



CLIENT

NOM	CCI AMIENS PICARDIE
ADRESSE	6 boulevard de Belfort
INTERLOCUTEUR	Karim EL-KALLACHI

ECR ENVIRONNEMENT

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
22/07/2025	01	Création	A. POIX	A. POIX



SOMMAIRE

1.	CONTENU DE LA MISSION	3
2.	PRINCIPE DES METHODES UTILISEES.....	4
2.1.	RADIODETECTION.....	4
2.1.1.	<i>Principe</i>	4
2.1.2.	<i>Méthode de la détection électromagnétique</i>	4
2.1.3.	<i>Limite de la méthode</i>	6
2.2.	LE GEORADAR.....	7
2.2.1.	<i>Principe</i>	7
2.2.2.	<i>Eléments et calibrage du géoradar</i>	8
2.2.3.	<i>Protocole de détection</i>	8
2.2.4.	<i>Limite de la méthode radar</i>	9
2.3.	PRECISION DES RELEVES.....	10
3.	INVESTIGATIONS SUR SITE	12
3.1.	ELEMENTS REÇUS, EMPRISE DE LA ZONE DE DETECTION ET GEOREFERENCMENT DES RESEAUX.....	12
3.2.	PRESENTATION DES RESULTATS	13
3.3.	OBSERVATIONS / PROBLEMES RENCONTRES	14
4.	MOYENS MATERIELS.....	15
5.	RECAPITULATIF DES LINEAIRES DE RESEAUX	16



1. CONTENU DE LA MISSION

À la demande la CCI AMIENS PICARDIE, ECR Environnement a été missionné pour une prestation de détection et de géoréférencement en classe A de tous les ouvrages enterrés, dans le cadre de la prévention des dommages sur les réseaux de transport et de distribution tels que définis par les normes et réglementation en vigueur.

La détection de réseaux et autres ouvrages enterrés est un travail complexe qui nécessite une mise en œuvre importante de moyens et un savoir-faire technique :

- Les caractéristiques propres aux ouvrages recherchés (profondeur, nature, fil d'eau...) impliquent l'utilisation de différents outils qui se distinguent tant par leur principe de détection que par le protocole de mise en œuvre.
- Les capacités de ces méthodes dépendent du contexte de la zone investiguée. La densité des réseaux, la nature du terrain, l'état de la surface du sol (pelouse, macadam, obstacles, etc...), l'accessibilité aux réseaux traversant la zone d'étude, sont d'autant de contraintes dont la prise en compte est fonction des outils utilisés.

L'application par la société ECR environnement des méthodes les plus performantes conjuguées à un grand retour d'expérience est l'assurance d'une détection optimale avec :

- Un repérage par radiodétection (VIVAX Métrotech) avec les sondes appropriées,
- Une auscultation au GEORADAR (SIR3000, GSSI).
- La géolocalisation des ouvrages enterrés via l'utilisation d'outils, comme les GNSS et tachéomètres (Leica), par des topographes expérimentés.

Pour rappel, l'objectif de ces investigations complémentaires est de classer l'ensemble des ouvrages enterrés pour la sécurité des personnes et des autres ouvrages en classe A.

Toutefois la détection ne garantit pas l'exhaustivité des réseaux sur l'emprise d'investigation.

Le mode opératoire de la reconnaissance a été réalisé selon les recommandations du Guide Technique relatif aux travaux à proximité des réseaux.

La société ECR environnement est certifiée par la société QUALITIA Certification en tant que prestataire en localisation des réseaux pour l'option géoréférencement et détection. Tous les collaborateurs présents au sein de la structure et intervenant en détection des réseaux possèdent les qualifications et habilitations requises (AIPR, EME...).



2. PRINCIPE DES METHODES UTILISEES

2.1. Radiodétection

2.1.1. Principe

La méthode de radiodétection permet de détecter les champs électromagnétiques émis par des objets conducteurs souterrains, soit de manière passive (réseau déjà porteur de champ électromagnétique (exemple : réseaux actifs EDF ou télécom, etc.), soit de manière active. Dans les deux cas il est possible d'interférer sur la fréquence du champ électromagnétique grâce au générateur (basse ou haute fréquence), permettant ainsi d'avoir une meilleure détection et des profondeurs plus précises.

Pour une bonne détection avec des valeurs précises en X, Y et Z, il faut obligatoirement que le champ électromagnétique induit autour du câble soit d'orientation rectiligne, de forme circulaire et non déformé, c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de distorsion du signal émis.

2.1.2. Méthode de la détection électromagnétique

La détection de réseaux enterrés se réalise à l'aide de deux appareils. Le premier est le générateur (ou émetteur), qui induit un champ électromagnétique dans le câble que l'on souhaite détecter (figure 1).

Le deuxième est le récepteur (ou détecteur) qui récupère le signal émis par le générateur grâce à des bobines réceptrices (figure 2).



Figure 1 : exemple d'un générateur (ou émetteur).



Figure 2 : exemple d'un détecteur (ou récepteur).

La méthode la plus sûre pour une détection correcte, est la détection dite active. La détection en mode passif n'est pas recommandée car elle ne peut garantir la classe de précision A.

En méthode active et pour les réseaux conducteurs, il existe quatre méthodes d'injection :

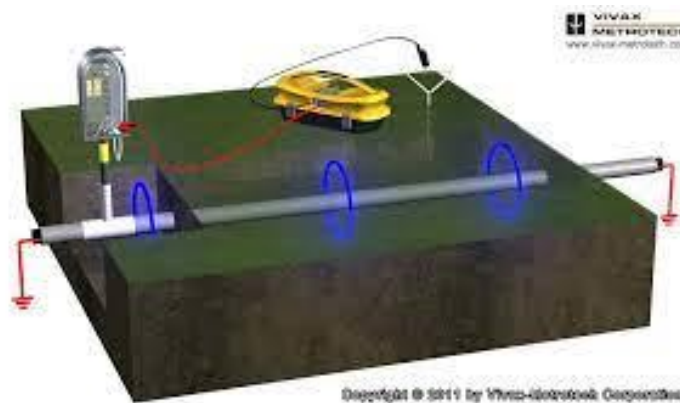
- Méthode n°1 : L'**Induction**. Un signal est induit en posant le générateur au sol à l'aplomb du réseau à détecter (méthode peu précise et fortement déconseillée pour le géoréférencement).



- Méthode n°2 : L'**Injection à l'aide d'une pince à émission ou tore** (réseau sous tension). Elle induit un signal sans connexion directe.



- Méthode n°3 : L'**injection directe à l'aide d'un générateur et de pinces croco** (réseau sous tension). Un signal est envoyé sur le câble ou la canalisation en pinçant le conducteur nu.



- Méthode n°4 : L'injection directe via un transformateur d'isolement sur prise domestique chez un client (pour les réseaux et branchements sous tension basse tension, BT), (figure 3).



Figure 3 : exemple d'un transformateur d'isolement.

Pour les réseaux non conducteurs il existe une méthode de détection électromagnétique : l'aiguille Il s'agit d'introduire une aiguille détectable dans la canalisation ou le fourreau que l'on veut détecter (figure 4).



Figure 4 : exemple d'aiguilles détectables.

Il existe différents modes de mesure qui permettent de se rendre compte d'une détection correcte ou d'une possible distorsion du champ électromagnétique émis. Sur l'écran du détecteur se trouve un barre graphe (il est au maximum lorsque le récepteur est à l'aplomb du réseau), les flèches (elles indiquent si le réseau est à gauche ou à droite du récepteur), la boussole (elle indique l'orientation général du réseau) et la mesure de profondeur (elle est faite à l'axe du réseau).

2.1.3. Limite de la méthode

Comme indiqué dans le chapitre « principe », une détection précise nécessite un **champ électromagnétique sans distorsion**. Si c'est le cas, il est possible que les mesures soient perturbées et donnent des résultats relativement aléatoires sur la profondeur et la trajectoire.



Ce phénomène de distorsion peut se rencontrer au niveau des courbes du réseau, au niveau des boîtes de dérivation, aux abords d'un changement de profondeur du réseau, ou encore lorsque la mesure de profondeur est effectuée trop proche du générateur. Tous ces facteurs provoquent une distorsion du champ magnétique autour du câble. Il n'est donc plus cylindrique et concentrique, ce qui peut rendre difficile la détection.

Un autre problème peut être la migration du champ magnétique induit sur un réseau sur un autre réseau proche. Cette méthode nécessite donc une bonne connaissance du fonctionnement des réseaux, pour éviter les risques de confusion en cas de chevauchement ou de croisement des réseaux conducteurs.

Enfin les mesures peuvent aussi être perturbées par la présence d'objets métalliques proches du réseau à détecter (dalle ferraillee, bâtiment, réseaux parallèles, intersection avec d'autres réseaux, ou bien même les véhicules...) qui vont déformer le champ électromagnétique généré par le courant induit ou injecté.

Un contrôle de l'opérateur est donc nécessaire tout au long du chantier de détection afin de se rendre compte d'une possible distorsion au droit du câble détecté et de pouvoir pallier à certaines distorsions :

- Précision en X-Y : le réseau peut être détecté avec les modes MAX et MIN du récepteur (on préférera le mode combiné), qui permet de se rendre compte du type de distorsion.
- Double pesée – précision en P (profondeur) : l'appareil de mesure sera exactement soulevé de 50 cm (hauteur d'un objet étalon) au droit d'un câble métallique dans lequel est envoyé du courant. Il doit indiquer une profondeur de 50 cm à l'écran avec une marge d'erreur de 10 %.

La qualité et la précision de la détection électromagnétique va donc dépendre du choix de la méthode d'injection, d'une bonne connaissance et étude préalable des réseaux à détecter ainsi que d'un contrôle régulier à chaque étape de travail.

2.2. Le géoradar

2.2.1. Principe

L'utilisation du radar géologique permet d'obtenir en temps réel et en continu une image du terrain pour l'auscultation d'ouvrage.

Le principe de fonctionnement est simple : il consiste en l'émission d'une onde électromagnétique qui se réfléchit à l'interface entre deux milieux physiques distincts présentant des caractéristiques électromagnétiques différentes (constante diélectrique). L'onde est émise sous forme d'impulsions de très brève durée (quelques nanosecondes) par l'antenne.

En rencontrant une interface, une partie de l'énergie qui est réfléchiée vers la surface est captée par l'antenne, amplifiée et visualisée sur l'écran radar. Le déplacement de l'antenne le long d'un profil permet d'obtenir une image en coupe du terrain (figure 5).



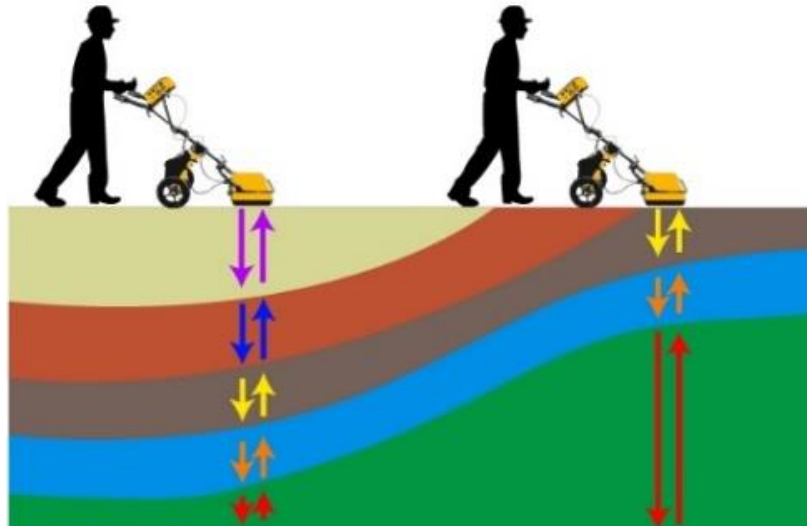


Figure 5 : illustration du principe d'émission des ondes électromagnétiques du géoradar.

2.2.2. Eléments et calibrage du géoradar

La chaîne de mesure du GÉORADAR de la marque GSSI comprend :

- Un micro-ordinateur ou une tablette permettant de commander et de recevoir les informations des différentes antennes GSSI,
- Les antennes à 300 et 800 MHz,
- Une roue codeuse permettant de positionner de façon précise les différentes anomalies.



Le calibrage du GÉORADAR repose sur l'obtention de la vitesse de propagation de l'onde électromagnétique dans le sol. Ce paramètre est ajusté sur des cibles visibles au radar, dont la profondeur doit être connue. Il faut donc le faire dans les zones où les profondeurs des réseaux peuvent être mesurées, au niveau des regards (tampons).

En fonction des possibilités d'ouverture des tampons sur site et dans le but de corriger au mieux les variations latérales de ce paramètre entre les différentes zones d'étude, un étalonnage est pratiqué sur chaque zone d'étude.

Dans le cas où aucun tampon n'est présent ou dont l'ouverture n'est pas possible dans la zone étudiée, c'est la vitesse de propagation obtenue sur le témoin le plus proche qui est appliquée.

2.2.3. Protocole de détection



Une canalisation est détectée de façon efficace si le profil la coupe de manière perpendiculaire, c'est pourquoi un quadrillage systématique est effectué avec le radar.

Les données sur le terrain sont relevées sous forme de profils. Ils sont interprétés en fonction des précédents et suivants ; ainsi, si les anomalies présentes sur chacun d'eux sont cohérentes en profondeur et en taille, l'hyperbole associée est interprétée comme un élément pouvant correspondre à une structure anthropique de type réseau. La profondeur d'enfouissement du réseau (en mètre) est donc marquée au sol in situ, avec des profils radar qui sont réalisés suivant un certain maillage (2, 5, 10m).

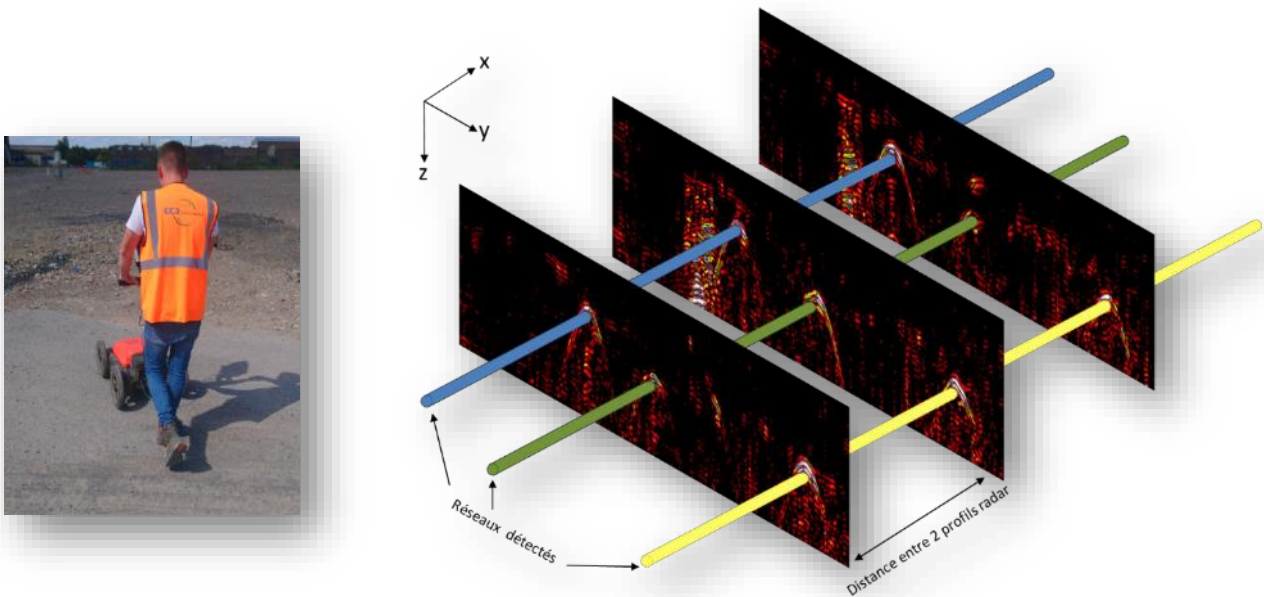


Figure 6 : méthode de détection au géoradar par profils.

L'utilisation de ces méthodes non destructives (géoradar + détection électromagnétique) assurent une fiabilité importante dans la détection de réseaux et ouvrages enterrés.

Cependant, ils n'assurent pas un résultat garanti et requièrent une vigilance quant à leurs interprétations.

2.2.4. Limite de la méthode radar

La principale limitation de la méthode géoradar vient du type de sol. En effet des sols aux taux d'argiles élevés, ayant une forte teneur en eau, présentant du ferrailage ou se situant à proximité de bâtiments métalliques peuvent rendre la détection difficile voire impossible.

D'autre part, il s'avère impossible d'obtenir un résultat satisfaisant au niveau d'un trottoir, d'un mur ou d'un grillage (et 50 cm de part et d'autre) au regard même du mode d'acquisition (largeur de l'antenne).

Ensuite, la méthode radar met en évidence le premier niveau de réseaux à l'aplomb de l'antenne et, selon le diamètre de ce premier réseau, on peut ne pas voir un éventuel second réseau sous-jacent. De même, selon la

profondeur, elle peut ne pas discriminer 2 réseaux de faible diamètre accolés : les 2 hyperboles anastomosées n'en feraient plus qu'une.

Enfin, dans le cas d'un sol hétérogène avec par exemple des passages plus argileux limitant la profondeur d'investigation, il est fréquent que la signature du réseau devienne beaucoup moins nette, voire se perde. Ces anomalies de structure de terrain limitent l'utilisation du GÉORADAR.

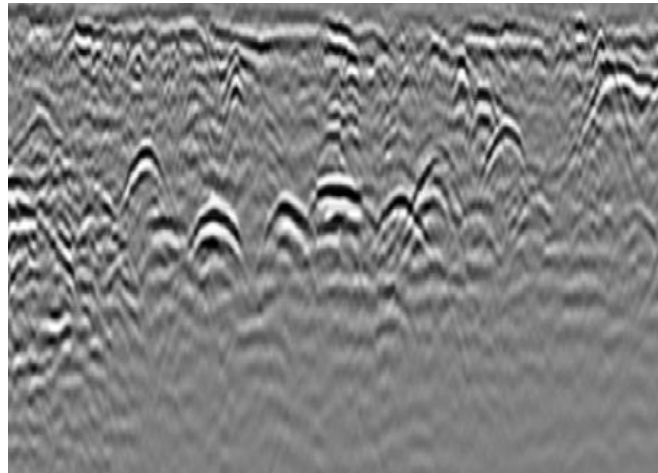


Figure 7 : Exemple d'image générée par un géoradar, sans informations (détection électromagnétique préalable et/ou DICT) les réseaux ne peuvent être discriminés.

2.3. Précision des relevés

Le géoréférencement des réseaux s'effectue à l'aide d'instruments topographiques. Les outils utilisés sont :

- Une tablette pour commander et relevé les points de détection.
- Une canne GNSS pour relever les points avec une précision centimétrique (cf. Figure 8).
- Un tachéomètre avec trépied pour relever les points de détection situés dans des endroits couverts (cf. Figure 8).

Les profondeurs associées aux ouvrages enterrés sont relevées au GNSS ou au Tachéomètre. Ces profondeurs correspondent à la génératrice supérieure du câble détecté. Sur plan, trois informations se trouvent sur le point de détection : l'altitude du Terrain Naturel (TN), la profondeur du réseau ainsi que l'altitude de la génératrice supérieure du réseau, excepté pour les réseaux d'assainissements (EPL, EU et UNI) pour lesquels la profondeur du fil d'eau et son altitude sont représentés (et non la génératrice supérieure).





Figure 8 : de gauche à droite : GNSS statique, GNSS mobile, tachéomètre.

Pour rappel : Les réseaux posés après Juillet 2012, doivent avoir été géoréférencé en classe A par leurs concessionnaires

Le réseau est classifié selon la précision obtenue à l'issue de la mission, selon les normes et réglementation en vigueur (extrait du guide technique fascicule 3 version 2, novembre 2019) :

classes de précision cartographiques des ouvrages

les classes de précision cartographique s'appliquent en planimétrie (x, y) et en altimétrie (z). Elles sont définies ainsi :

- classe A : ouvrage dont l'incertitude maximale de localisation est inférieure ou égale à 40 cm s'il est rigide ou à 50 cm s'il est flexible ; l'incertitude maximale est portée à 80 cm pour les ouvrages souterrains de génie civil attachés aux installations destinées à la circulation de véhicules de transport ferroviaire ou guidé lorsque ces ouvrages ont été construits antérieurement au 1er janvier 2011 ;
- classe B : ouvrage dont l'incertitude maximale de localisation est supérieure à celle relative à la classe A et inférieure ou égale à 1,5 m ; l'incertitude maximale est abaissée à 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité et à partir du 1^{er} janvier 2021, pour les branchements d'ouvrages souterrains non sensibles.
- classe C : ouvrage dont l'incertitude maximale de localisation est supérieure à 1,5 m, ou 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité et à partir du 1^{er} janvier 2021, pour les branchements d'ouvrages souterrains non sensibles, ou dont l'exploitant n'est pas en mesure de fournir la localisation correspondante.

3. INVESTIGATIONS SUR SITE

3.1. Éléments reçus, emprise de la zone de détection et géoréférencement des réseaux

ECR environnement a reçu dans le cadre de sa mission, de la part du maître d'ouvrage, les éléments suivants :

- La zone d'étude

Pour rappel, ECR environnement est missionné pour détecter les réseaux se situant dans les classes B et C. Tout réseaux en classe A ou reclassifié en classe A par les concessionnaires sont reportés directement sur le plan de synthèse. ECR environnement ne peut pas se tenir responsable des classifications en A sur les plans DICT par les différents concessionnaires.

La zone de détection des réseaux se situe au sein de l'emprise dessinée en rouge sur l'image reçue ci-dessous :

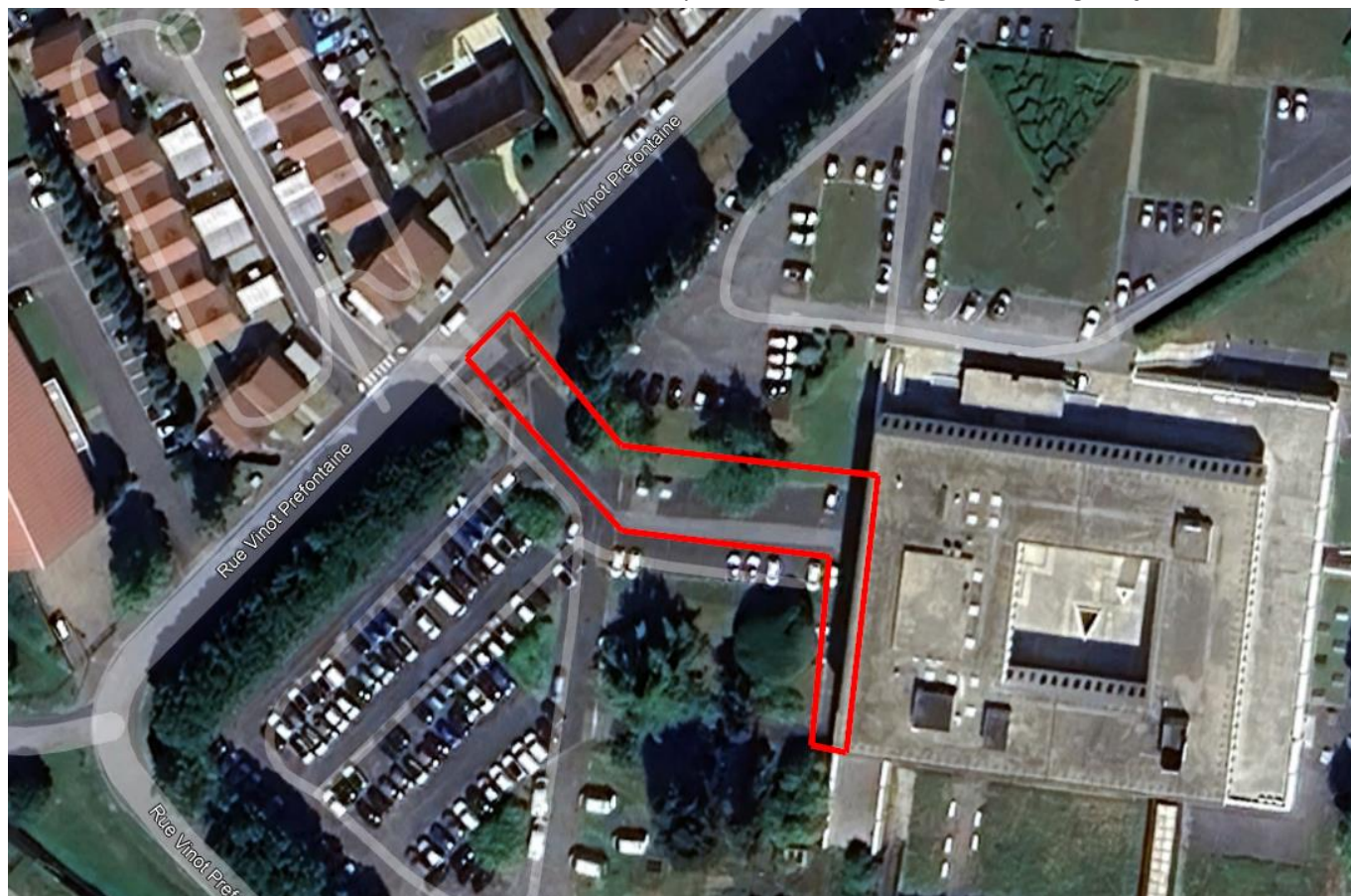


Figure 9 : zone d'investigations.

3.2. Présentation des résultats

Les résultats de la détection des différents réseaux trouvés sur site sont géoréférencés sur le plan de synthèse *ECR8001918_Plan-detection_BEAUVAIS_CCI* fourni aux formats pdf et dwg.

Les couleurs des réseaux sur plan, ou représentées in situ sur chantier à l'aide de bombes de couleur, correspondent à un code issu du guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux.

Voici le détail du code couleur du marquage au sol pour les différents types de réseaux :






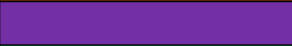



Nature des réseaux	Couleur du marquage	
Electricité BT, HTA ou HTB, éclairage ; Feux tricolores et Signalisation routière		Rouge
Gaz combustible (transport ou distribution) et Hydrocarbures		Jaune
Produits chimiques		Orange
Eau potable		Bleu
Assainissement et Pluvial		Marron
Chauffage et Climatisation		Violet
Télécommunications ; Feux tricolores et Signalisation routière TBT		Vert
Zone d'emprise multi-réseaux		Rose
Indications utiles au chantier, autres que celles relatives aux ouvrages		Blanc

Figure 10 : code couleur pour tous les types de réseaux (source : guide technique fascicule 3 version 2, novembre 2019).

Toutes les chambres TELECOM, les tampons et regards d'assainissement ont été ouverts lorsque ceux-ci n'étaient pas bloqués ou scellés. Les profondeurs des câbles au droit des chambres télécom ont été mesurés et seront remis sur plan. Concernant les réseaux humides/assainissements, les fils d'eau ont été mesurés.

Voici le détail des réseaux rencontrés au sein de la zone d'étude :

Réseau télécom / fibre optique



Un réseau fibre télécom a pu être détecté sur la zone suite à l'envoi d'une aiguille de détection dans le fourreau.



Réseaux d'assainissement : Eaux Usées (EU) et Eaux Pluviales (EP)

Toutes les génératrices inférieures ont été relevées et investiguées.

Réseau BT

Le câble de branchement individuel a été détecté en posant une pince de type « tore » autour du câble en question.

Réseau éclairage

Le réseau d'éclairage a été détecté.

Réseau AEP

Le réseau AEP n'a pas pu être détecté en raison d'absence de résultat concluant avec le géoradar (explications chapitre suivant).

3.3. Observations / problèmes rencontrés

Réseau AEP (anomalie 1) :

Le réseau AEP n'a pas pu être détecté car nous n'obtenons pas de résultat concluant avec le géoradar, nous le reportons donc en classe C sur le plan.



Une attention particulière doit être prise en cas de travaux intrusifs dans cette zone. Soit l'ouverture en technique douce à partir de 20cm de profondeur sur un périmètre supérieur à 1.50m de large de part et d'autre du réseau.



4. MOYENS MATERIELS

Matériels Topographiques	Numéro de Série	Date de contrôle	Contrôlé par	Précision demandée de la norme NF S70-003-3
LEICA GS 14 (GNSS)	3127475	06/24	LEICA	Gabarit 2
LEICA TS 16	3200868	09/23	LEICA	
LEICA GS 16	3710562	06/24	LEICA	Gabarit 2
LEICA TS 16	3262131	09/23	LEICA	
Matériels de Détection	Numéro de Série	Date de contrôle	Contrôlé par	Précision demandée de la norme NF S70-003-3
VIVAX VLOC3 PRO	319011 71608	01/24	VIVAX METROTECH	Gabarit 2
VIVAX VLOC3 5000	22401140438	01/24	VIVAX METROTECH	Gabarit 2
GSSI D50300/800	883	-	MDS - Détection	Gabarit 2



5. RECAPITULATIF DES LINEAIRES DE RESEAUX

Type de réseau	Sensible S ou Non Sensible NS	Longueur de réseau dans l'emprise	Classes de précision		Nb de branchements sensibles restés en B ou C suite à l'IC	Matériel utilisé	Longueurs cumulées détectées au cours de l'IC réseaux et branchements
TEL	NS	5m	5m	Cl.A	0	DETECTEUR	5m
				Cl.B			
				Cl.C			
EPL	NS	52m	52m	Cl.A	0	GEO RADAR	52m
				Cl.B			
				Cl.C			
Éclairage public	S	11m	11m	Cl.A	0	DETECTEUR	11m
				Cl.B			
				Cl.C			
Électricité	S	90m	90m	Cl.A	0	DETECTEUR	90m
				Cl.B			
				Cl.C			
AEP	NS	16m		Cl.A	1	GEO RADAR	0m
				Cl.B			
			16m	Cl.C			



