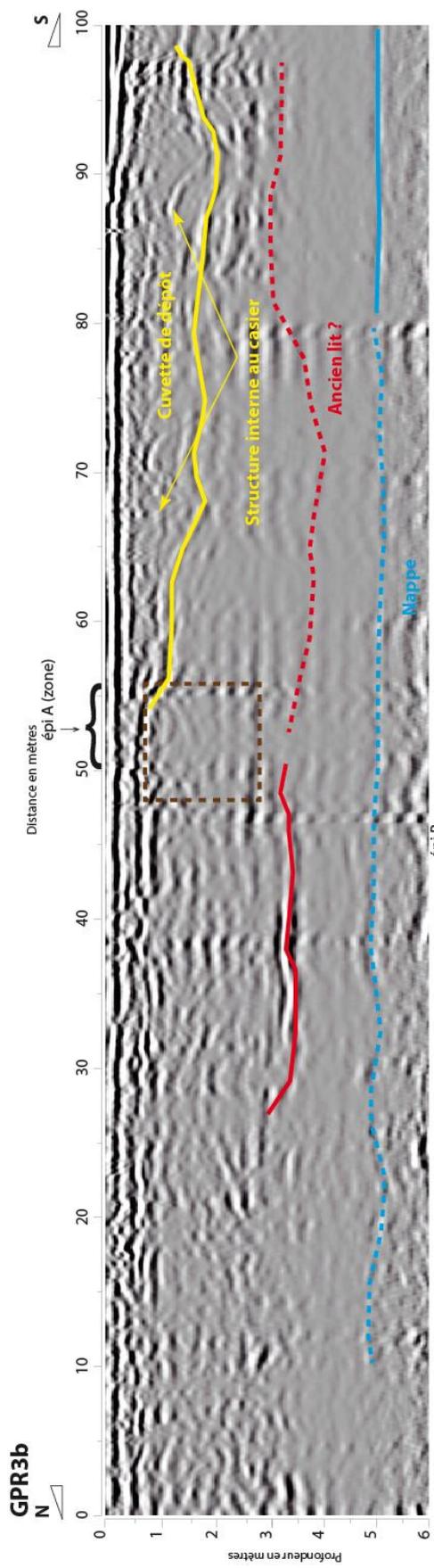
Les principales interfaces ont été dessinées en trait pleins, les traits pointillés représentent les interfaces supposées mais en continuités avec celles déjà repérées. Les légendes expriment soit un lithofaciès particulier (alluvions, sédiments fins...), soit une forme caractéristique (chenal), soit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

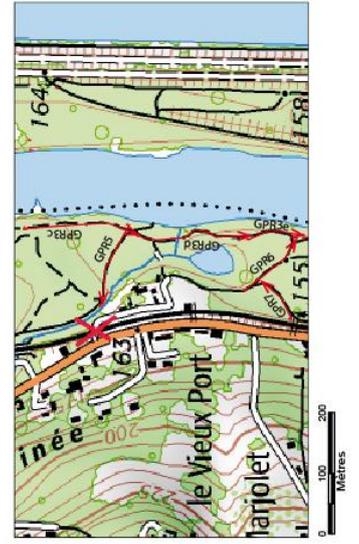
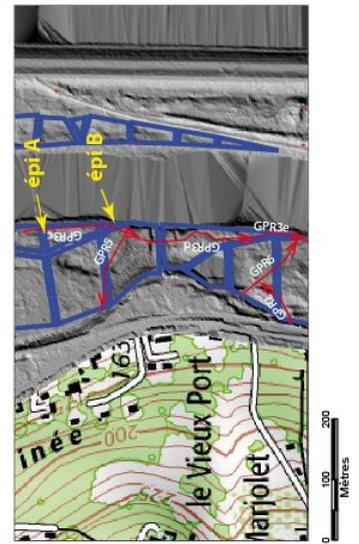
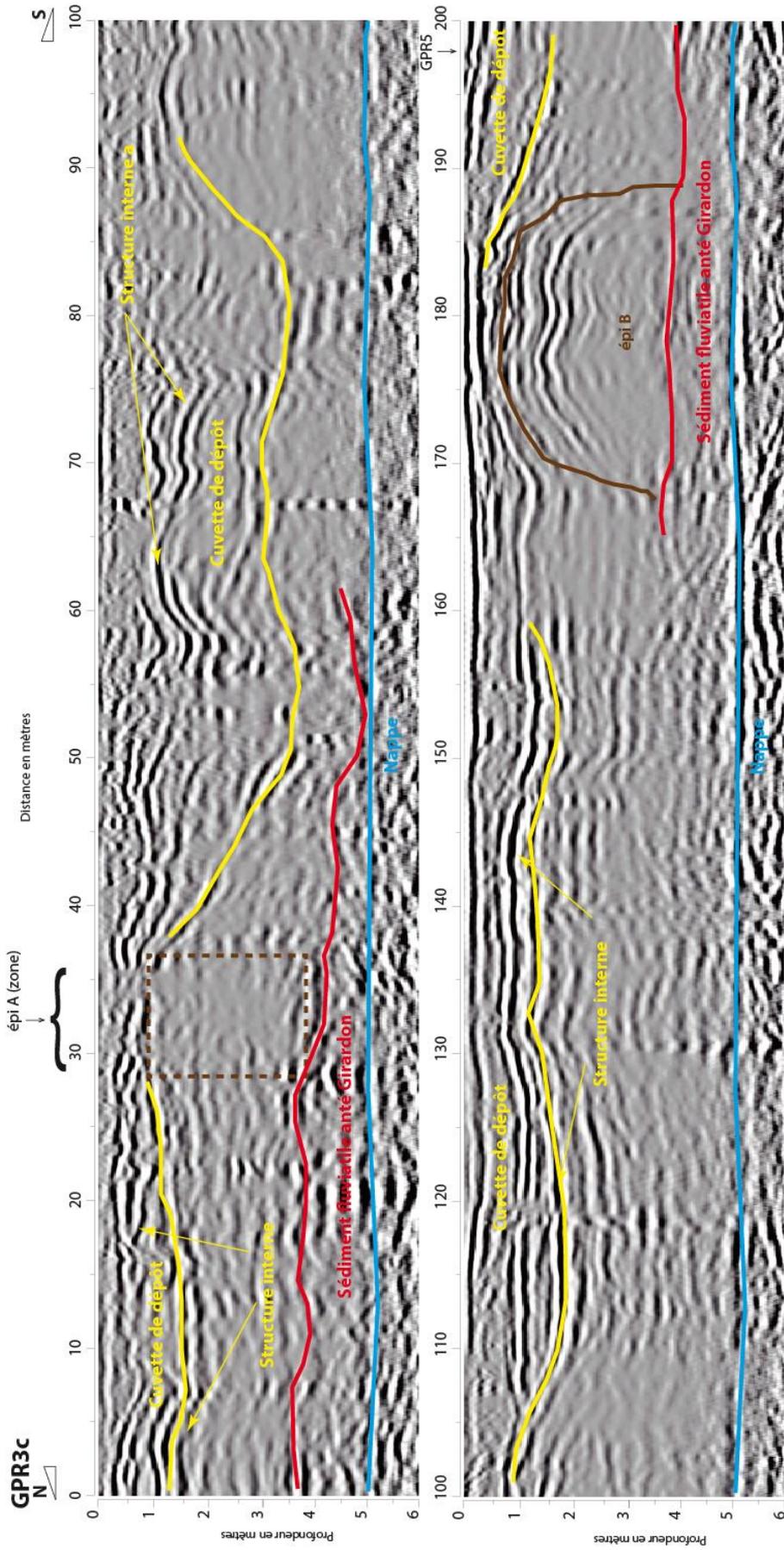
Secteur Irigny

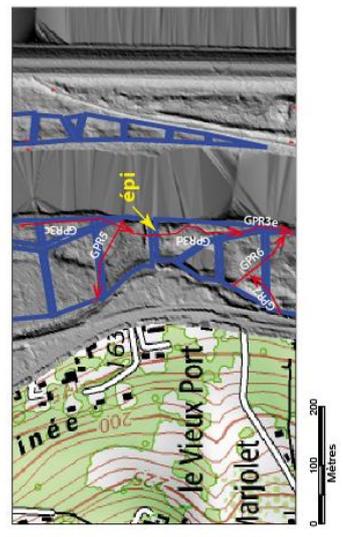
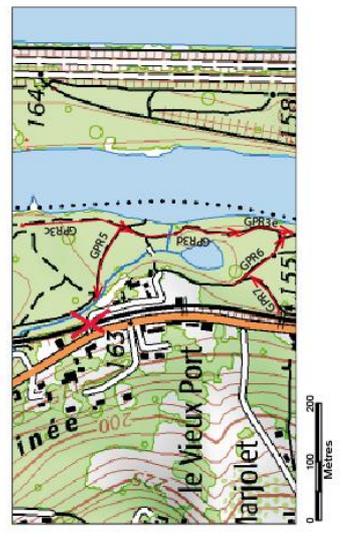
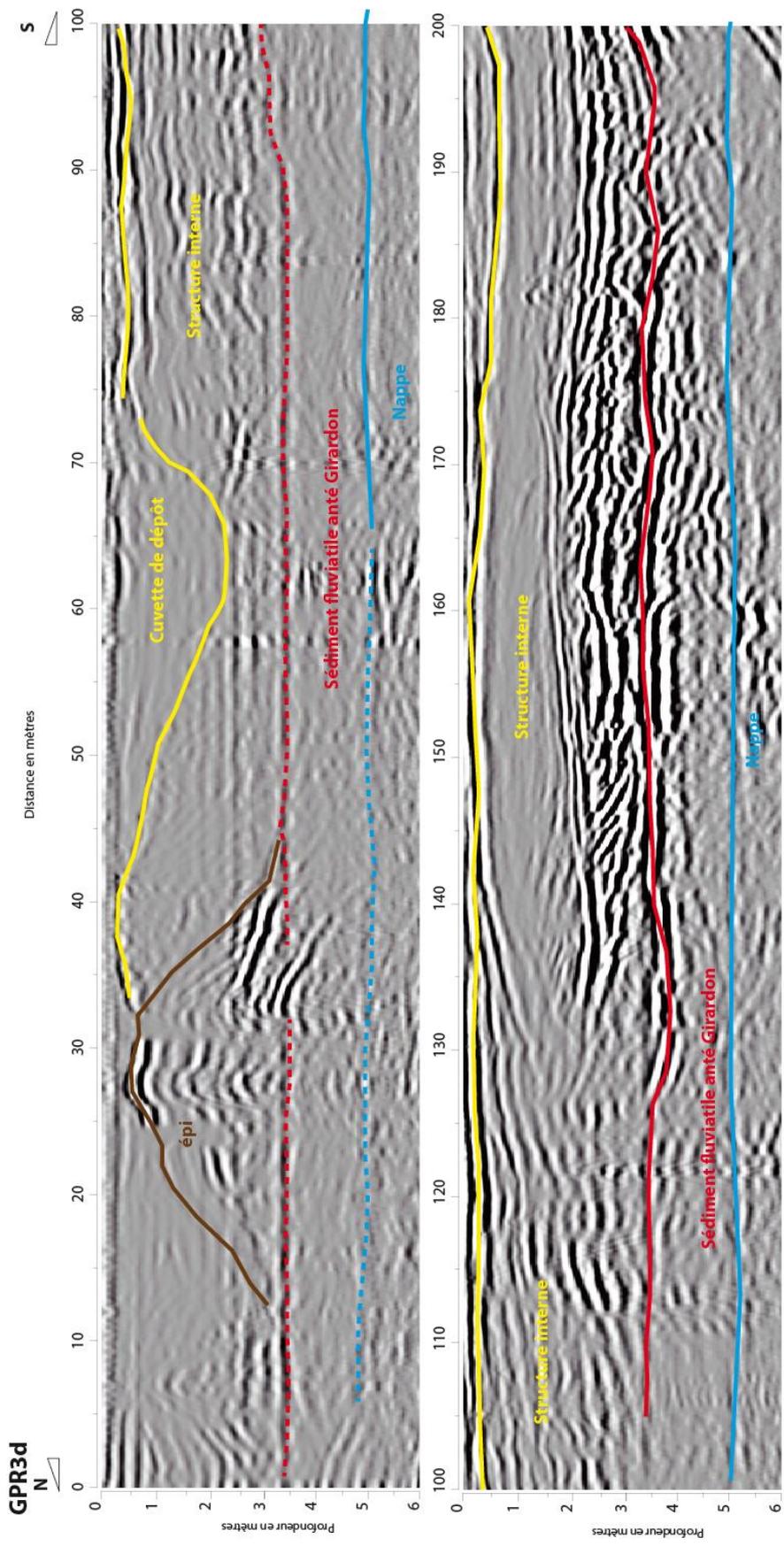


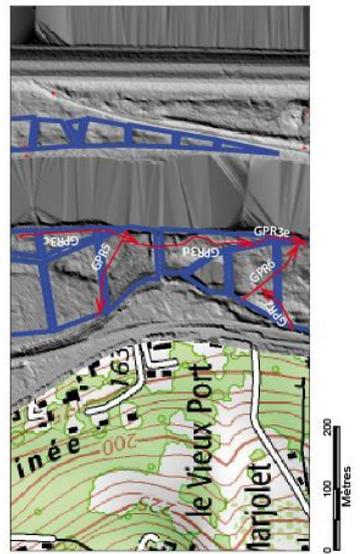
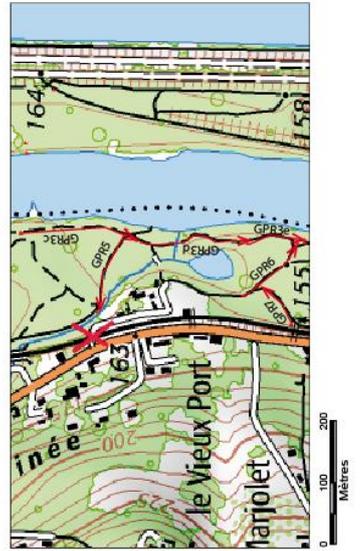
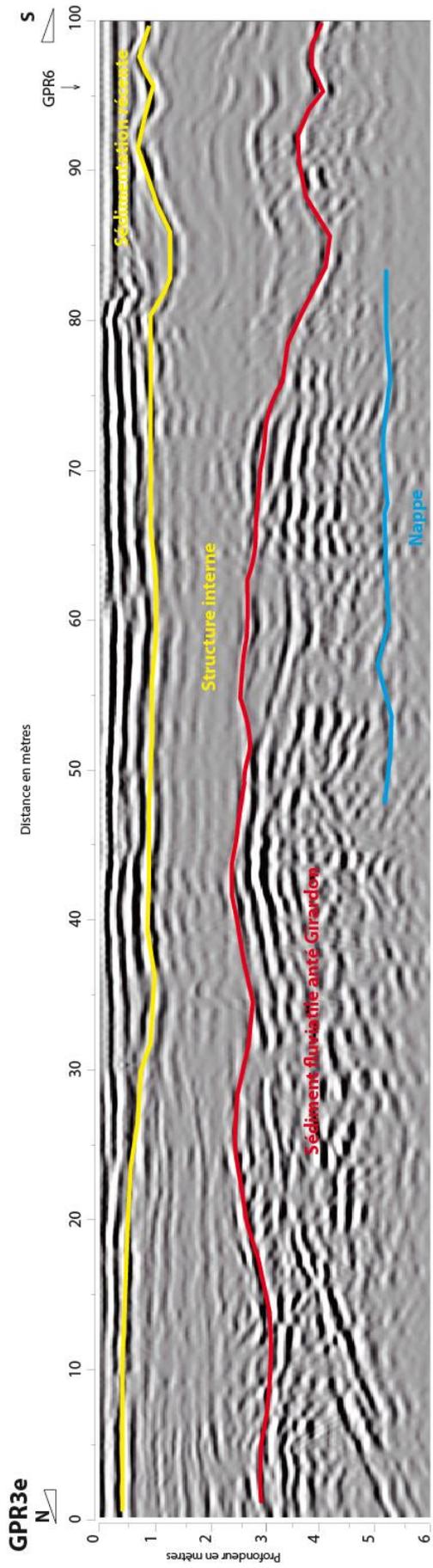


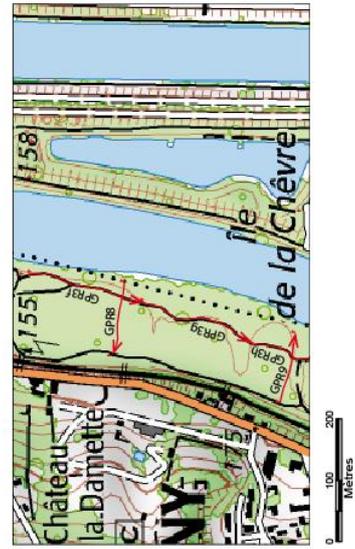
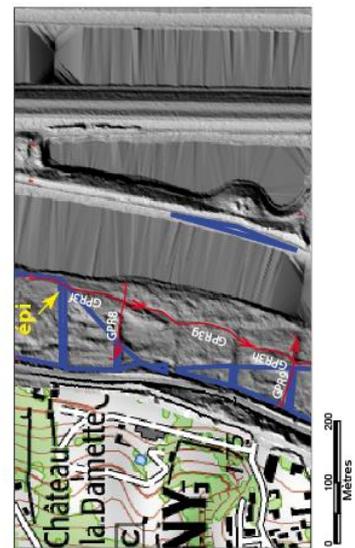
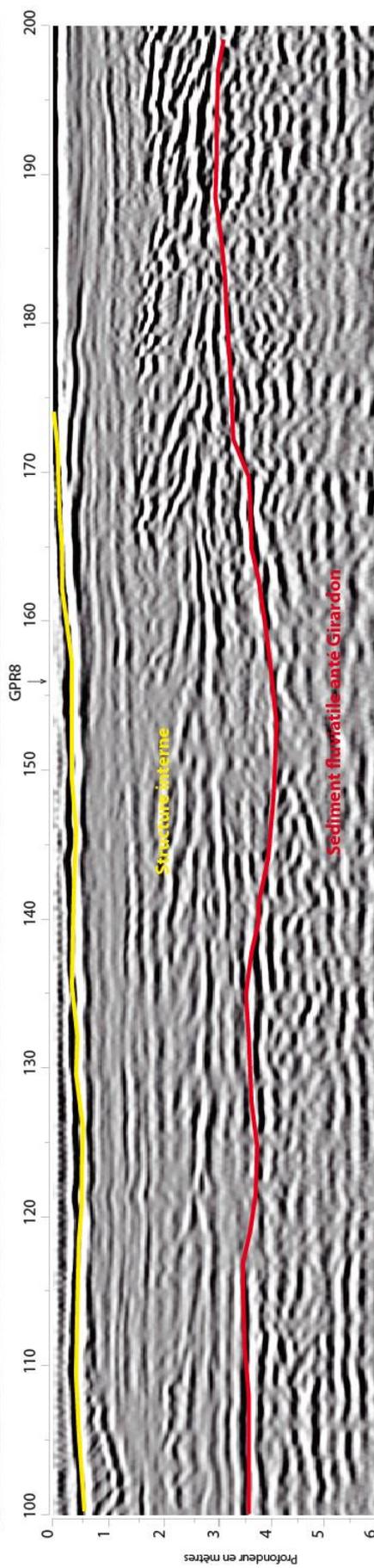
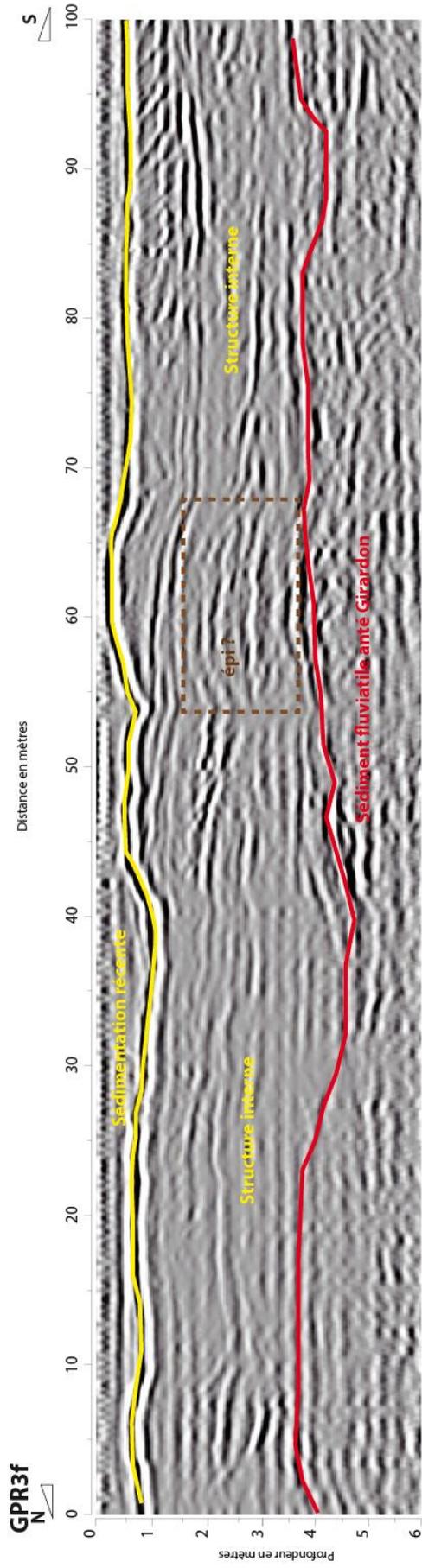


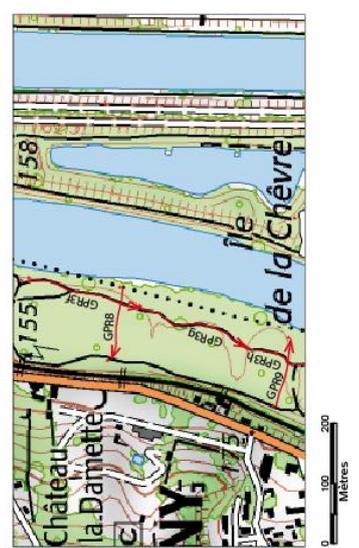
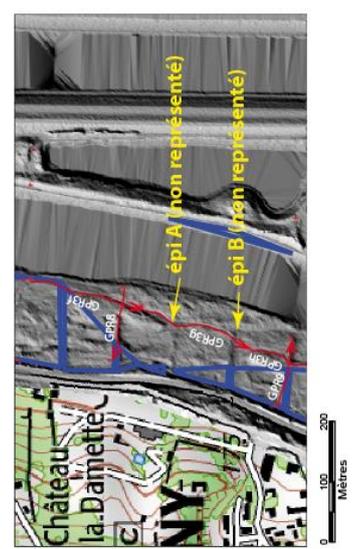
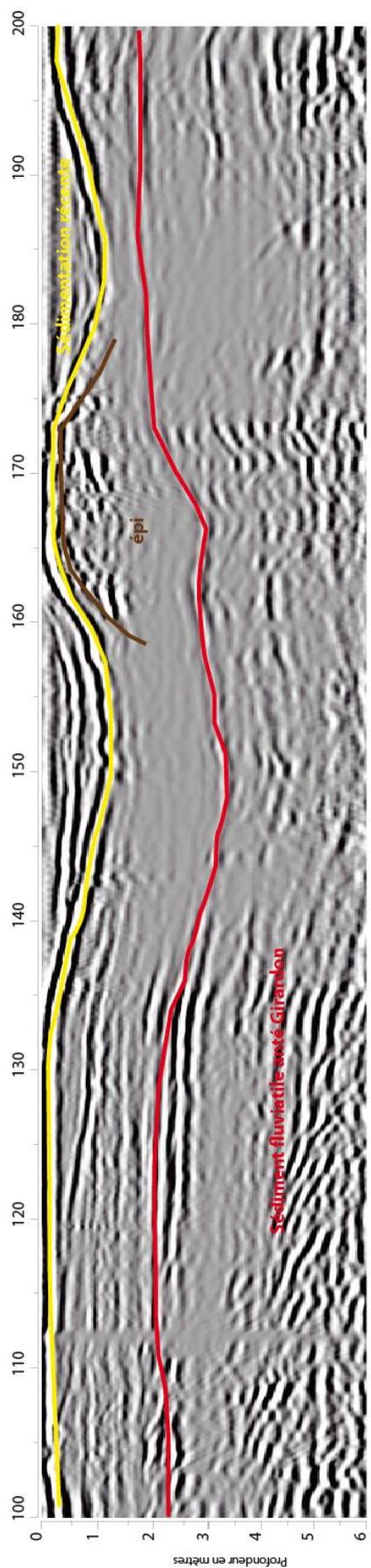
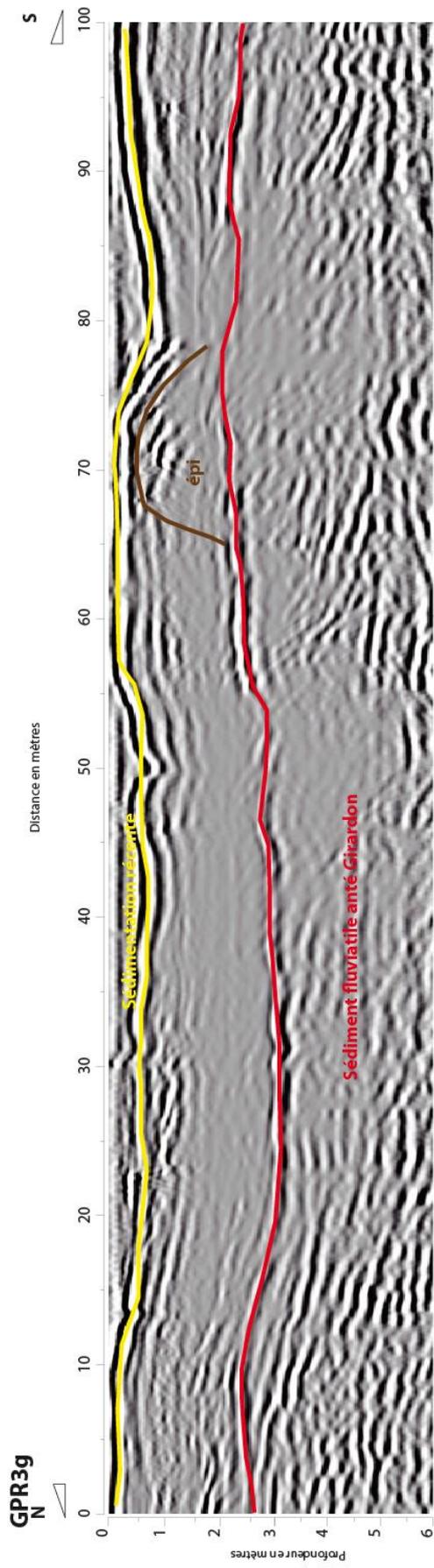


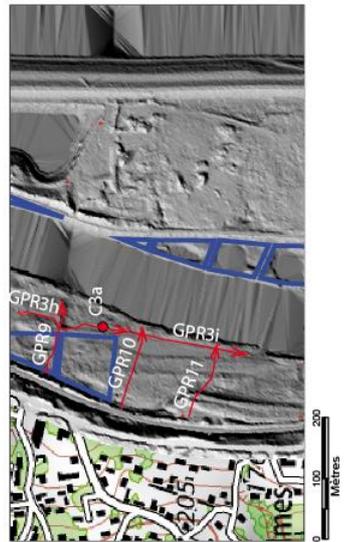
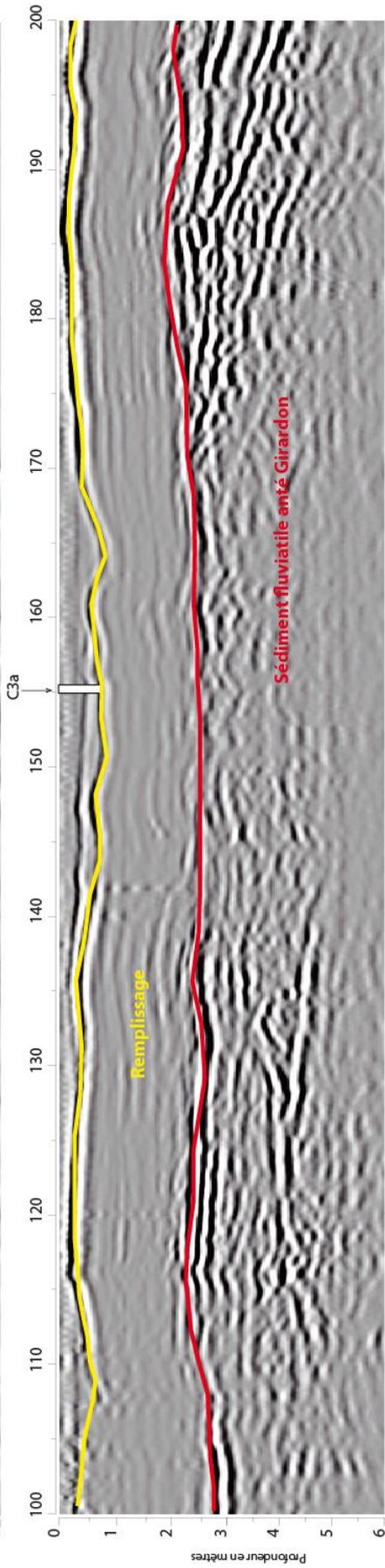
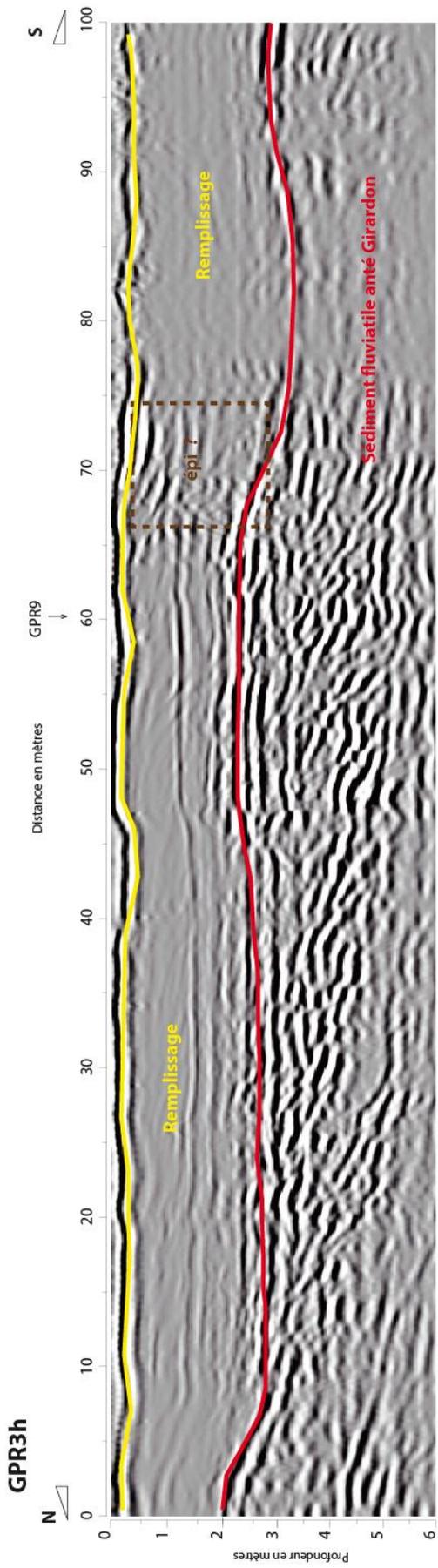


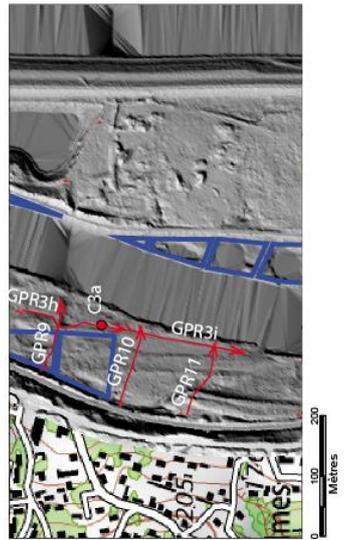
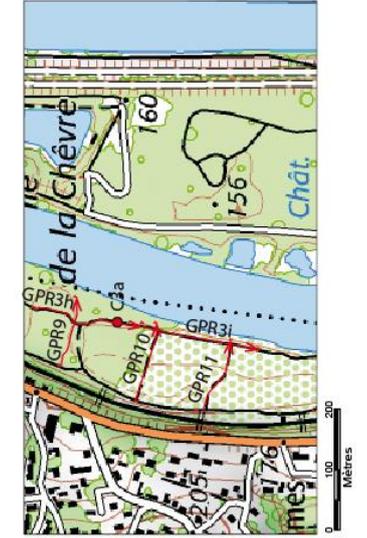
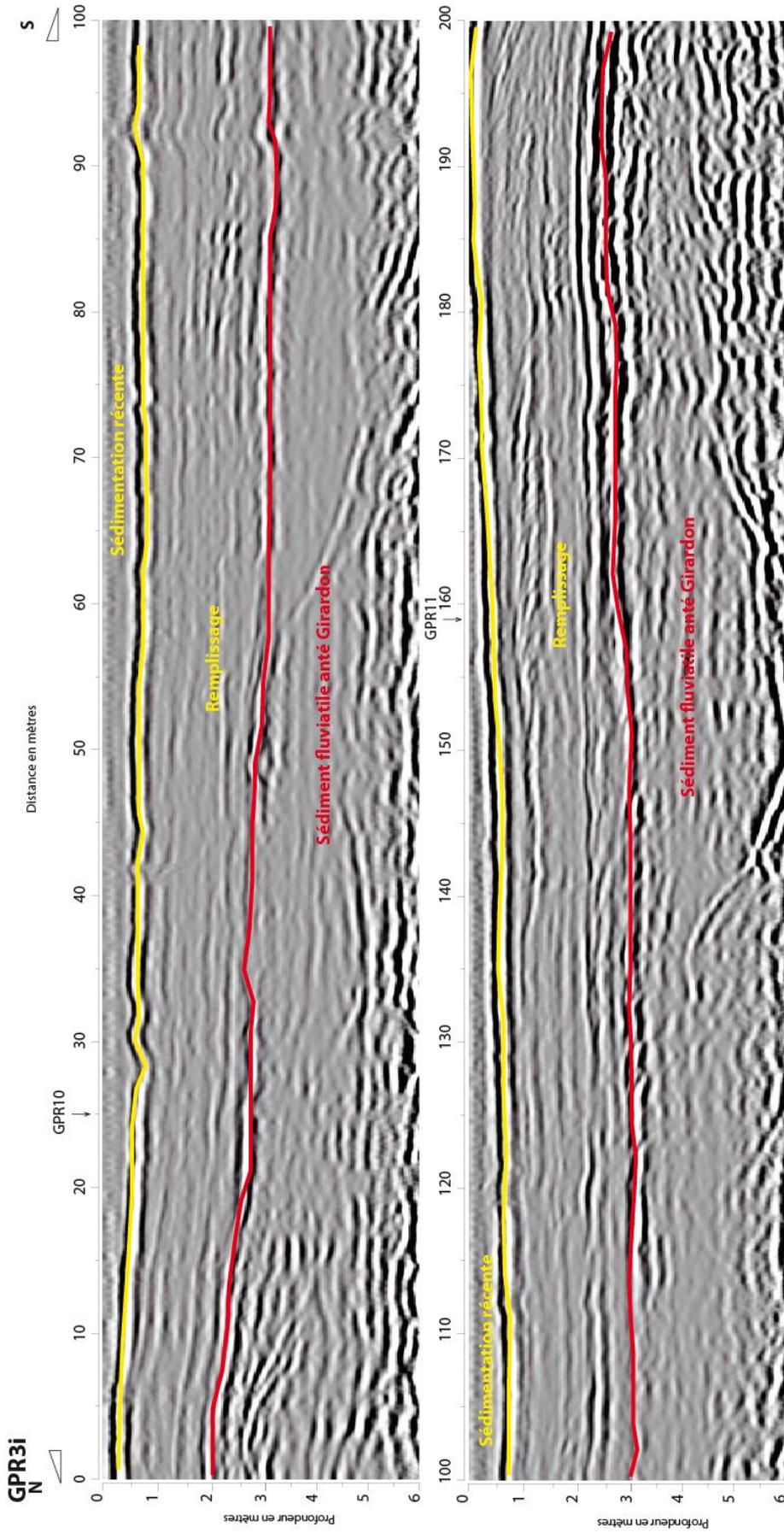


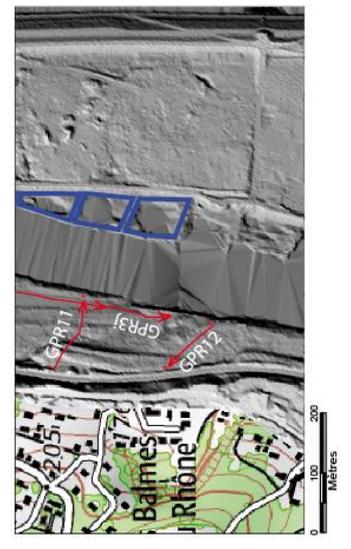
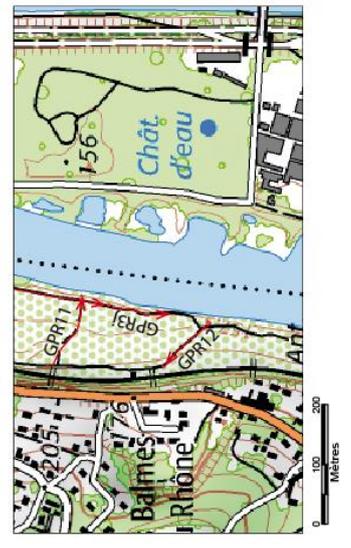
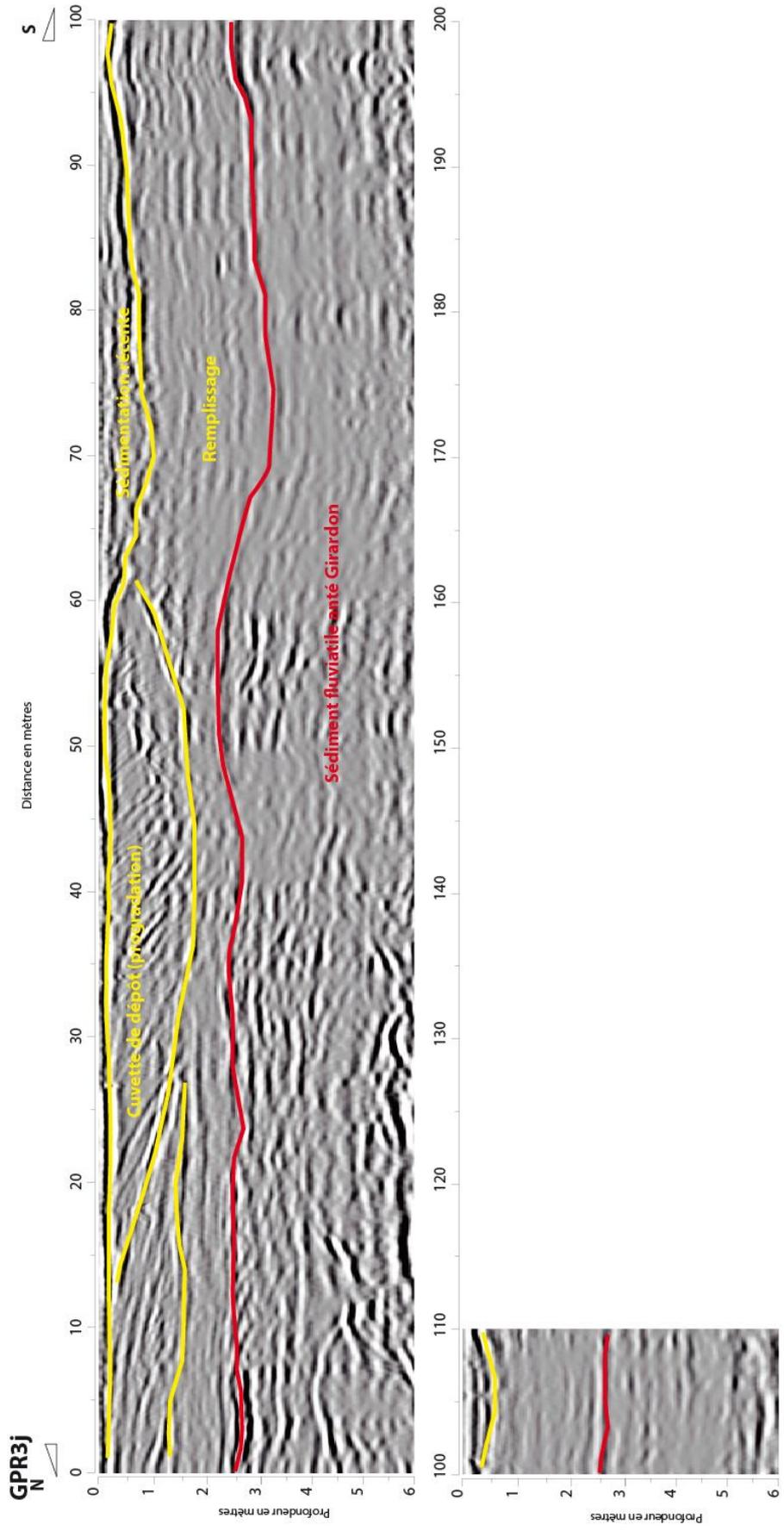


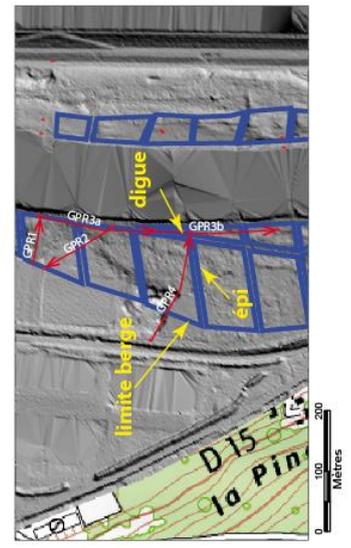
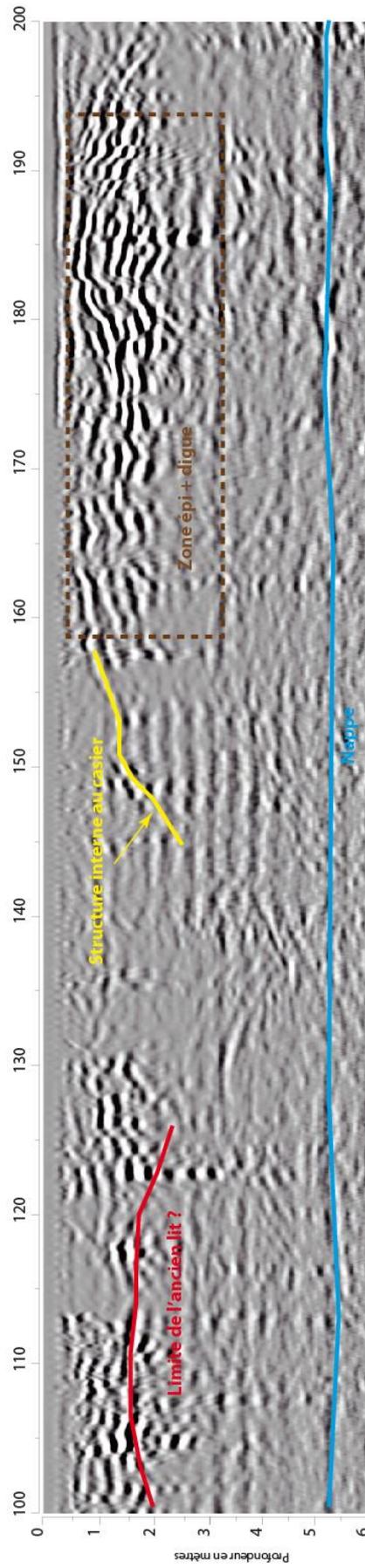
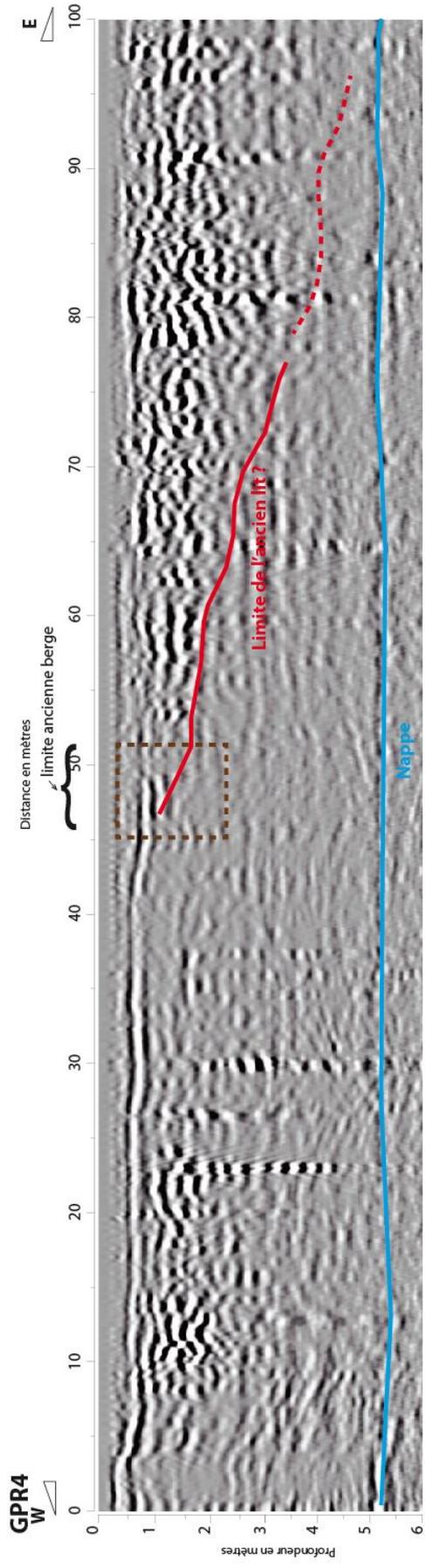


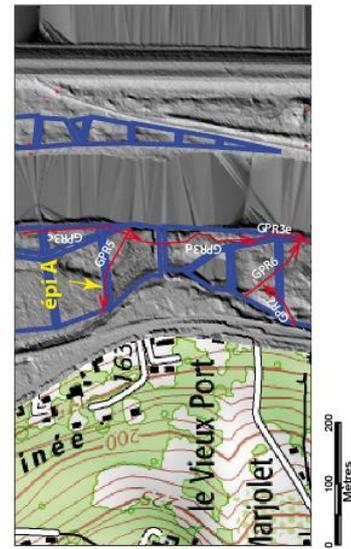
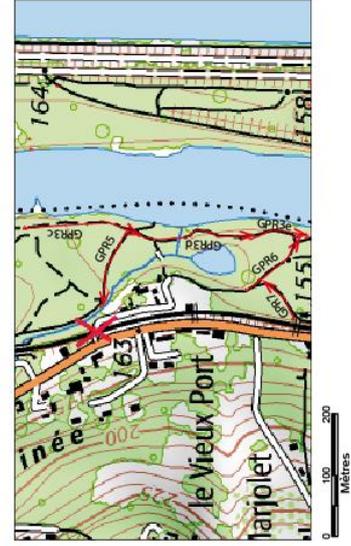
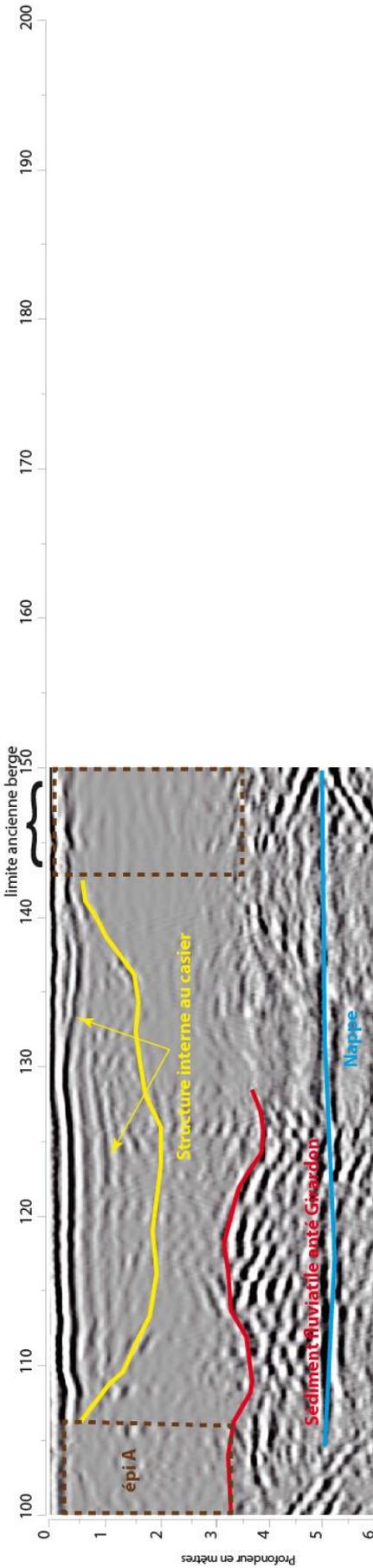
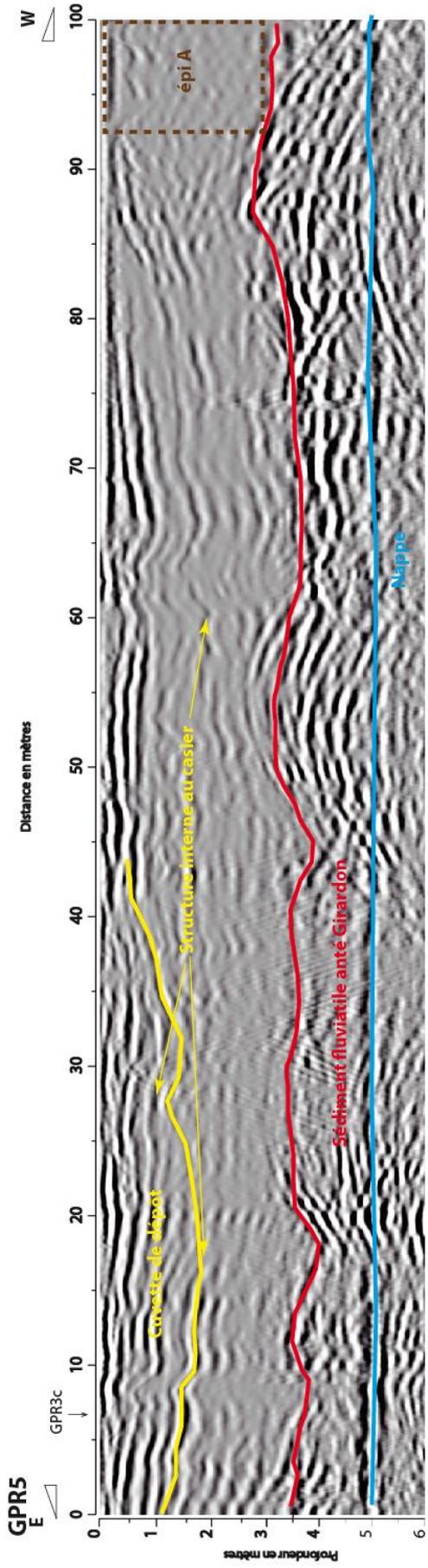


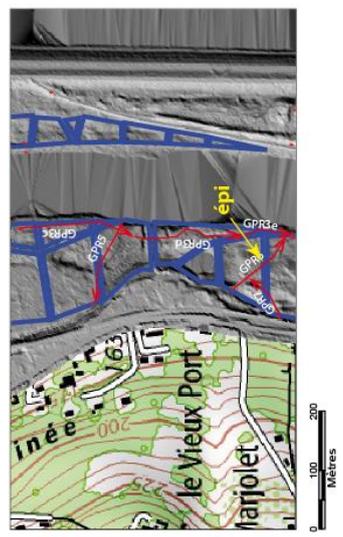
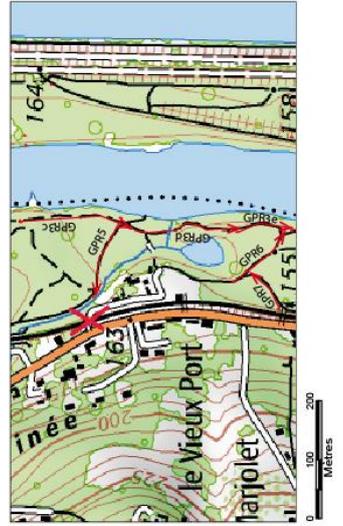
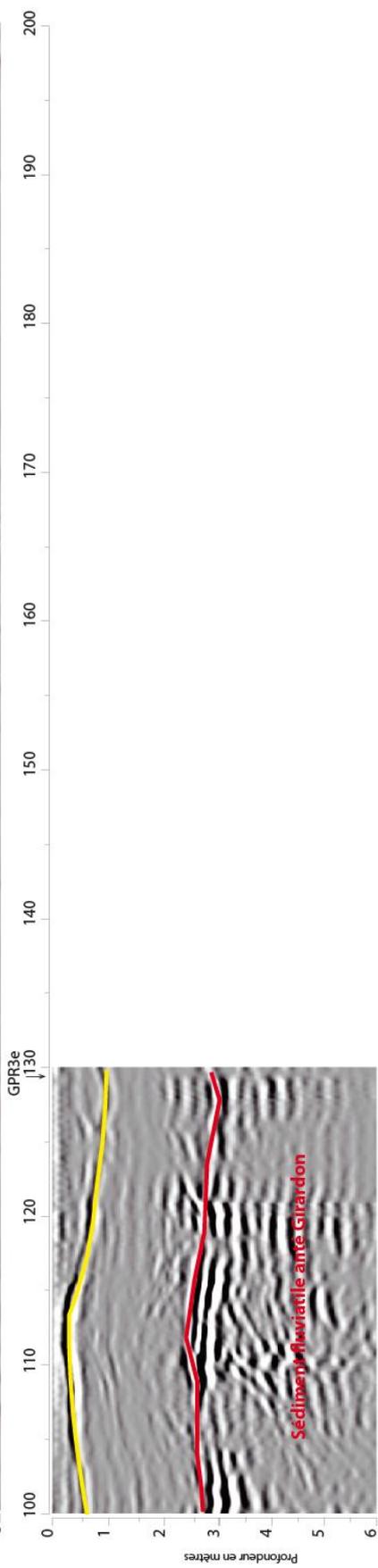
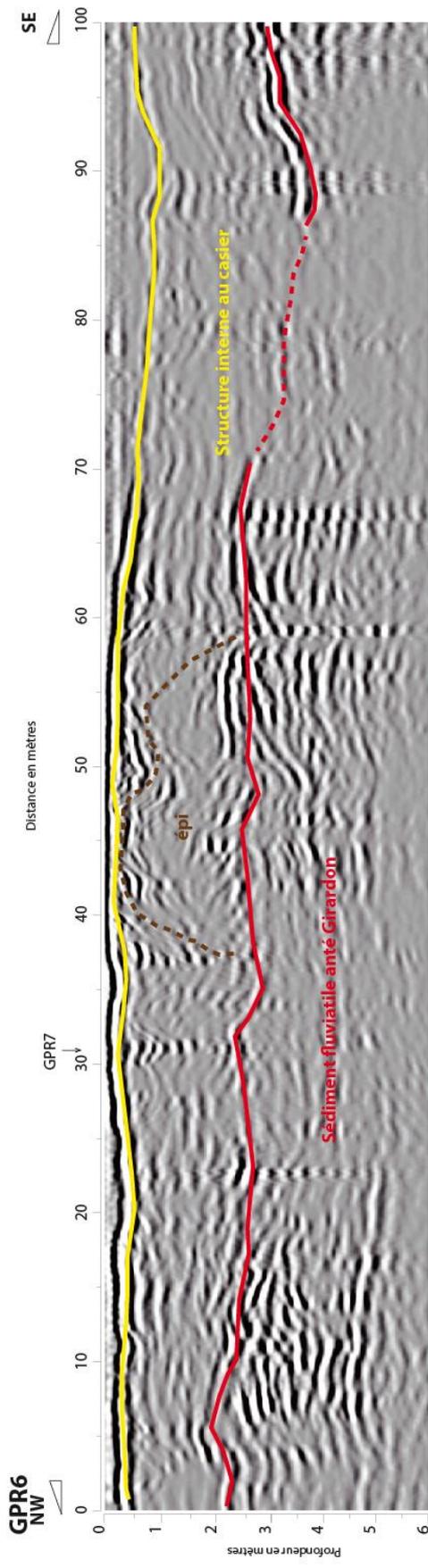


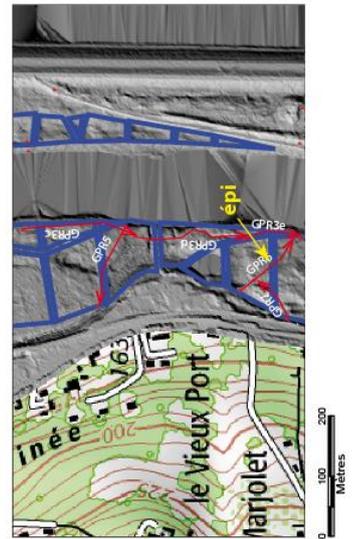
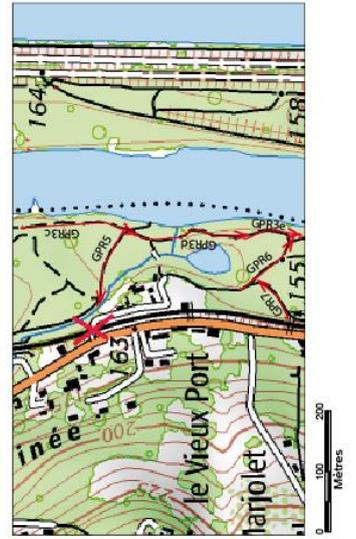
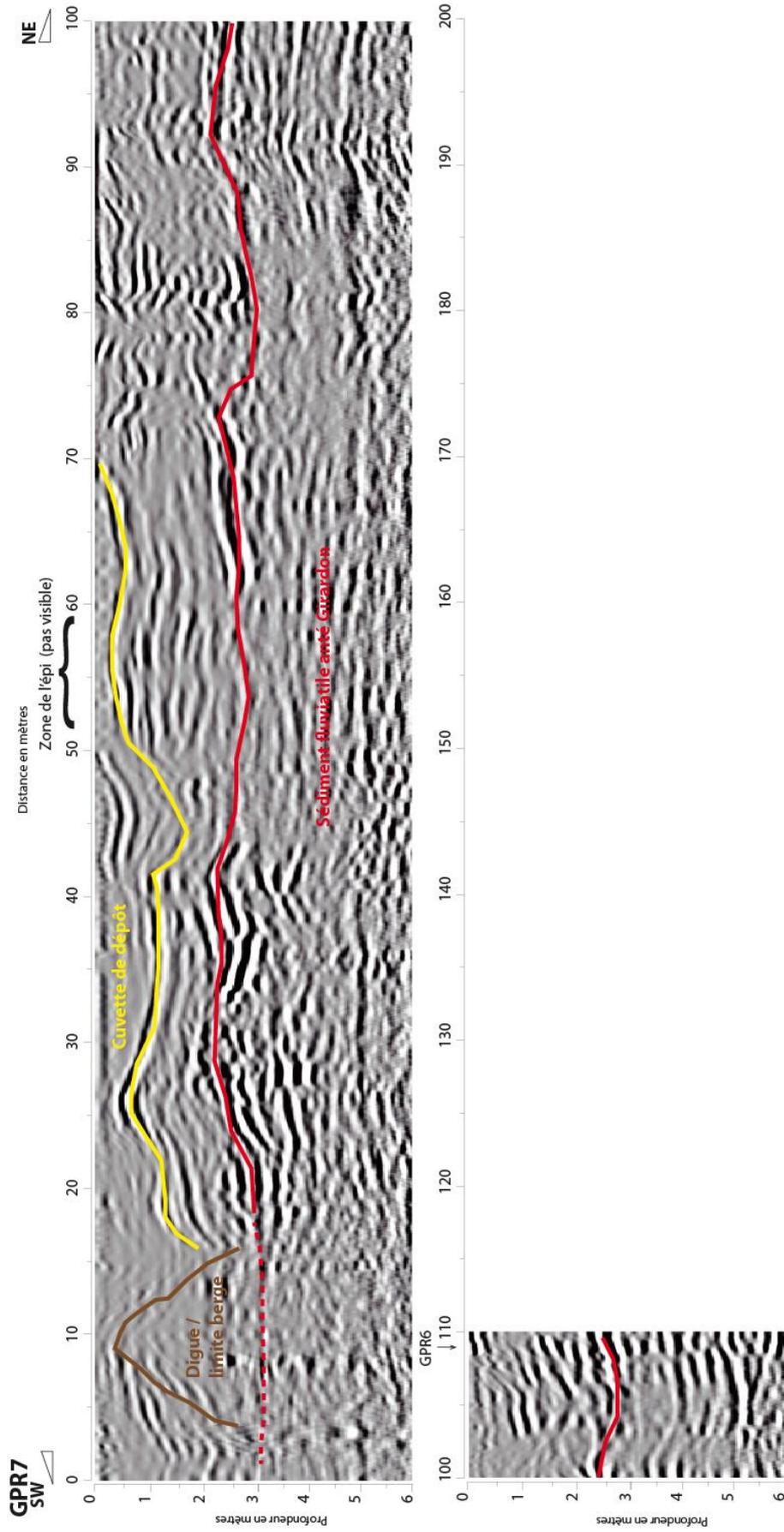


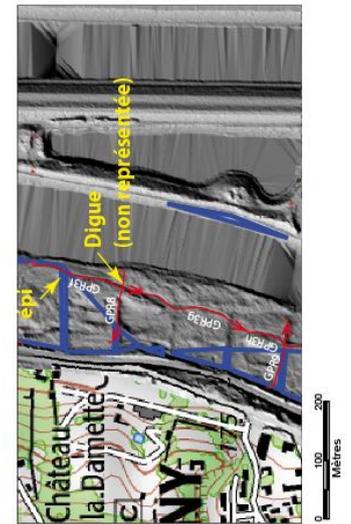
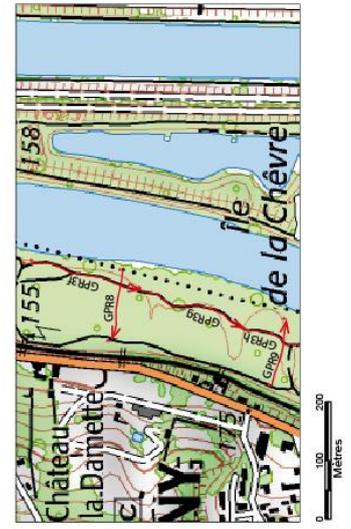
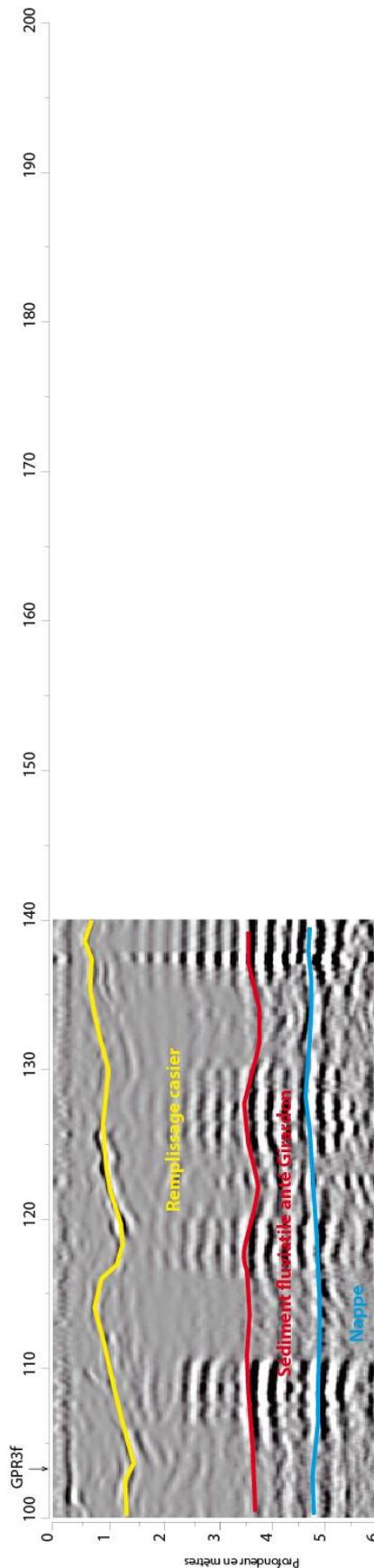
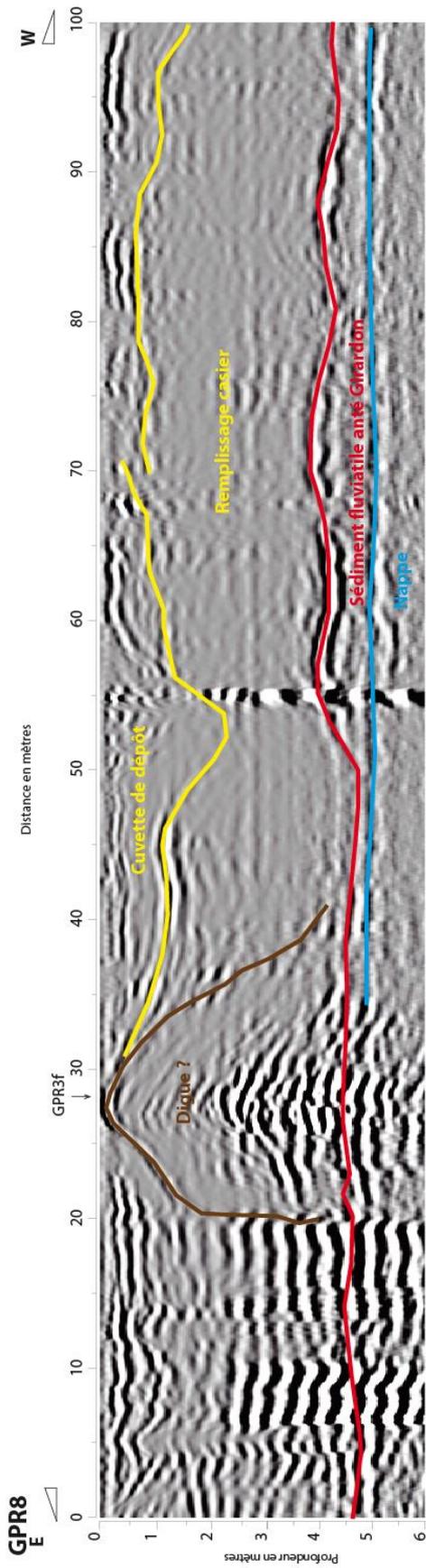


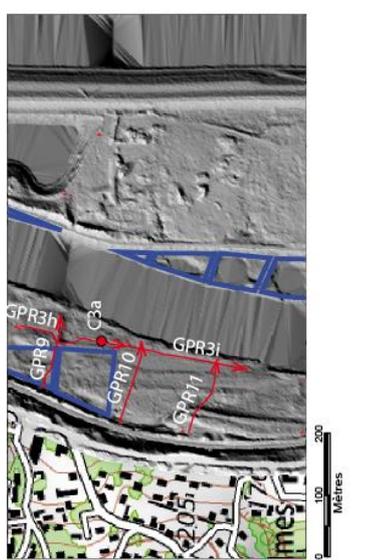
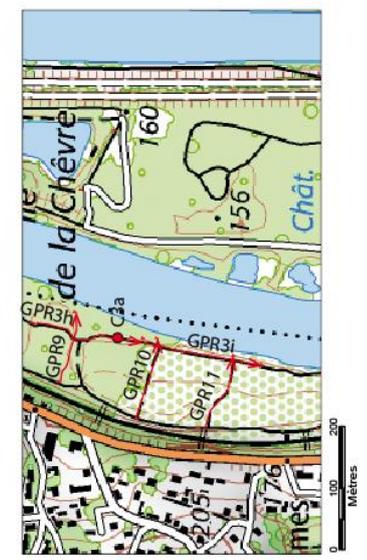
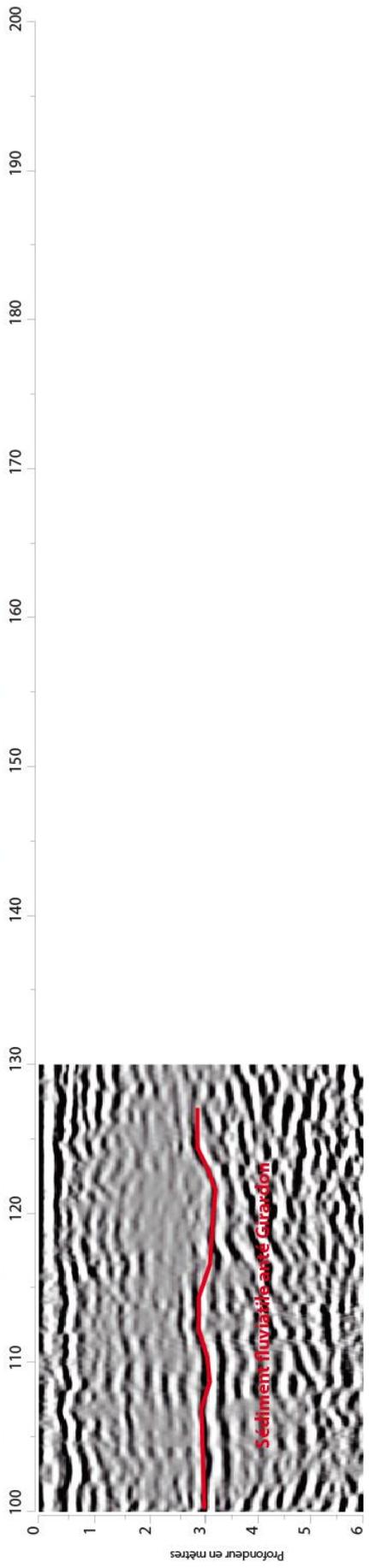
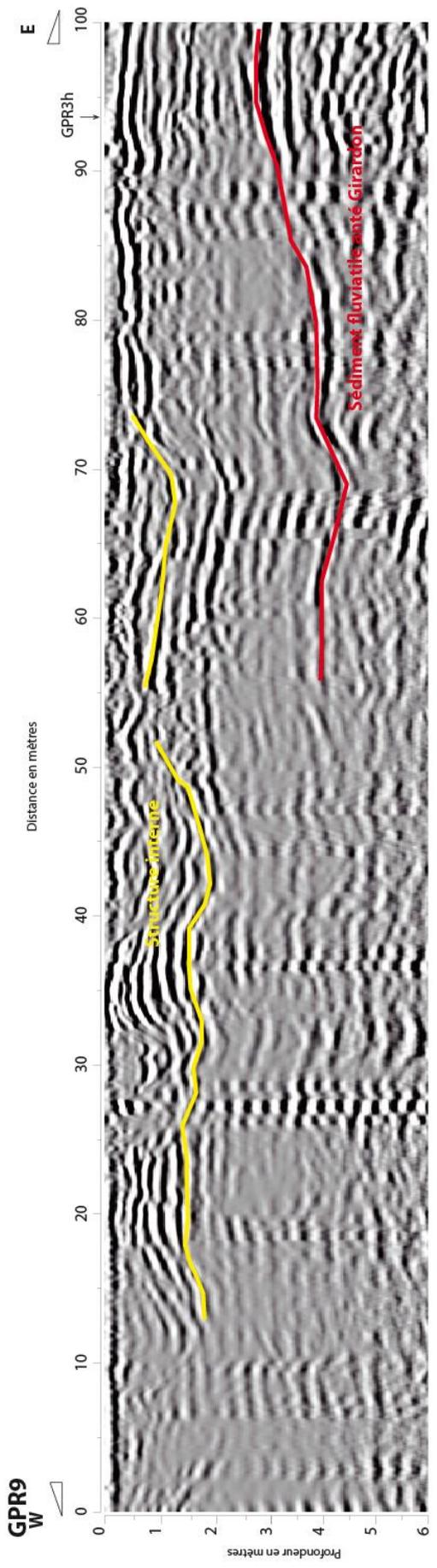


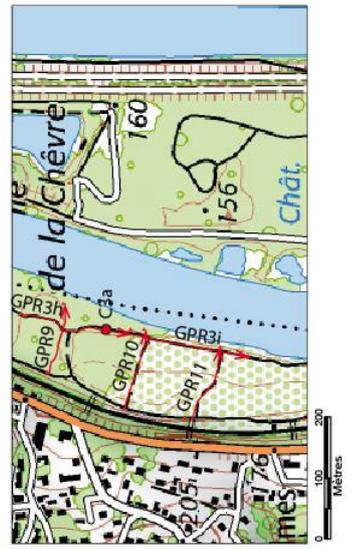
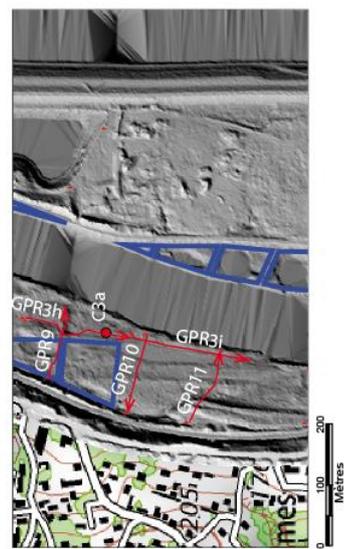
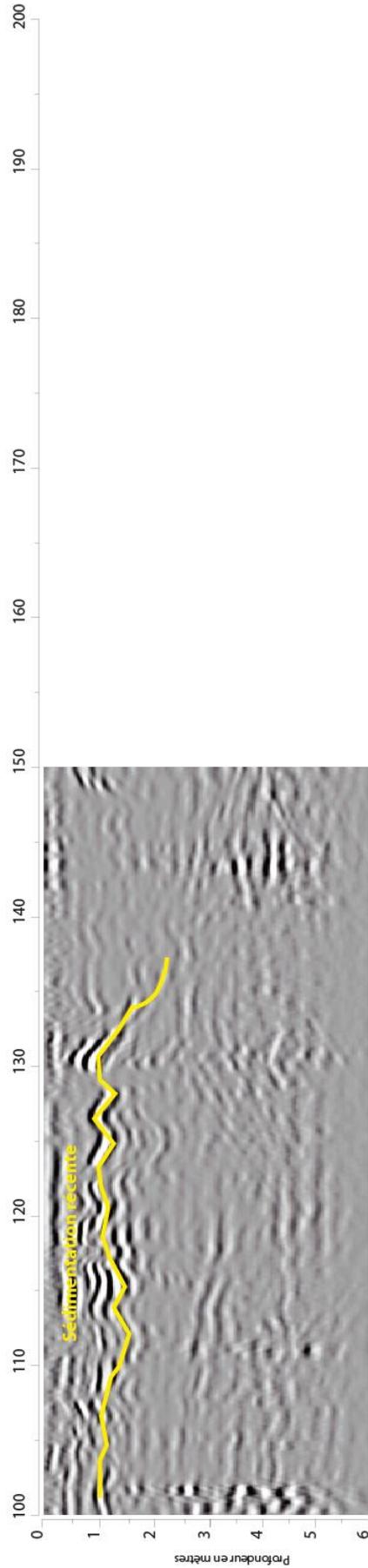
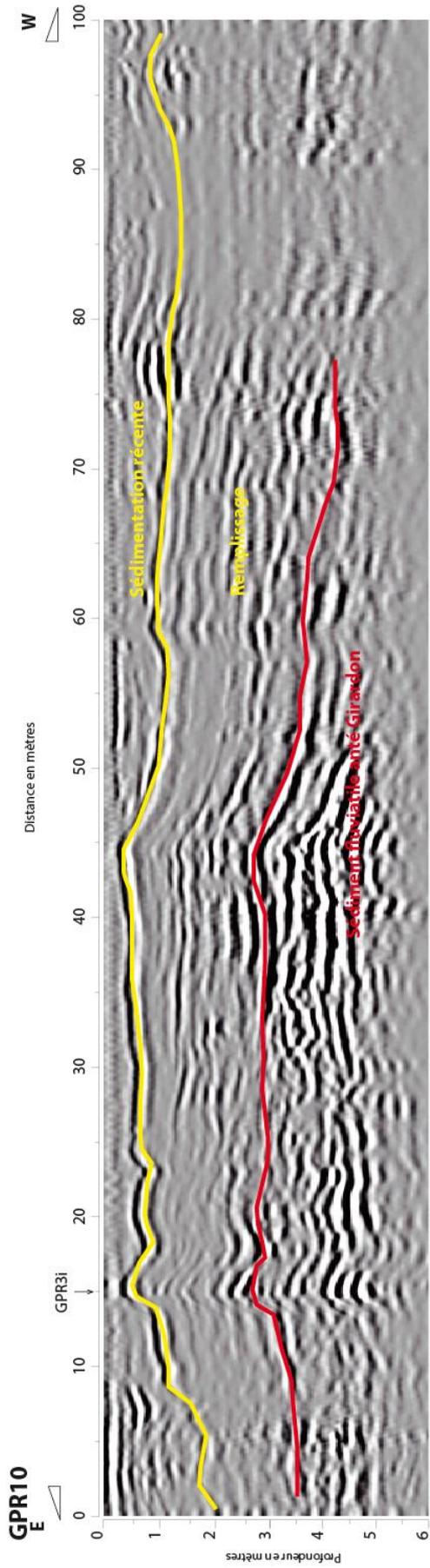


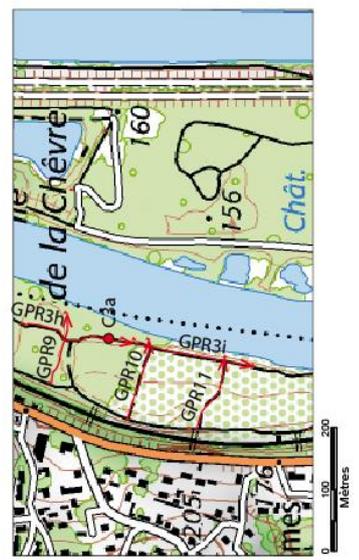
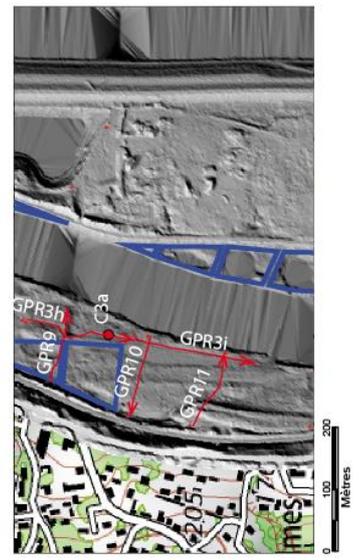
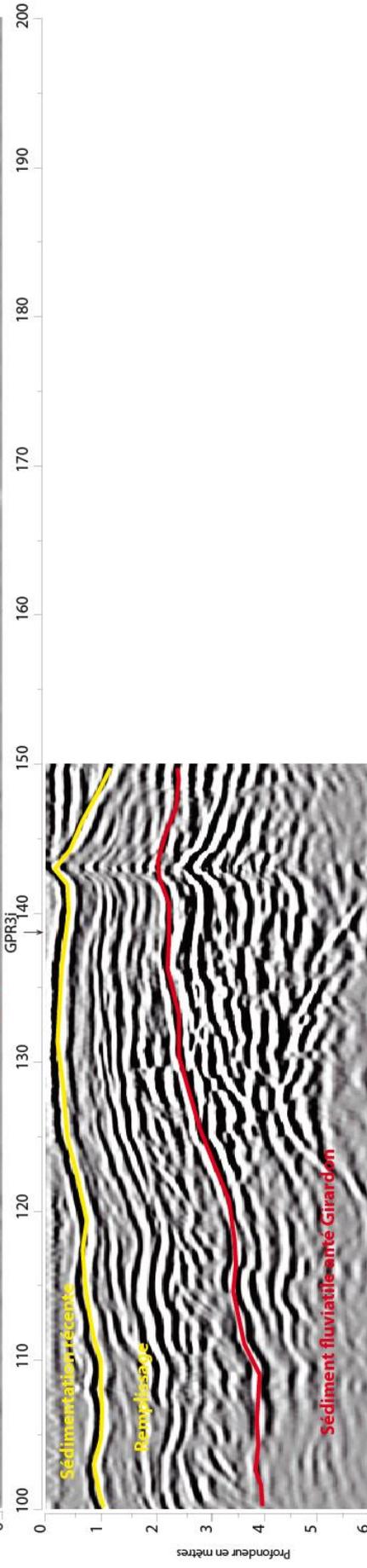
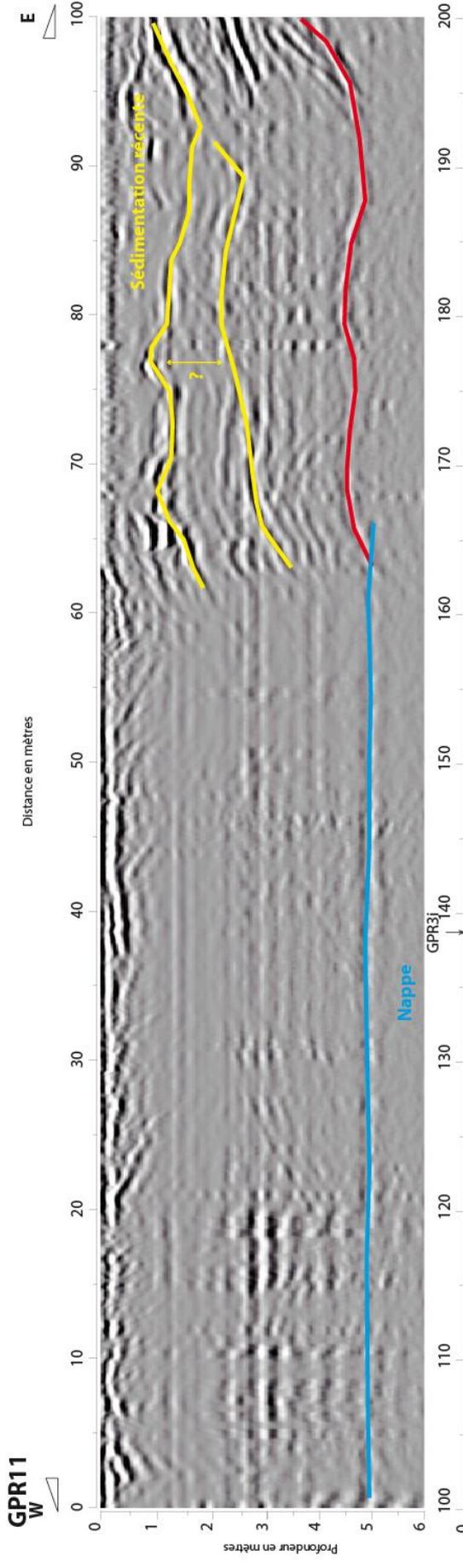


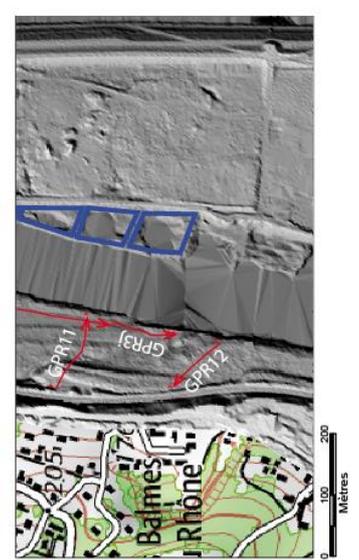
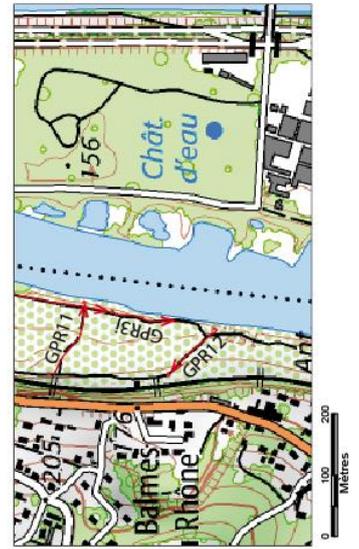
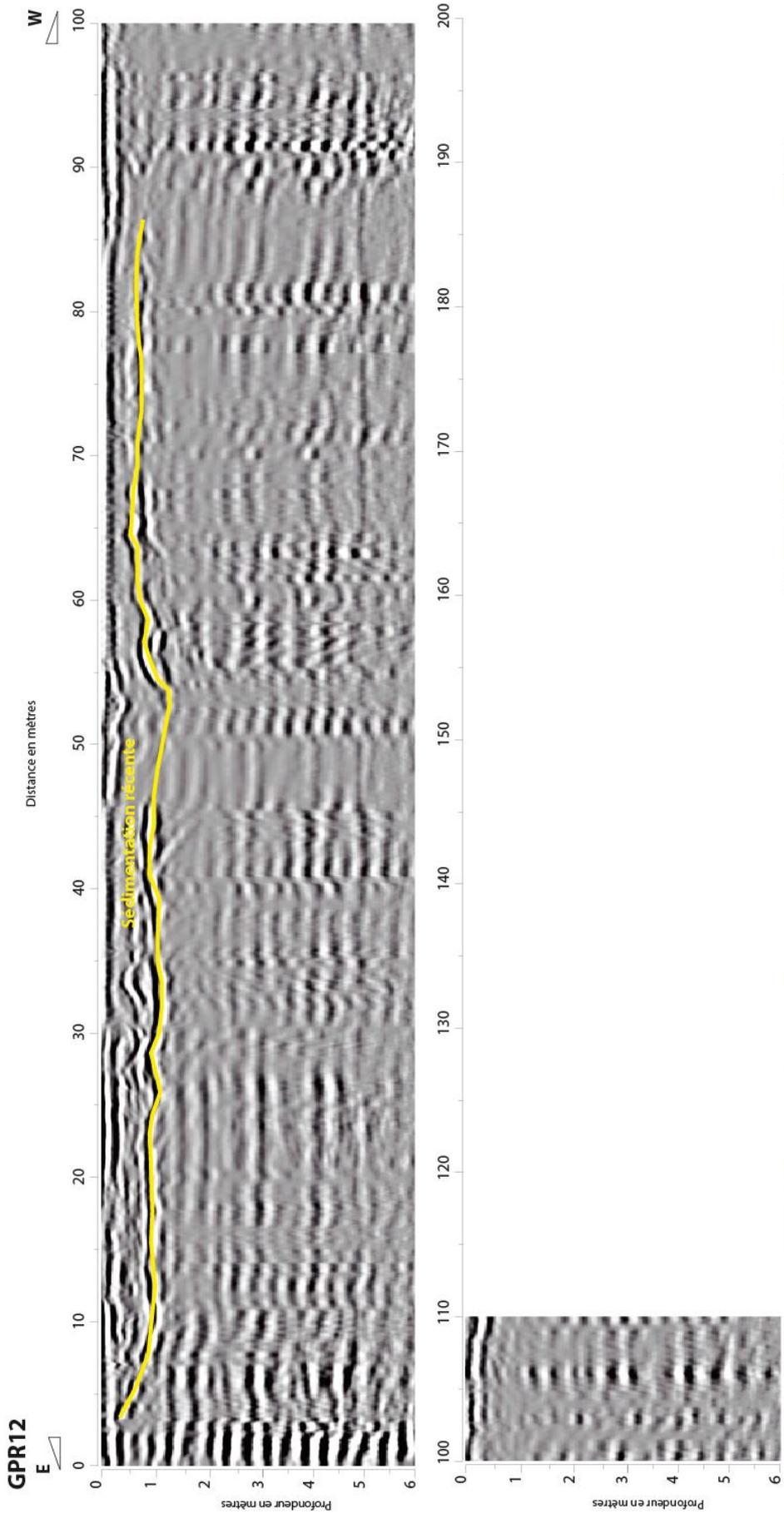




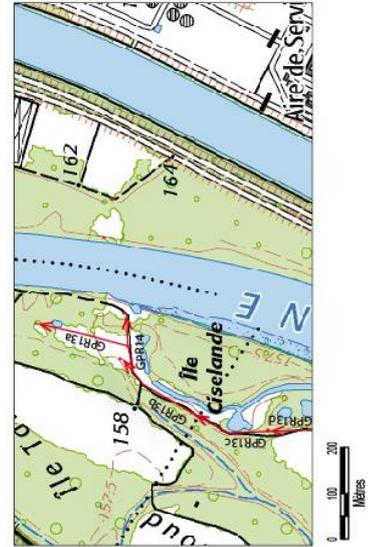
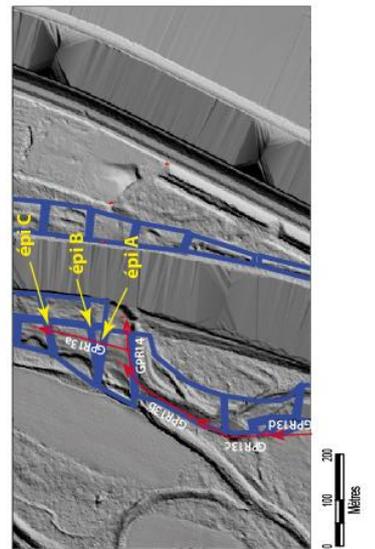
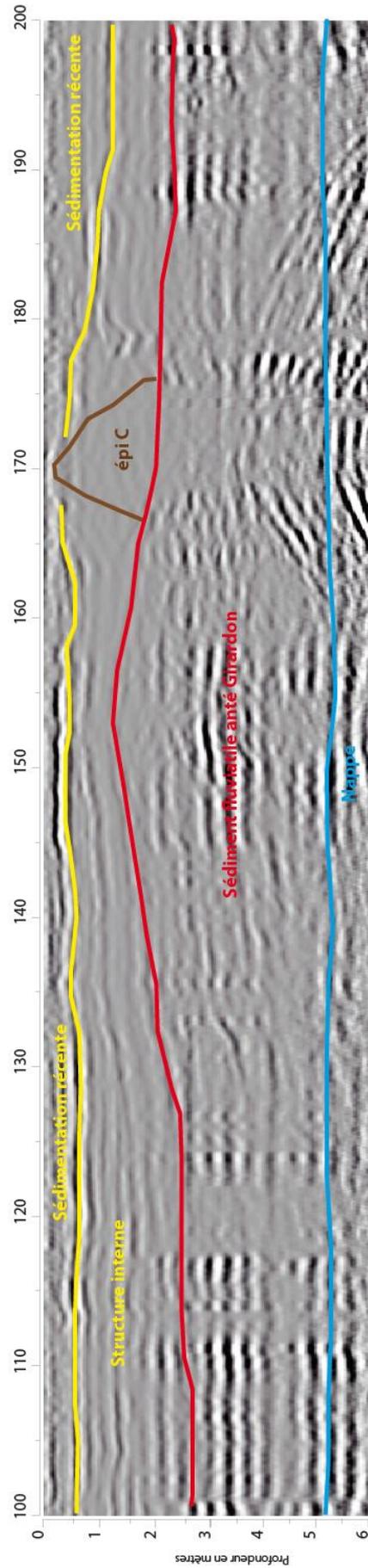
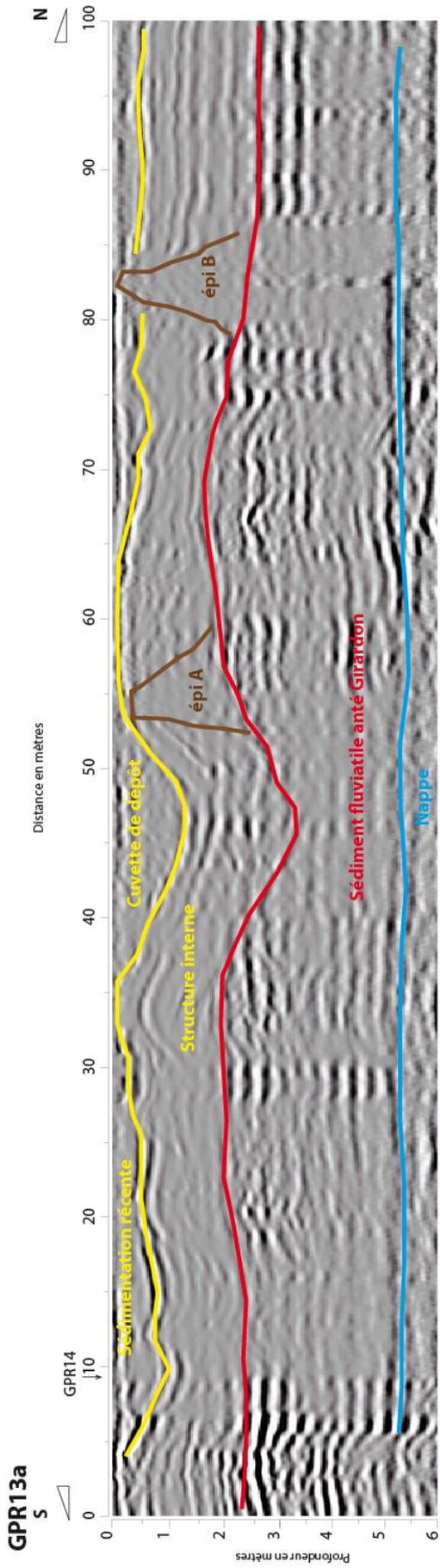


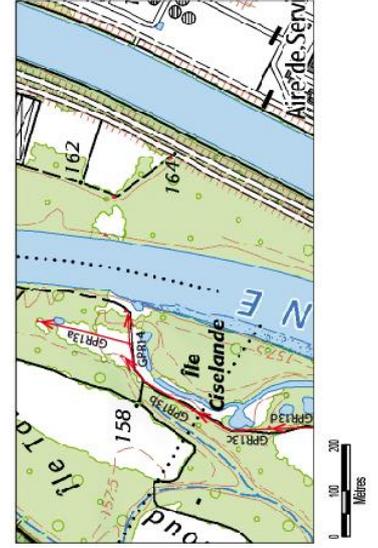
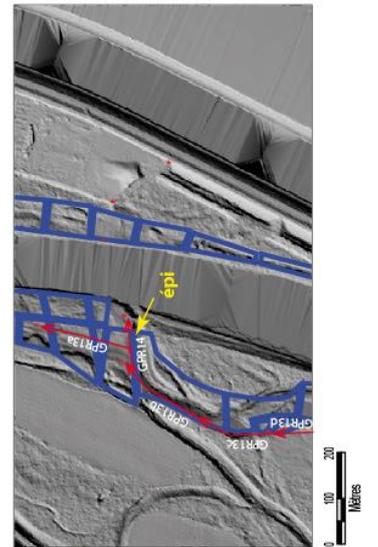
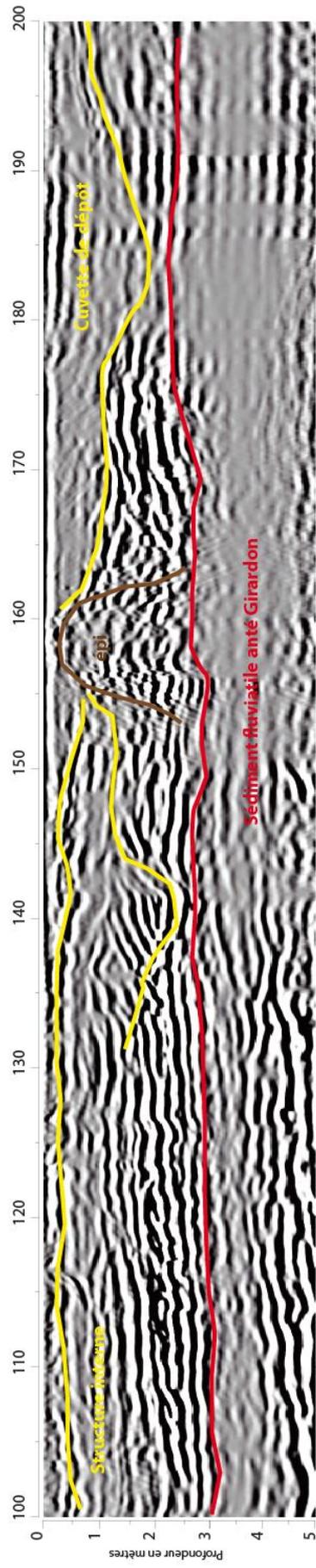
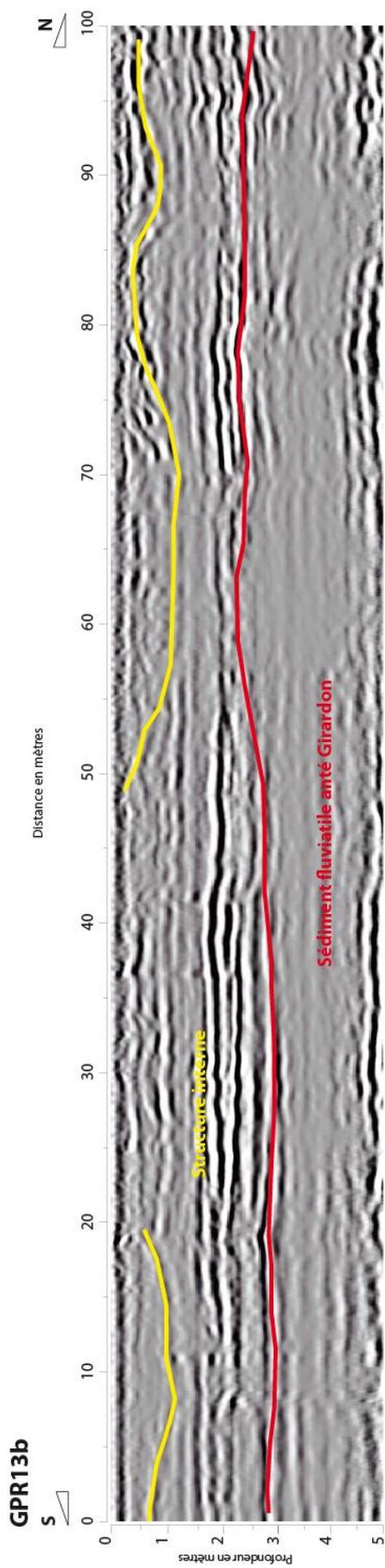


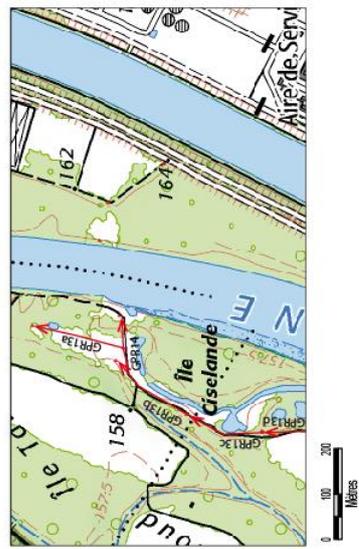
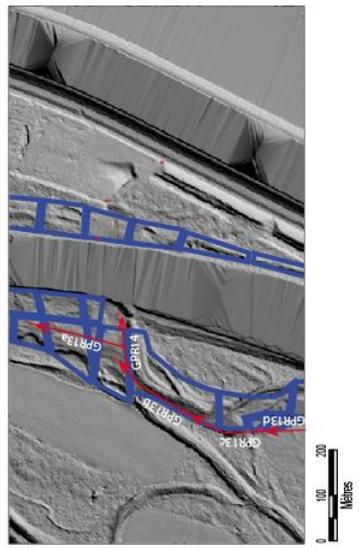
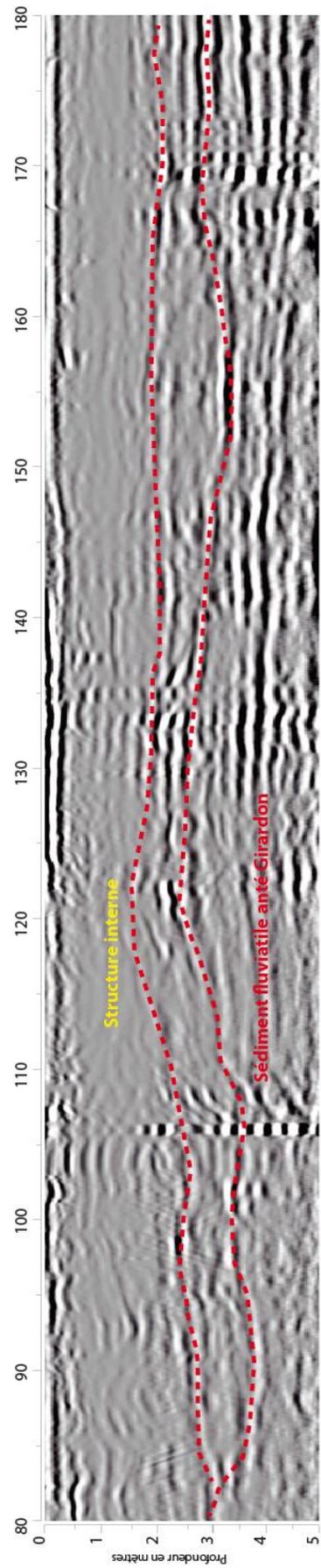
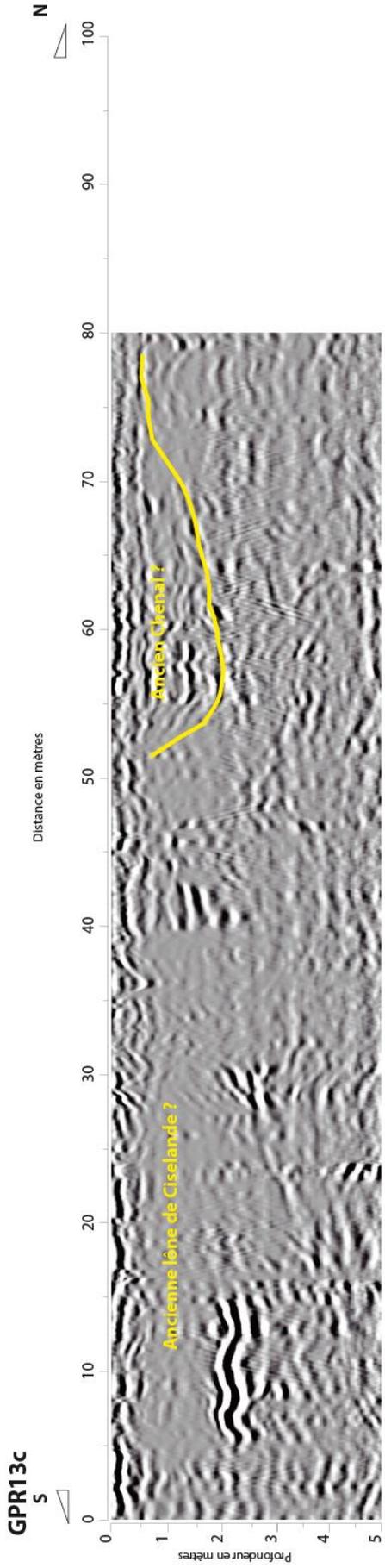


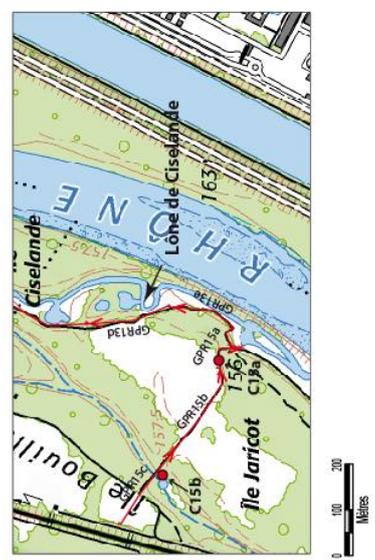
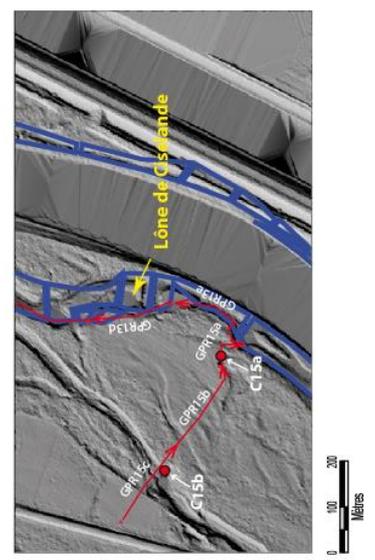
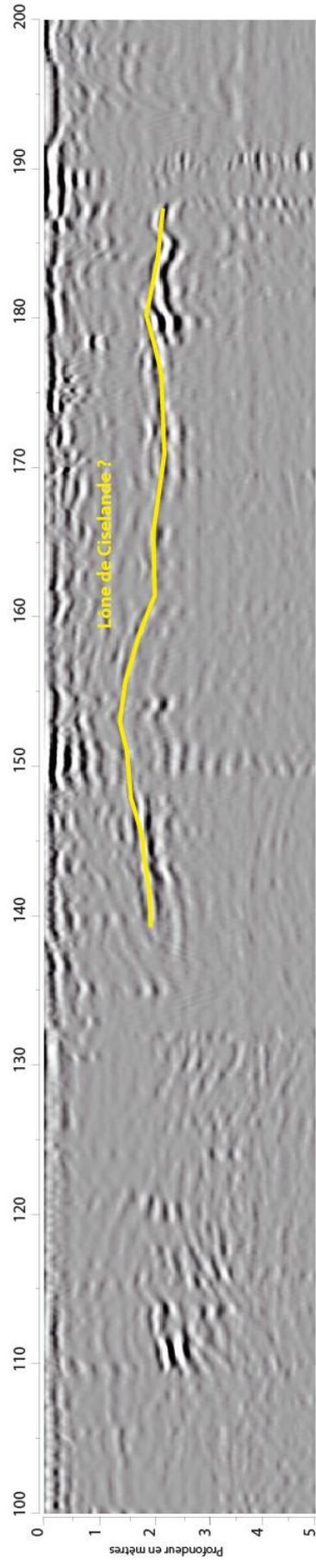
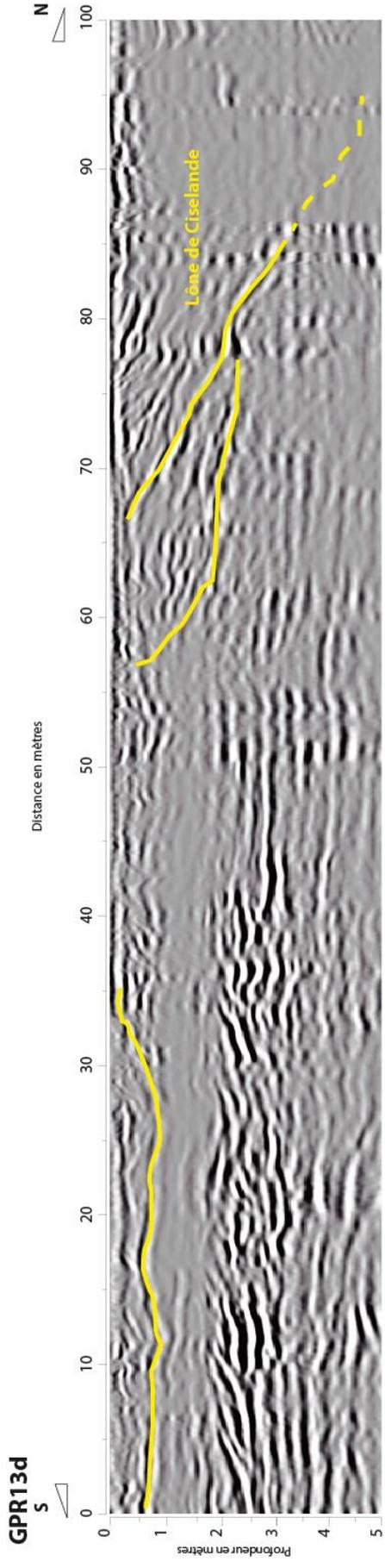


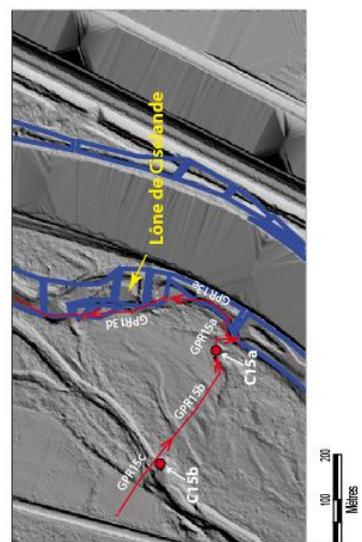
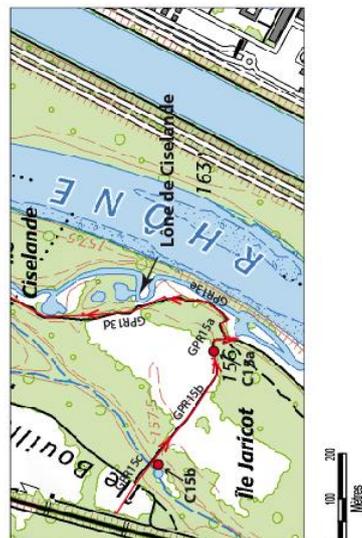
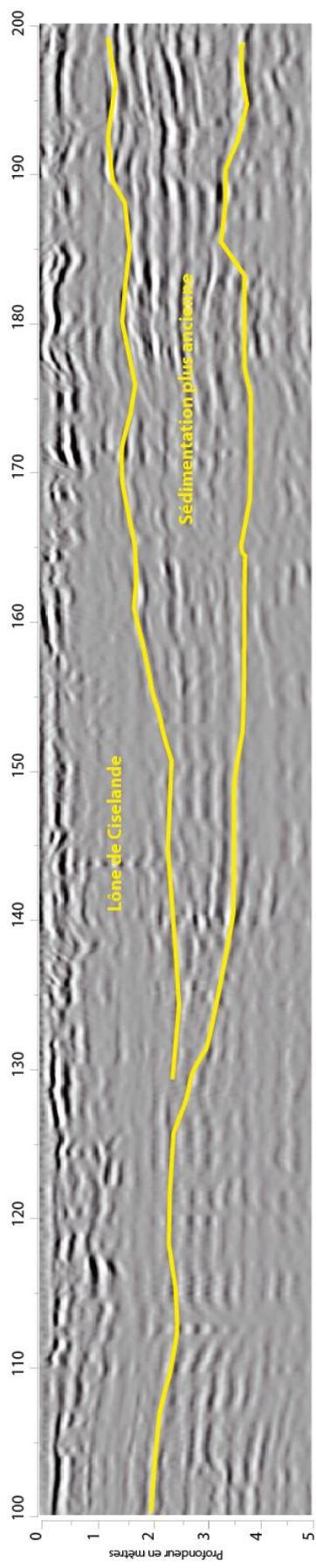
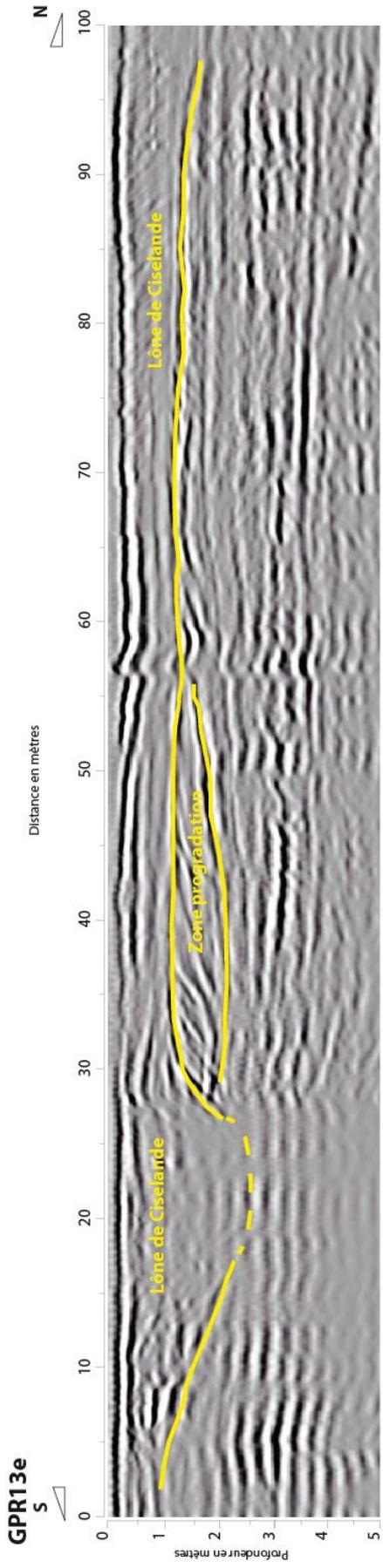
Secteur Jaricot

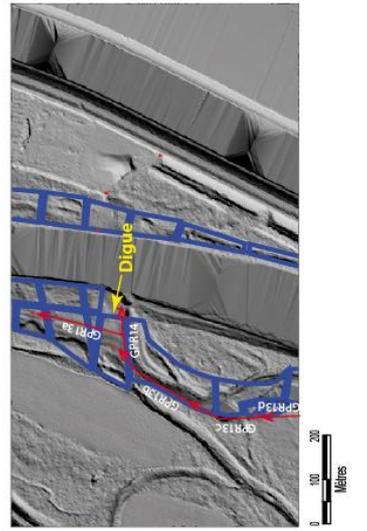
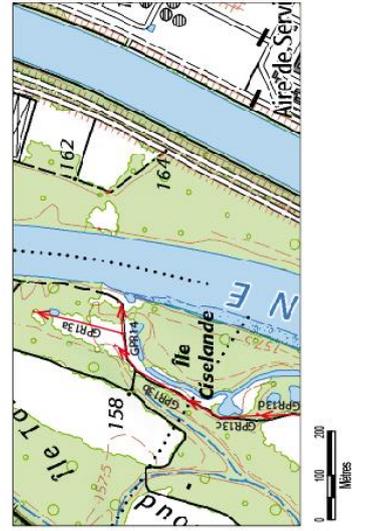
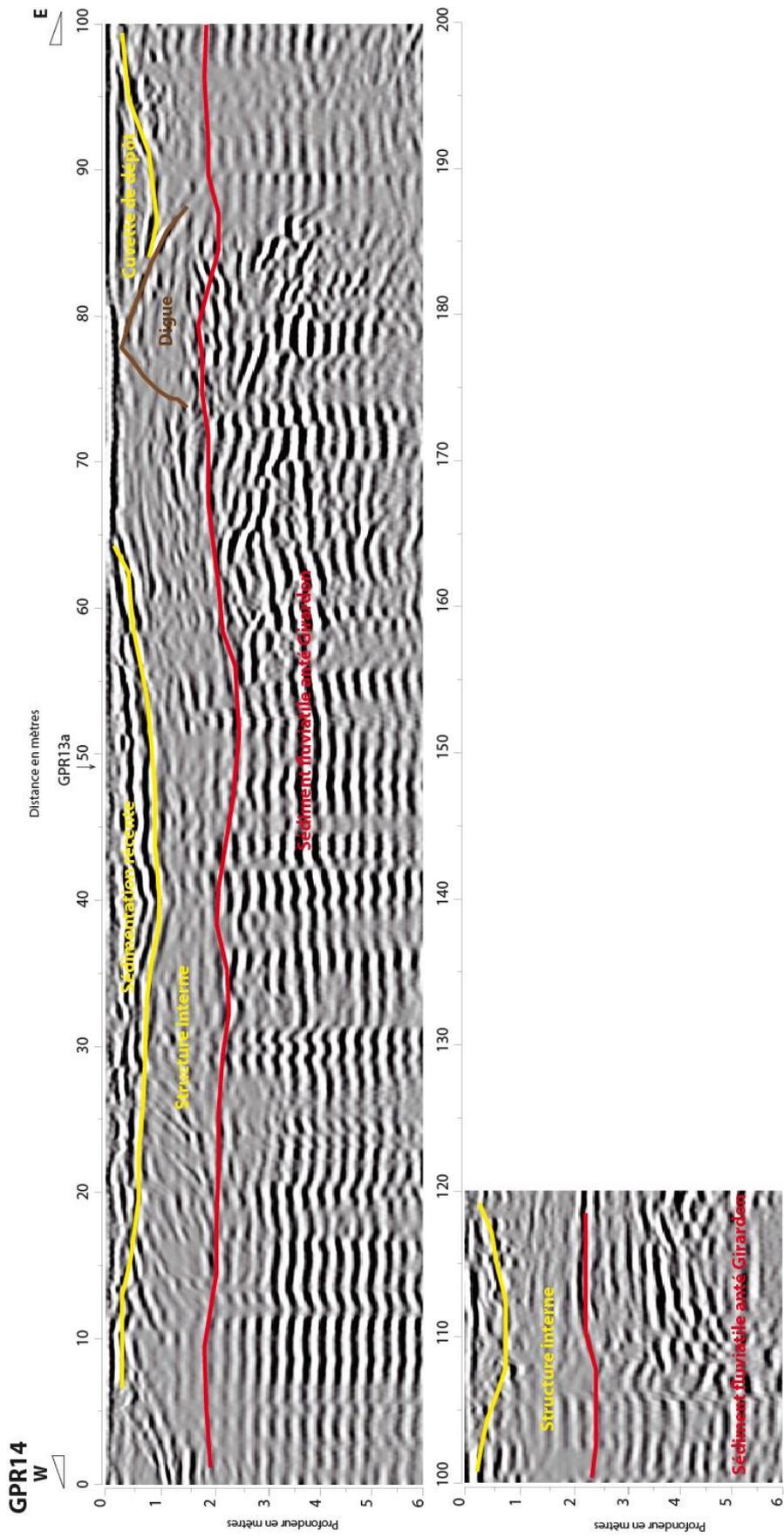


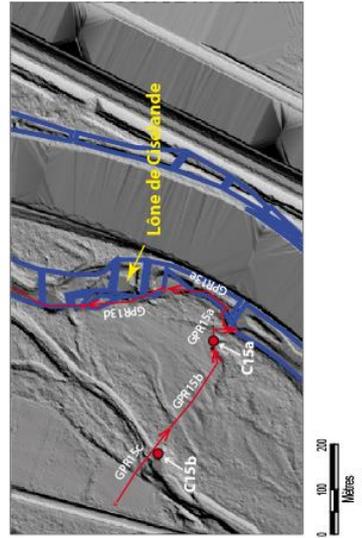
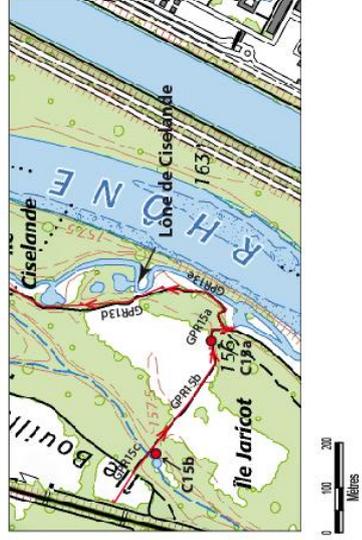
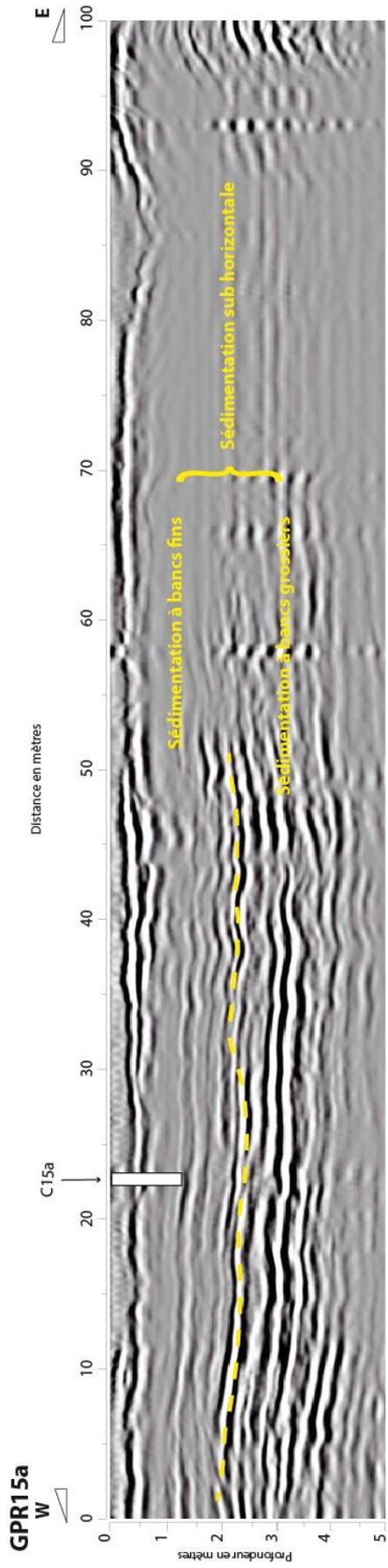


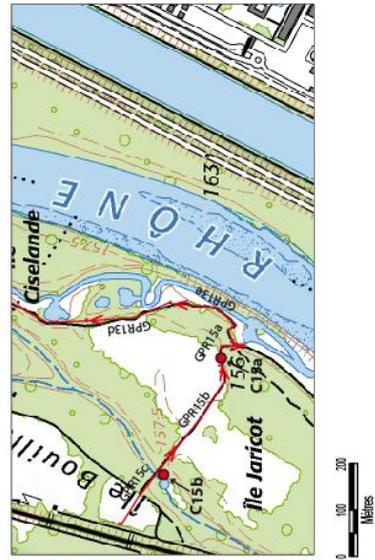
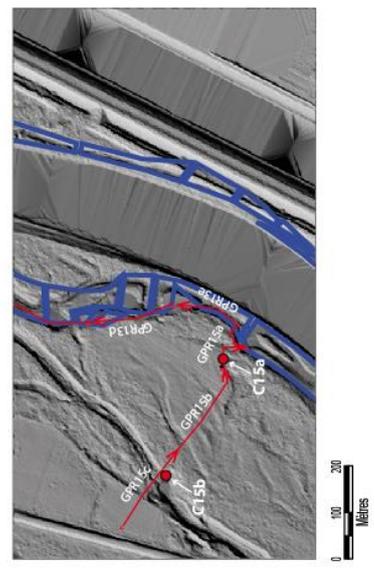
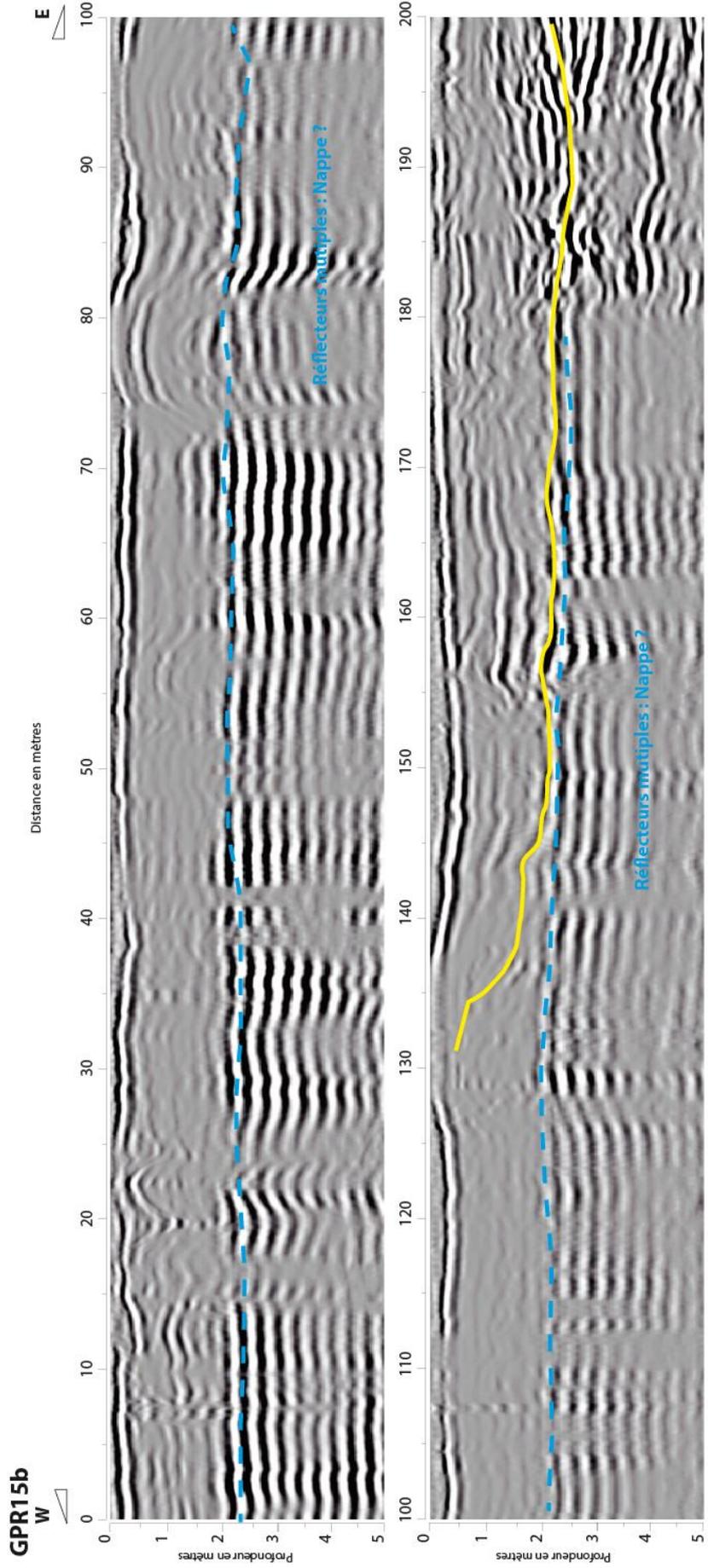


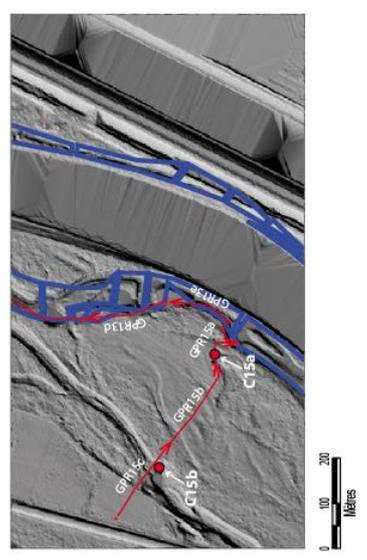
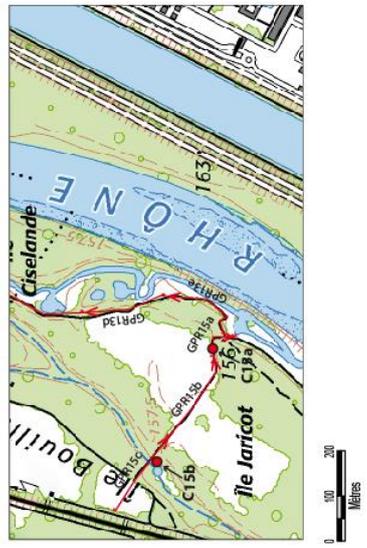
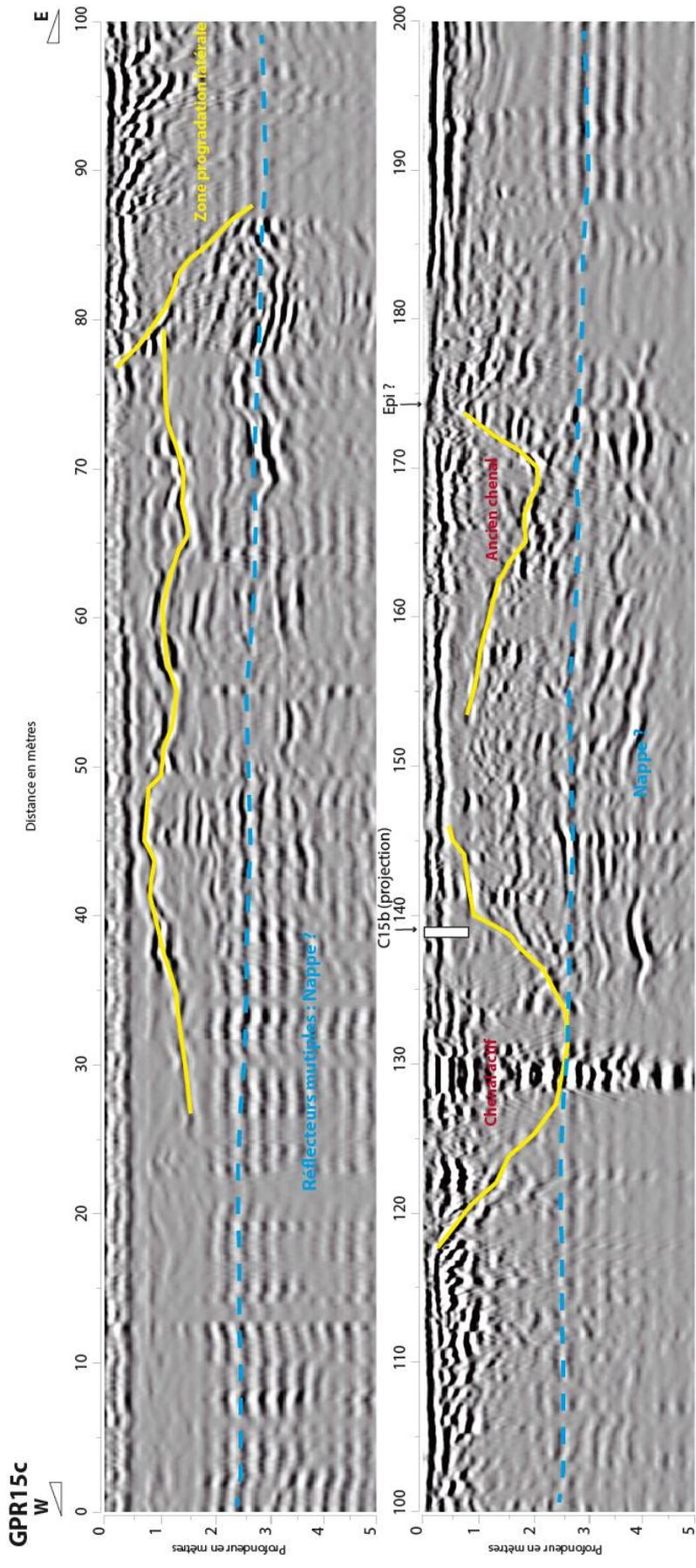




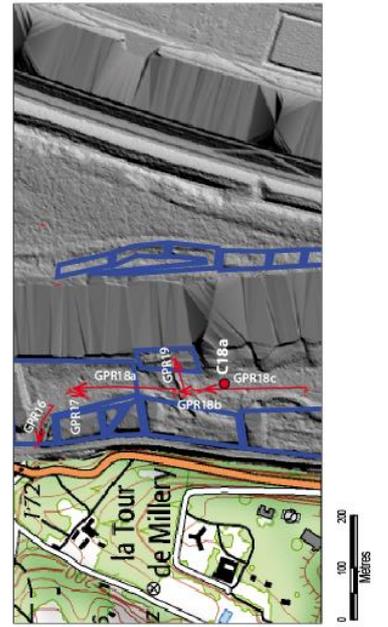
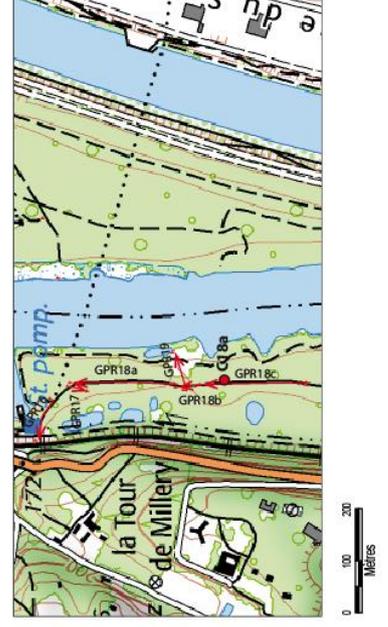
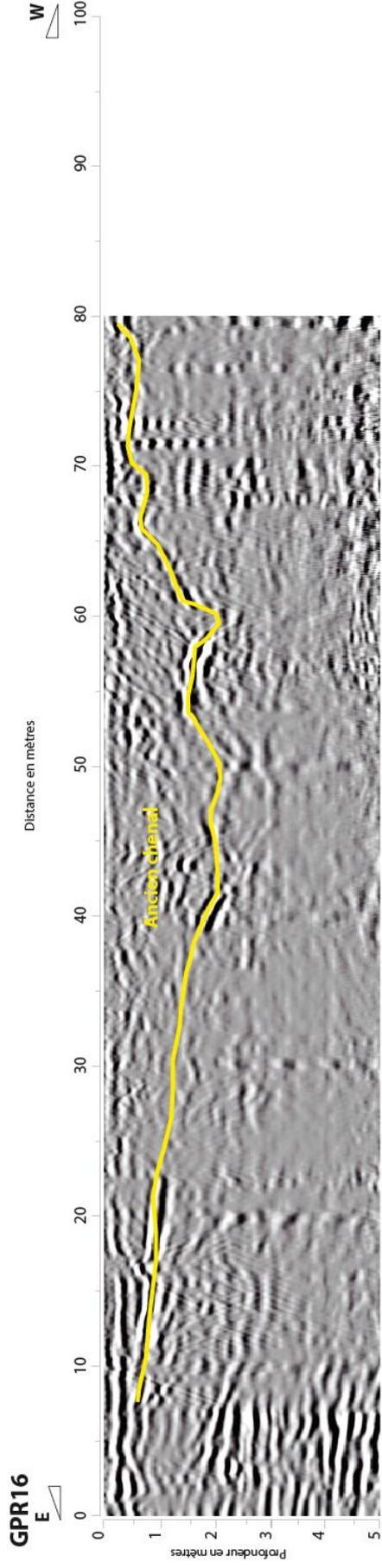


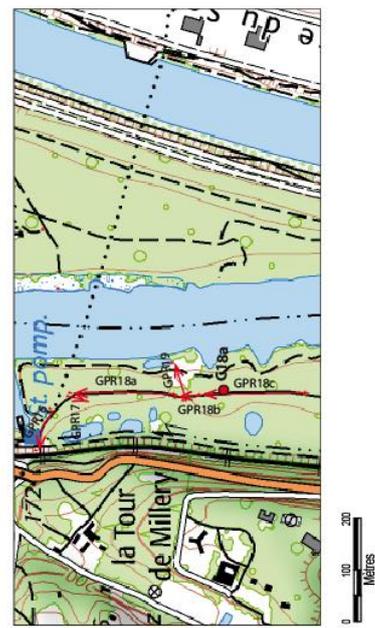
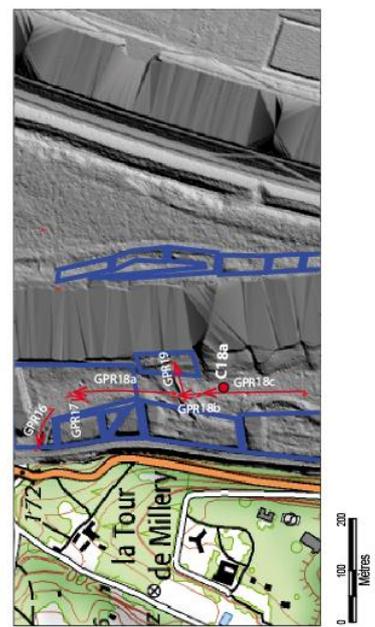
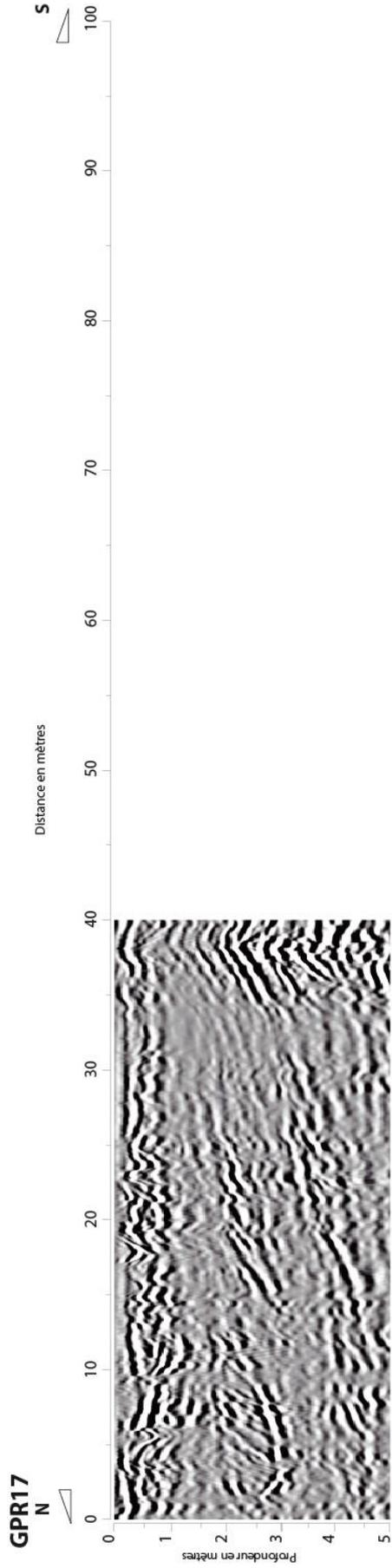


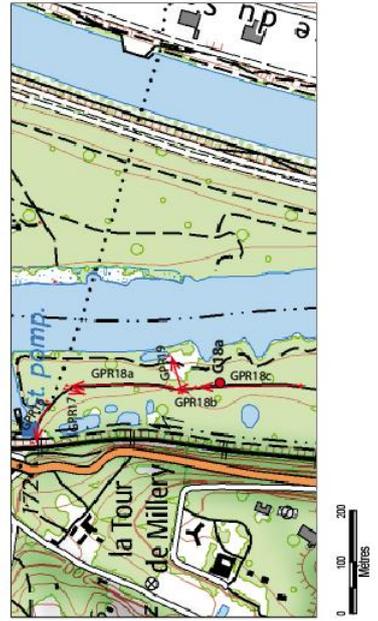
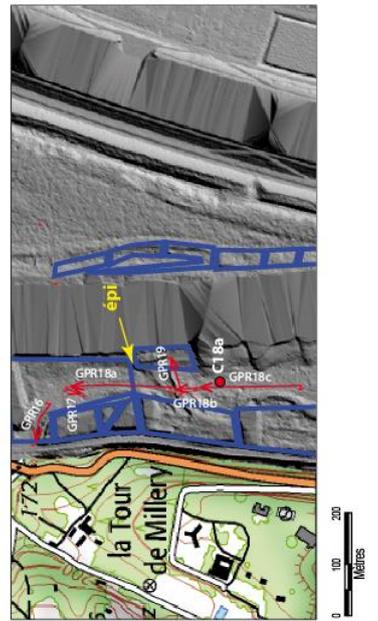
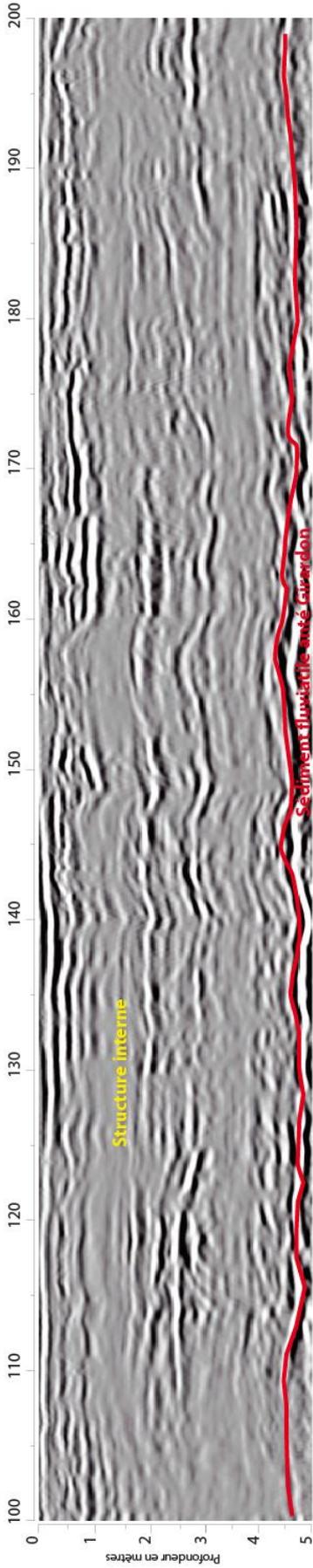
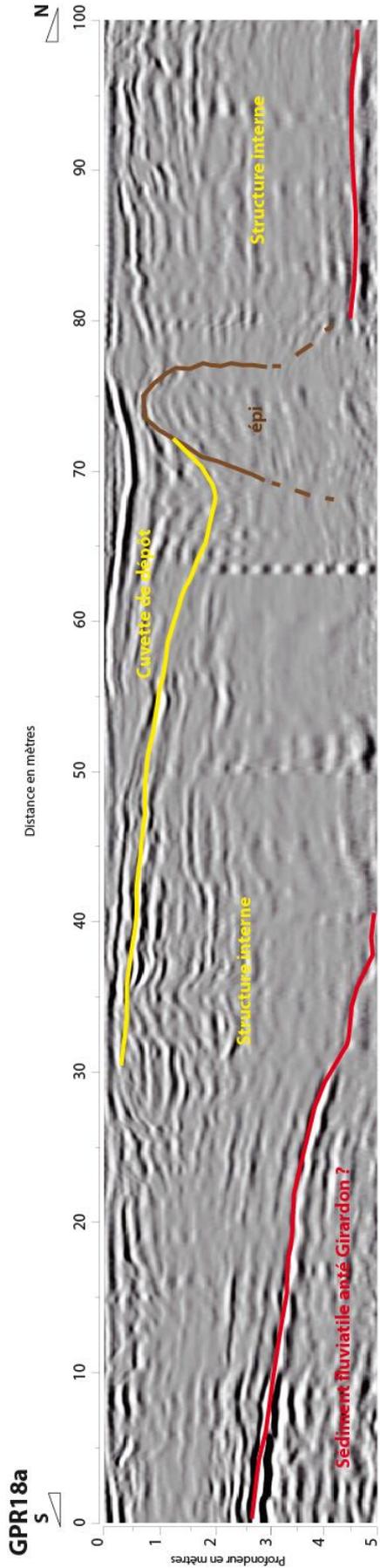


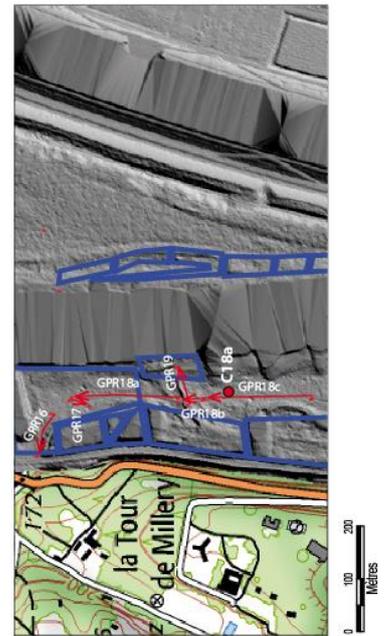
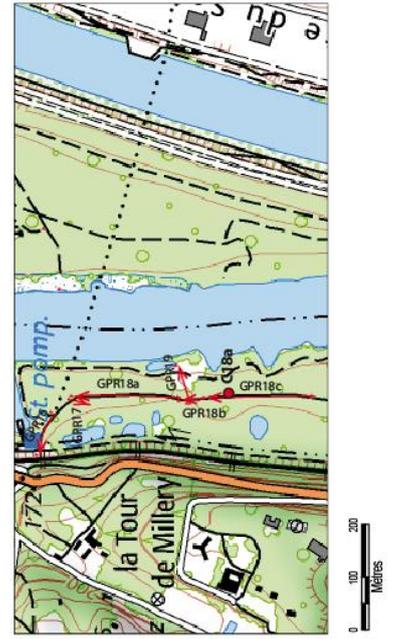
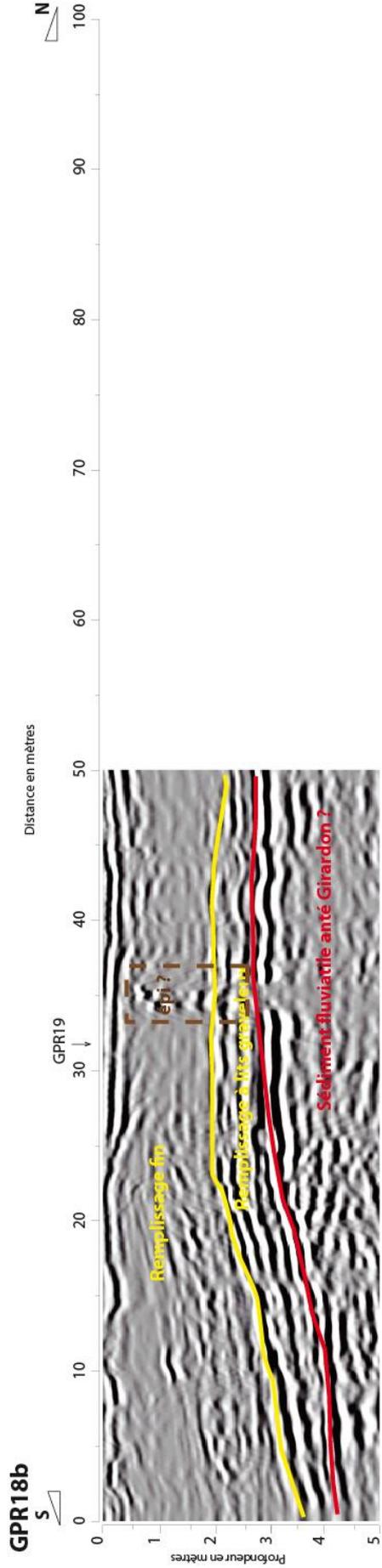


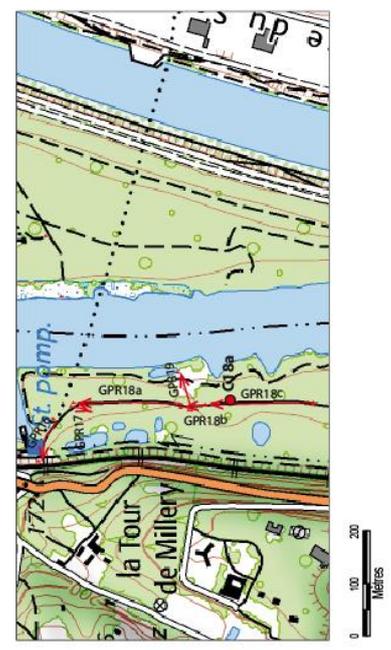
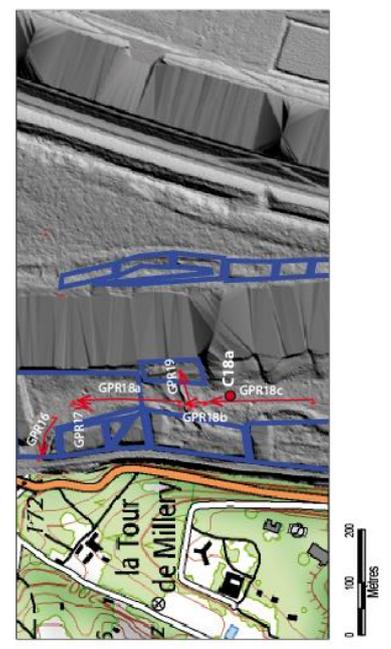
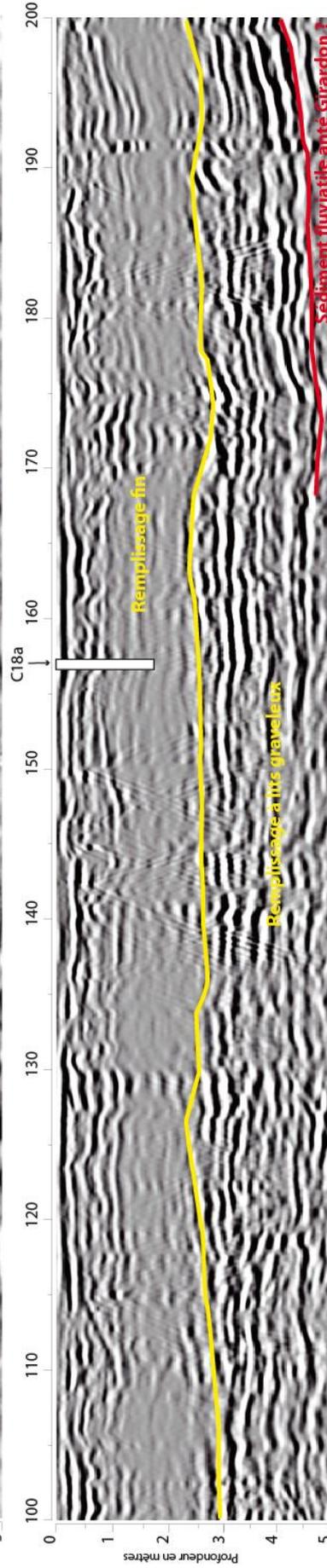
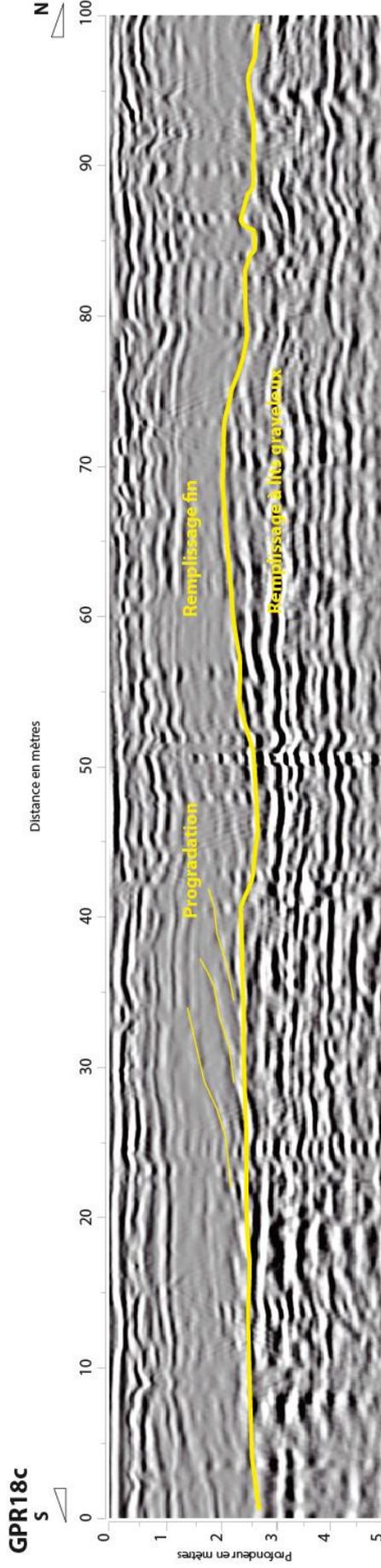
Secteur Tour de Millery

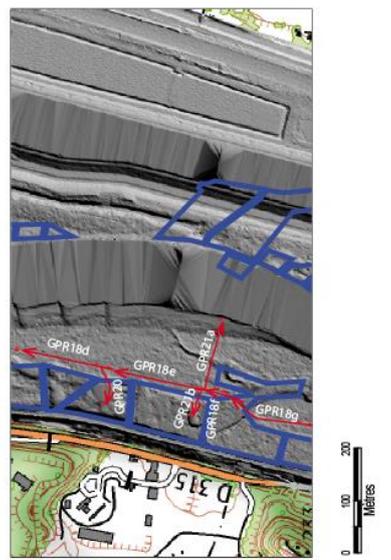
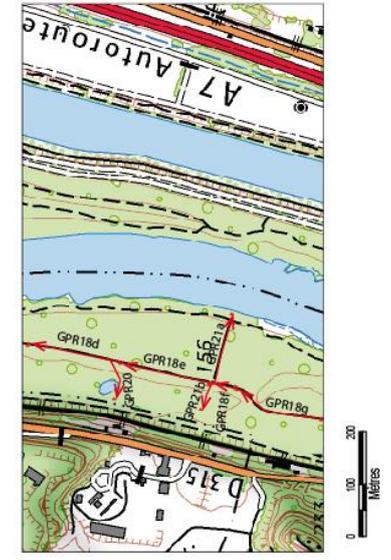
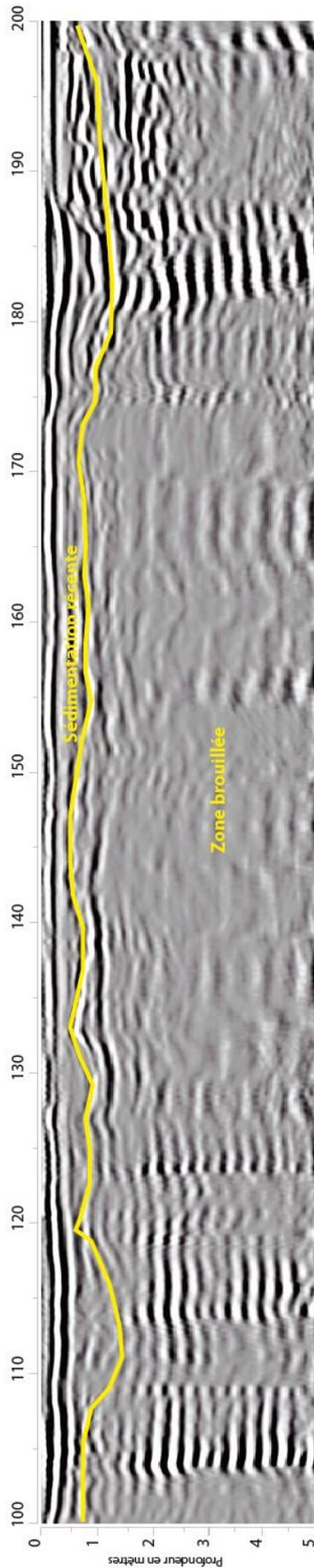
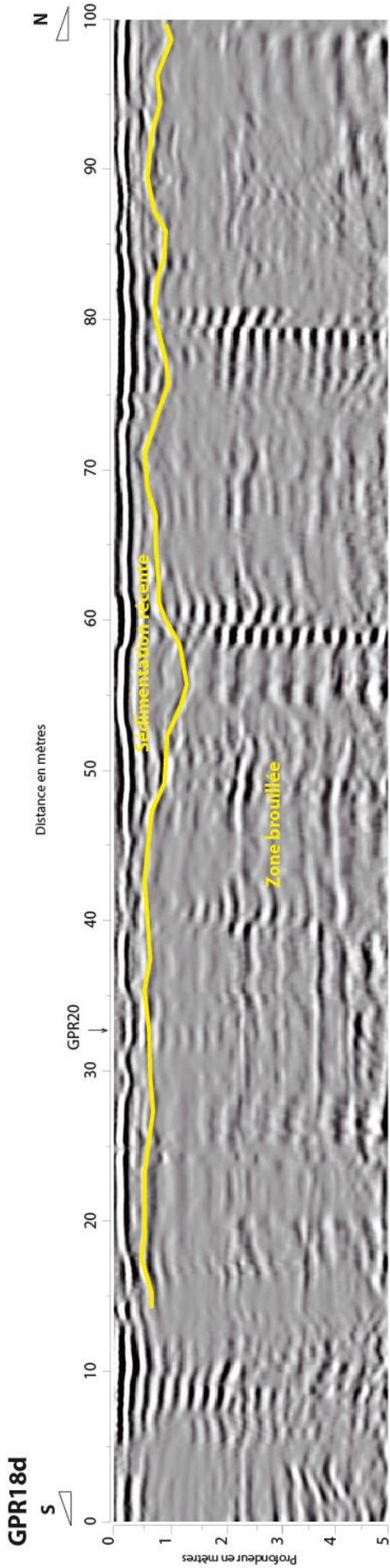


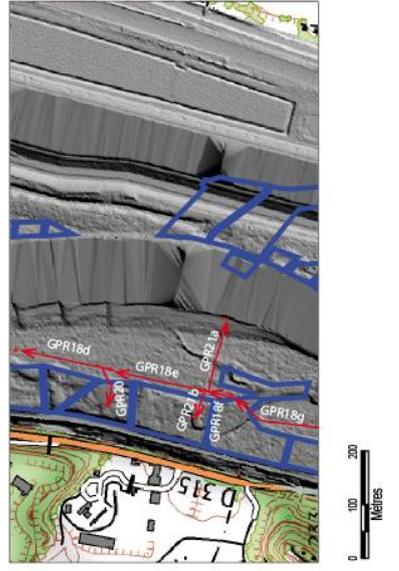
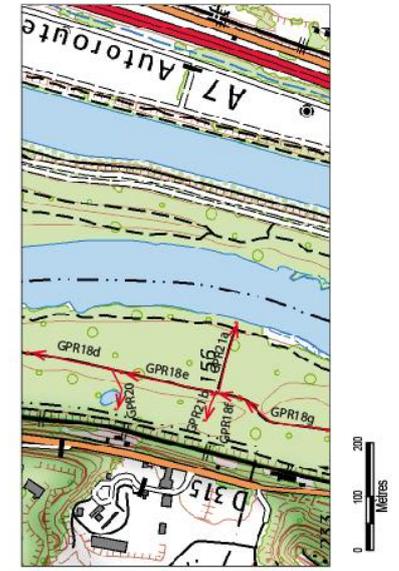
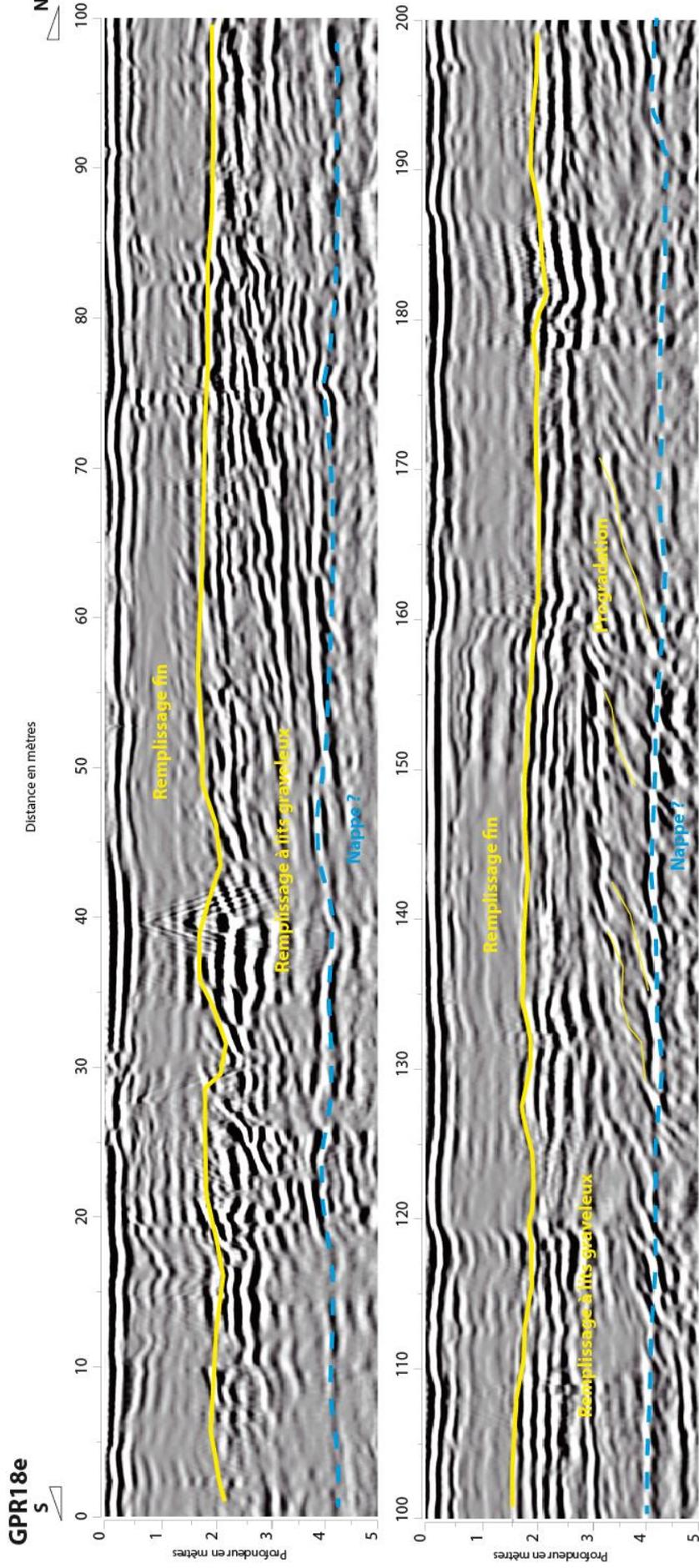


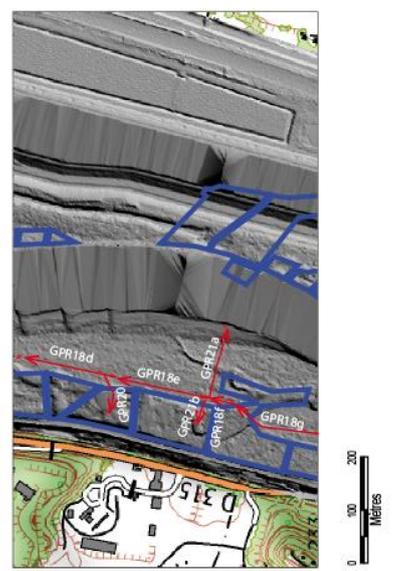
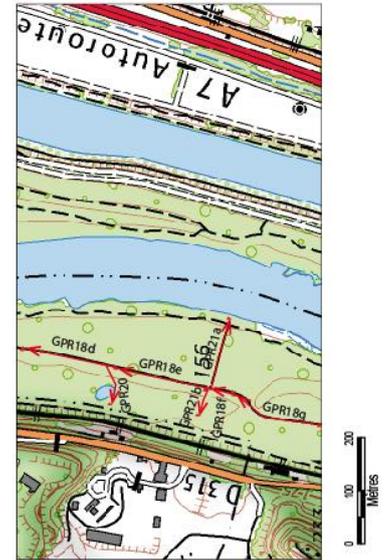
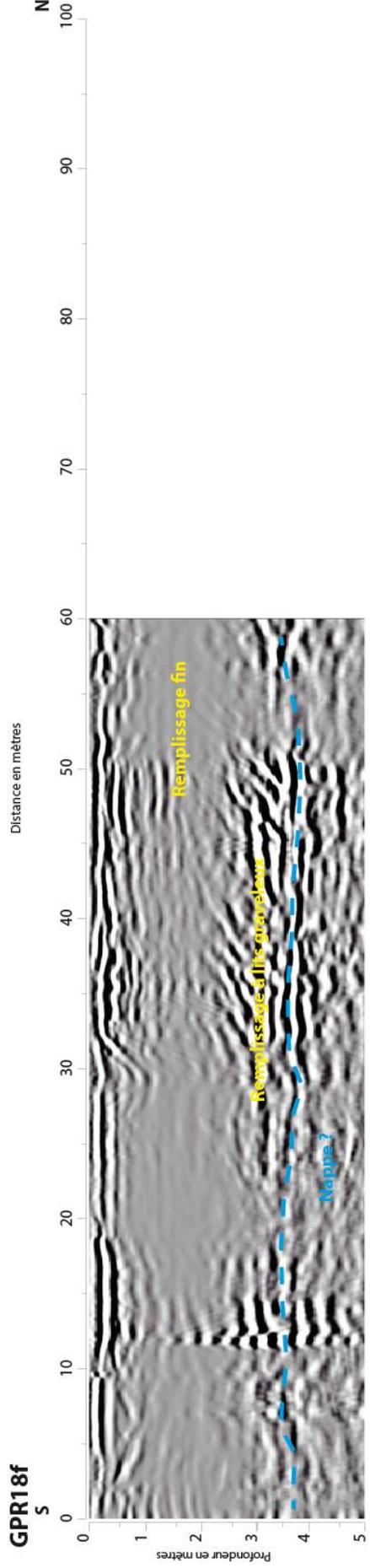


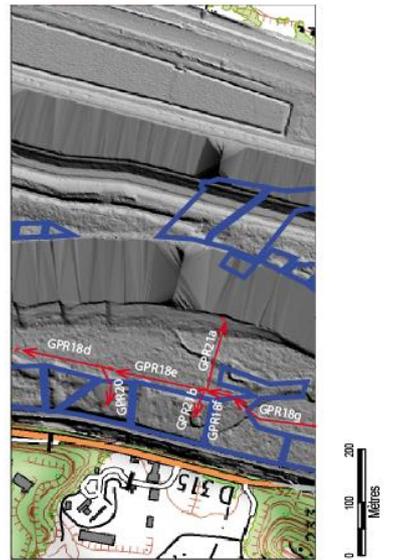
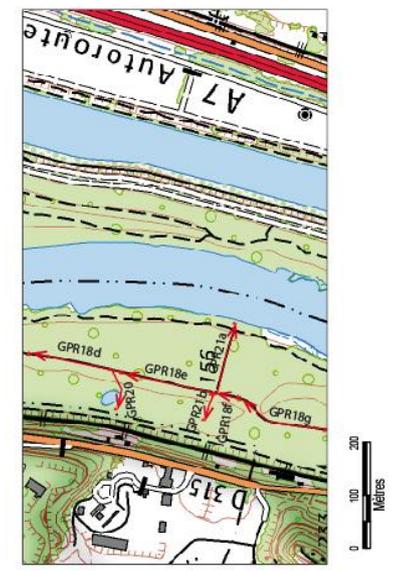
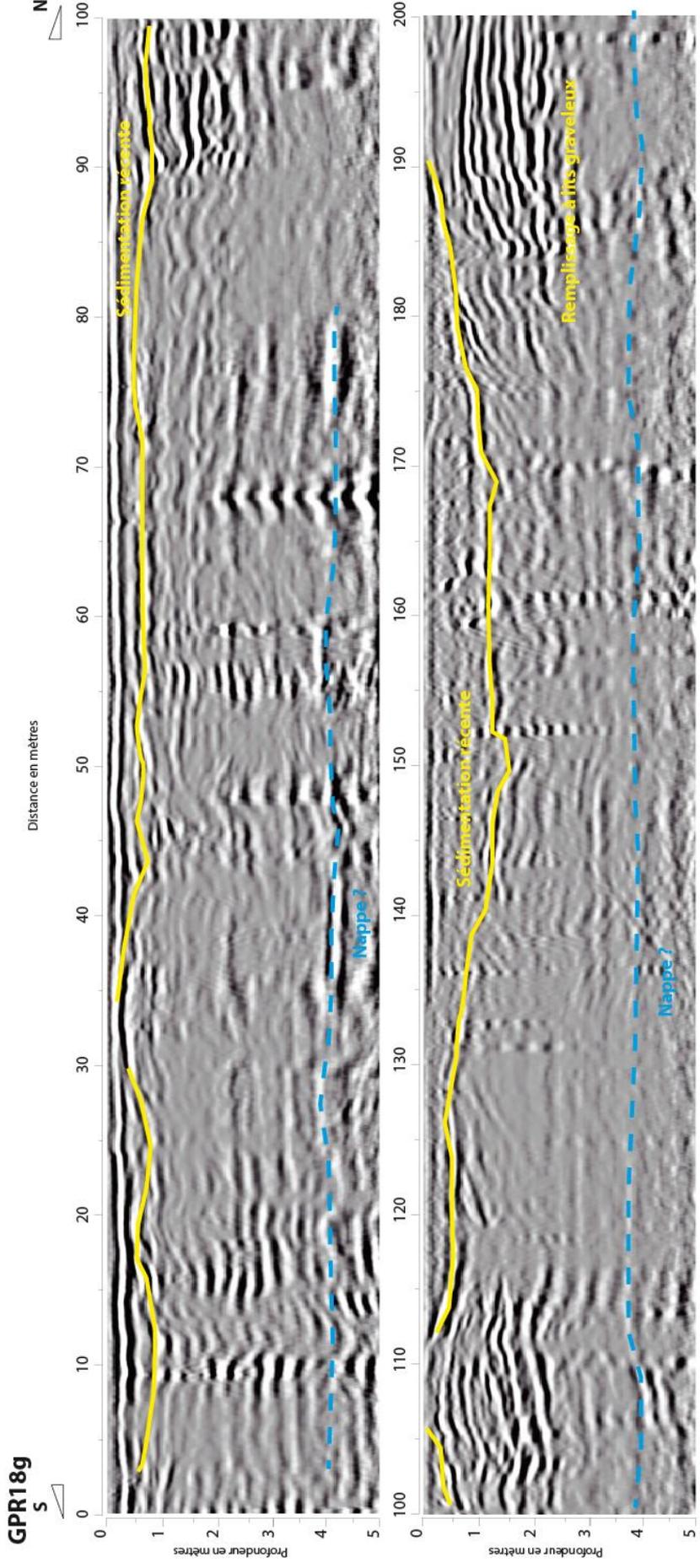


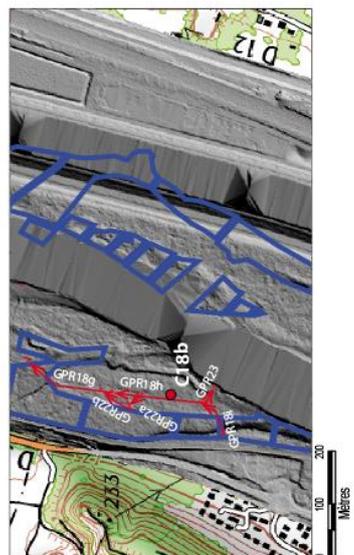
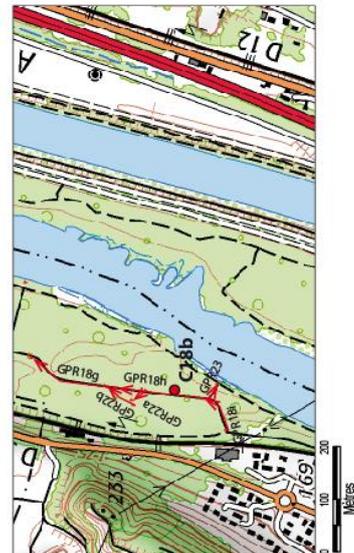
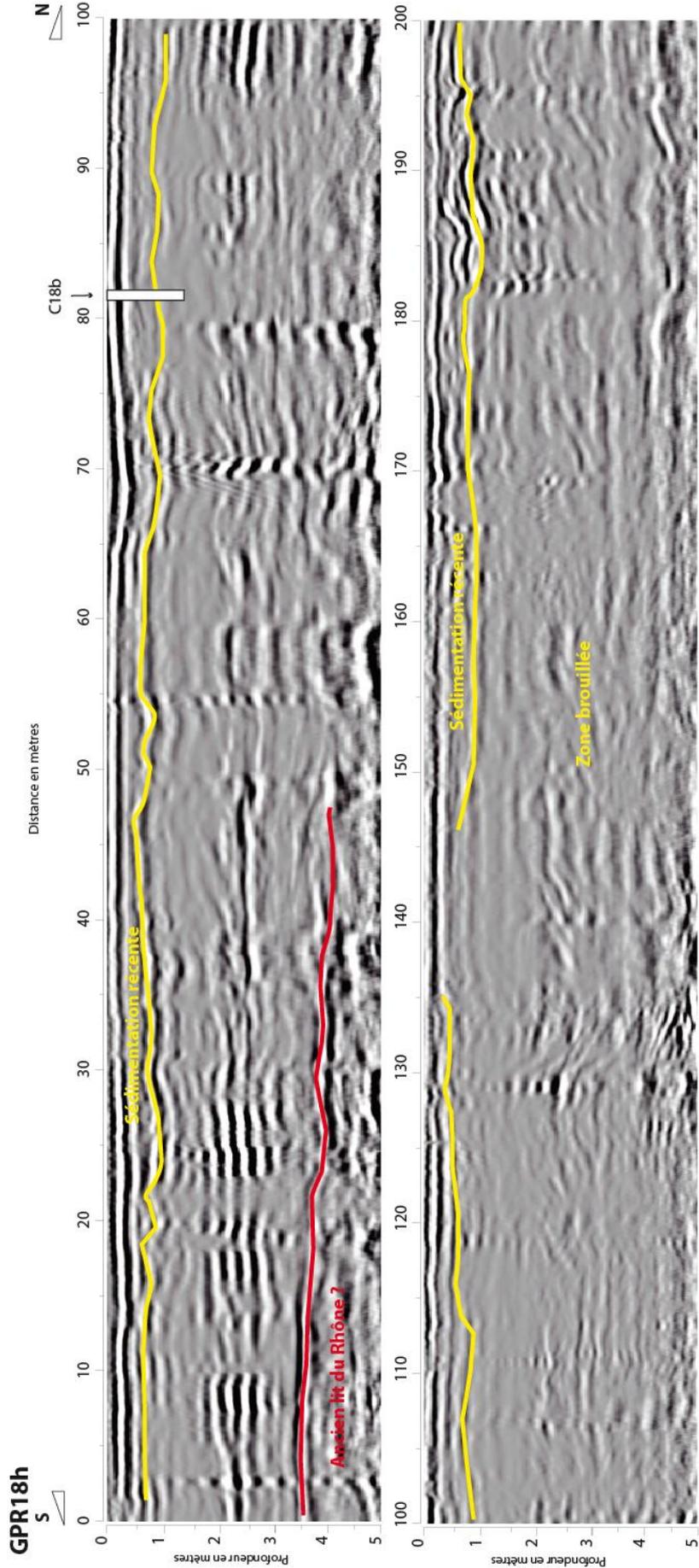


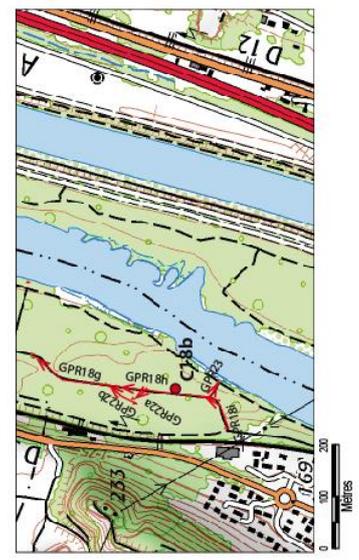
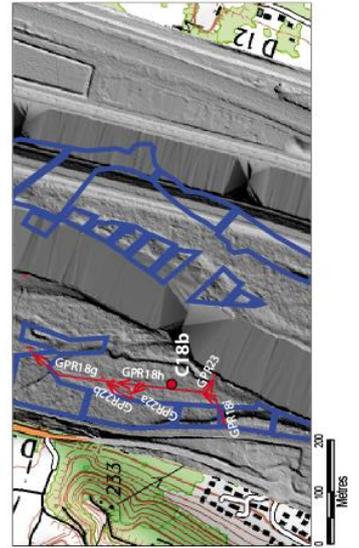
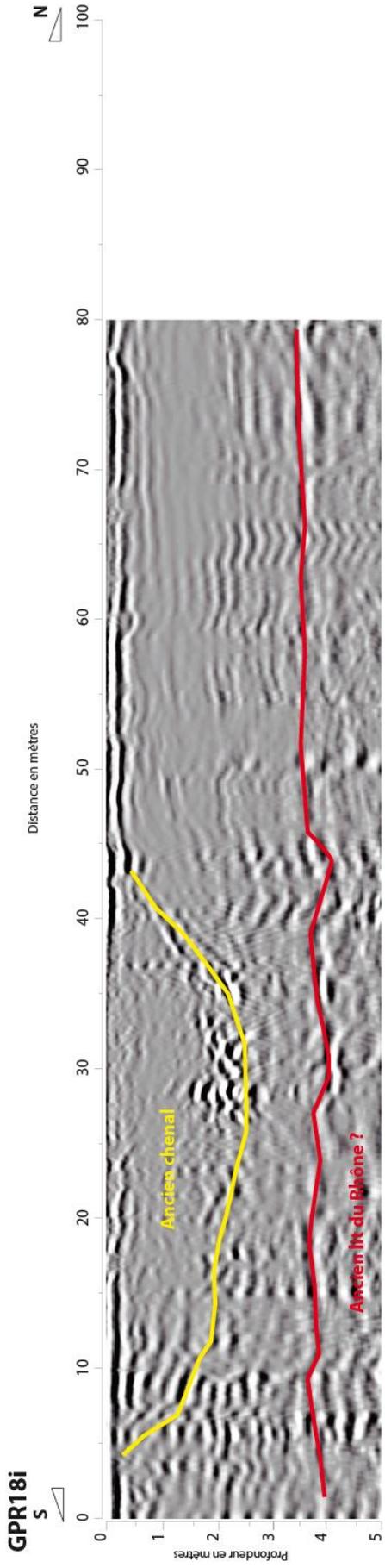


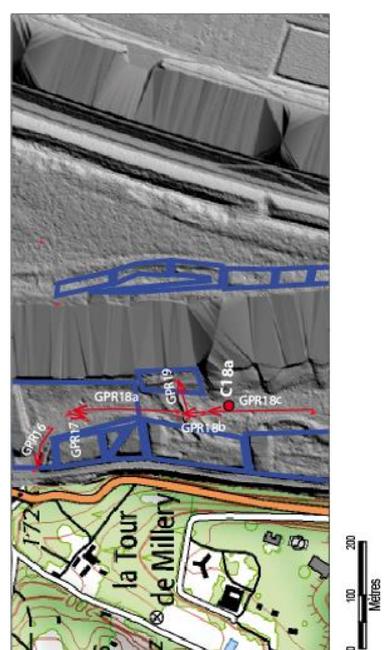
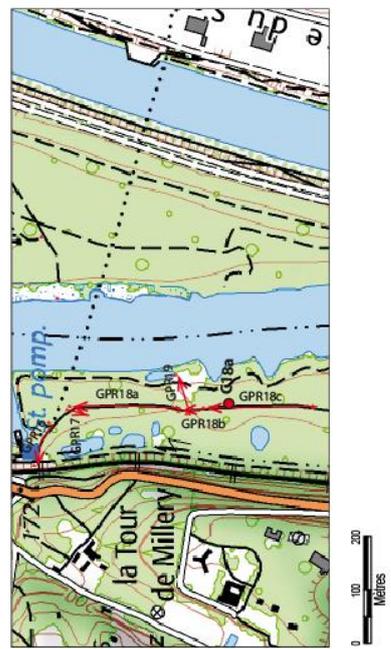
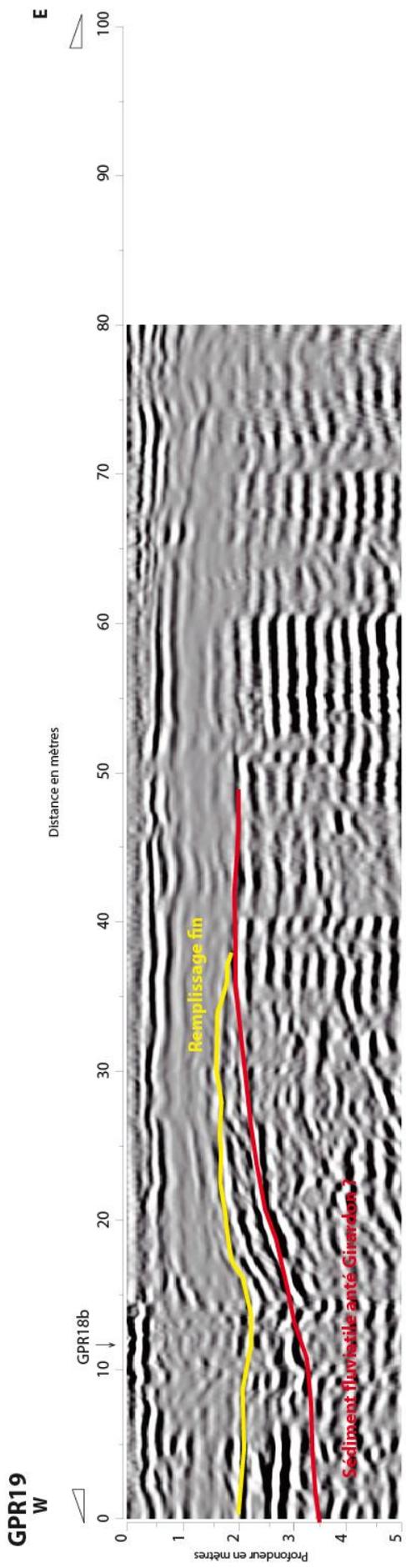


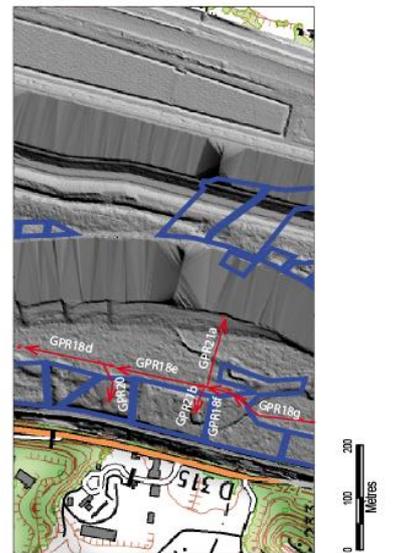
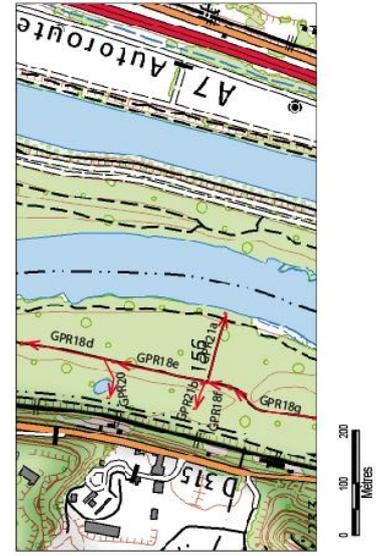
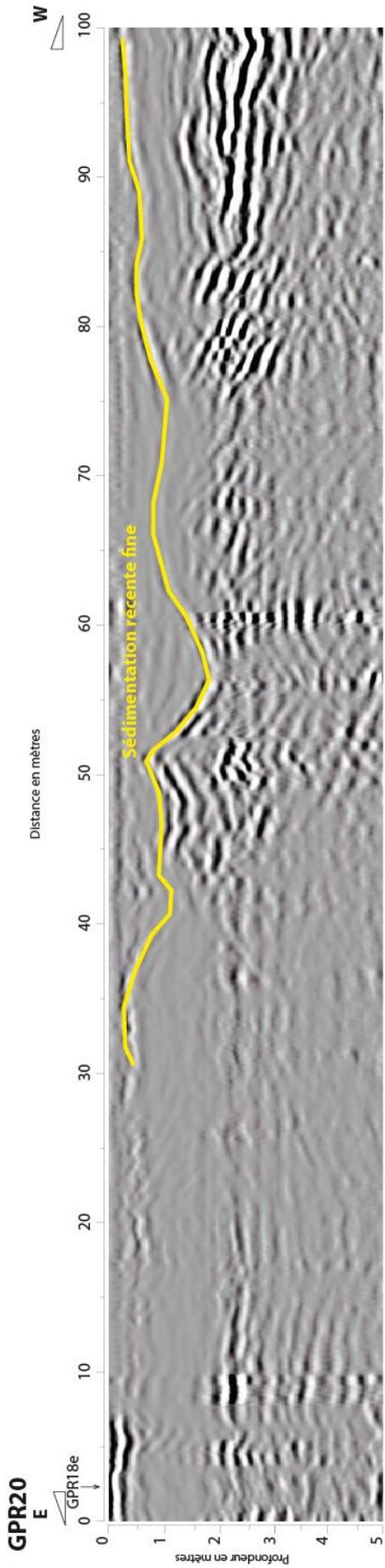


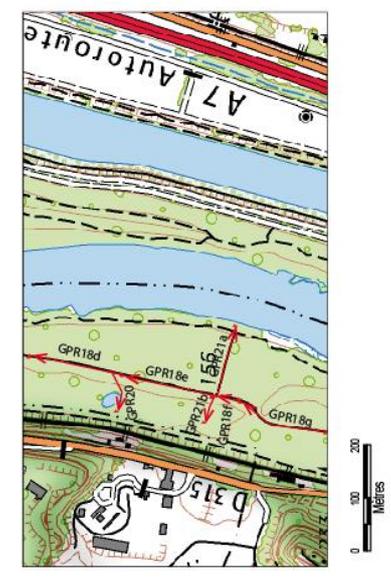
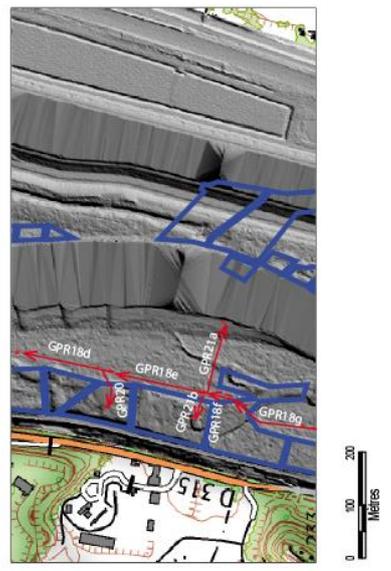
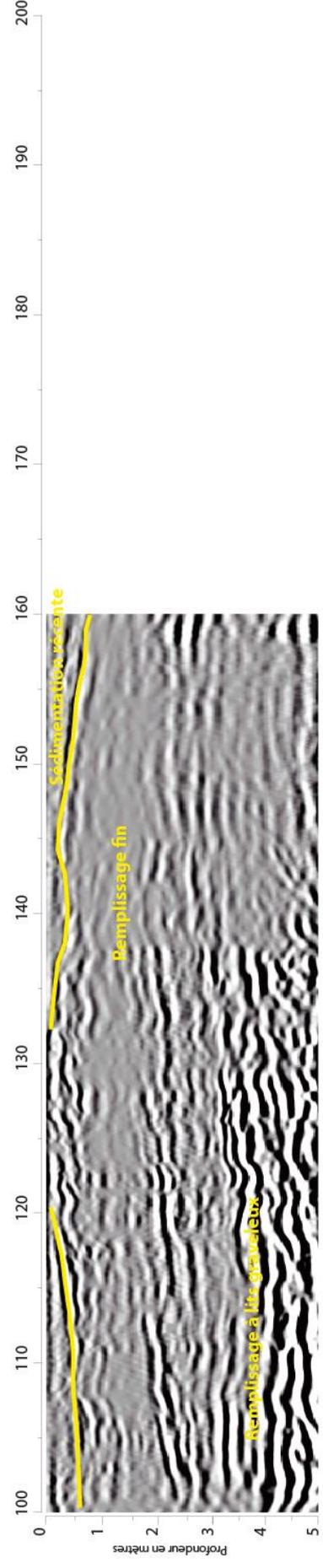
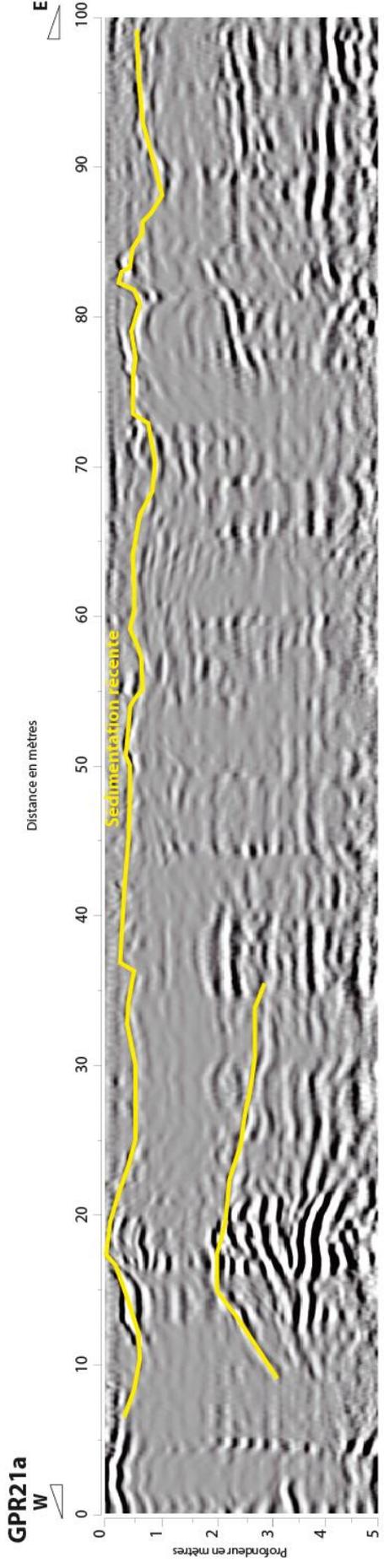


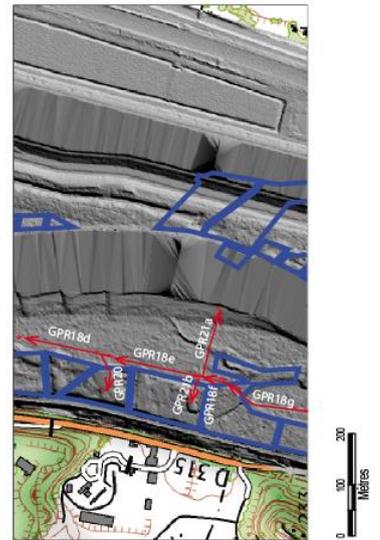
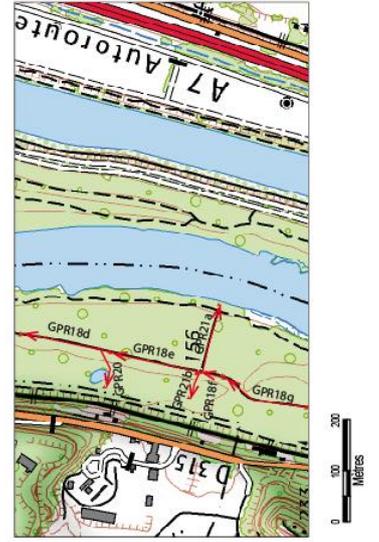
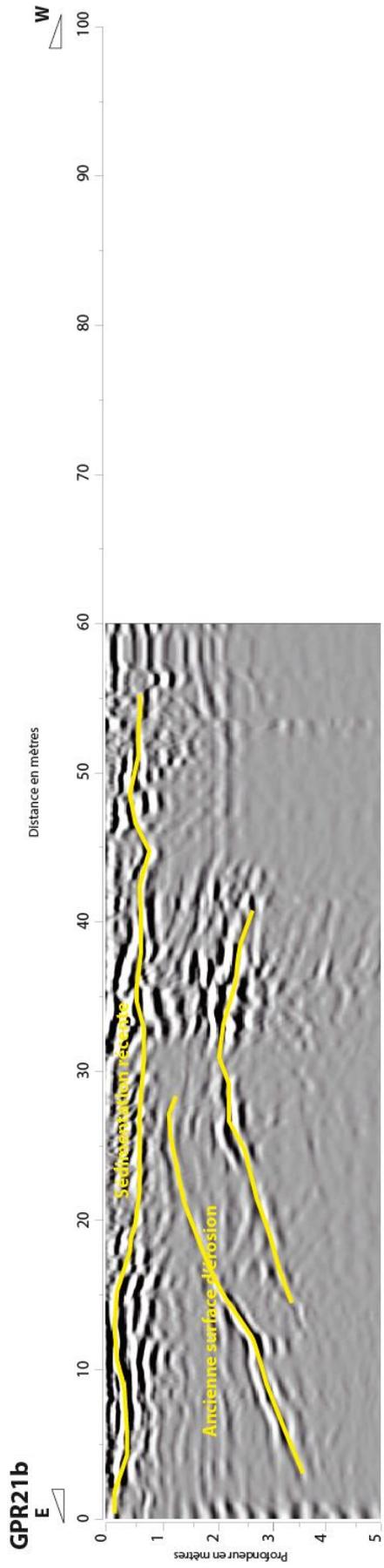


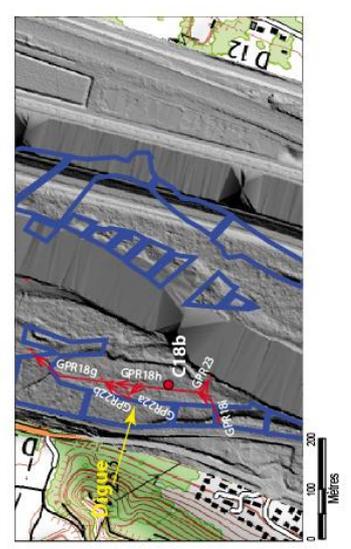
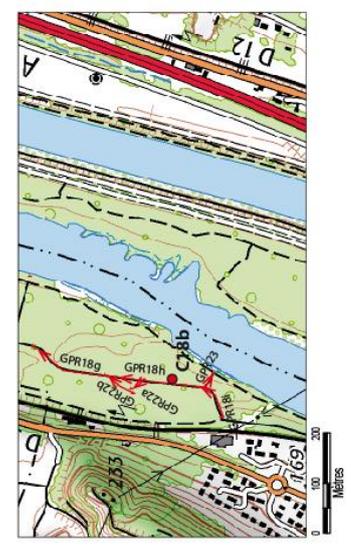
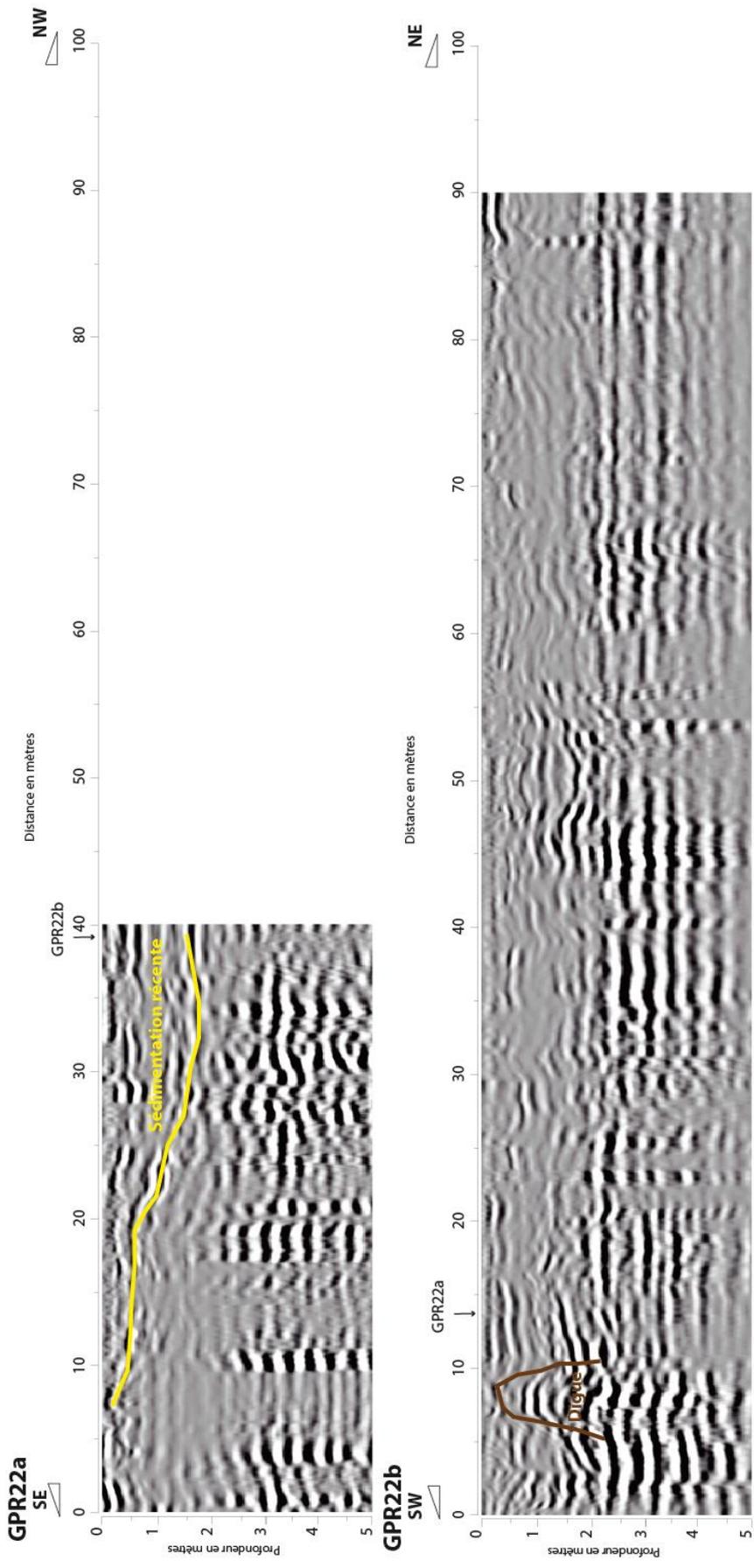








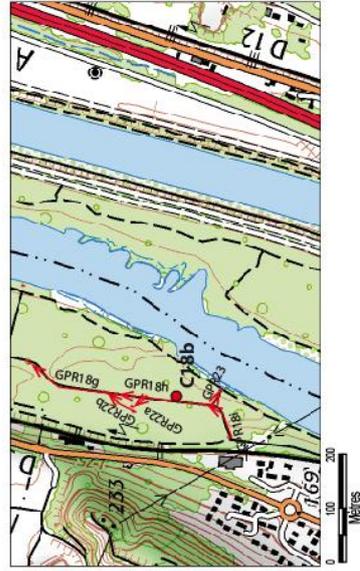
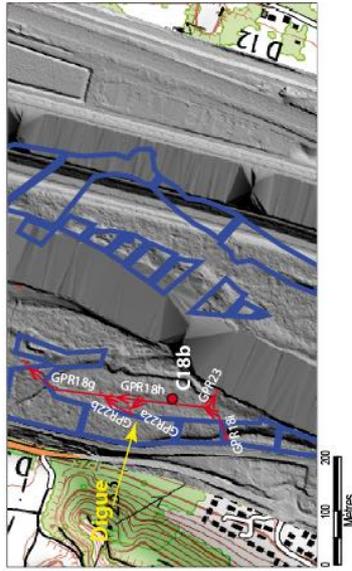
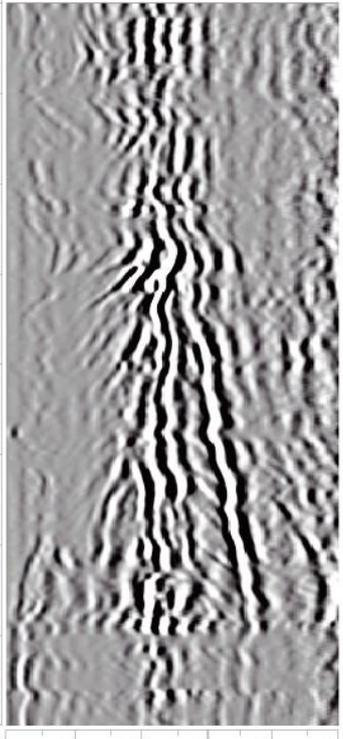




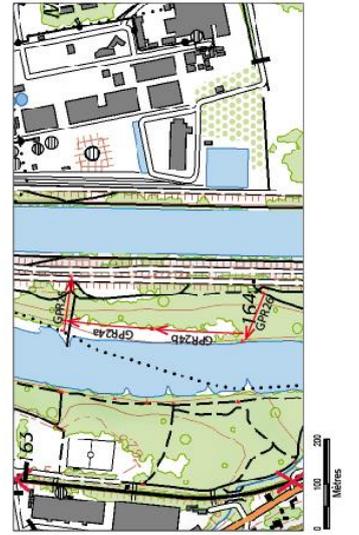
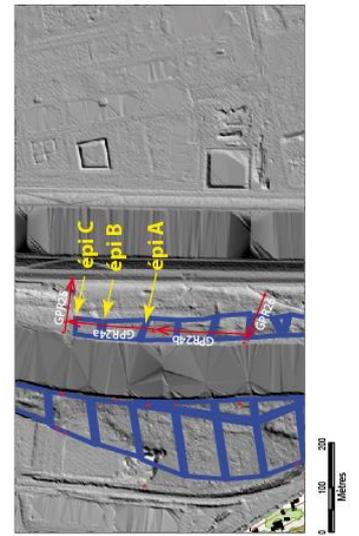
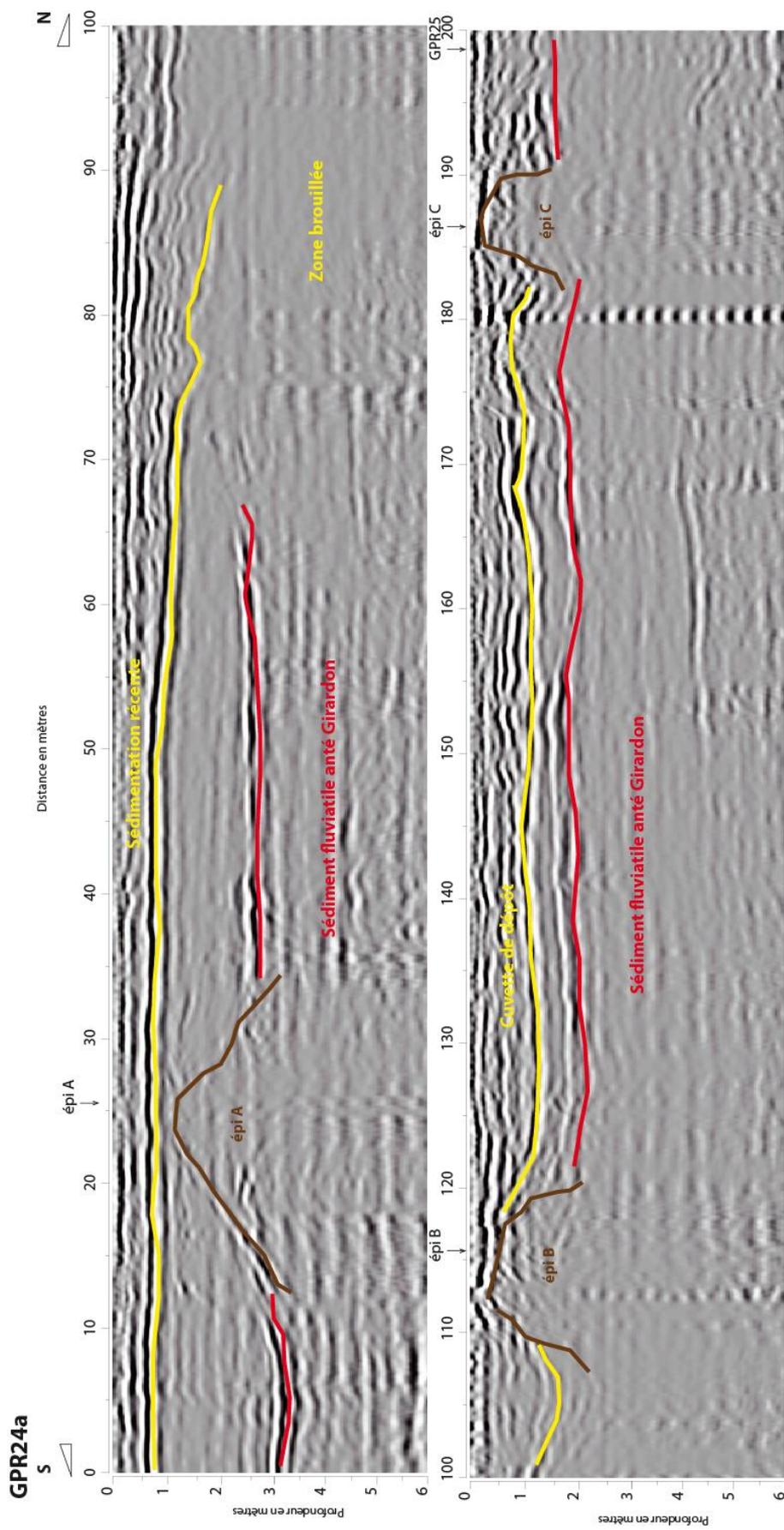
GPR23



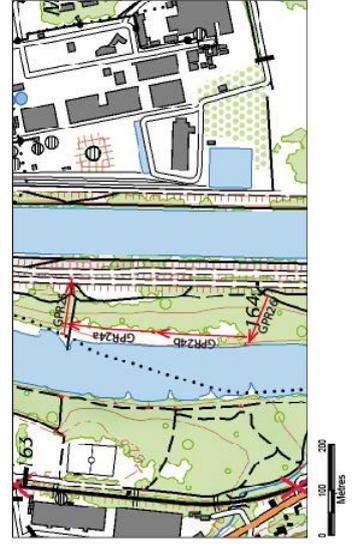
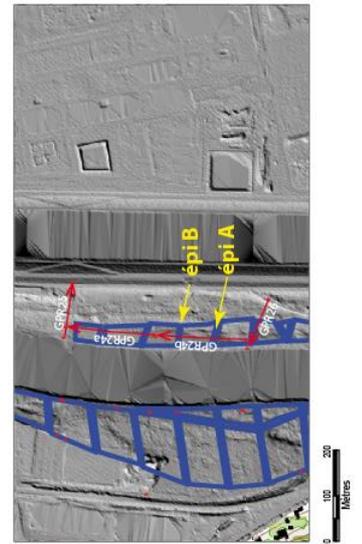
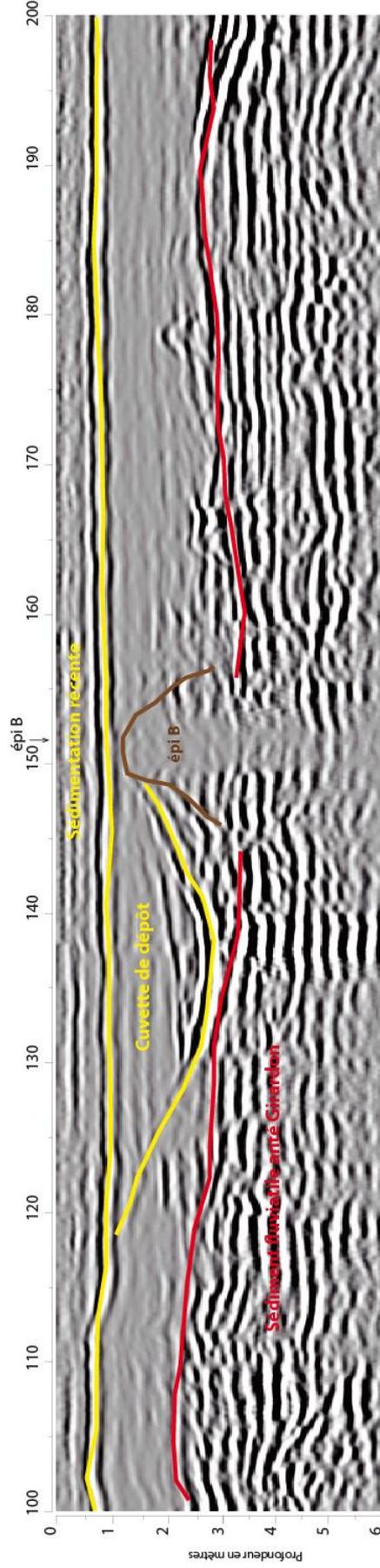
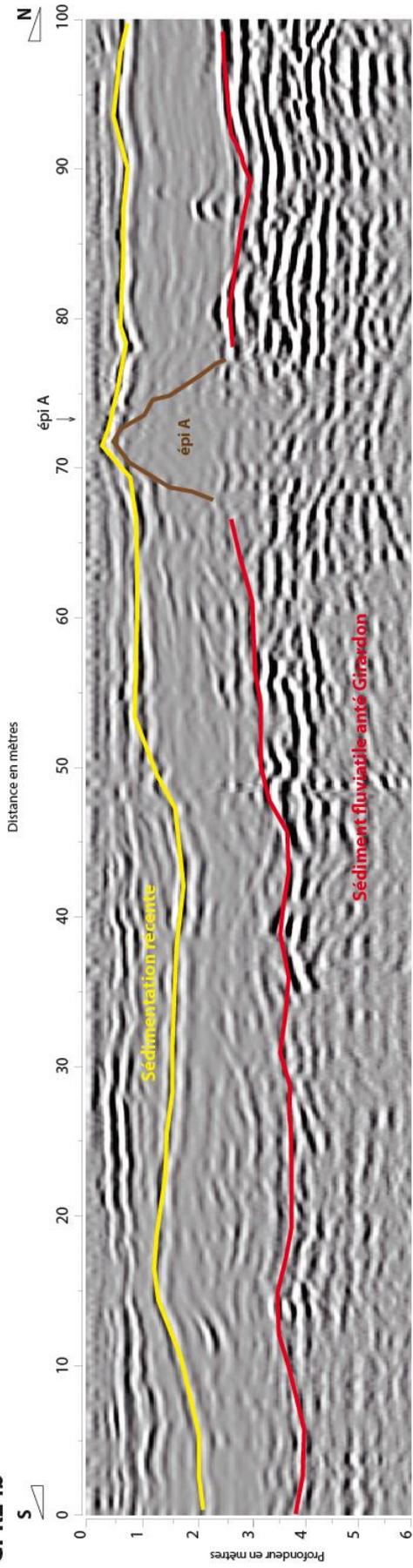
Distance en mètres

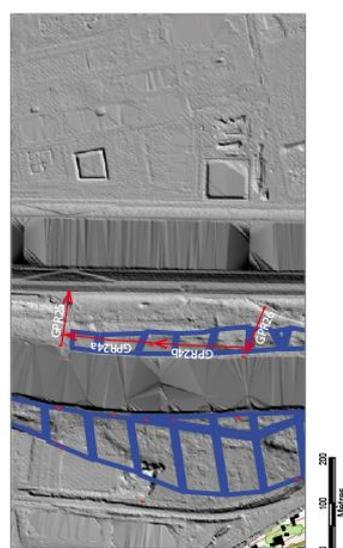
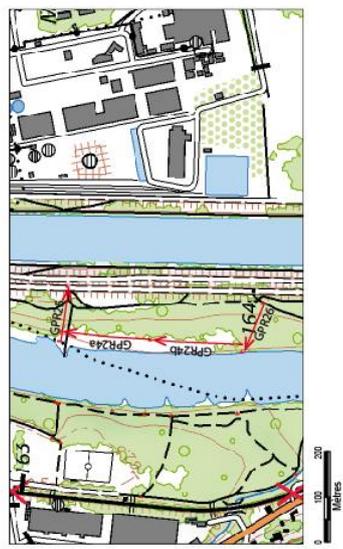
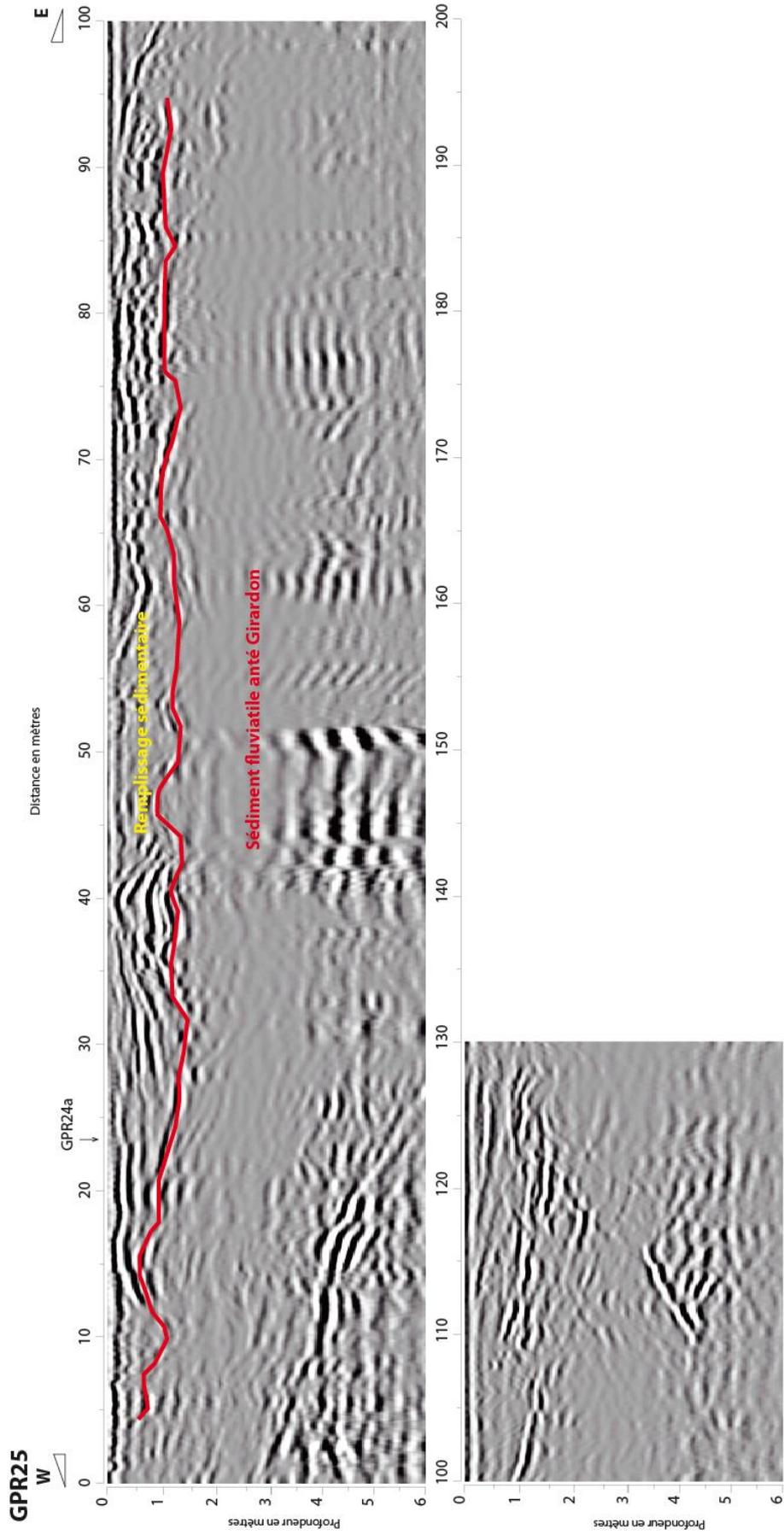


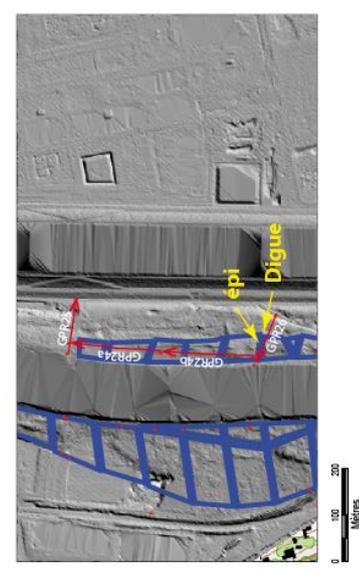
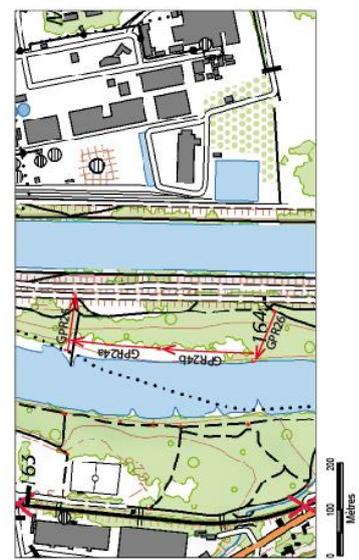
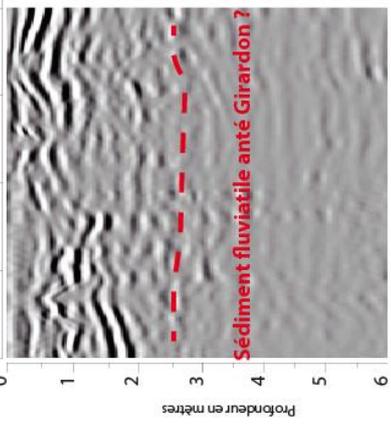
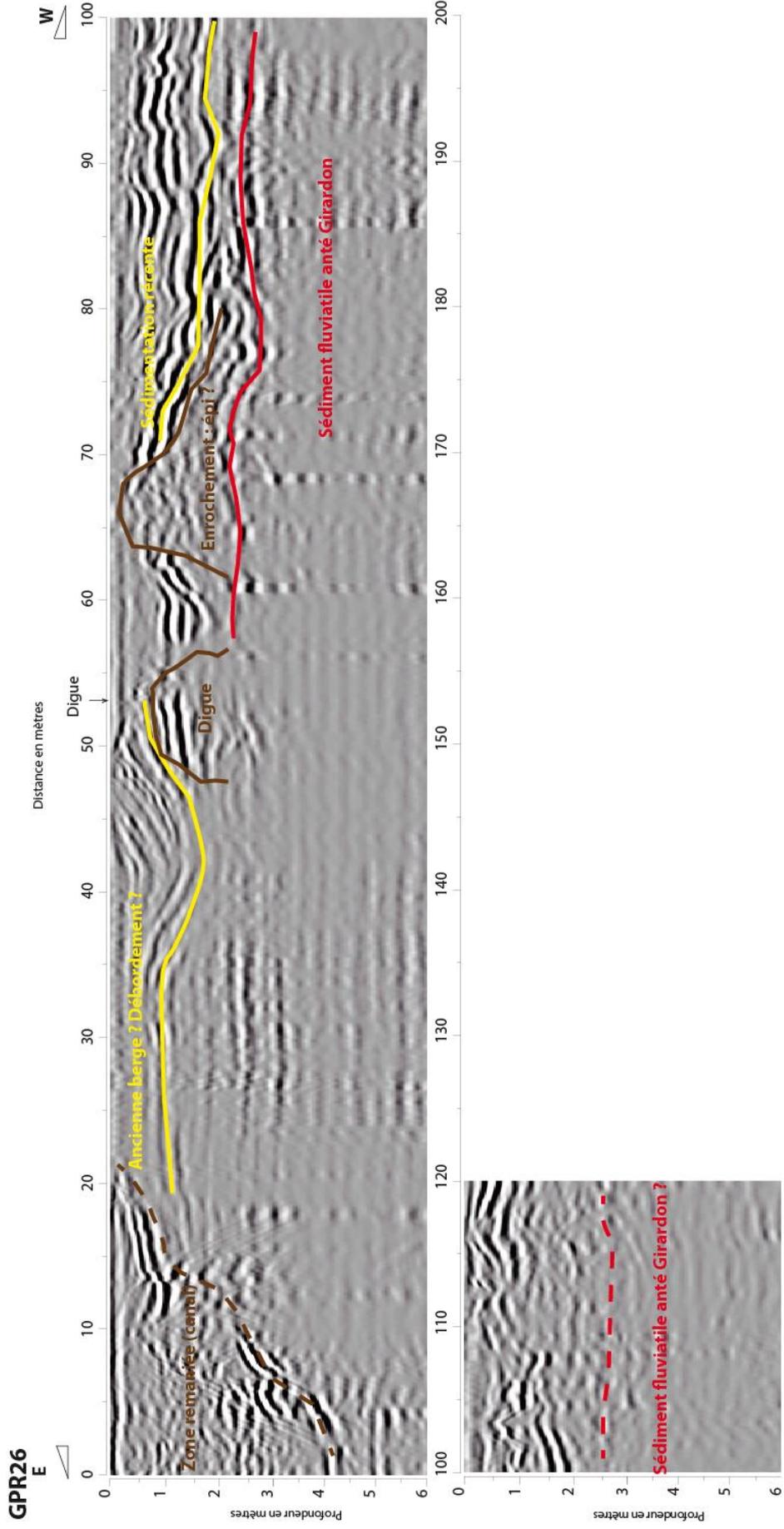
Secteur ile de la Chèvre

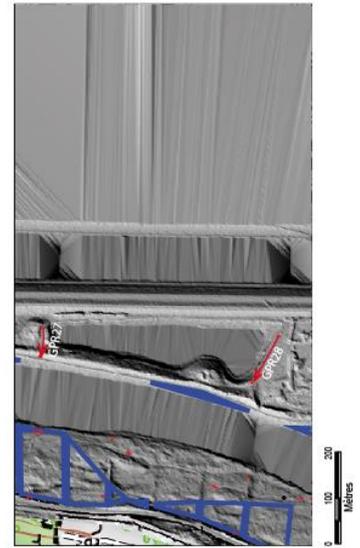
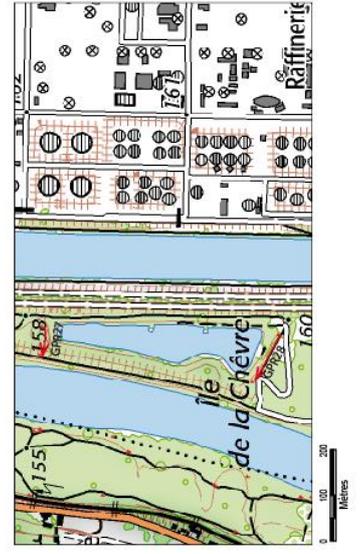
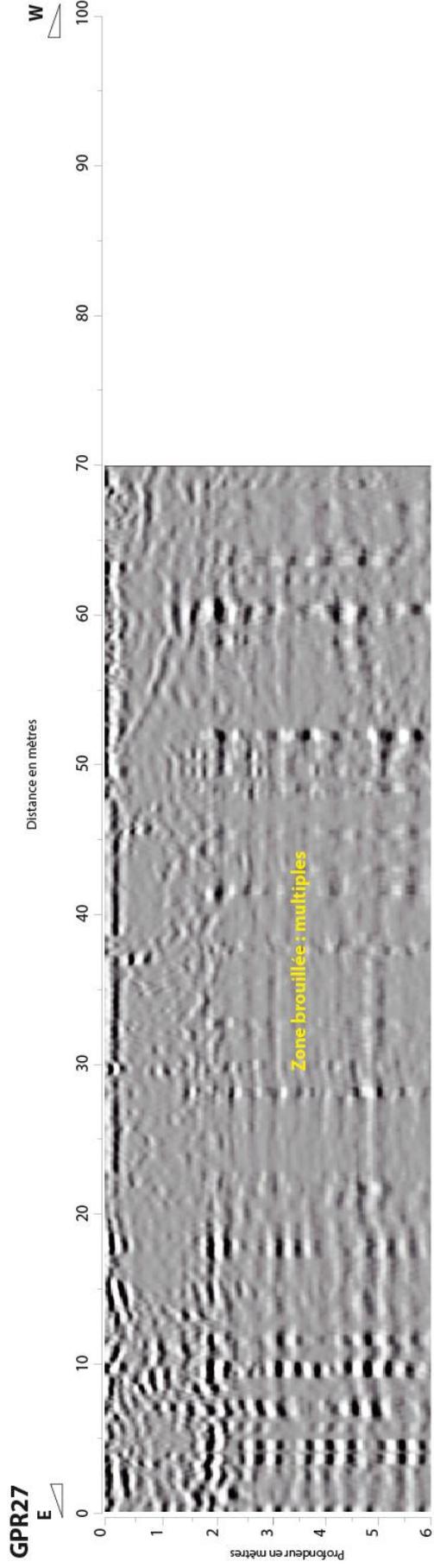


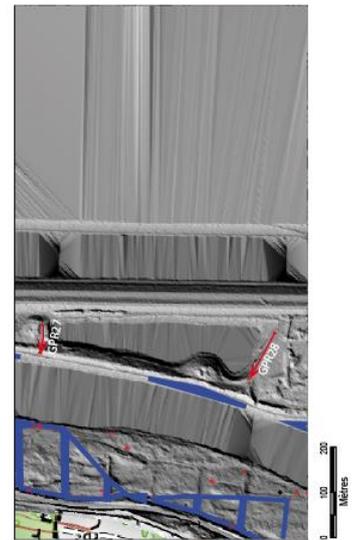
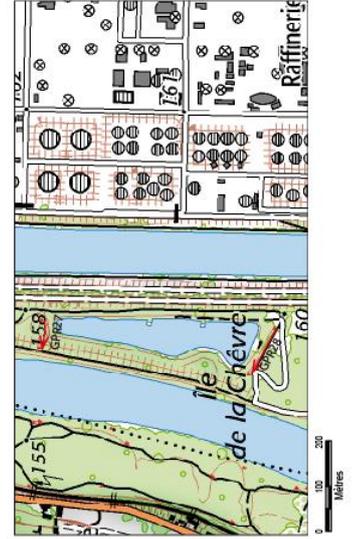
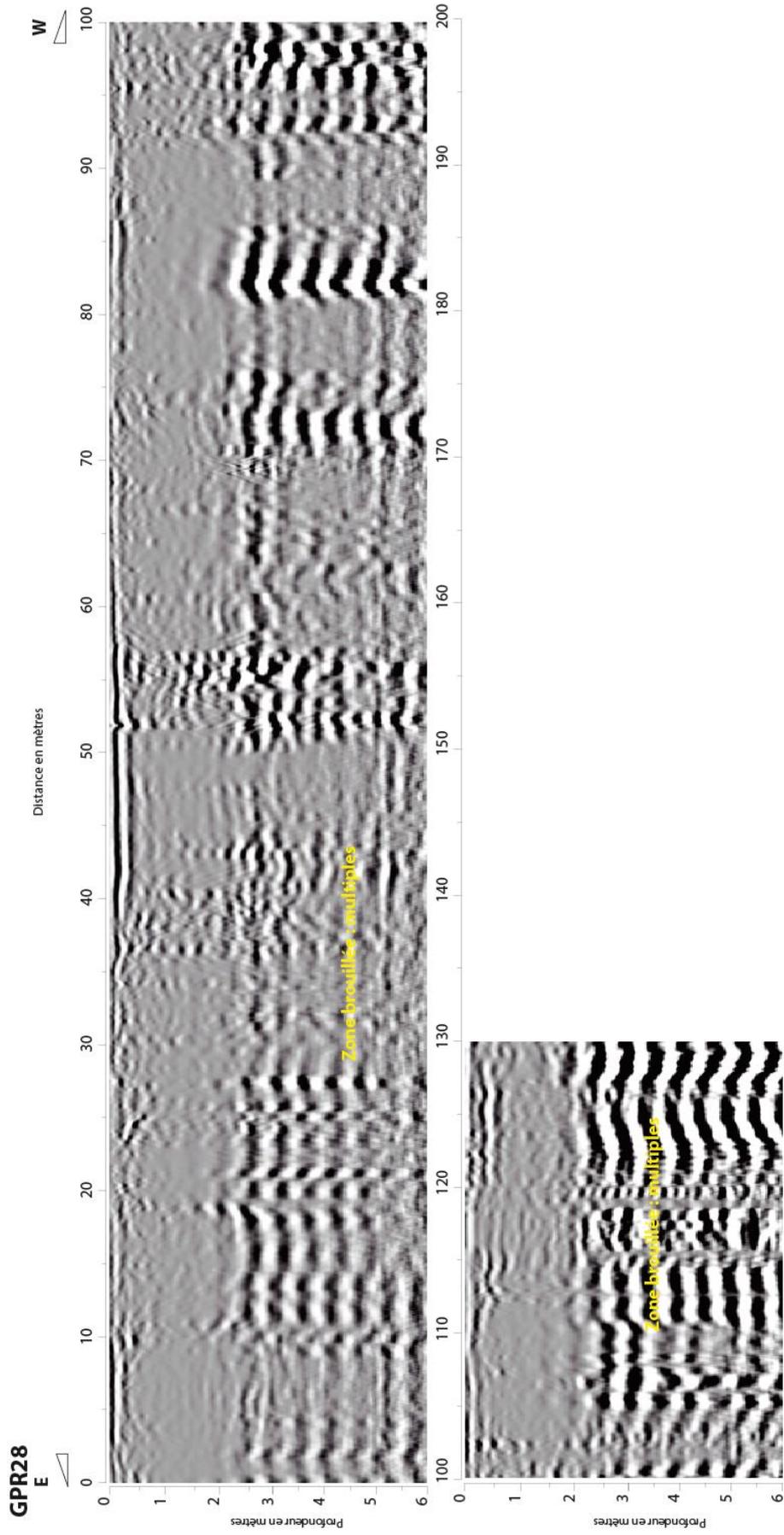
GPR24b

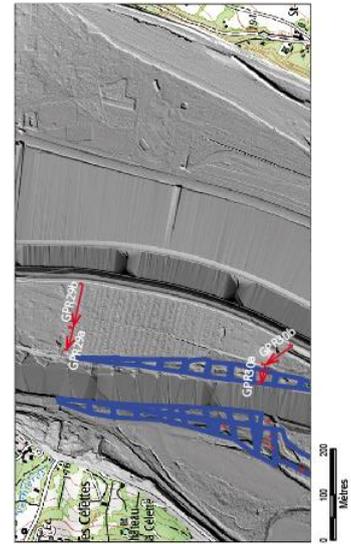
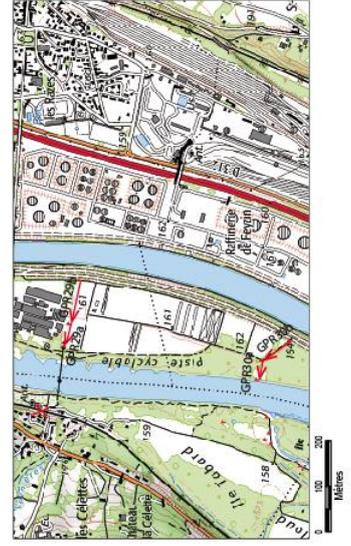
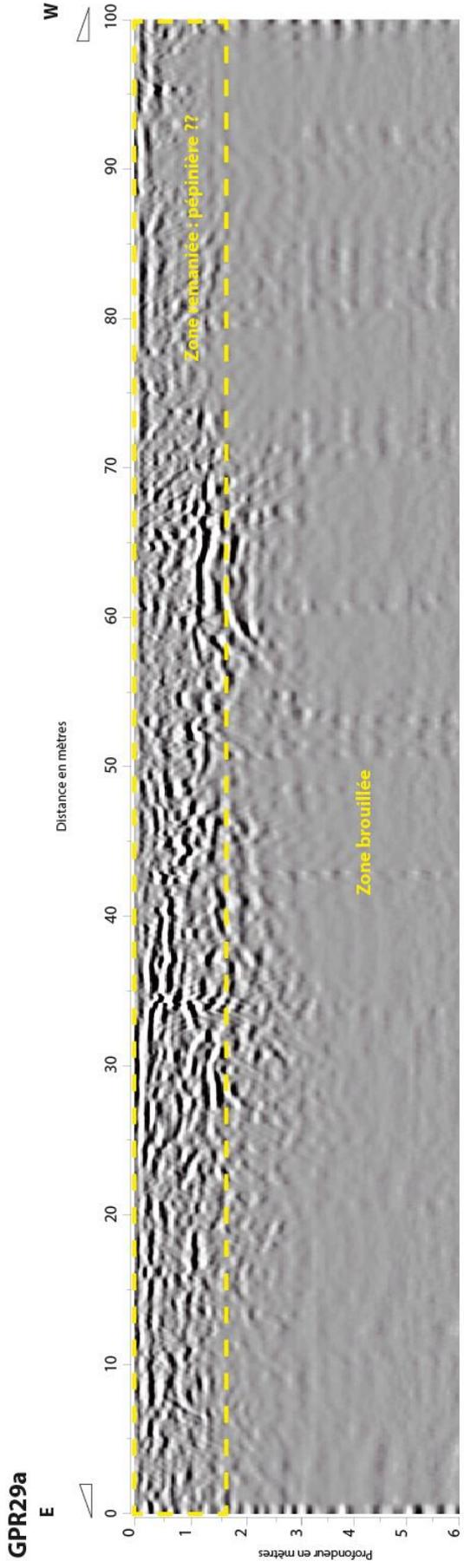


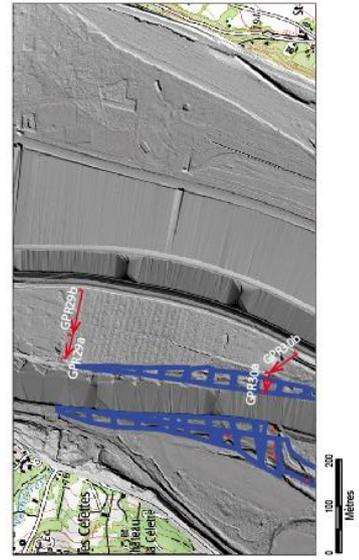
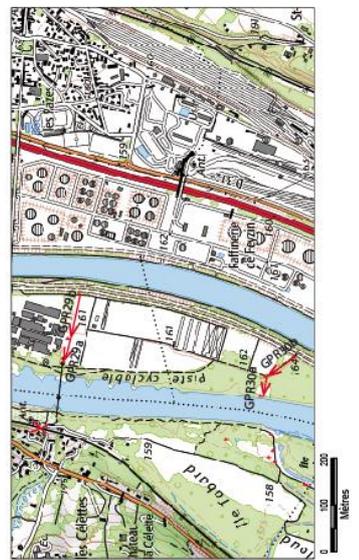
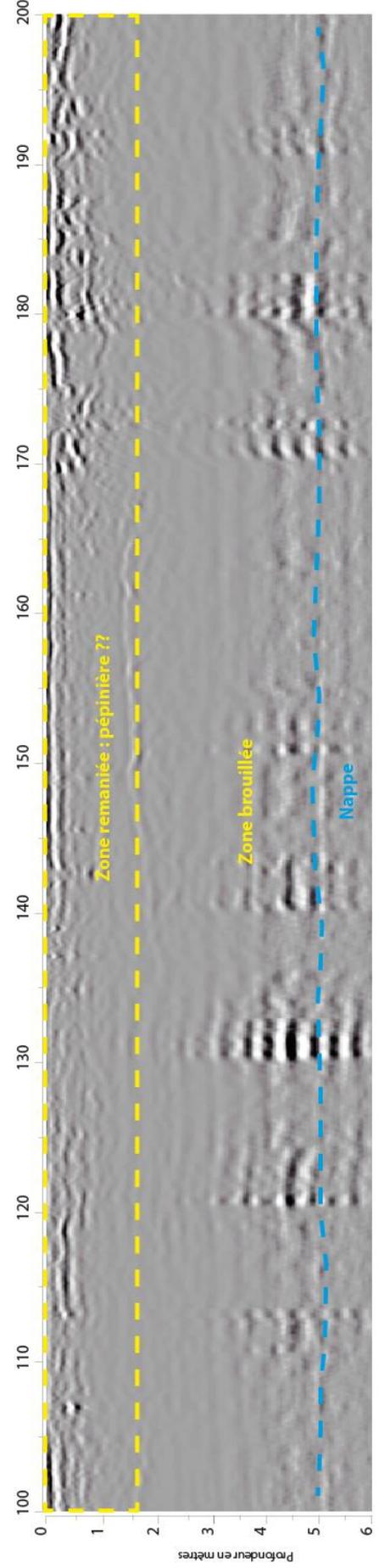
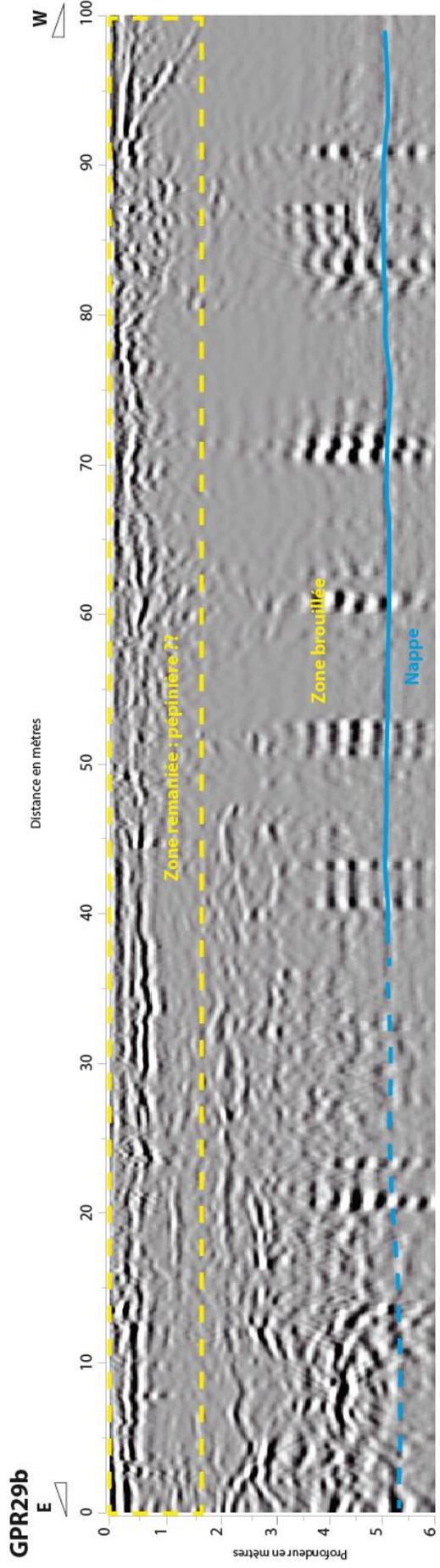


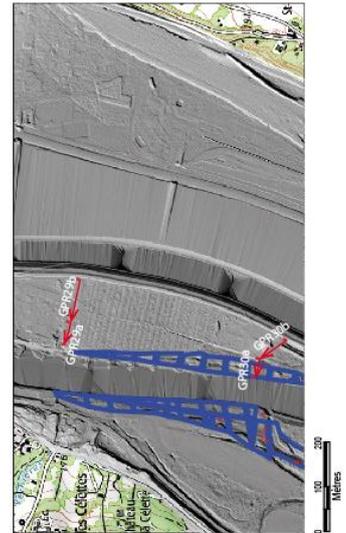
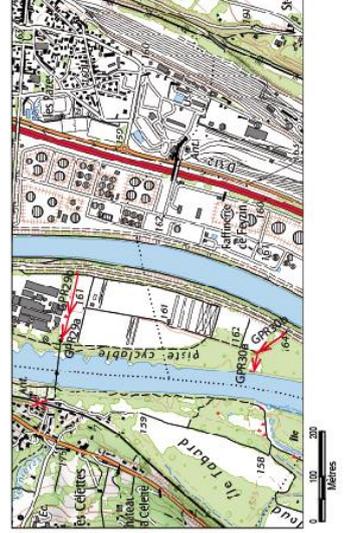
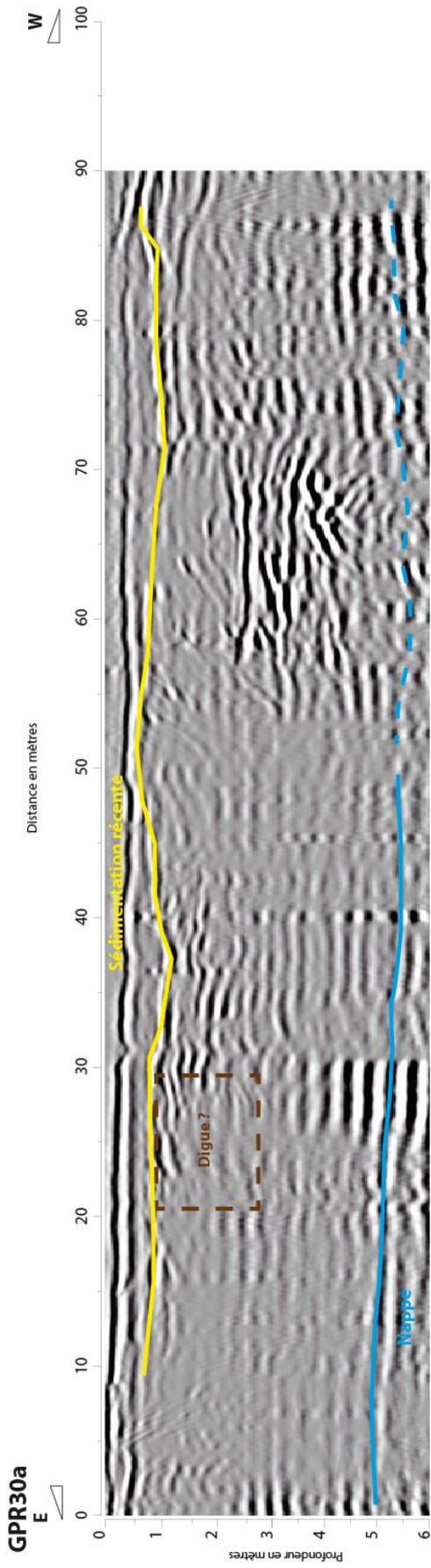


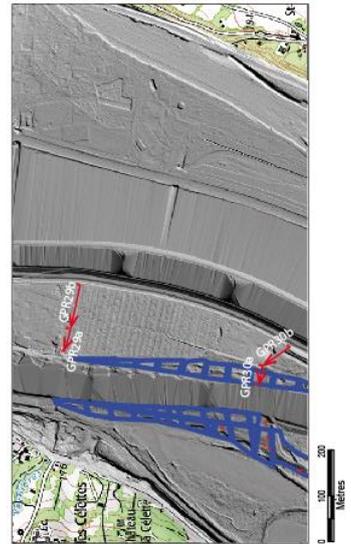
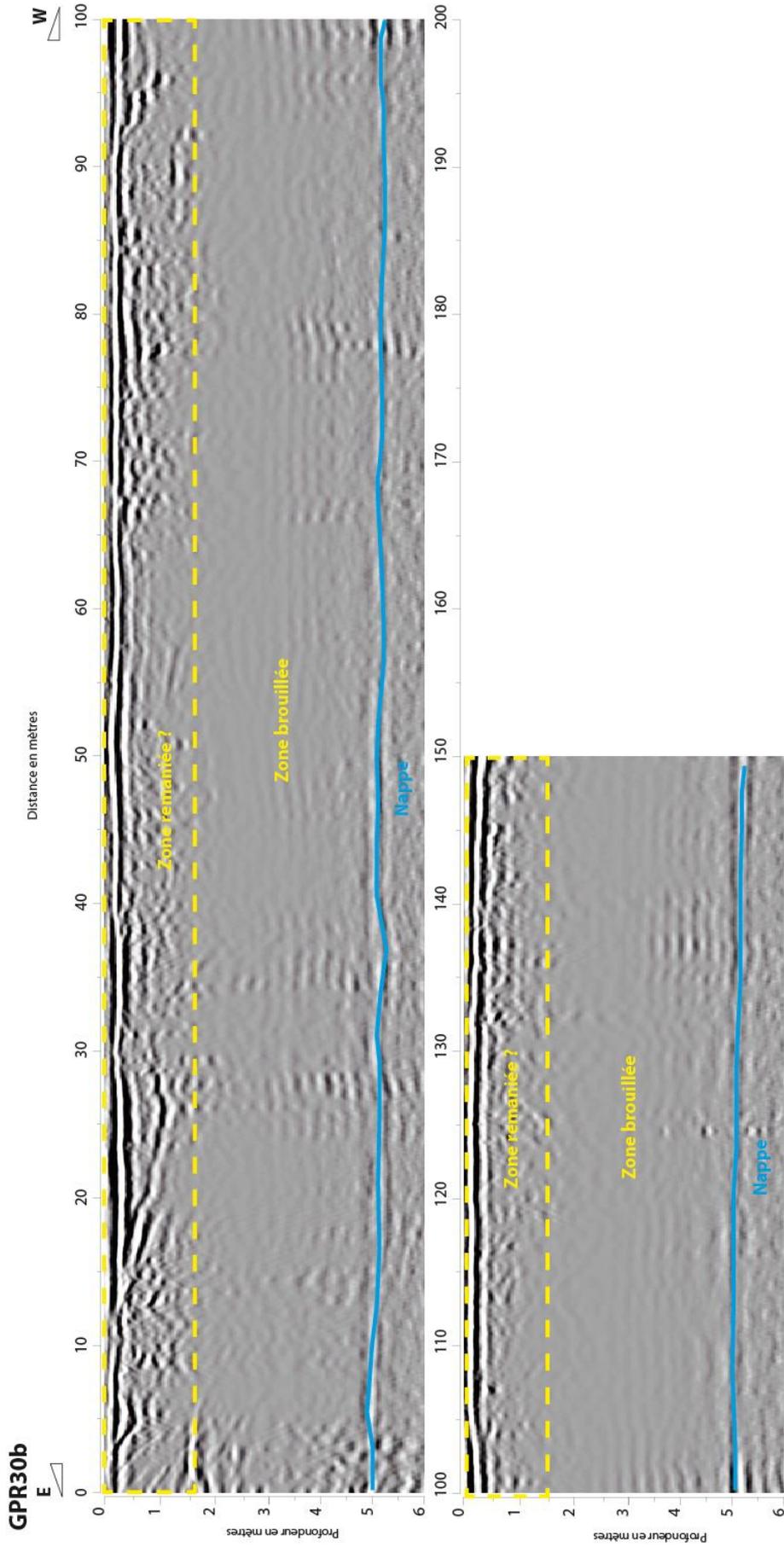




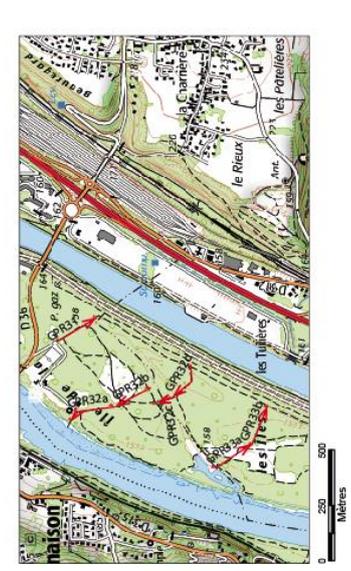
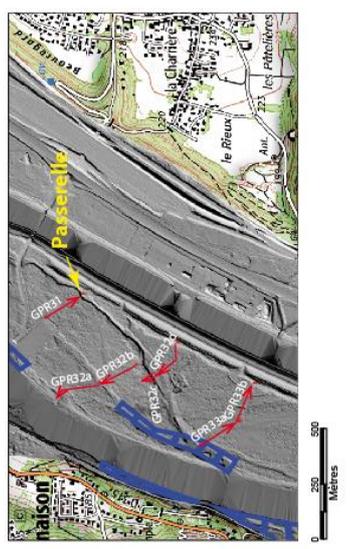
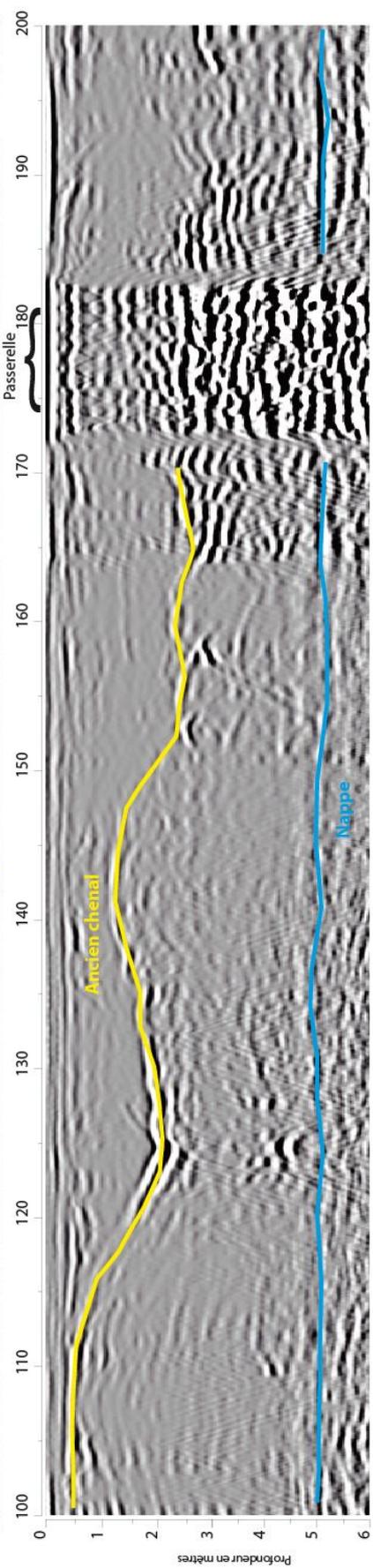
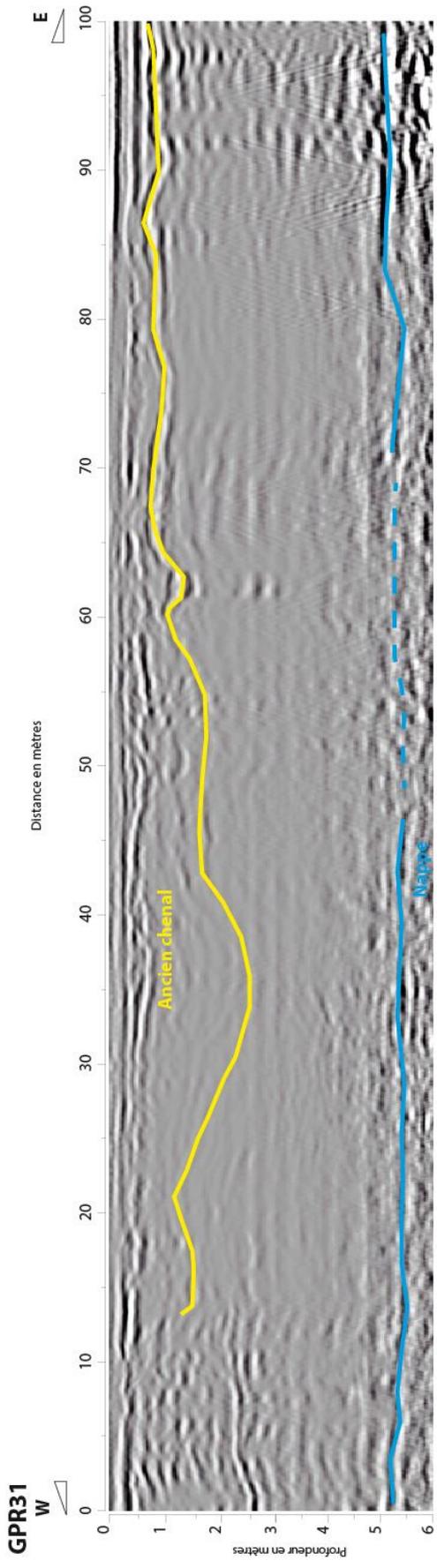


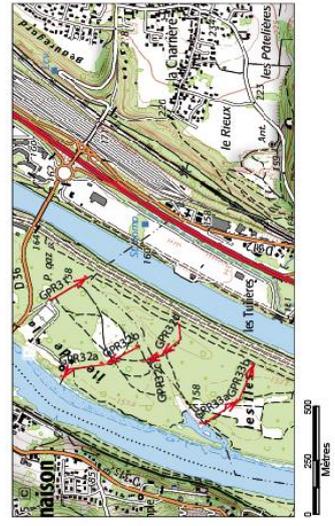
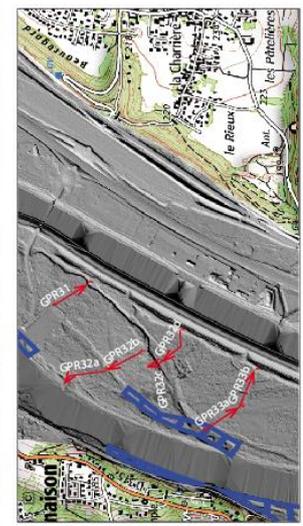
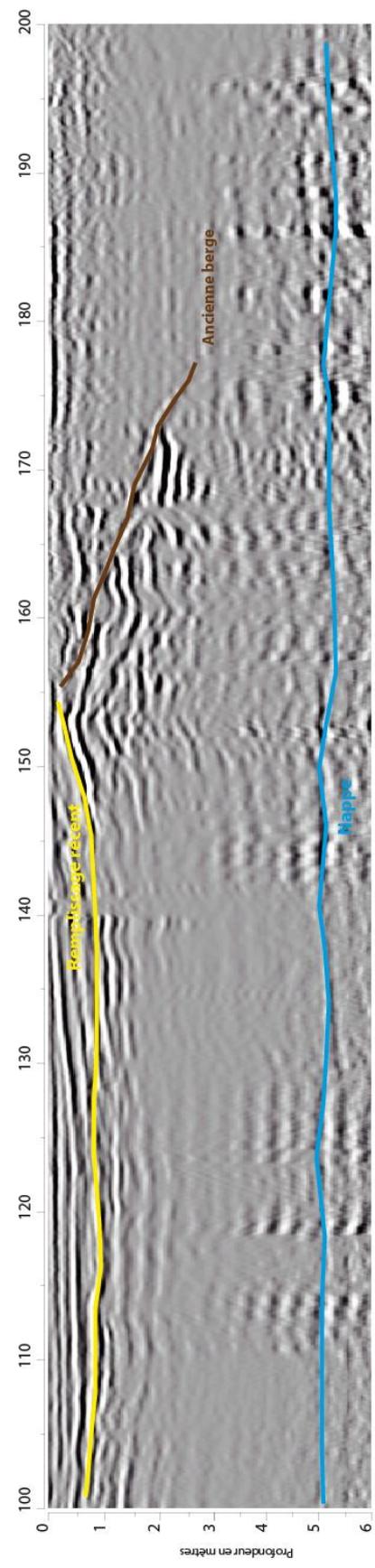
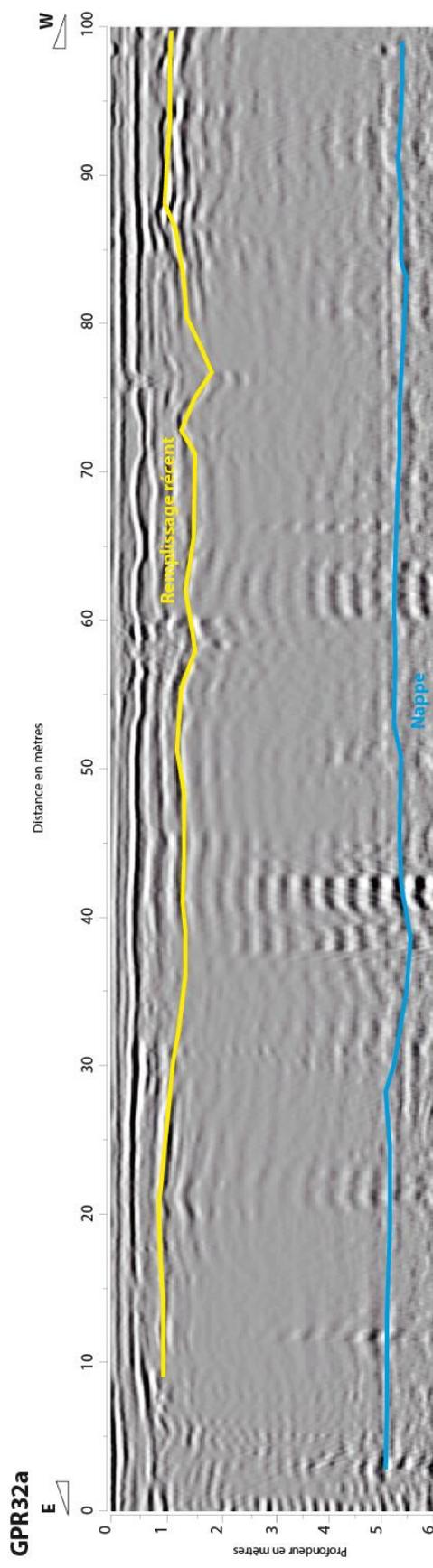


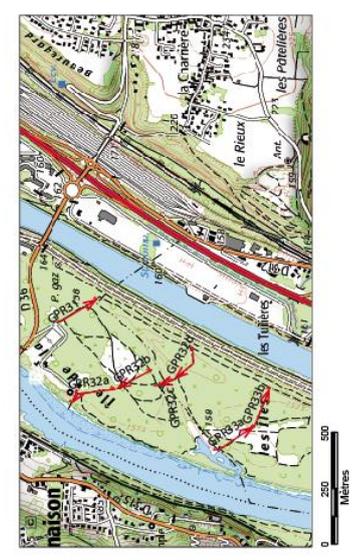
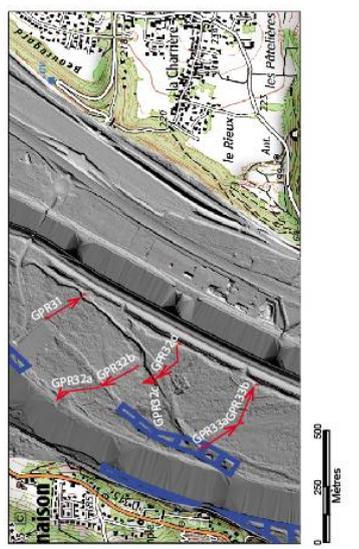
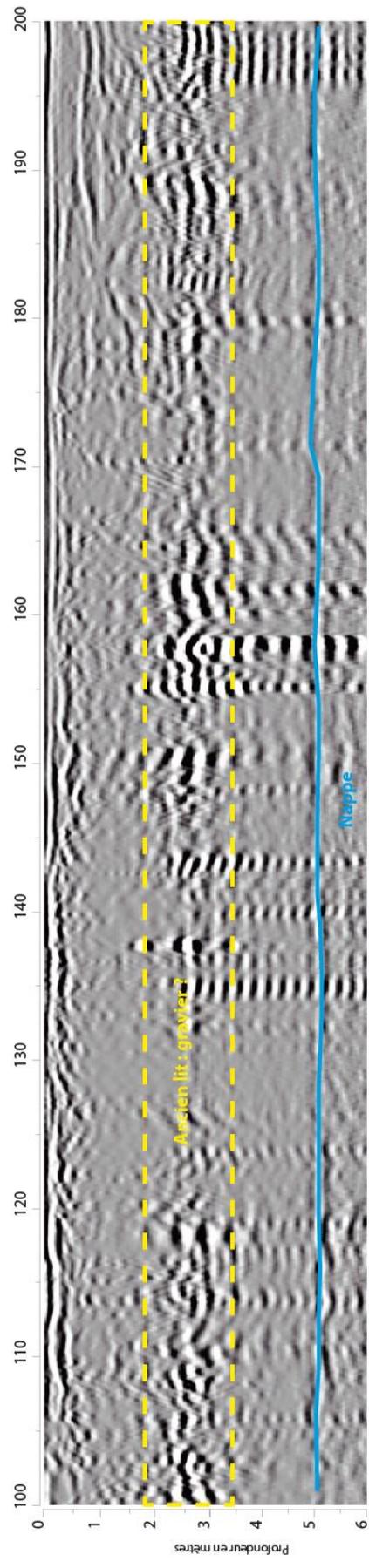
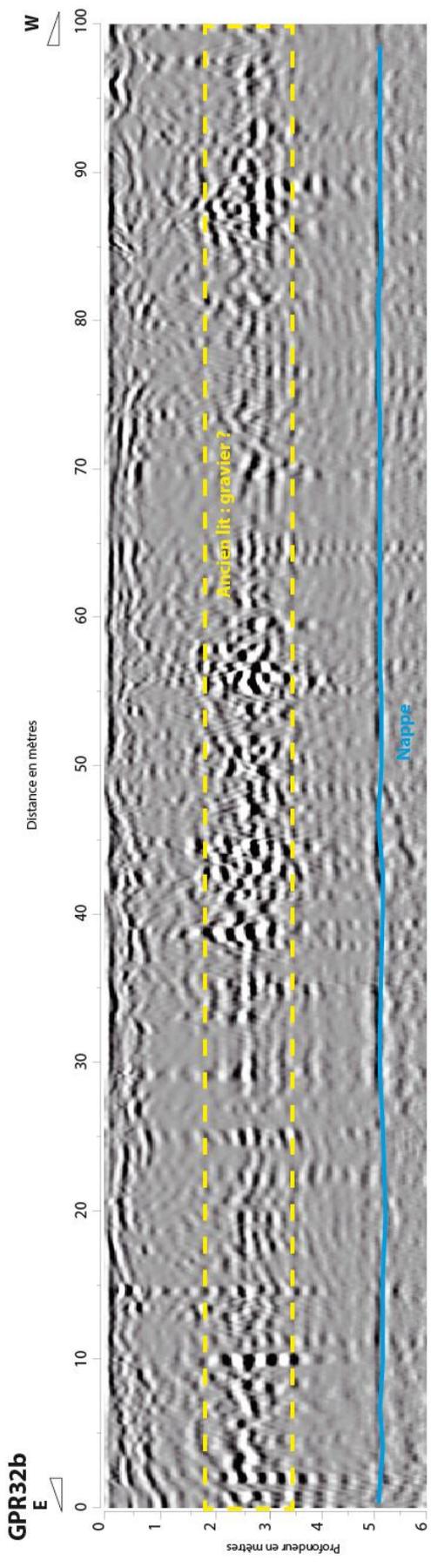


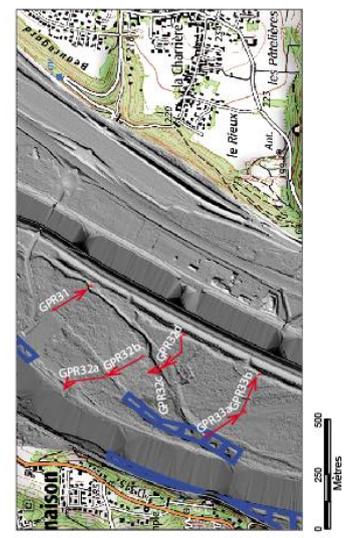
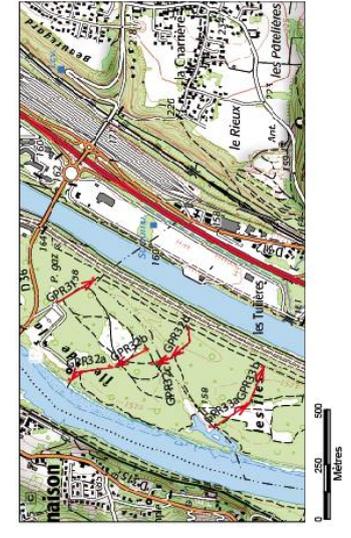
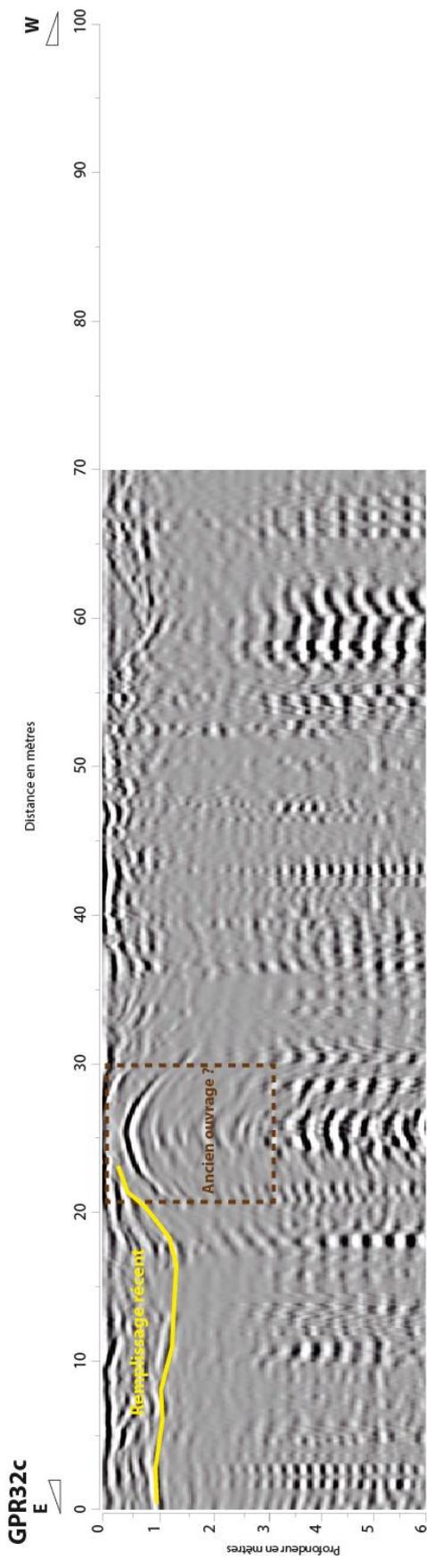


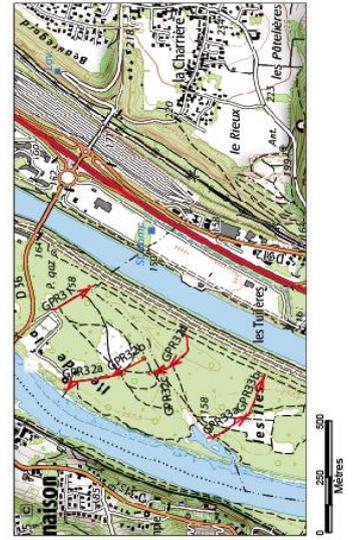
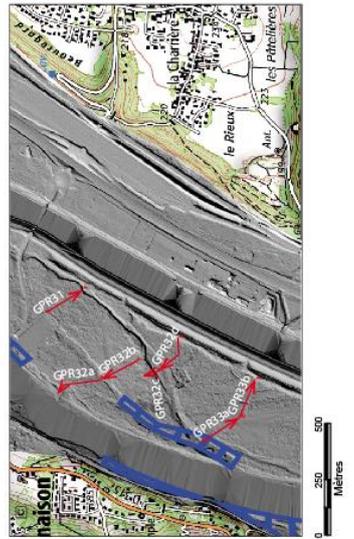
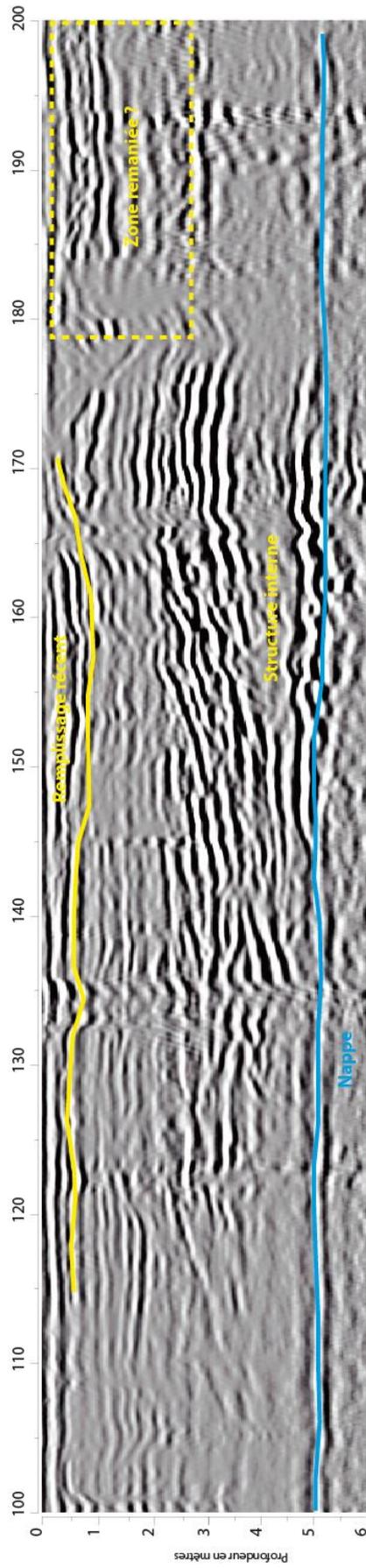
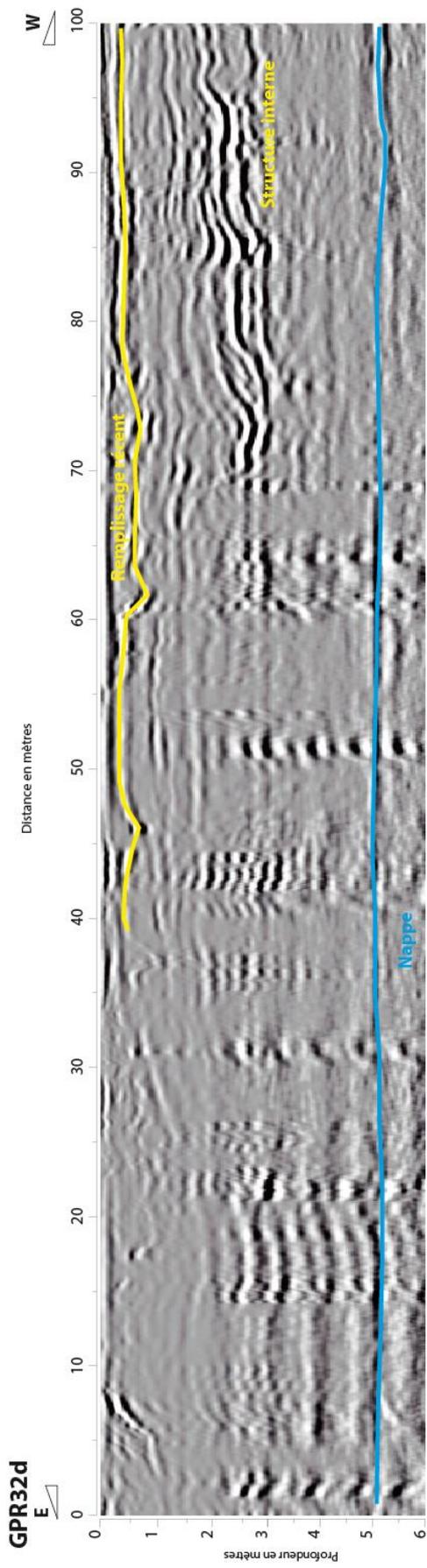
Secteur ile de la Table Ronde

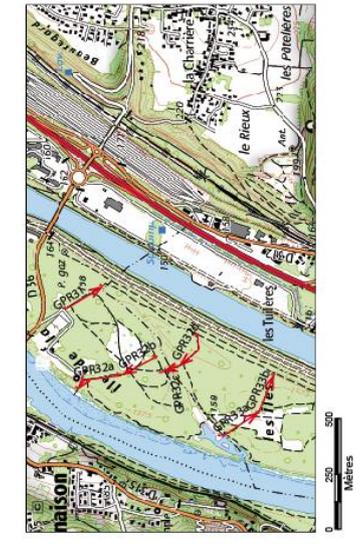
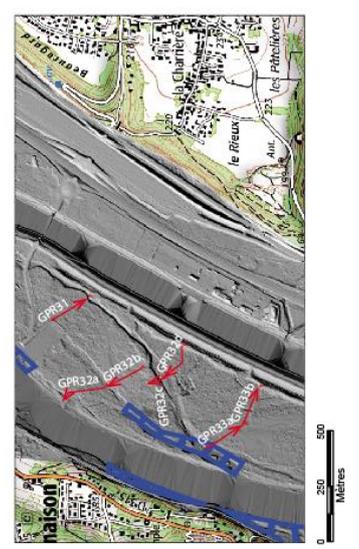
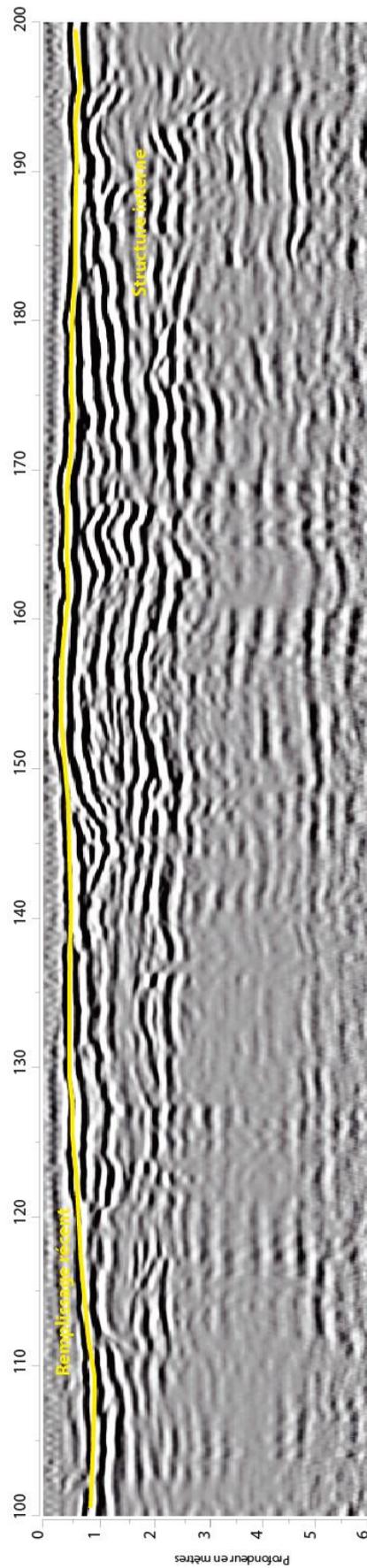
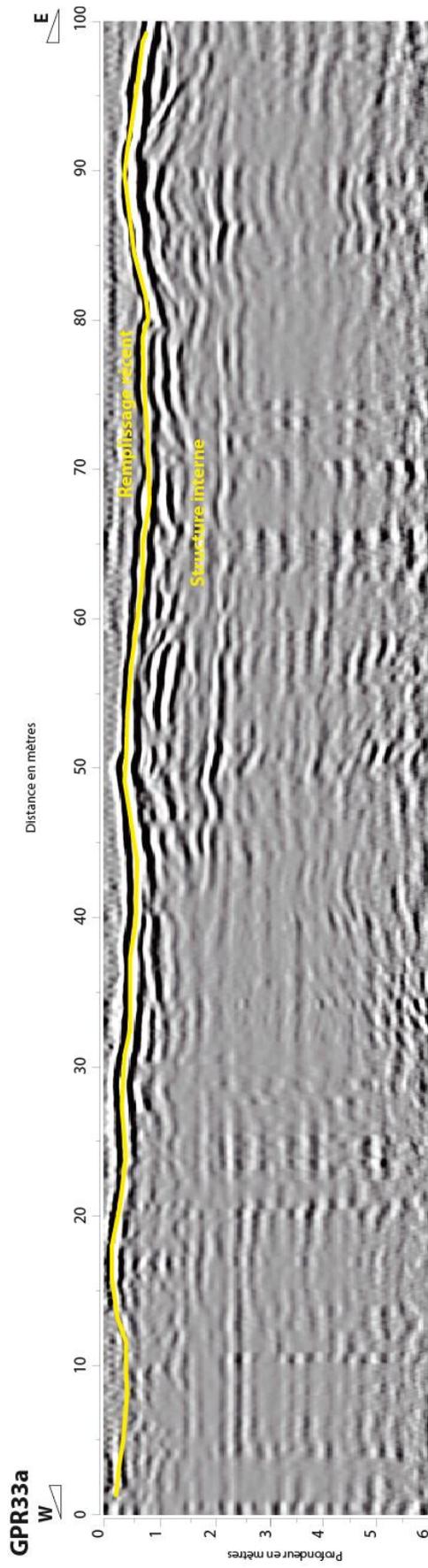


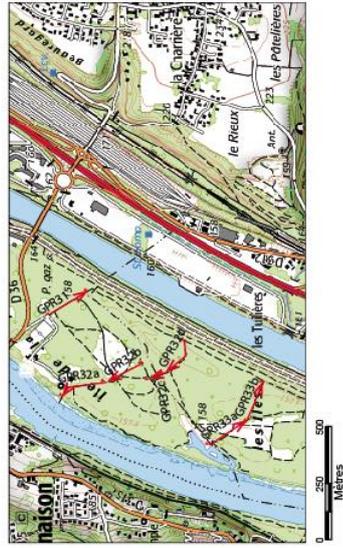
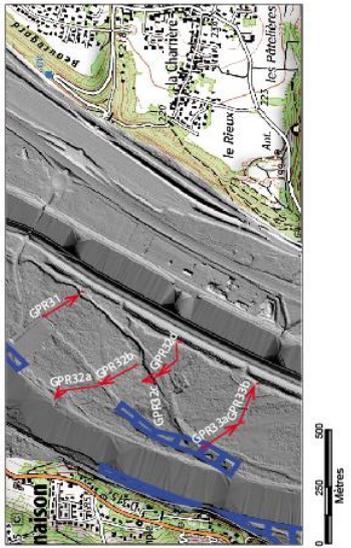
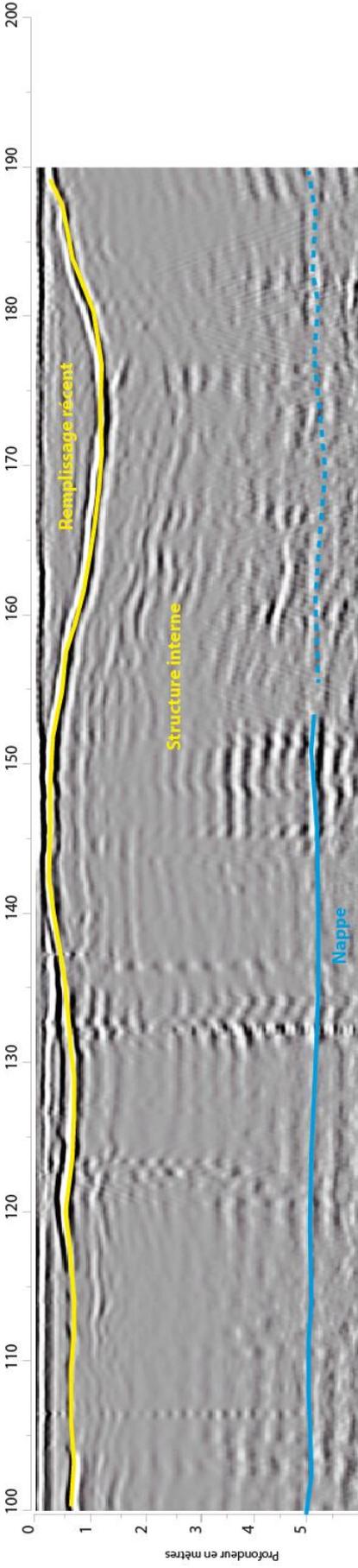
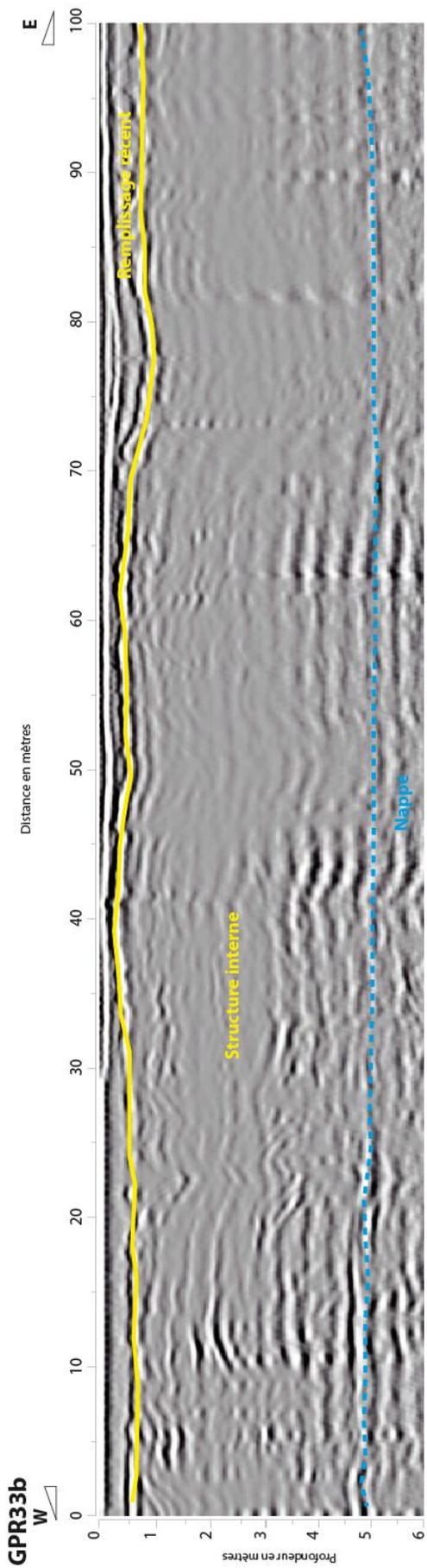




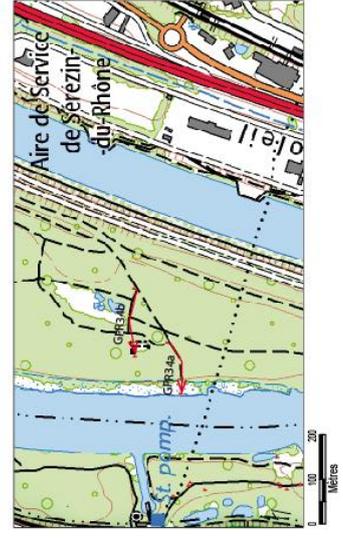
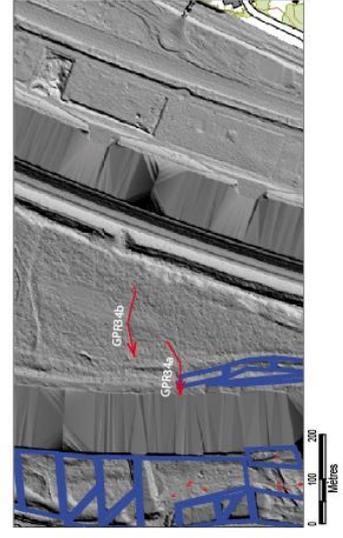
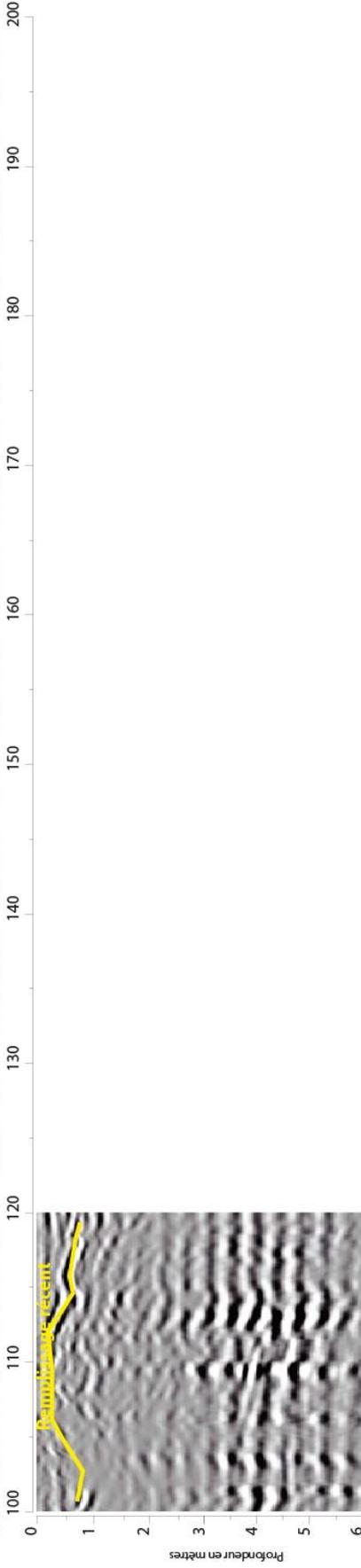
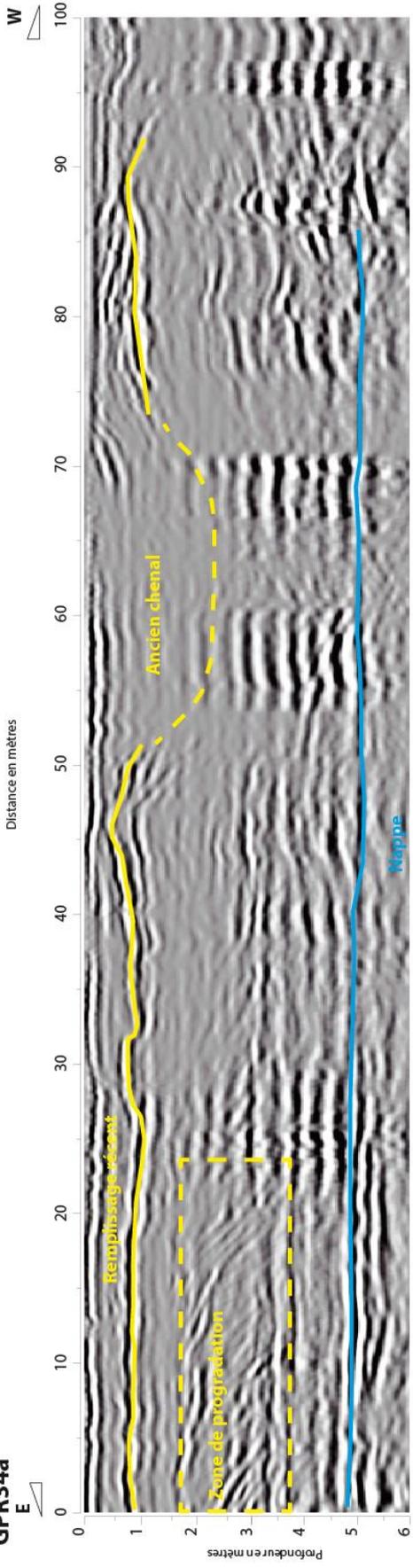


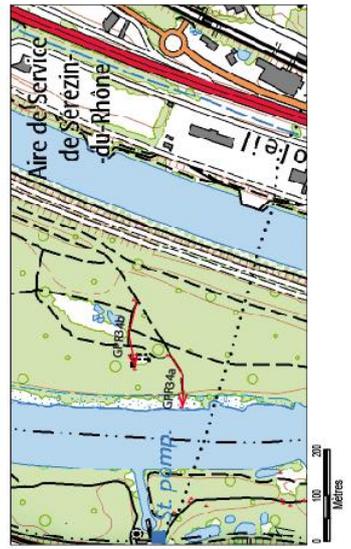
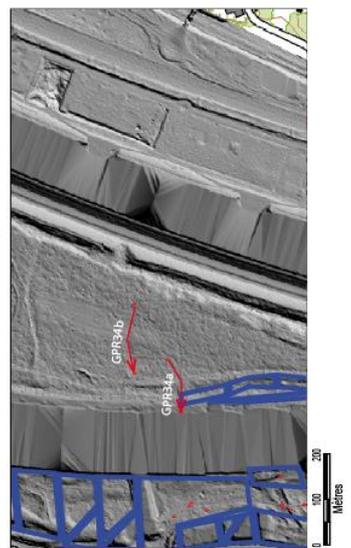
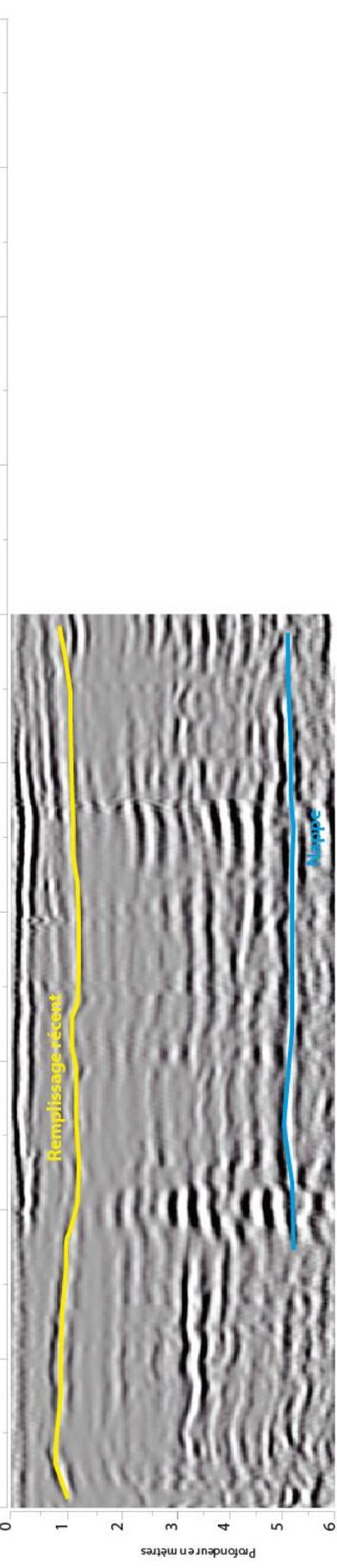
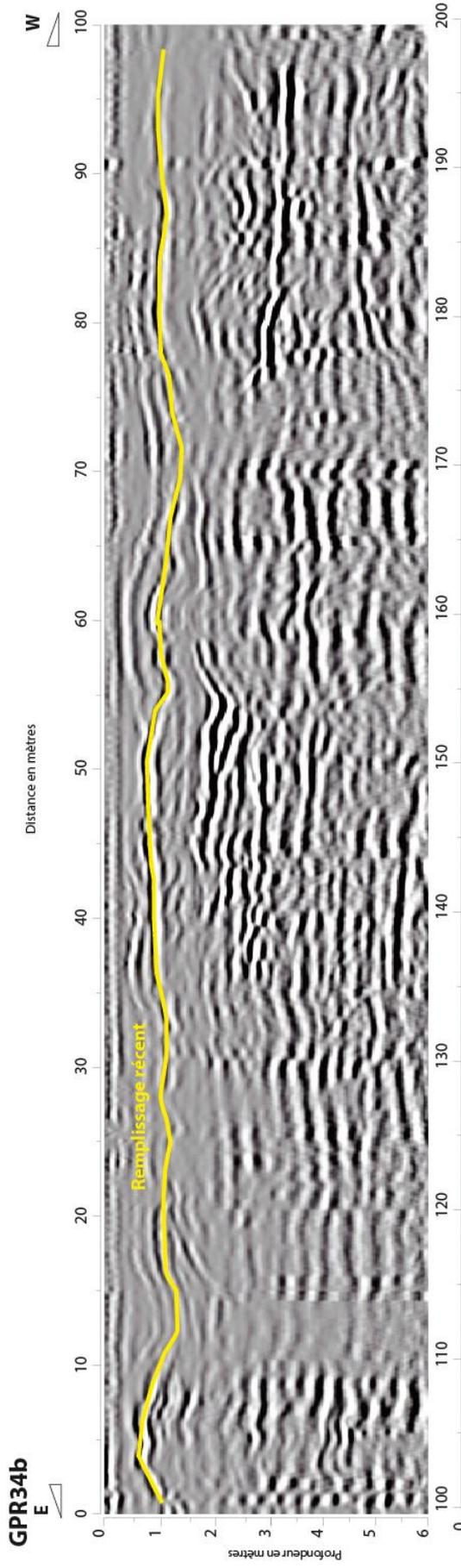


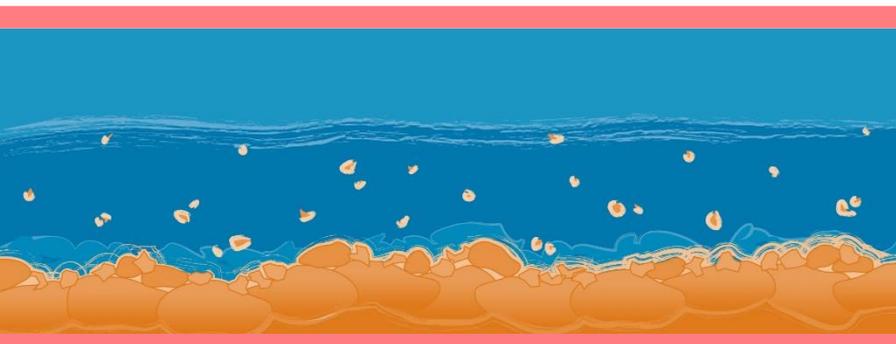




GPR34a







Observatoire des Sédiments du Rhône



UNION EUROPÉENNE



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