

Photographie de la façade sur cour d l'hôtel de Cassini, avant 1948, s.n. Source : Médiathèque du patrimoine et de la photographie, ref APWH0149481

32, RUE DE BABYLONE A PARIS - HÔTEL DE CASSINI

Restauration de l'aile sur rue, de la cour d'honneur, des cours anglaises, du perron et de la terrasse du jardin

PRO-DCE

D.3 - DIAGNOSTIC DES RÉSEAUX EXISTANTS

Eugène Architectes du Patrimoine - Charlotte Hubert Architecte en Chef des Monuments Historiques, architecte mandataire
Equilibre Structures, BET structure
OGI, BET VRD
VPEAS, économistes de la construction

Juin 2025

RAPPORT D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

N° AFFAIRE
I22.06.628
INDICE A
Conformément aux articles R. 554-1 à R. 554-38 du Code de l'Environnement et à l'arrêté du 15 février 2012
**Responsable de projet /
Maître d'œuvre**


**Commune de
PARIS 7
32 Rue de Babylone**

Date(s) d'intervention sur le terrain : du 18/07/2022 au 20/07/2022

Chargé d'affaire : PGN

N°TELESERVICE DT : 2022062206085DEE

VALIDATION DU RAPPORT D'INTERVENTION ET DES PLANS DES OUVRAGES

Détection	JFMC : ISA/MDI/IAM	Chef d'équipe	Le : 20/07/2022
Géoréférencement	JFMC : MDI/IAM	Chef d'équipe	Le : 20/07/2022
Rédaction rapport	JFMC : ABS	Chef d'équipe	Le : 29/07/2022
Plan des réseaux	JFMC : ABS	Chef d'équipe	Le : 29/07/2022
Vérification	JFMC : Études	Encadrement	Le : 29/07/2022

RECEPTION DU RAPPORT D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Livrables : rapport d'intervention et annexes.
Mme / M. , représentant du responsable de projet, déclare :

- ☐ **La réception complète**
- ☐ **La réception avec réserves**
- ☐ **La notification de rejet**

VISA :
Rapport complété et signé à retourner par LRAR dans un délai de deux semaines* à l'adresse suivante : **JFM Conseils 1, Rue Terre de Feu - 91940 LES ULIS**
**Passé ce délai de deux semaines sans réponse, la réception du dossier sera considérée comme complète.*

SOMMAIRE

CHAPITRE I : PREPARATION DE LA MISSION.....	3
I - 1 Travaux prévus	3
I - 2 Zone d'investigation.....	3
I - 3 Eléments fournis par le responsable de projet.....	4
I - 4 Réseaux recherchés.....	4
I - 5 Réseaux déclarés par le Guichet Unique	5
I - 6 Opérateurs ayant réalisé les investigations.....	5
I - 7 Liste du matériel utilisé.....	5
CHAPITRE II : CONCLUSIONS DE LA MISSION.....	7
II - 1 Méthodes de détection.....	7
II - 2 Précision des mesures	7
II - 3 Ecart entre les IC et les DT	8
II - 4 Points particuliers	9
II - 5 Clauses particulières à intégrer dans le marché de travaux	10
II - 6 Rapport photographique	11
ANNEXE 1 : REPONSE DU GUICHET UNIQUE.....	16
ANNEXE 2 : GEOREFERENCEMENT – TABLEAU DE POINTS	19
ANNEXE 3 : PLANS D'INVESTIGATIONS.....	21
ANNEXE 4: PROCEDURES DE TRAVAIL.....	22
1. Cadre réglementaire des prestations	22
2. Méthodologie de travail	25
3. Procédure détaillée de Géoréférencement.....	38
4. Report des informations sur les plans	41

Chapitre I : PREPARATION DE LA MISSION

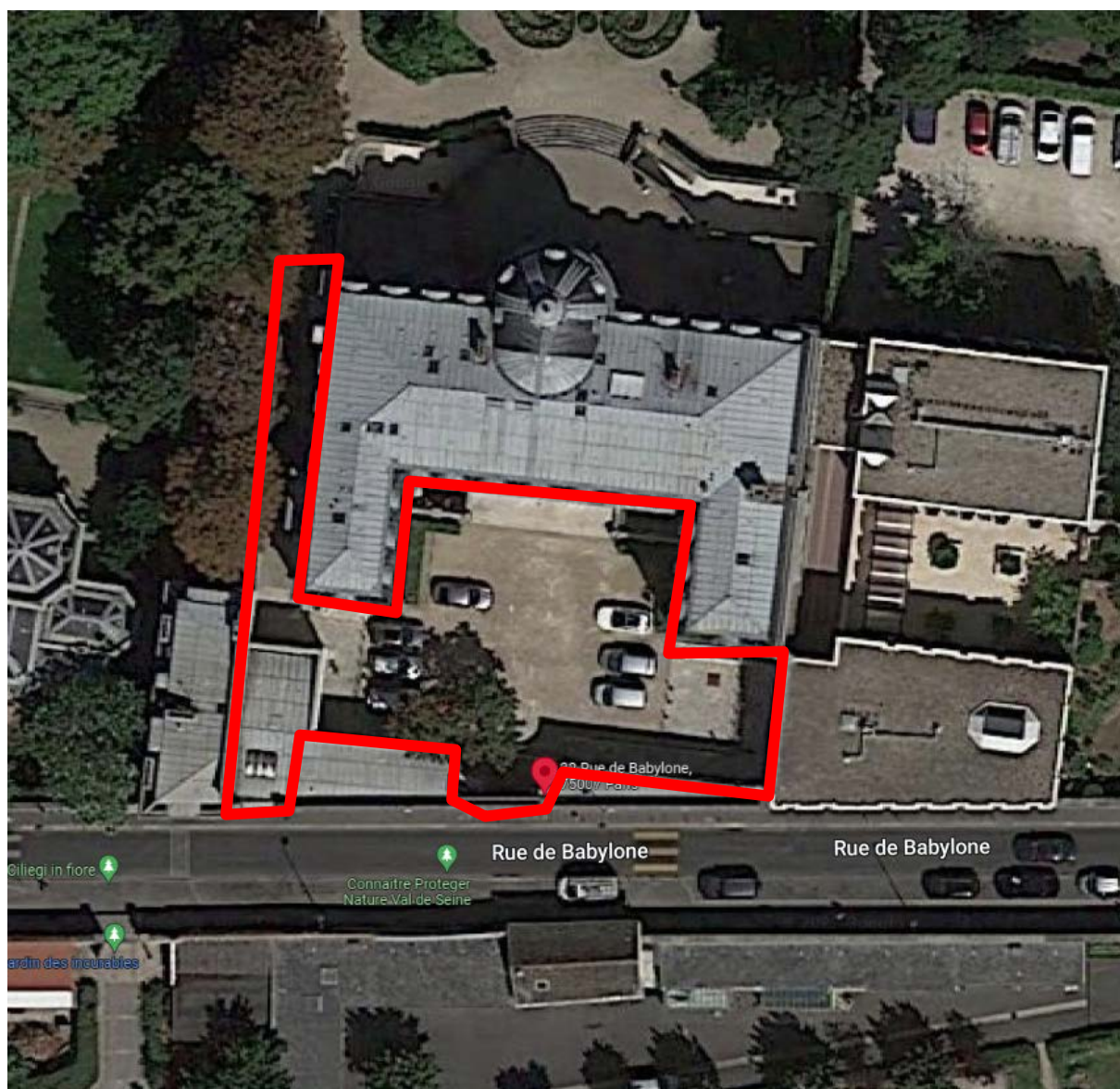
I - 1 Travaux prévus

Le responsable de projet, le gouvernement, a pour objectif d'entreprendre des travaux au niveau de l'hôtel Cassini, situé 32 rue de Babylone 75007 Paris. Dans le cadre de ces travaux, il désire réaliser des investigations complémentaires de l'ensemble des réseaux enterrés dudit site.

Il souhaite pour cela la réalisation d'une mission de géodétection des réseaux et de leur géoréférencement.

La date des travaux n'est pas précisée.

I - 2 Zone d'investigation



I - 3 Eléments fournis par le responsable de projet

Afin de permettre la bonne réalisation du projet, le responsable de projet doit remettre au prestataire les éléments suivants :

- Fond de plan délimitant la zone d'investigation (voir ci-dessus)
- Fond de plan géoréférencé de la zone des travaux au format DWG
- Réponse du Guichet Unique à la Déclaration de Travaux (voir annexe)
- Réponses des concessionnaires aux déclarations de travaux du maître d'ouvrage (voir la liste détaillée ci-dessous)
- Autorisations de travail sur le domaine public.

I - 4 Réseaux recherchés

Conformément à l'article 3.9 du guide d'application de la réglementation fascicule 1-version 1, le but de ces investigations est de localiser les réseaux sensibles en classe A ou de mentionner le cas échéant les tronçons pour lesquels cette classe de précision ne peut être garantie. Ces éléments sont fournis dans la conclusion du rapport.

Les réseaux sensibles concernés par ces études sont indiqués dans le tableau récapitulatif des concessionnaires disponible en annexe de ce rapport.

En outre, compte tenu de la nature des travaux projetés, le responsable de projet demande au prestataire de localiser les réseaux non sensibles indiqués dans le tableau récapitulatif des concessionnaires disponible en annexe de ce rapport.

Conformément aux prestations à réaliser, les investigations ne concernent pas les réseaux déjà en classe A sur les retours DT des concessionnaires.

I - 5 Réseaux déclarés par le Guichet Unique

Tableaux récapitulatifs des concessionnaires disponibles en annexe de ce rapport.



Numéro de consultation du téléservice DT :	2022062206085DEE
Tableau récapitulatif du guichet unique créé le :	22/06/2022


I - 6 Opérateurs ayant réalisé les investigations

Détection	M. SAFSAFI Imad M. DIALLO Mohamed M. AMALANTHAN Ignesious	Technicien Technicien Technicien	Du 18/072022 au 20/07/2022
Géoréférencement	M. DIALLO Mohamed M. AMALANTHAN Ignesious	Technicien Technicien	Du 18/072022 au 20/07/2022
Rédaction du rapport	M. SOW Aboubacry	Technicien	Le 29/07/2021
Vérification	Etudes	Encadrement	Le 29/07/2021



I - 7 Liste du matériel utilisé

- Appareils de détection non intrusive :*

Détection électromagnétique		
PDL 28	Détecteur : Radiodétection RD8100 PDL N° de série : 10/81PDL-2812 Avec générateur TX-10 N° de série : 10/TX-10B-11068	
PDL 34	Détecteur : Radiodétection RD8100 PDL N° de série : 18/8MPDL-1133 Avec générateur TX-10 N° de série : 10/TX-10B-11083	

Autres outils de détection électromagnétique	
Aiguille détectable	

- Appareils de géoréférencement :

Station totale		
Station GEOPIXEL7bis	Tachéomètre TRIMBLE S5 N° de série : 37140045 avec antenne GPS 20 HITARGET V90 PLUS N° de série : 11617806 et tablette Panasonic FZ-G1 N° de série : 8ETCA21683	
Station GEOPIXEL8bis	Tachéomètre TRIMBLE S5 N° de série : 37140080 avec antenne GPS 21 HITARGET V90 PLUS N° de série : 11617825 et tablette Panasonic FZ-G1 N° de série : 8ETCA21377	

Sur demande de votre part, des fiches techniques précisant la tolérance de mesure et de précision vous seront transmises.

Chapitre II : CONCLUSIONS DE LA MISSION

II - 1 Méthodes de détection

Type de réseau	Méthodes participant au diagnostique			Méthodes de détection utilisées permettant d'obtenir de la classe A			
	Mode actif par induction depuis le sol (recherche préventive)	Mode passif (« power », radio)	Inspection visuelle (colorant) et acoustique	Mode actif avec pince à champ	Mode actif par injection directe sur le réseau	Utilisation d'une aiguille de détection	Géoradar
Electricité							
Gaz							
Eclairage							
Chauffage							
Télécom							
Eau potable							
Assainissement							

II - 2 Précision des mesures

L'ensemble des réseaux recherchés a pu être détecté et géoréférencé en classe A à l'exception de certains tronçons détaillés sur les plans fournis en annexe de ce rapport.

Si les investigations par méthodes de détection non intrusives ne permettent pas de positionner un réseau en classe A, nous effectuons des reports soit sur la base des plans concessionnaires fournis soit sur la base des éléments analysés sur le terrain. Des calques spécifiques ont été mis en place sur le fichier DWG afin de distinguer le type de report effectué.

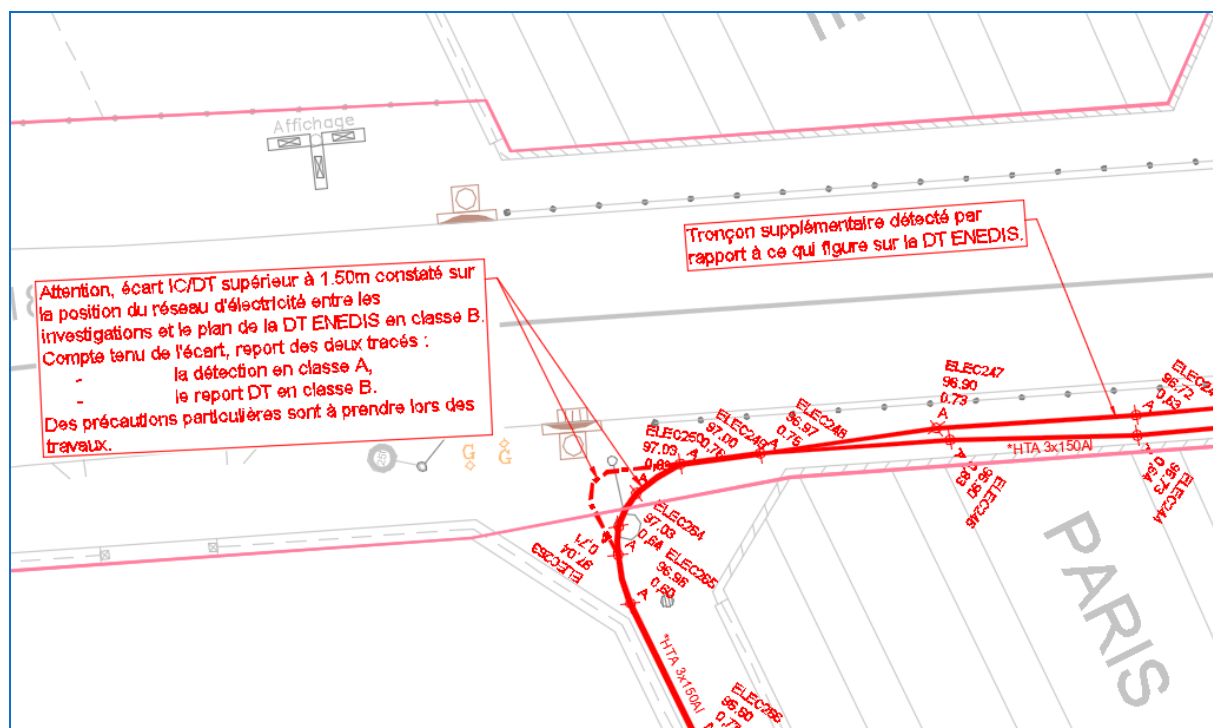
Dans tous les cas, des étiquettes explicatives précisent pour chaque tronçon concerné les causes du manque de précision ainsi que les méthodes utilisées pour le report des réseaux.

II - 3 Ecarts entre les IC et les DT

Conformément aux exigences de la norme, tous les écarts entre les investigations complémentaires et les plans fournis par les concessionnaires sont indiqués sur les plans. Il peut s'agir notamment d'écarts sur la position des réseaux par rapport à la classe de précision indiquée par le concessionnaire ou de tronçons de réseaux ou éléments de surface supplémentaires.

Toutes les données fournies par les exploitants concernés sur le tableau récapitulatif du guichet unique sont analysées, et comparées à nos résultats d'investigations complémentaires.

Exemples d'écarts IC/DT :



II - 4 Points particuliers

Les points suivants sont à noter :

Type de réseau	Localisation de la zone	Cause du manque de précision
Les réseaux AEP, ELEC, GAZ, TEL, ASS	Dans la galerie	<ul style="list-style-type: none">- La galerie est une zone de multi-réseaux, on y trouve l'assainissement, l'eau potable, l'électricité, le gaz, le télécom. Certains réseaux n'ont pas pu être levés car ils sont fixés sur les parois de la galerie, difficile à lever, et qui cause un défaut d'information.

II - 5 Clauses particulières à intégrer dans le marché de travaux

La réforme anti-endommagement amène une évolution des pratiques dans la préparation et la mise en œuvre des marchés. Il est désormais nécessaire de prévoir des clauses particulières permettant aux différents acteurs d'appliquer les bonnes pratiques qui leur incombent en matière de prévention des dommages aux réseaux, sans subir les conséquences négatives de cette application, telles qu'un report de démarrage des travaux, un arrêt de travaux, ou une modification notable du projet de travaux ou de ses modalités d'exécution qui ne serait pas encadrée par le marché.

Si, au terme de la réalisation des investigations complémentaires ou des opérations de localisation effectuées en phase projet, au moins un ouvrage enterré sensible ou non sensible concerné par l'emprise des travaux demeure en classe B ou C, des clauses techniques et financières particulières doivent figurer dans le marché ou la commande d'exécution des travaux (Guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux, Fascicule 1). Ces clauses prévoient les modes de rémunération d'actes proportionnés à la complexité des travaux prévus et aux conditions particulières fixées par les clauses techniques pour la mise en œuvre des travaux (tarification détaillée suivant les libellés définis dans la Norme NF S70-003-2).

La norme NF S70-003-4 donne des exemples concrets de rédaction de ces clauses, juridiquement conformes à la réglementation en vigueur pour aider les responsables de projets à adapter dans leurs marchés respectifs les clauses existantes en intégrant les nouvelles obligations réglementaires.

La norme présente notamment la clause relative aux commandes d'opérations de localisation des réseaux et/ou de mise en œuvre de dispositions particulières en complément d'investigations complémentaires non conclusives, obligatoire dans les marchés de travaux dans les cas suivants :

- lorsque les investigations complémentaires ne sont pas obligatoires (en dehors des unités urbaines au sens de l'INSEE, lorsque les réseaux concernés ne sont pas sensibles pour la sécurité, lorsque les opérations concernées sont unitaires d'emprise et de durée limitée, pour les travaux urgents, pour les branchements de réseaux sensibles pourvus d'affleurants visibles et rattachés à un réseau souterrain bien identifié) ;
- ou, comme évoqué ci-dessus, lorsque pour des raisons techniques les investigations complémentaires n'ont pas permis d'obtenir le niveau de précision requis pour l'ensemble des réseaux ou tronçons concernés par l'emprise des travaux, conformément à l'article R. 554-23 II du code de l'environnement.

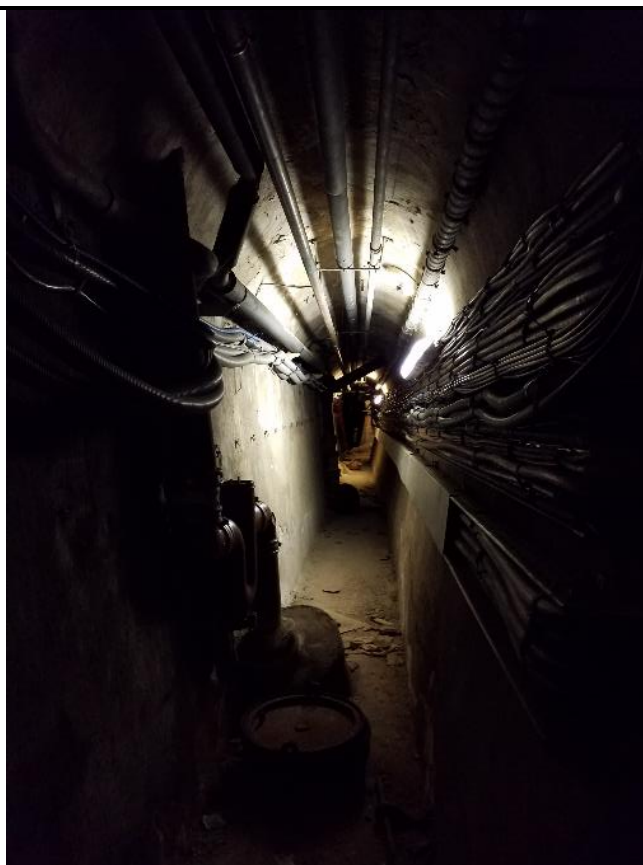
Ces clauses administratives, techniques et financières permettent à l'exécutant :

- ⇒ de procéder à une localisation précise au cours de la période de préparation des travaux ou durant leur exécution ;
- ⇒ et/ou d'appliquer les précautions nécessaires à l'intervention à proximité des ouvrages ou tronçons d'ouvrages dont l'incertitude de localisation est trop élevée mais inférieure à 1.50m.

L'opportunité de procéder à une localisation précise doit être déterminée par le responsable de projet lors de la mise au point du projet. A défaut, le responsable de projet peut ouvrir la consultation aux variantes, laissées à l'appréciation des soumissionnaires avec leur offre de base.

II - 6 Rapport photographique





RAPPORT D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES





RAPPORT D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES



Annexe 1 : Réponse du Guichet Unique

Tableau récapitulatif des concessionnaires présents :



Réf. travaux **122.06.628**
 32 Rue de Babylone
 75007 PARIS 7E ARRONDISSEMENT



Créé le **22/06/2022**
 Début le **24/06/2022**
 Durée : **99 jours**

Retrouvez votre tableau récapitulatif, vos plans et un outil de mesures sur l'application Dict.fr Mobile


RATP

GDI/ISO/CPMO/IPE, 54 rue Roger Salengro LAC VC13 94724 FONTENAY SOUS BOIS CEDEX


CONCERNÉ

📞 0158769553 📠 0158782596 📠 0158761900 @di-dict@ratp.fr

DT 387909468 Envoyé le 22/06/2022

Réponse 388306675

Reçu le 28/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : EL. Nom du contact : LERENDU Valentin.

AXIONE

BOUYGUES TELECOM1, 152 Avenue Pierre Brossolette 92240 Malakoff


CONCERNÉ

📞 0764455403 📠 0146018782 📠 0146018782 @gub.dict@axionesi.net

DT 387909473 Envoyé le 22/06/2022

Réponse 387956979

Reçu le 22/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : TL

AXIONE

Cityfast, 152 Avenue Pierre Brossolette 92240 Malakoff


CONCERNÉ

📞 0764455403 📠 0533740217 📠 0533740217 @cityfast.dict@axionesi.net

DT 387909469 Envoyé le 22/06/2022

Réponse 387957006

Reçu le 22/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : TL

EAU DE PARIS

Direction de la Distribution, 19 rue Neuve Tolbiac CS61373 75214 PARIS CEDEX 13


CONCERNÉ

📞 0158063638 📠 0974506507 @Reponse.Concessionnaire.DD@eaudepartis.fr

DT 387909456 Envoyé le 22/06/2022

Réponse 388014942

Reçu le 23/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : EA. Recommandations : SE REPORTER AUX DOCUMENTS JOINTS. Nom du contact : GARNIER JEAN CHARLES.

IMOPTEL mandaté par l'exploitant ZAYO

102 Avenue Jean Jaures 94200 IVRY-SUR-SEINE


CONCERNÉ

📞 0149878087 📠 0149878087 📠 0149878087 @dictzayo@axians.com

DT 387909462 Envoyé le 22/06/2022

Réponse 388238188

Reçu le 27/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : TL. Recommandations : Veuillez prendre contact avec aucun. Nom du contact : Patrick FARDIN.

ORANGE UI IDF Centre

SOVTEL, 8 passage Saint Pierre Amelot 75011 PARIS 11


CONCERNÉ

📞 0810300111 📠 0157360036 📠 0810300111 @FT75500.FTO@demat.protys.fr

DT 387909467 Envoyé le 22/06/2022

Réponse 387944240

Reçu le 23/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : TL. Recommandations : Plans en Classe B.

PRIZZ INFRASTRUCTURE

TSA 70011 CHEZ SOGELINK 69134 DARDILLY CEDEX


CONCERNÉ

📞 0426727706 📠 0750723298 @prizz-infra@demat.sogelink.fr

Réponse 387909503

Reçu le 22/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : EL, TL

DT 387909459 Envoyé le 22/06/2022


Réf. travaux **122.06.628**

32 Rue de Babylone
75007 PARIS 7E ARRONDISSEMENT

Créé le **22/06/2022**
Débuté le **24/06/2022**
Durée : **99 jours**

Retrouvez votre tableau
récapitulatif,
vos plans et un outil de mesures
sur l'application Dict.fr Mobile

SFR - COMPLETEL

SFR - COMPLETEL, TSA 70011 CHEZ SOGELINK 69134 DARDILLY CEDEX


CONCERNÉ

📞 0980804303

📠 0805052656

✉️ completel@demat.sogelink.fr

DT 387909457

Envoyé le 22/06/2022



Réponse 387909500

Reçu le 22/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : TL

SFR FIBRE SAS

SFR FIBRE SAS, TSA 70011 CHEZ SOGELINK 69134 DARDILLY CEDEX


CONCERNÉ

📞 0980804303

📠 0805052656

✉️ sfr-fibre@demat.sogelink.fr

DT 387909463

Envoyé le 22/06/2022



Réponse 387909498

Reçu le 22/06/2022

CONCERNÉ

Présence d'ouvrage : TL

SFR FIBRE SAS Orange

SFR FIBRE SAS Orange, TSA 70011 CHEZ SOGELINK 69134 DARDILLY CEDEX


NON CONCERNÉ

📞 0980804303

📠 0805052656

✉️ sfr-fibre-orange@demat.sogelink.fr

DT 387909470

Envoyé le 22/06/2022



Réponse 387909486

Reçu le 22/06/2022

NON CONCERNÉ

Pas d'ouvrage. Recommandations : Voir document ci-joint. Nom du contact : DT-DICT.

VILLE DE PARIS DPE-STEASAP-CIRCONSCRIPTION SUD

CHEZ SOGELINK, TSA 70011 69134 DARDILLY CEDEX


CONCERNÉ

📞 0153682580

📠 0153682580

✉️ dpe-steasap-circonscription-sud@delegation.sogedata.fr

DT 387909471

Envoyé le 22/06/2022



Réponse 387934438

Reçu le 23/06/2022

CONCERNÉ
Autres destinataires
DVD SSOA

Section des Ouvrages d'Art, 121 avenue de France 75013 PARIS 13

NON REQUIS

📞 0171286348

📠 0000000000

✉️ dvd-ssoa@paris.fr

IPT 387909464

Envoyé le 22/06/2022


Mairie de Paris - Direction des Espaces Verts et de l'Environnement (DEVE)

Division du 1er, 2e, 3e, 4e, 6e et 7e arrdts, 3 Avenue de la Porte d'Auteuil 75016 PARIS 16

NON REQUIS

📞 0171189870

📠 0171189870

✉️ deve-mitecsej567@paris.fr

IPT 387909458

Envoyé le 22/06/2022



Annexe 2 : Géoréférencement – Tableau de points

Tableau de points :

INDEX	X	Y	ZTN	PROFONDEUR	ZGS	CLASSE
AEP01	X : 1650162.886	Y : 8183747.941	36.042	0.700	35.342	A
AEP02	X : 1650166.319	Y : 8183747.568	36.076	0.700	35.376	A
AEP03	X : 1650172.449	Y : 8183746.729	36.083	0.700	35.383	A
AEP04	X : 1650172.113	Y : 8183745.085	36.039	0.700	35.339	A
AEP05	X : 1650151.782	Y : 8183761.157	35.770	0.600	35.170	A
AEP06	X : 1650171.409	Y : 8183739.852	35.932	0.800	35.132	A
AEP07	X : 1650151.585	Y : 8183762.364	35.746	0.800	34.946	A
AEP08	X : 1650172.486	Y : 8183738.523	35.940	0.600	35.340	A
AEP09	X : 1650150.085	Y : 8183762.374	35.771	0.800	34.971	A
AEP10	X : 1650149.326	Y : 8183735.855	35.875	1.000	34.875	A
AEP11	X : 1650149.598	Y : 8183739.123	35.929	1.000	34.929	A
AEP12	X : 1650150.921	Y : 8183738.981	35.899	1.000	34.899	A
AEP13	X : 1650151.051	Y : 8183740.257	35.929	1.000	34.929	A
AEP14	X : 1650149.458	Y : 8183740.403	35.966	1.000	34.966	A
AEP15	X : 1650150.065	Y : 8183743.836	36.049	0.900	35.149	A
AEP16	X : 1650150.393	Y : 8183748.272	36.143	0.900	35.243	A
AEP17	X : 1650151.104	Y : 8183754.116	36.004	0.700	35.304	A
AEP18	X : 1650151.605	Y : 8183758.939	35.855	0.700	35.155	A
CHAUF01	X : 1650187.946	Y : 8183736.846	36.096	0.600	35.496	A
CHAUF02	X : 1650188.091	Y : 8183738.055	36.095	0.600	35.495	A
CHAUF03	X : 1650188.732	Y : 8183742.083	36.091	0.700	35.391	A
CHAUF04	X : 1650189.331	Y : 8183746.821	36.216	0.600	35.616	A
CHAUF05	X : 1650187.095	Y : 8183747.172	36.216	0.600	35.616	A
CHAUF06	X : 1650186.480	Y : 8183747.212	35.650	0.600	35.050	A
CHAUF07	X : 1650186.536	Y : 8183747.905	35.638	0.600	35.038	A
CHAUF08	X : 1650176.189	Y : 8183738.398	: 35.960	0.550	35.410	A
CHAUF09	X : 1650176.312	Y : 8183739.826	: 35.923	0.550	35.373	A
CHAUF10	X : 1650176.859	Y : 8183742.239	: 35.961	0.550	35.411	A
CHAUF11	X : 1650178.925	Y : 8183744.508	: 36.019	0.550	35.469	A
CHAUF12	X : 1650180.843	Y : 8183746.636	: 35.989	0.700	35.289	A
CHAUF13	X : 1650182.313	Y : 8183748.223	: 35.962	0.700	35.262	A
CHAUF14	X : 1650176.252	Y : 8183739.239	: 35.937	0.550	35.387	A
CHAUF15	X : 1650185.540	Y : 8183741.490	36.064	0.350	35.714	A
CHAUF16	X : 1650184.603	Y : 8183744.515	36.081	0.400	35.681	A
CHAUF17	X : 1650184.988	Y : 8183743.310	36.071	0.400	35.671	A
CHAUF18	X : 1650187.072	Y : 8183736.959	36.102	0.350	35.752	A
CHAUF19	X : 1650186.544	Y : 8183738.526	36.068	0.350	35.718	A
ELEC01	X : 1650148.627	Y : 8183735.956	35.877	0.900	34.977	A
ELEC02	X : 1650148.950	Y : 8183739.348	35.947	0.900	35.047	A
ELEC03	X : 1650149.091	Y : 8183740.449	35.974	0.900	35.074	A
ELEC04	X : 1650151.157	Y : 8183739.613	35.940	0.400	35.540	A
ELEC05	X : 1650150.217	Y : 8183739.770	35.933	1.000	34.933	A
ELEC06	X : 1650149.939	Y : 8183739.242	35.930	1.000	34.930	A
ELEC07	X : 1650148.402	Y : 8183739.479	35.944	1.000	34.944	A
ELEC08	X : 1650148.541	Y : 8183740.231	35.968	1.200	34.768	A
ELEC09	X : 1650147.711	Y : 8183740.354	35.939	1.200	34.739	A
ELEC10	X : 1650149.749	Y : 8183743.778	36.038	0.900	35.138	A
ELEC11	X : 1650149.998	Y : 8183748.320	36.146	0.900	35.246	A
ELEC12	X : 1650150.724	Y : 8183754.195	36.009	0.700	35.309	A
ELEC13	X : 1650151.089	Y : 8183757.262	35.918	0.700	35.218	A
ELEC14	X : 1650152.098	Y : 8183757.520	35.891	0.700	35.191	A
EP01	X : 1650172.246	Y : 8183738.683	35.910	0.300	35.610	A
EP02	X : 1650171.484	Y : 8183738.142	35.891	0.500	35.391	A
EP03	X : 1650169.351	Y : 8183736.967	35.826	0.600	35.226	A
EP04	X : 1650156.304	Y : 8183740.817	: 35.963	0.020	35.943	A

EP05	X : 1650172.769	Y : 8183738.876	: 35.891	0.190	35.701	A
EP06	X : 1650173.109	Y : 8183740.318	: 35.950	0.180	35.770	A
EP07	X : 1650156.795	Y : 8183742.307	: 35.921	0.060	35.861	A
EP09	X : 1650157.002	Y : 8183742.654	: 35.924	0.060	35.864	A
EP10	X : 1650164.716	Y : 8183741.281	: 35.909	0.180	35.729	A
EP11	X : 1650157.680	Y : 8183742.713	: 35.891	0.060	35.831	A
EP12	X : 1650160.977	Y : 8183742.249	: 35.944	0.100	35.844	A
EP13	X : 1650163.798	Y : 8183742.008	: 35.978	0.170	35.808	A
EP14	X : 1650164.660	Y : 8183741.805	: 35.936	0.200	35.736	B
GAZ01	X : 1650152.228	Y : 8183758.937	35.834	0.700	35.134	A
GAZ02	X : 1650151.545	Y : 8183758.961	35.857	0.700	35.157	A
GAZ03	X : 1650151.063	Y : 8183754.146	36.004	0.700	35.304	A
GAZ04	X : 1650150.375	Y : 8183748.254	36.141	0.900	35.241	A
GAZ05	X : 1650149.911	Y : 8183743.775	36.044	0.900	35.144	A
GAZ06	X : 1650149.646	Y : 8183741.979	35.993	0.900	35.093	A
GAZ07	X : 1650151.279	Y : 8183741.768	36.006	0.600	35.406	A
IND01	X : 1650154.715	Y : 8183776.260	35.553	0.450	35.103	A
IND02	X : 1650154.120	Y : 8183776.360	35.549	0.450	35.099	A
IND03	X : 1650154.714	Y : 8183780.975	35.476	0.600	34.876	A
IND04	X : 1650155.148	Y : 8183784.257	35.442	0.500	34.942	A
IND05	X : 1650155.889	Y : 8183788.203	35.377	0.600	34.777	A
IND06	X : 1650157.045	Y : 8183794.835	35.290	0.700	34.590	A
IND07	X : 1650157.790	Y : 8183800.679	35.173	0.800	34.373	A
IND08	X : 1650158.626	Y : 8183807.829	35.150	0.700	34.450	A
IND09	X : 1650159.444	Y : 8183816.374	35.118	0.700	34.418	A
IND10	X : 1650159.211	Y : 8183817.858	35.111	0.650	34.461	A
IND11	X : 1650164.223	Y : 8183750.426	36.058	0.450	35.608	A
IND12	X : 1650158.979	Y : 8183819.510	35.096	0.600	34.496	A
IND13	X : 1650173.532	Y : 8183752.227	36.080	0.480	35.600	A
IND14	X : 1650158.203	Y : 8183822.568	35.076	0.650	34.426	A
IND15	X : 1650175.938	Y : 8183752.482	36.063	0.450	35.613	A
IND16	X : 1650179.540	Y : 8183753.277	36.033	0.450	35.583	A
IND17	X : 1650181.927	Y : 8183753.360	35.953	0.350	35.603	A
IND18	X : 1650147.891	Y : 8183748.722	36.154	0.500	35.654	A
IND19	X : 1650150.064	Y : 8183748.829	36.133	0.500	35.633	A
IND20	X : 1650151.762	Y : 8183749.049	36.122	0.450	35.672	A
IND21	X : 1650154.678	Y : 8183748.817	36.051	0.450	35.601	A
IND22	X : 1650155.934	Y : 8183749.080	36.004	0.450	35.554	A
IND23	X : 1650157.301	Y : 8183749.241	35.988	0.400	35.588	A
IND24	X : 1650160.233	Y : 8183749.924	36.001	0.400	35.601	A
TEL01	X : 1650151.174	Y : 8183739.688	35.937	0.500	35.437	A
TEL02	X : 1650150.239	Y : 8183739.845	35.930	0.900	35.030	A
TEL03	X : 1650150.020	Y : 8183740.027	35.945	0.900	35.045	A
TEL04	X : 1650148.899	Y : 8183740.229	35.967	1.200	34.767	A
TEL05	X : 1650147.721	Y : 8183740.416	35.939	1.200	34.739	A
UN01	X : 1650154.789	Y : 8183797.030	35.317	1.750	33.567	A
UN02	X : 1650153.710	Y : 8183788.386	35.362	1.850	33.512	A
UN03	X : 1650153.055	Y : 8183783.571	35.452	1.900	33.552	A
UN04	X : 1650152.069	Y : 8183776.724	35.529	2.000	33.529	A
UN05	X : 1650151.187	Y : 8183770.348	35.628	2.100	33.528	A
UN06	X : 1650150.936	Y : 8183766.140	35.692	2.200	33.492	A
UN07	X : 1650150.863	Y : 8183765.017	35.701	2.250	33.451	A
UN08	X : 1650150.511	Y : 8183761.398	35.796	2.300	33.496	A
UN09	X : 1650150.141	Y : 8183757.310	35.927	2.300	33.627	A
UN10	X : 1650150.597	Y : 8183757.047	35.929	2.300	33.629	A
UN11	X : 1650150.065	Y : 8183752.926	36.036	2.400	33.636	A
UN12	X : 1650149.483	Y : 8183747.421	36.130	2.400	33.730	A
UN13	X : 1650149.195	Y : 8183743.673	36.040	2.450	33.590	A
UN14	X : 1650148.836	Y : 8183740.516	35.975	2.500	33.475	A
UN15	X : 1650148.751	Y : 8183739.319	35.951	2.600	33.351	A
UN16	X : 1650148.491	Y : 8183736.073	35.887	2.650	33.237	A

Annexe 3 : Plans d'Investigations

Les plans géoréférencés issus de ces investigations sont joints à ce rapport aux formats DWG et PDF, à une échelle au **1/200^{ème}**.

Le fond de plan fourni n'a fait l'objet d'aucune modification d'échelle.

Annexe 4: Procédures de travail

Suite aux quatre accidents survenus entre octobre 2007 et février 2008 à Bondy, Noisy le sec, Niort et Lyon, les pouvoirs publics ont engagé une vaste réforme relative aux investigations sur les réseaux enterrés.

1. CADRE REGLEMENTAIRE DES PRESTATIONS

1.1. Investigations complémentaires en phase Conception

Les résultats de cette réforme peuvent être schématisés comme suit.

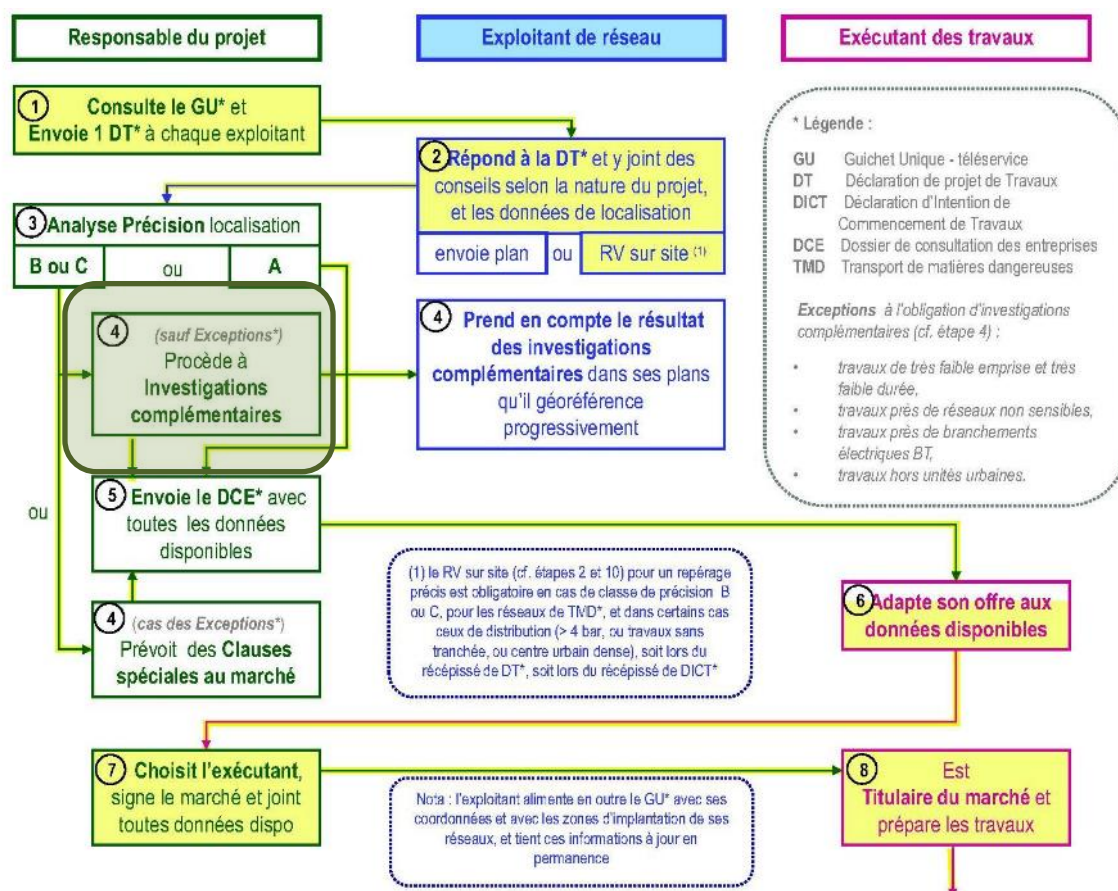


Figure 1 : Schéma de la réforme IC (Source : www.reseaux-et-canalisations.gouv.fr)

1.2. Point 4 : Réalisation des investigations complémentaires

L'objectif des investigations complémentaires est de vérifier la position exacte des réseaux indiqués en classes B ou C par les exploitants. Il s'agit de s'assurer de la sécurité du chantier, mais aussi et surtout de sa faisabilité, pour permettre au maître d'œuvre de bien estimer le coût de l'opération.

Les investigations complémentaires sont obligatoires pour les réseaux sensibles et facultatives pour les autres réseaux. Elles donnent lieu à l'établissement d'un plan géoréférencé et d'un rapport contenant les points levés et leur classe de précision.

Le plan doit être joint au Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) de travaux pour que l'entreprise puisse estimer au mieux ses coûts. Les investigations complémentaires sont à l'origine de clauses spéciales à intégrer dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). Ces clauses permettront de lever les indéterminations, souvent au moyen de sondages destructifs.

Les techniques utilisées sont essentiellement des techniques non intrusives :

- Détection électromagnétique pour les réseaux métalliques conducteurs (électricité, éclairage, signalisation, eau et gaz en fonte), les fourreaux (télécom, fibre optique) et les conduites gravitaires (assainissement).
- Géoradar pour les réseaux non conducteurs. Le géoradar peut permettre de mettre en évidence des réseaux excédentaires, des chambres enterrées et d'autres objets invisibles, voire imprévisibles en surface.
- Ecoute sonore pour les branchements en polyéthylène pression (AEP et Gaz).

Si les incertitudes sont potentiellement préjudiciables, des investigations complémentaires peuvent être réalisées pour les lever.

- Stations totales et GPS de grande précision pour le géoréférencement. Les mesures sont directes ou déportées.

Eléments entrants fournis par le client ou récupérés par nos services :

- Retours de DT obtenus auprès des concessionnaires.
 - Fond de plan de la zone d'investigation. L'idéal est de disposer du fond de plan géoréférencé sur lequel sera dessiné le projet.
- Nous ne sommes pas géomètres. Nous ne réalisons pas de fonds de plan.**

Rendu des relevés géoréférencés

A l'issue de ces investigations, nous vous remettons le présent rapport et ses annexes.

Les résultats sont principalement destinés :

- Au maître d'œuvre pour la réalisation de son projet (vérification de la faisabilité)
- Aux entreprises de travaux pour le chiffrage de leurs interventions (en annexe au DCE)
- A tous les intervenants pour assurer la sécurité des ouvriers et des riverains
- Au concessionnaire ou à l'exploitant pour l'actualisation de sa base de données
- Au maître d'ouvrage pour l'intégration des résultats dans le Système d'Informations Géographiques (SIG)

2. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

2.1. Les méthodes de géodétection non intrusives

Le repérage des réseaux se conduit comme une enquête policière : rechercher des indices sur le terrain, puis un mobile.

- Les indices sont très nombreux pour un œil aguerri. Ils sont visibles en surface et nous donnent une idée de l'endroit où les réseaux pourraient exister.
- Le mobile, c'est le mode de fonctionnement du réseau. Le comprendre nous permet de rechercher ses éléments fonctionnels.
Pour un réseau électrique par exemple, il y a en amont un transformateur de courant haute tension et en aval du courant de tension réduite. Au niveau du transformateur il faut trouver autant de câbles haute tension que d'arrivées et en aval autant de câbles basse tension que de départs.

Comme pour une enquête policière, nous sommes amenés à interroger les témoins (maître d'ouvrage, concessionnaires, exploitants, usagers, ...) et à procéder à des recherches scientifiques au moyen d'outils adaptés.

Toujours dans le même esprit, nous travaillons par itérations successives : les questions apportent des réponses qui sont confrontées aux autres informations disponibles. Les écarts sont analysés jusqu'à ce que la vérité apparaisse. Ce mode de fonctionnement à plusieurs dimensions permet de limiter les risques d'erreur.

Le repérage des réseaux enterrés est réalisé au moyen de diverses méthodes adaptées au type de réseau recherché et à l'environnement. Afin de nous assurer de l'exhaustivité de nos recherches nous utilisons tous les outils disponibles et en particulier la détection électromagnétique et le géoradar.



Figure 2 : Détection électromagnétique



Figure 3 : Géoradar

Coupler la détection électromagnétique et le géoradar nous permet de repérer la quasi-totalité des réseaux. Si des doutes subsistent, nous pouvons mettre à votre disposition des techniques complémentaires.

Chaque équipe est composée de deux techniciens :

- Un chef d'équipe, qui est expérimenté et qui connaît les pièges classiques du métier.
- Un adjoint, qui aide dans les manœuvres (ouverture des tampons, manipulation des joncs, déplacement de la sécurité, ...) et qui rédige le carnet de terrain pendant que le chef d'équipe effectue les mesures.

2.1.1. Reconnaissance détaillée du site

La reconnaissance du site commence par un repérage de tous les éléments visibles et notamment des affleurants :

- **Réseaux d'assainissement** : tampons de regards de visite, grilles, avaloirs et boîtes de branchement.
- **Réseaux d'adduction d'eau potable** : bouches à clé, robinets extérieurs, poteaux incendie, bouches d'arrosage.
- **Réseaux d'éclairage public** : candélabres, armoires de commande.
- **Réseaux d'électricité** : transformateurs, remontées aéro-souterraines, TGBT.
- **Réseaux de gaz** : compteurs et vannes d'arrêt sur les réseaux gaz.
- **Réseaux de courant faible** : chambres de tirage, caméras de vidéosurveillance, boucles et alimentations des barrières d'entrée-sortie.

La liste n'est pas exhaustive, loin s'en faut. Nous identifions aussi, dans la mesure du possible, les entrées et sorties des réseaux au niveau des bâtiments, et d'autres indices tels que les cicatrices des voiries liées aux tranchées ou les faïençages linéaires de voirie liés aux sous-compactages pendant les travaux.



Figure 4 : Notre métier, "lire les réseaux"

2.1.2. Détection électromagnétique (DEM)

Pour présenter la méthode, nous reprenons les termes de la norme NFS 70 003 II Art 5.2 :



Figure 5 : Photo de chantier avec matériel de détection électromagnétique

Cette méthode repose sur le principe que tout champ électromagnétique (champ primaire) se diffusant dans un milieu plus ou moins conducteur génère un courant induit (courant de Foucault) qui génère à son tour un champ électromagnétique (champ secondaire). Les courants et champs induits sont d'autant plus forts que le milieu est conducteur. La profondeur de pénétration du milieu est fonction de la fréquence des champs et de la résistivité.

Suivant la nature des réseaux et la présence ou non d'affleurants, trois modes de détection peuvent être mis en œuvre.

Le mode passif

Sans utilisation d'émetteurs, divers champs magnétiques peuvent être présents sur les réseaux conducteurs :

Champs produits par des ondes radios ;

Champs induits par le parallélisme avec des lignes électriques de haute tension ;

Champs liés à la présence de redresseurs (soutirages) de protection cathodiques non filtrés provoquant du 100 Hz.

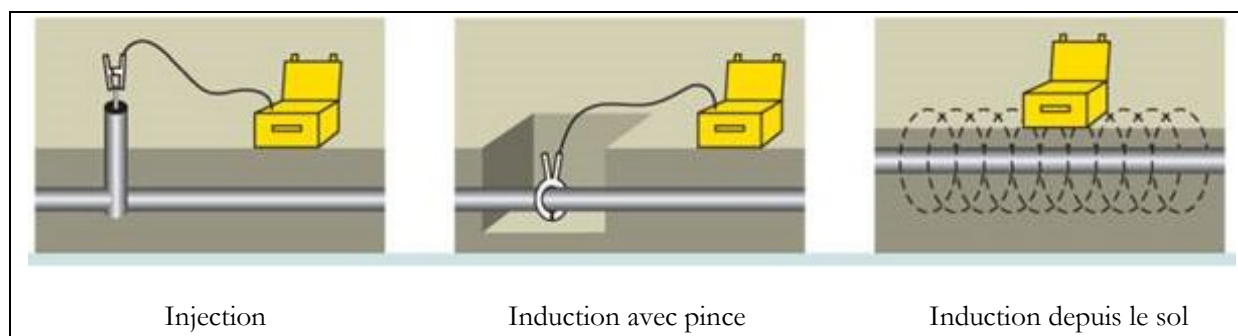
Ces champs peuvent par conséquent être détectés par un récepteur électromagnétique ; la plupart des appareils de détection électromagnétique proposent une large gamme de fréquences leur permettant cette fonctionnalité.

Il est important de noter que l'utilisation de ce mode ne permet pas d'identifier le réseau induit, la précision fournie en passif est aléatoire, et l'indication de profondeur très peu fiable, mais il contribue au processus de l'étude.

Le mode actif

Il implique l'utilisation d'un émetteur dont la fréquence du signal émis est synchronisée avec celle du récepteur

L'annexe D de la norme présentent les modes d'injection du signal selon l'ouvrage ainsi que les fréquences recommandées pour chaque type d'ouvrage.



Le mode induction

Sans contact avec le réseau, l'émetteur posé sur la surface du sol induit par l'intermédiaire d'une bobine (intégrée ou extérieure) un champ sur un réseau conducteur enterré à proximité. Cette technique permet de détecter et localiser toute canalisation métallique mais aussi toute masse métallique présente à proximité. Des risques de confusion sont possibles en particulier en cas de croisement ou de chevauchement des canalisations. Cette méthode permet d'estimer la localisation dans les trois directions.

Une variante consiste à induire un champ grâce à une pince qui enserre le réseau, cette technique réduit les risques de confusion.

Attention, l'induction à proximité des réseaux de signalisation de certains réseaux, ceux de transport ferroviaire ou guidé en particulier, peut générer des perturbations pouvant provoquer directement des accidents. C'est pourquoi l'utilisation du mode induction est interdite pour la détection de ces réseaux même en cas de doute sur leur présence. Respecter les distances indiquées par l'exploitant concerné.

S'il est nécessaire d'accéder à un local réservé aux électriciens pour injecter sur le réseau, cette technique nécessite une autorisation d'accès donnée par l'exploitant de l'ouvrage et une habilitation électrique.

Le mode émetteur raccordé directement sur le réseau

C'est le mode permettant les meilleures performances en termes de localisation, de portée du signal, de précision sur l'indication de profondeur et bien entendu au niveau de l'identification de l'ouvrage à détecter.

Dans cette technique, lorsque la conduite est accessible depuis une émergence, un courant ou un champ est induit via un générateur sur un réseau à une fréquence spécifique, le récepteur étant couplé sur cette même fréquence. Ce procédé permet d'isoler la conduite des autres réseaux.

Ce raccordement nécessite une autorisation d'accès donnée par l'exploitant de l'ouvrage et éventuellement une habilitation électrique.

Le mode émetteur raccordé à un fil traceur de détection

Le principe consiste à relier un émetteur en mode actif sur les bornes des boîtiers d'accès raccordées à un fil traceur de détection. Cette opération s'effectue à partir des affleurants.

Le courant actif est véhiculé par le fil traceur de détection déroulé en fond de fouille à proximité de la canalisation, ou positionné sur la génératrice supérieure. Il pourra être libre ou bien maintenu sur la canalisation, il est recommandé de pérenniser ce positionnement pour l'ensemble des ouvrages.

Seul le fil fixé sur la génératrice supérieure de l'ouvrage permet de donner une précision de classe A. L'implantation des coffrets d'accès sera reportée sur la cartographie.

Quelle que soit la longueur totale du projet, l'architecture standard se décomposera en sections indépendantes. La continuité entre chaque section est assurée au sein du boîtier d'accès. Toutes les sections seront impérativement raccordées à la terre. La tresse de terre sera toujours positionnée perpendiculairement au traceur.

Ainsi, seul le signal véhiculé par le fil traceur de détection, à partir d'un point connu sur un réseau lui aussi connu est identifié sur toute sa longueur, même dans les zones encombrées de signaux parasites, et permet ainsi de caractériser un ouvrage sur la totalité de son tracé.

Ce raccordement nécessite une autorisation d'accès donnée par l'exploitant de l'ouvrage.

Pour tous les réseaux nous nous assurons de partir d'un affleurant caractéristique et d'arriver à un autre affleurant du même système. De plus le trajet « aller » doit être identique au trajet « retour ». Quand ces conditions sont réunies nous avons la certitude que nous avons suivi le bon réseau. Le signal n'a pas été déporté par un autre réseau.

2.1.3. Détection acoustique ou vibratoire

Pour présenter la méthode, nous reprenons les termes de la norme NFS 70 003 II Art 5.3 :

Les méthodes diffèrent de par les modes d'injection du signal.

Acoustique : un générateur émet un signal acoustique soit dans le fluide de la canalisation, soit sur la canalisation provoquant des vibrations perceptibles par un accéléromètre. Un récepteur détecte les vibrations à la surface du sol. Le suivi des points de réception permet de déterminer le tracé de la canalisation. Cette technique nécessite en général l'accès au fluide par un coffret client ce qui impose l'autorisation du gestionnaire du réseau. Les contraintes de sécurité imposées par cet accès au fluide sont importantes, en particulier pour le gaz. C'est pour cette raison qu'elle est peu utilisée.

Vibratoire : le générateur est fixé directement sur la surface externe de la conduite à l'aide d'une bride, technique utilisable essentiellement en terrain correctement compacté. Nous l'avons baptisée 'Pivert'

Ces techniques ne permettent pas de connaître la profondeur de l'ouvrage.

2.1.4. Détection par sonde

Pour présenter la méthode, nous reprenons les termes de la norme NFS 70 003 II Art 5.4 :

Une sonde raccordée à un générateur ou autonome alimentée par piles, fixée à l'extrémité d'un jonc flexible de différents diamètres et de différentes longueurs est introduite dans la canalisation. Elle émet un signal électromagnétique. Dans certains cas c'est l'ensemble du jonc qui émet le signal. Un récepteur en surface permet de suivre le signal.

Cette méthode donne une estimation de la profondeur de la génératrice inférieure.

Cette technique nécessite l'accès à l'intérieur de la canalisation ce qui impose la présence du gestionnaire de réseau ou une autorisation d'accès au réseau.

2.1.5. Géoradar (GPR)

Pour présenter la méthode, nous reprenons les termes de la norme NFS 70 003 II Art 5.5 :



Figure 6 : Détection par géoradar

RADAR (RADioDetecting And Ranging), ou appelé communément chez les anglo-saxons GPR (Ground Penetrating Radar).

Le radar géophysique est un équipement de détection capable de repérer une conduite quelle que soit sa nature (conductrice ou non), même si le réseau ne possède aucune émergence à proximité de la zone d'étude (ce qui arrive parfois pour un réseau d'eau ou des gaines).

En effet les principes physiques de détection par le radar sont différents de ceux utilisés dans la détection de champs électromagnétiques.

Un radar se compose d'une antenne émettrice-réceptrice d'ondes électromagnétiques, d'une unité de traitement du signal et de visualisation, d'un support généralement constitué d'un chariot à roues et d'un odomètre fixé sur une des roues.

L'appareil émet dans le sol des ondes électromagnétiques brèves qui sont réfléchies sur les interfaces entre milieux de constants diélectriques différents. Ce signal est enregistré en fonction du temps nécessaire au retour (ce qui permet de calculer la distance de ce matériau ou matériel par rapport à la surface). Les échos sont enregistrés et visualisés sur des courbes abscisses/temps de réponse de l'onde réfléchie. Les ondes émises peuvent être continues, modulées ou impulsionnelles. Les fréquences des antennes utilisées dépendent du compromis souhaité entre la résolution et la profondeur d'investigation.

Pendant que l'antenne du GPR parcourt la surface d'auscultation, on obtient une «image» en coupe continue des conditions de variation des matériaux.

C'est l'odomètre fixé sur une des roues du chariot supportant l'antenne qui permet de positionner les changements de nature de matériaux sur le linéaire parcouru par l'antenne.

Cette technique permet théoriquement de localiser les canalisations de tous matériaux. Mais plus ses constantes diélectriques sont proches de celle du terrain moins la canalisation sera visible. Le signal est rapidement atténué avec la profondeur et par les milieux humides et dans certains sols (argiles en particulier).

Deux facteurs régissent la bonne visualisation : la résolution et la pénétration qui sont interdépendants et inversement proportionnels.

- La résolution : les réflexions de radar peuvent être augmentées en élevant la fréquence des impulsions transmises dans le sol. Cela est possible en utilisant des antennes différentes disponibles pour le système radar. Cependant, il y a une compensation à prendre en compte entre la plus grande résolution et la profondeur de la pénétration.
- La pénétration dépend des conditions trouvées à chaque emplacement (les impulsions du radar sont absorbées ou dispersées). Une meilleure pénétration est réalisée dans les sols arénacés secs (sablonneux); elle est réduite par les sols humides, argileux ou conducteurs.

Chez JFM Conseils, nous sommes équipés d'appareils ABEM DUO. Cet outil possède une antenne bi-fréquence (250/700 MHz) qui nous permet de détecter les matériaux non conducteurs (PE, PVC, Amiante) jusqu'à des profondeurs de 2 à 3 mètres en fonction de la géologie. C'est un des appareils les plus performants du marché.

- L'antenne de 700 MHz nous permet de repérer les conduites de petit diamètre proche de la surface. Il s'agit principalement des conduites de gaz, et des fourreaux de télécommunication. Arrivés à cette étape, nous avons déjà repéré les conduites et fourreaux contenant des câbles électriques par la méthode électromagnétique.
-
- L'antenne de 250 MHz nous permet de repérer les conduites de diamètre plus important à une profondeur comprise entre 1 et 3 mètres. Il s'agit principalement des conduites d'eau potable et des branchements d'assainissement sans regard de façade.

Lorsqu'un ouvrage est détectable par cette technique, elle permet de le suivre avec une bonne précision dans les trois axes.

Cette technique ne permet de donner ni la nature ni le matériau de la canalisation localisée. Cette méthode donne la profondeur de la génératrice supérieure de la canalisation.

Des coupes sont réalisées au géoradar de manière transversale selon un pas allant de 1 à 10 mètres sur la zone d'investigation. La densité des coupes dépend de la complexité du sous-sol. Les conduites détectées seront identifiées selon leurs liaisons aux affleurants visibles. Ceci nous permettra d'isoler la conduite d'eau potable des autres conduites. Elle sera alors pointée en surface au moyen de craie, bombe à l'eau ou 'indélébile' en fonction de vos souhaits et du revêtement de surface. Chaque point indique la profondeur de la conduite.

Dans un deuxième temps, des coupes longitudinales sont réalisées, toujours au géoradar, pour repérer les branchements vers les habitations. Ces coupes ont un pas allant de 1 à 3 mètres. Il est souhaitable d'effectuer deux coupes de chaque côté de la conduite principale pour s'assurer de la bonne vision des branchements. La même méthode d'identification est pratiquée pour nous assurer de la bonne vision du réseau d'eau. Les branchements sont alors pointés. Le schéma ci-dessous vous explique le mode de repérage.

Enfin des coupes complémentaires peuvent être pratiquées avec le géoradar pour mieux préciser la position des réseaux s'ils sont en biais par rapport à ces deux axes. Dans l'exemple ci-dessous, le fait que nous ne trouvions pas le réseau au niveau des points orangés nous incite à renforcer le carroyage et à faire des coupes diagonales pour en préciser la position exacte.

Des réseaux surnuméraires peuvent apparaître. Ils sont bien sûr notés sur le terrain et sur le carnet. Certains sont identifiables, d'autre non. Dans ce dernier cas, ils sont notés 'Réseaux indéterminés abandonnés'.

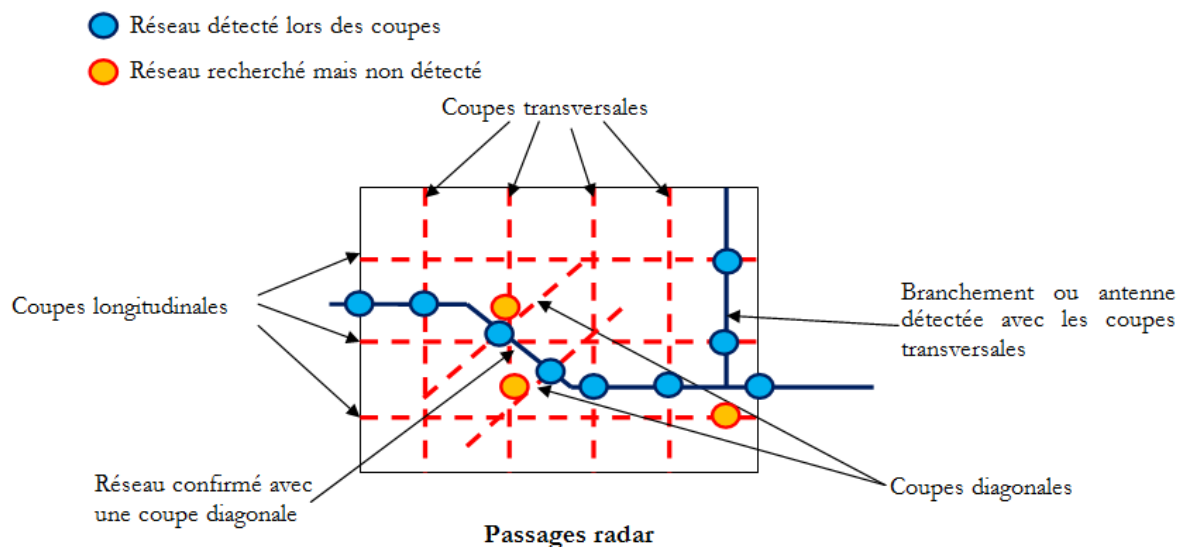


Figure 7 : Schéma de principe d'une coupe radar

2.1.6. Autres méthodes non intrusives

D'autres méthodes sont utilisables en fonction des circonstances :

- Détection infra-rouge. C'est une bonne méthode pour voir des réseaux de chaleur en activité.
- Détection à la baguette si nécessaire. Malgré ce que pense la grande majorité des techniciens c'est une méthode très efficace pour ceux qui ont le 'don'.
- Accéléromètre. C'est une méthode particulière qui permet de repérer des tubes ouverts de diamètre constant sur de grandes distance (jusqu'à 2 km) quelle que soit la nature, la profondeur et le diamètre de la conduite.

2.2. Procédure de géodétection

2.2.1. *Ordre des investigations*

- Nous commençons par les réseaux facilement détectables, en particulier l'alimentation électrique en 50 Hz. Nous utilisons le mode passif pour repérer ces réseaux.
- Afin de distinguer les différents types d'alimentation électrique, nous induisons un signal spécifique à chaque réseau au niveau des affleurants. Nos personnels sont qualifiés BR ce qui leur permet de poser les pinces sur les câbles en connaissance des conditions de sécurité. Ils ne sont évidemment pas habilités à consigner les réseaux. Seul l'exploitant peut couper ou segmenter son alimentation en connaissance de cause.
- Ensuite nous injectons ou induisons un signal sur les autres réseaux métalliques tels que l'éclairage public ou les télécom pour les repérer.
- Nous poursuivons par l'aiguillage des fourreaux à relever au moyen de joncs détectables. Ceci concerne l'assainissement et les fourreaux vides.
- Si nécessaire nous utilisons des sondes émettrices en extrémité de joncs pour mieux suivre les fourreaux,
- Enfin nous réalisons des coupes au géoradar pour préciser la position des réseaux gaz et d'éventuels réseaux surnuméraires. Le radar confirme la position des réseaux préalablement détectés et indique les réseaux surnuméraires. Ces réseaux surnuméraires sont, en confirmation des DT, des réseaux de gaz en PE, des réseaux d'eau en PE ou PVC, des réseaux surnuméraires ou abandonnés.

Grâce à cette méthodologie, tous les réseaux détectables sont identifiés.

2.2.2. *Sondages intrusifs*

Dans la pratique, le nombre de sondages réalisés est très inférieur à ce que pourraient craindre nos clients. Les méthodes non intrusives permettent de voir la très grande majorité des réseaux. Nous avons réalisé plusieurs fois des sondages de vérification qui ont confirmé la bonne qualité de nos mesures.

La seule exception notable réside dans les sondages qui nous permettent de régénérer un signal déficient. Ce fut le cas lors d'une recherche de réseau de gaz métallique dont nous perdions le signal au bout de 400 mètres environ. En l'absence d'autres éléments, nous avons dû faire réaliser un sondage pour injecter notre signal dans le tube et finir de le tracer.

Ces sondages sont systématiquement sous-traités à des partenaires compétents et proches de vous.

Vous trouverez en annexe la méthodologie détaillée pour ce type de prestations.

2.2.3. Coordination avec les recherches par fouilles intrusives

Comme nous l'avons indiqué ci-dessus, nous devons parfois injecter un signal dans les conduites pour pouvoir les repérer avec précision.

Il est intéressant de pouvoir intervenir entre le moment où la conduite est exhumée et le remblaiement. La méthode de l'induction au moyen d'une pince torique sur la conduite exhumée est privilégiée car elle permet de travailler sans contact avec la conduite.

De plus l'exhumation des conduites permet de vérifier les données obtenues indirectement, via géoradar par exemple.

Cette coordination sera assurée entre nos entités afin d'optimiser la qualité des mesures et aussi de minimiser les temps de réalisation des Investigations Complémentaires.

2.2.4. Précision des mesures

La précision des mesures est fonction de la qualité et du type d'appareil.

La détection électromagnétique est précise à 15 cm près jusqu'à une profondeur de 1.5 m. Au-delà la précision est de 10% de la profondeur. Notons que la détection électromagnétique mesure l'axe de l'émetteur. Les mesures de profondeur doivent être corrigées en fonction de la mesure :

- Les mesures de câbles ou de conduites doivent être corrigées d'un demi-diamètre.
- Les mesures de fourreaux au jonc doivent être corrigées d'un diamètre plus l'épaisseur du fourreau. Ceci est particulièrement important dans le cas de l'assainissement pluvial.

Le géoradar a aussi une précision de 10 à 15 cm. Il mesure directement la génératrice supérieure de l'ouvrage.

Les méthodes sonores ou autres mesurent seulement la position en XY. Elles ne mesurent généralement pas la profondeur en Z.

2.2.5. Marquage au sol des réseaux



Figure 8 : Marquage sur revêtement urbain



Figure 9 : Marquage sur zone enherbée

Au fur et à mesure de l'avancement, une fois que nos techniciens sont sûrs de la position exacte des réseaux, ils marquent les différents points. Conformément à la norme, nous marquons au moins un point tous les 10 mètres, sauf dans les courbes où nous mettons autant de points que nécessaire pour bien préciser la courbure. Les points sensibles tels que, les croisements, les coudes ou les Tés sont bien sur tracés.

Chaque point indique la profondeur mesurée du réseau.

Chaque réseau est marqué aux couleurs conventionnelles indiquées ci-dessous afin de pouvoir les distinguer.

La peinture utilisée est une peinture à l'eau qui disparaît rapidement avec la pluie.

Sur des revêtements sensibles, nous utilisons aussi de la craie à votre demande.

Si vous le souhaitez nous pouvons utiliser un autre type de peinture plus résistant. Dans certains cas, nous utilisons des clous avec une pastille de couleur. Enfin dans les zones enherbées, nous utilisons des piquets adaptés.

2.2.6. Contrôle qualité en phase terrain

Le chef d'équipe doit s'assurer de la cohérence et de l'exhaustivité de ses mesures au moyen de contrôles simples :

- Tout affleurant doit avoir une explication. Il doit être raccordé à un réseau existant ou abandonné d'une manière ou d'une autre.
- Toutes les maisons sont alimentées. Si l'alimentation d'une maison n'apparaît pas, ou si l'habitation a deux alimentations, nous cherchons à expliquer ce fait parfaitement anormal de manière rationnelle. Dans la plupart des cas nous arrivons à une alimentation par maison.

- Les informations entre les données concessionnaires, les photos de terrain, les informations des habitants ou des services techniques doivent être cohérentes ou explicables. En particulier quand nous ne trouvons pas un réseau concessionnaire ou il est indiqué, nous vérifions si l'erreur vient de lui ou de nous.
- Les tracés doivent être continus, Ils doivent partir d'un affleurant et arriver à un autre affleurant caractéristique. Le chemin suivi doit être le même à l'aller et au retour.
- Les principes de base de l'architecture spécifique du réseau doivent être respectés. L'expérience montre tous les jours la créativité de certains opérateurs pour contourner les difficultés de terrain. Mais même dans ce cas, les contraintes du réseau et les habitudes historiques imposent une architecture spécifique.

Ces vérifications systématiques nous permettent d'éviter de très nombreuses erreurs.

A défaut elles nous permettent d'identifier des incohérences qui seront levées ultérieurement. Des sondages intrusifs peuvent être réalisés. Sauf cas particuliers, le responsable de projet préfère généralement attendre le démarrage du chantier pour faire des trous dans la voirie en phase projet.

3. PROCEDURE DETAILLEE DE GEOREFERENCEMENT

Dès que tous les réseaux sont identifiés sur la zone de recherche, nos équipes géoréférencent les réseaux.



Figure 10 : Géoréférencement par GPS (Trimble)

Le géoréférencement est celui des points marqués en phase de repérage. Il comprend bien entendu celui des affleurants caractéristiques. Pour des raisons pratiques liées au fonctionnement des outils, nous levons les réseaux un par un. Les logiciels peuvent ainsi reporter les informations de manière semi-automatique.

Pour cette partie de la mission nous utilisons deux techniques complémentaires. La méthode de base est le GPS centimétrique, plus pratique et plus rapide. Cette méthode n'est pas adaptée à tous les environnements. Nous sommes alors amenés à utiliser d'autres méthodes topographiques telles que le théodolite, le laser mètre ou la chaîne d'arpenteur.

Comme demandé par la norme, c'est la génératrice supérieure du réseau qui est relevée en cas de tube ou de conduite circulaire.

En cas de nappe de réseaux, ce sont les deux limites extérieures à la nappe qui sont relevées. Sur le plan la nappe sera représentée sous forme d'une bande de la largeur observée.

Dans le cas des gros ouvrages tels que des ovoïdes d'assainissement, c'est toujours la génératrice supérieure qui est relevée. L'ouvrage sera néanmoins représenté sous forme d'une bande de la largeur observée pour faciliter la compréhension des divers intervenants.

3.1. Géoréférencement des réseaux en fouille ouverte

Entre le moment où les réseaux ont été exhumés et avant remblaiement, nos géomètres interviennent sur le terrain pour relever la position des points au moyen d'une des techniques indiquée ci-dessous.

Sont relevés tous les réseaux présents sur la zone, y compris les réseaux autres que les réseaux recherchés. Nous pensons en particulier aux branchements particuliers situés au voisinage des conduites recherchées.

C'est pour cette raison que notre intervention en non-destructif doit être de préférence réalisée avant le rebouchage de la fouille.

3.2. Géoréférencement des réseaux en technique non intrusive

Dans tous les cas, la mesure de terrain est ramenée à celle de la génératrice supérieure pour être conforme à la norme. En effet, la mesure de terrain correspond à l'objet détecté en fonction de la technique :

- Les géoradars indiquent la génératrice supérieure des ouvrages.
- La DEM indique l'axe de l'ouvrage. La mesure doit être corrigée d'une demi-épaisseur dès que le diamètre de l'ouvrage est supérieur à la précision de la mesure.
- En cas d'utilisation de joncs et de sondes, c'est la génératrice intérieure inférieure qui est mesurée. La mesure du Z doit être corrigée du diamètre intérieur de la conduite et de la demi-épaisseur du tube. Ceci est très important en ASS EP car les tubes sont de gros diamètre et ils sont généralement en béton donc épais.
- Certaines techniques, en particulier les techniques sonores ne donnent pas la profondeur de la conduite. Le Z de la conduite n'est donc pas mesurable.

3.3. Points de référence

Ce sont des points remarquables et inamovibles dont nous disposons, ou pouvons disposer des coordonnées précises. L'idéal est d'avoir des bornes IGN sur le site ou à proximité. En l'absence de telles bornes, nous prenons des points de références répartis sur la zone d'investigation dont nous mesurons les coordonnées de manière précise.

La mesure de ces points de référence nous permet de valider la précision absolue de nos mesures et de confirmer qu'il n'y a pas d'écart de référentiel significatif.

3.4. Techniques de géoréférencement

3.4.1. Géoréférencement au GPS

Notre topographe relève les points marqués ainsi que les profondeurs mesurées. La tablette associée au GPS enregistre les cotes XYZ du point et corrige le Z de la profondeur. Le référentiel demandé par la réglementation est le RGF93 et IGN 69. Certains maîtres d'ouvrages utilisent d'autres systèmes. Les cotes sont alors corrigées pour être adaptées au système utilisé.

3.4.2. Théodolite et station totale

Dans certains cas, le GPS ne peut pas capter le signal émis par les satellites. Nous utilisons alors les techniques classiques de topographie pour mesurer leur position. Les outils sont généralement notre station totale. Un simple théodolite peut éventuellement être utilisé.



Figure 11 : GPS Trimble



Figure 12 : Station totale

3.4.3. Laser-mètre et chaîne d'arpenteur

Ces outils sont utilisés en dernier recours car ils sont moins précis que les précédents. Dans certains cas, en particulier dans les milieux confinés, ce sont les seuls outils envisageables.

4. REPORT DES INFORMATIONS SUR LES PLANS

Les données sont reportées sur les fonds de plan AutoCAD remis lors de la réunion de lancement.

4.1. Classes de repérage

Conformément à la norme, nous avons quatre types de représentation :

- **Classe A** : Trait continu confirmant que nous avons pu positionner le réseau avec certitude dans le fuseau des 40 cm pour les réseaux rigides et 50 cm pour les réseaux souples.
Nous avons vu ci-dessus que la précision de la détection est de l'ordre de 15 cm. La précision de la mesure topographique est généralement centimétrique. Nos mesures sont donc confortablement dans la classe de précision demandée. La principale source d'erreur réside dans la rectitude de la pose des ouvrages, en particulier des conduites souples en fond de tranchée.
- **Classe B** : Trait discontinu indiquant que malgré nos efforts, nous n'avons pas pu localiser assez précisément le réseau pour être certains de sa position. Néanmoins, les éléments en notre possession nous permettent de certifier sa position dans le fuseau des 1,5 mètres.
- **Classe C** : Trait pointillé indiquant que le réseau est bien dans la zone des travaux, mais en dehors du fuseau des 1,5 mètres.
- **Réseau aérien** : Cette représentation distincte des trois précédentes permet de localiser les réseaux aériens.

4.2. Couleurs des réseaux dans les calques

La charte graphique est conforme à la norme. Nous utilisons les couleurs conventionnelles des réseaux. La légende sur le plan vous permet un repérage facile des réseaux. Nous pouvons si vous le souhaitez utiliser votre charte graphique et vos couleurs pour les réseaux.

Tableau récapitulatif des couleurs conventionnelles

Couleur Normalisée	Nature des réseaux	Sigle
Rouge	Electricité HTA, HTB, BT et éclairage public (ECP)	
Jaune	Gaz combustible et hydrocarbures. Voir Nota	
Orange	Produits chimiques	
Bleu (clair)	Eau Potable (AEP)	AEP
Bleu (soutenu)	Assainissement Eaux Pluviales (EP)	EP
Marron	Assainissement Eaux Usées (EU) ou Unitaires (UN)	UN ou EU
Violet	Chauffage et Climatisation	
Vert	Télécommunications	
Blanc	Feux tricolores et signalisation routière (en fait gris 25%)	
Rose	Zone d'emprise multi réseaux.	

Nota : En environnement urbain, il est rare d'avoir des conduites de transports de produits chimiques. Dans ce cas, nous utilisons la couleur orange pour les réseaux de gaz car elle est plus lisible sur les plans papiers.

Dans le même esprit, nous n'utilisons pas le blanc mais le gris 25% pour la signalisation routière et les feux tricolores.

4.3. Calques de dessin

Les logiciels de dessins tels qu'AutoCAD ou Micro station sont devenus des systèmes de base de données destinés à alimenter les SIG. Chaque réseau fait l'objet d'un ou plusieurs calques par concessionnaire. La forme de ces calques est définie par la Charte Graphique du Maître d'Ouvrage. La charte nous est communiquée lors de la réunion de lancement (voir ci-dessus). Nous savons nous adapter à ces différents types de chartes.

4.4. Contrôle qualité interne

Sont vérifiées en particulier :

- La cohérence des informations entre les données concessionnaire, les photos de terrain, les informations des habitants ou des services techniques,
- La concordance avec l'environnement (maisons non alimentées par exemple),
- La continuité des tracés,
- La bonne adéquation entre les réseaux, leurs affleurants,
- La conformité à la charte graphique.

Ces vérifications systématiques nous permettent d'éviter de très nombreuses erreurs.

**Direction des services administratifs et financiers
du premier ministre
20 avenue de Ségur
75007 Paris**

RAPPORT D'ETUDE

Hôtel de Cassini – 32 rue de Babylone (Paris)



Diagnostics repérage réseaux

Client	Direction des services administratifs et financiers du premier ministre		
Mission	Diagnostics repérage réseaux		
Lieu	Hôtel de Cassini - Paris (75)		
Réf offre	DV24-631-A		
Réf commande	N° d'engagement : 1001228780		
Réf rapport	R24-0302.A		
Rédacteur	A. THERASSE	Vérificateur	T. SEVENET
Diffusion	Mme Margaux Baudel	margaux.baudel@pm.gouv.fr	

Responsable d'affaire

Arnaud THERASSE

GEOPAT

3 rue Rouget de Lisle

13 200 ARLES

Tel : 06 27 49 69 72

a.therasse@geopat.pro

N° rapport	Indice	Date	Motif révision	Nb pages	Nb annexes
R24-0302.	A	10/07/2024	1ère émission	13	0

SOMMAIRE

1 —Contexte et objectif de l'étude	4
2 —Programme technique et localisation	4
2.1 Programme technique	4
2.2 Localisation et implantation	4
2.3 Auscultation par géoradar	5
3 —Résultats des investigations	7
4 —Analyses et conclusions	13

1 — Contexte et objectif de l'étude

GEOPAT est intervenu à la demande de Madame Margaux Baudel, architecte DE, conductrice d'opérations immobilières au sein du bureau de la Politique et des opérations immobilières et pour le compte de la direction des services administratifs et financiers du premier ministre, sur l'hôtel de Cassini situé au 32 rue de Babylone à Paris (75).

L'objectif de l'étude est d'effectuer un repérage des réseaux superficiels enterrés à l'intérieur de l'aile sur rue de l'Hôtel de Cassini, au 32 rue de Babylone.

2 — Programme technique et localisation

2.1 Programme technique

GEOPAT est intervenu sur site du 23 mai 2024 pour réaliser le repérage des divers réseaux présent à l'intérieur de l'aile sur rue de l'Hôtel de Cassini, sans prendre en compte la partie porche

2.2 Localisation et implantation

Les auscultations sont effectuées au moyen d'une antenne radar fixée sur une perche permettant les mesures au sol. Les zones auscultées au niveau des différents points sont reportées en vert sur la figure suivante :

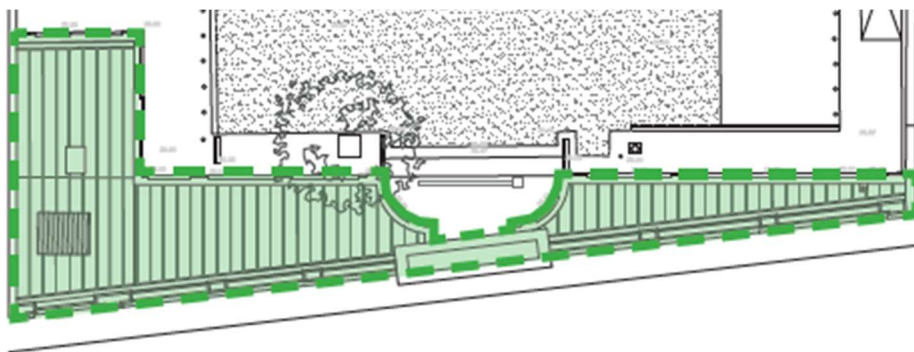


Figure 1: implantation en vert des zones de mesures dans l'emprise de l'aile sur rue de l'hôtel de Cassini, porche ouest non inclus

(Fond de plan fourni par la maîtrise d'ouvrage)

2.3 Auscultation par géoradar

Afin d'effectuer la reconnaissance des réseaux à l'intérieur de l'aile sur rue de l'hôtel de Cassini, l'inspection radar a été réalisée par zone avec des profils espacés régulièrement de 30 centimètres dans les zones non encombrées.

Les auscultations sont effectuées au moyen d'une perche, l'antenne est équipée d'une roue codeuse.

2.3.1 Principe de la méthode radar

Le radar de structure, technique d'auscultation non destructive, utilise la réflexion d'ondes électromagnétiques sur les interfaces des couches dans le matériau étudié afin d'obtenir une image continue des structures auscultées (Figure 2) :

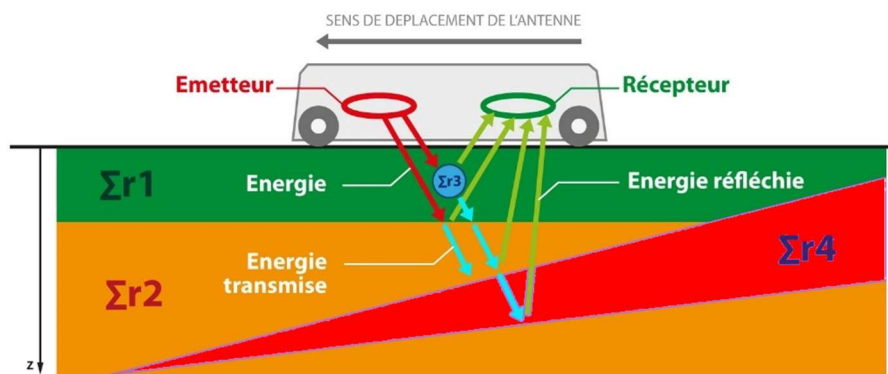


Figure 2 : schéma de principe de la méthode radar

Une antenne radar est disposée sur la surface auscultée pour enregistrer des « lignes de mesures ». L'antenne émet un champ électromagnétique à impulsions dans le matériau étudié.

Ce sont le cheminement et l'énergie résultante des ondes de ce champ ainsi que le temps de parcours qui sont analysés pour fournir un résultat sous forme de coupe radar.

L'image obtenue (coupe radar cf. Figure 5) traduit les variations de matériaux, les hétérogénéités voire les vides rencontrés par l'onde lors de ce parcours au sein des matériaux étudiés.

L'appareillage composé d'une antenne, un terminal informatique d'acquisition ainsi que d'une roue codeuse permet l'enregistrement numérique en direct des coupes radar associées aux distances parcourues.

2.3.2 Matériel de mesure

Le matériel utilisé est un géoradar de type FLEX NX de la marque GSSI à saut de fréquence avec une antenne de haute résolution de 2,7 GHz.



Figure 3 : Illustration du géoradar utilisé (antenne 2,7GHz)

Fréquence	Objectifs
2000 MHz	Auscultation de structures béton, mortier ou maçonnerie jusqu'à 60 cm de profondeur permettant de détecter le ferrailage des bétons et les aciers de liaison jusqu'à 50 cm.

Figure 4 : Description des capacités de détection de la méthode radar selon la fréquence de travail choisie

2.3.3 Traitement des résultats radar

Les résultats sont présentés sous forme de radargrammes (coupes d'anomalies) et/ou de cartographie repérant les anomalies géophysiques détectées pouvant correspondre à des réseaux. Le traitement du signal radar par filtrage numérique permet d'améliorer les coupes radar pour faciliter l'interprétation.

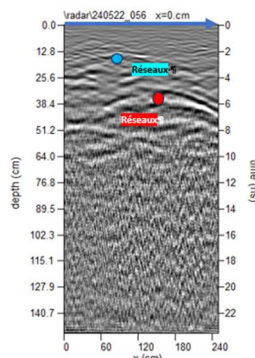
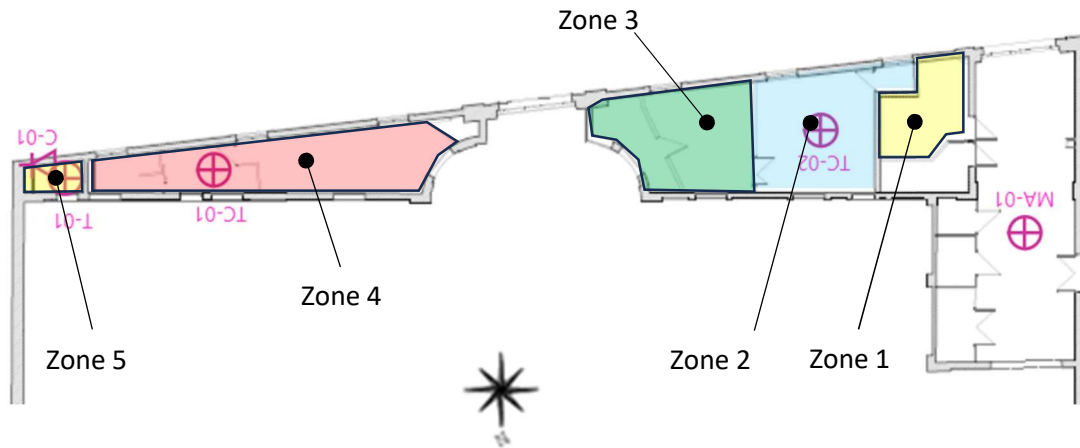


Figure 5 : Exemple de coupe radar (après traitement) mettant en évidence deux réseaux à des profondeurs différentes.

3 — Résultats des investigations

Les parties à investiguer ont été découpées en 5 zones numérotées de 1 à 5.



Il est à noter que les zones 1 et 5 possèdent toutes deux un vide sanitaire ou technique sous plancher.



Figure 6: vide sanitaire au niveau de la zone 1



Figure 7: vide sanitaire au niveau de la zone 1

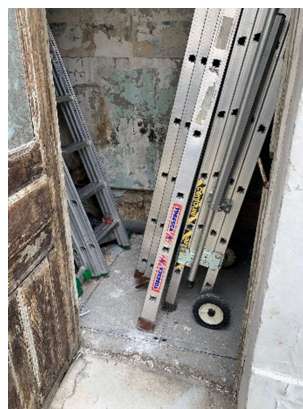
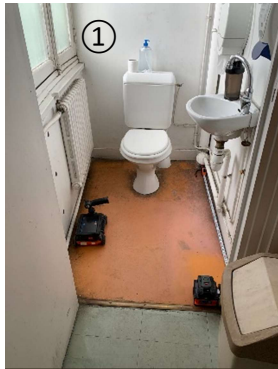
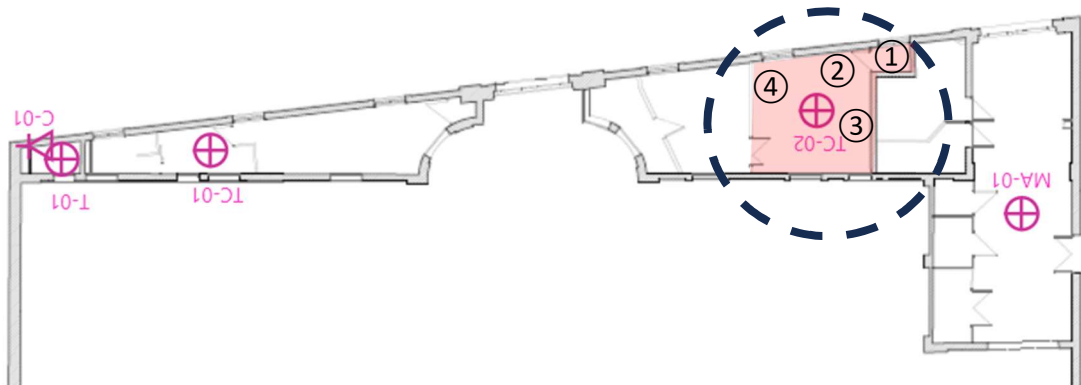
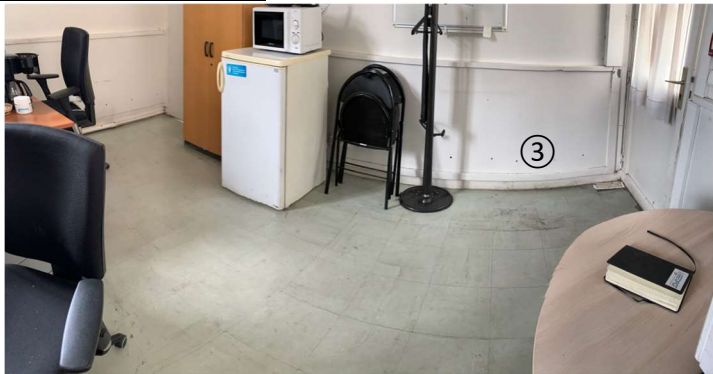
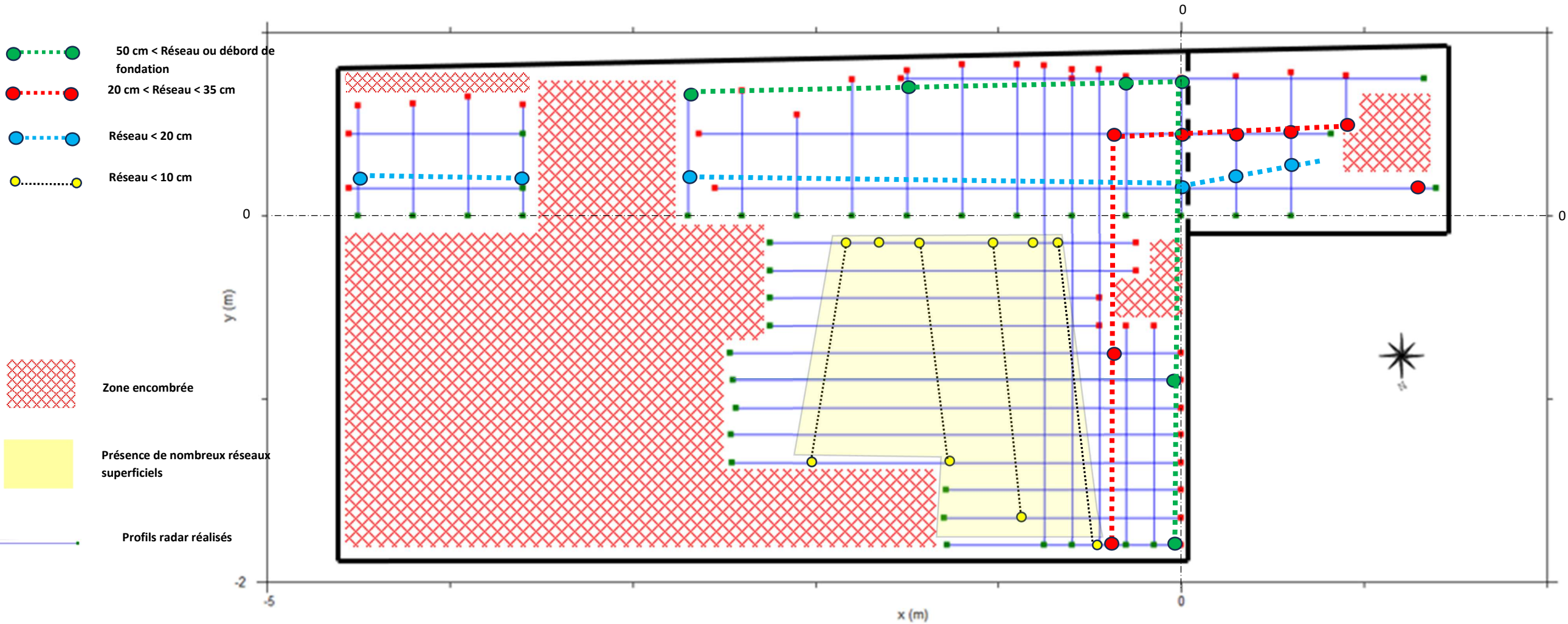


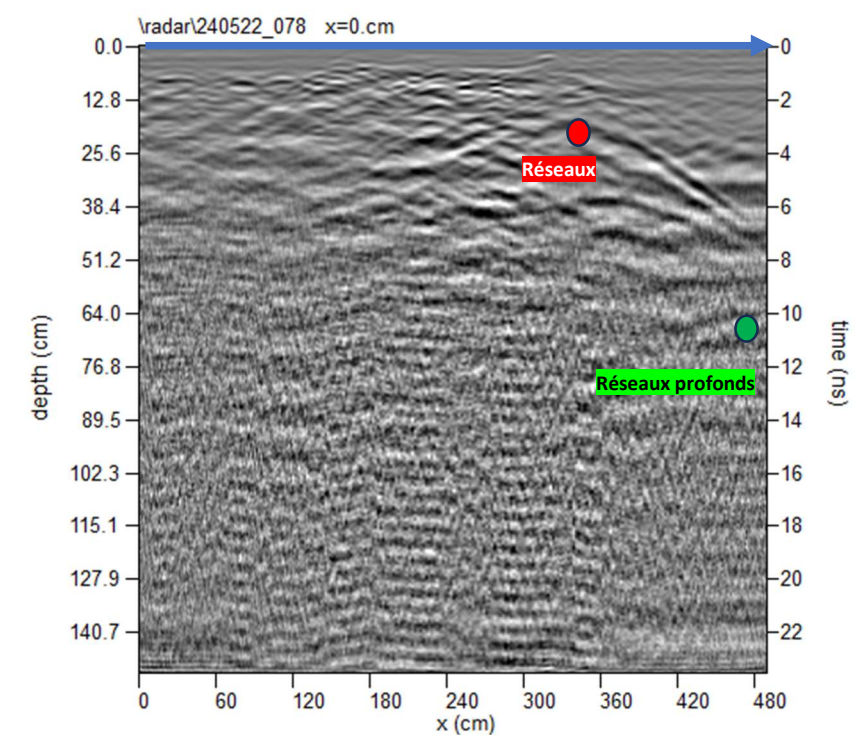
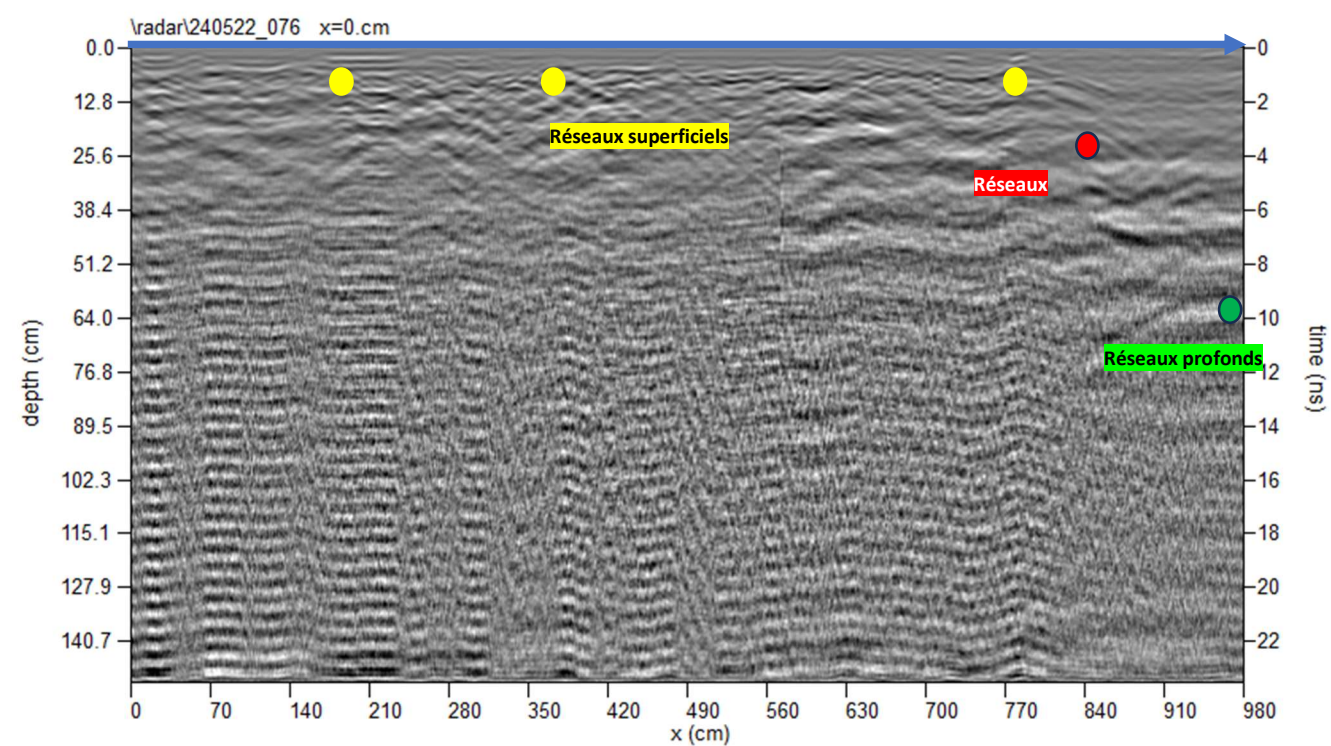
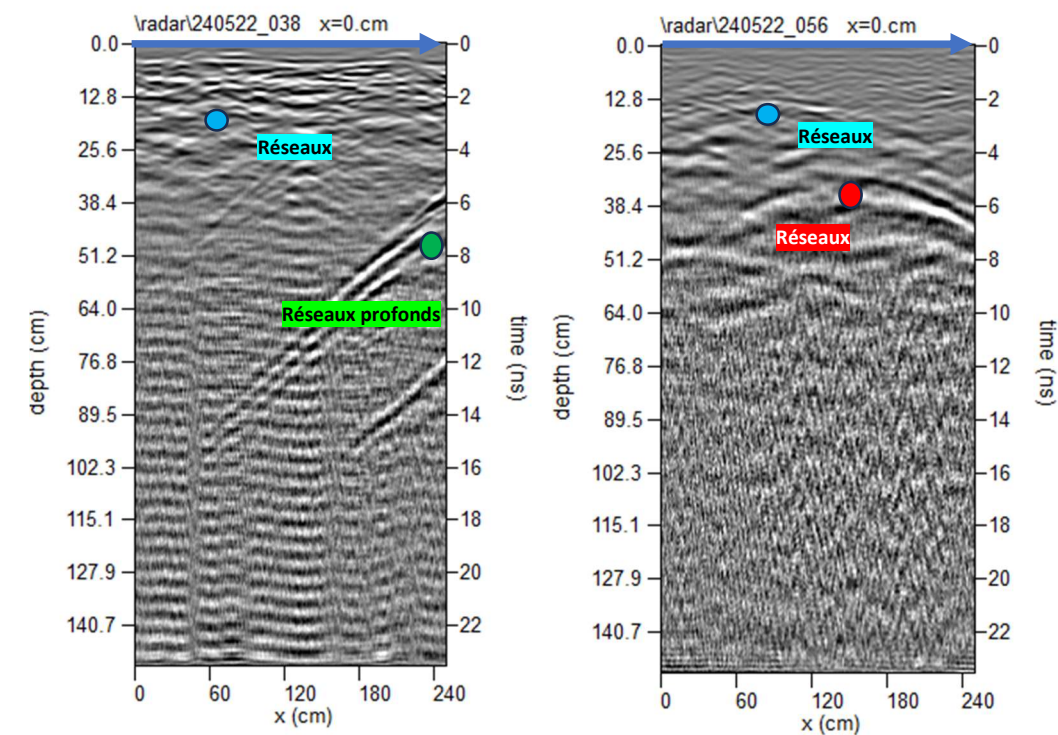
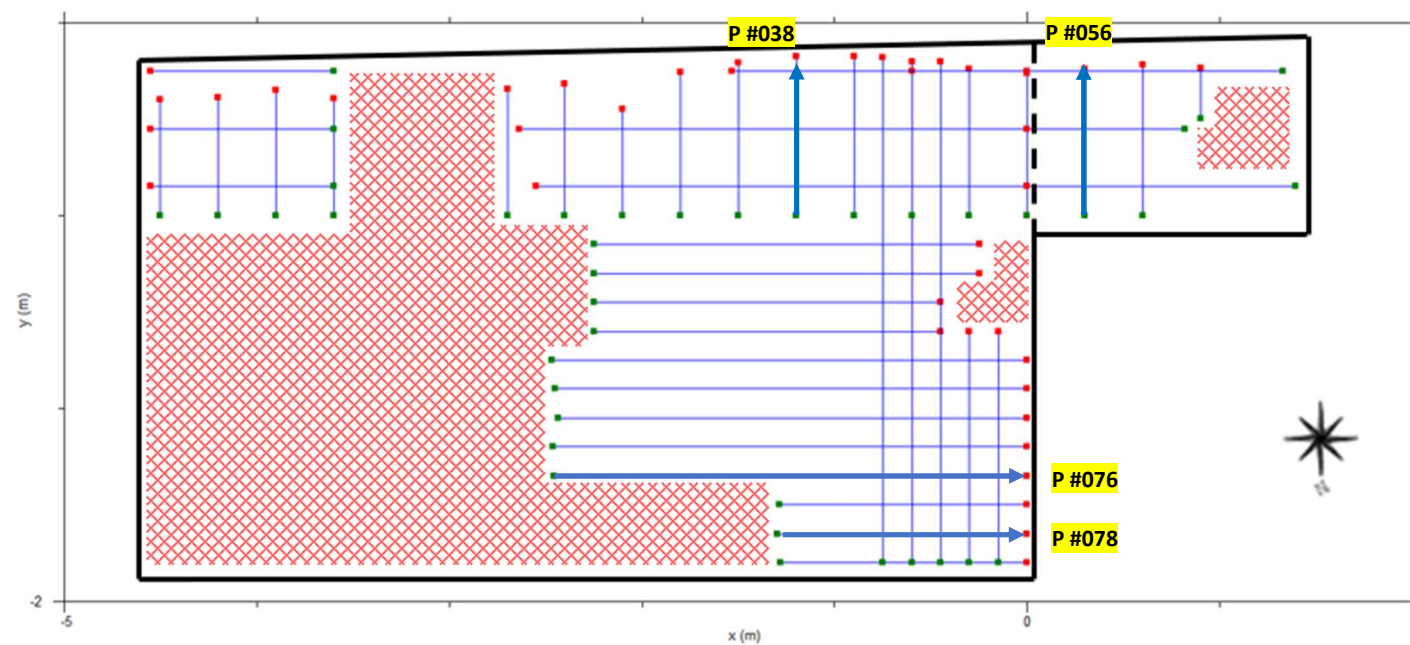
Figure 8: vide technique au niveau de la zone 5

Au niveau de la Zone 2



Plusieurs réseaux, compris entre 10 et plus de 40 cm de profondeur, ont été mis en évidence dans cette zone. La figure suivante présente l'emplacement de ces derniers.

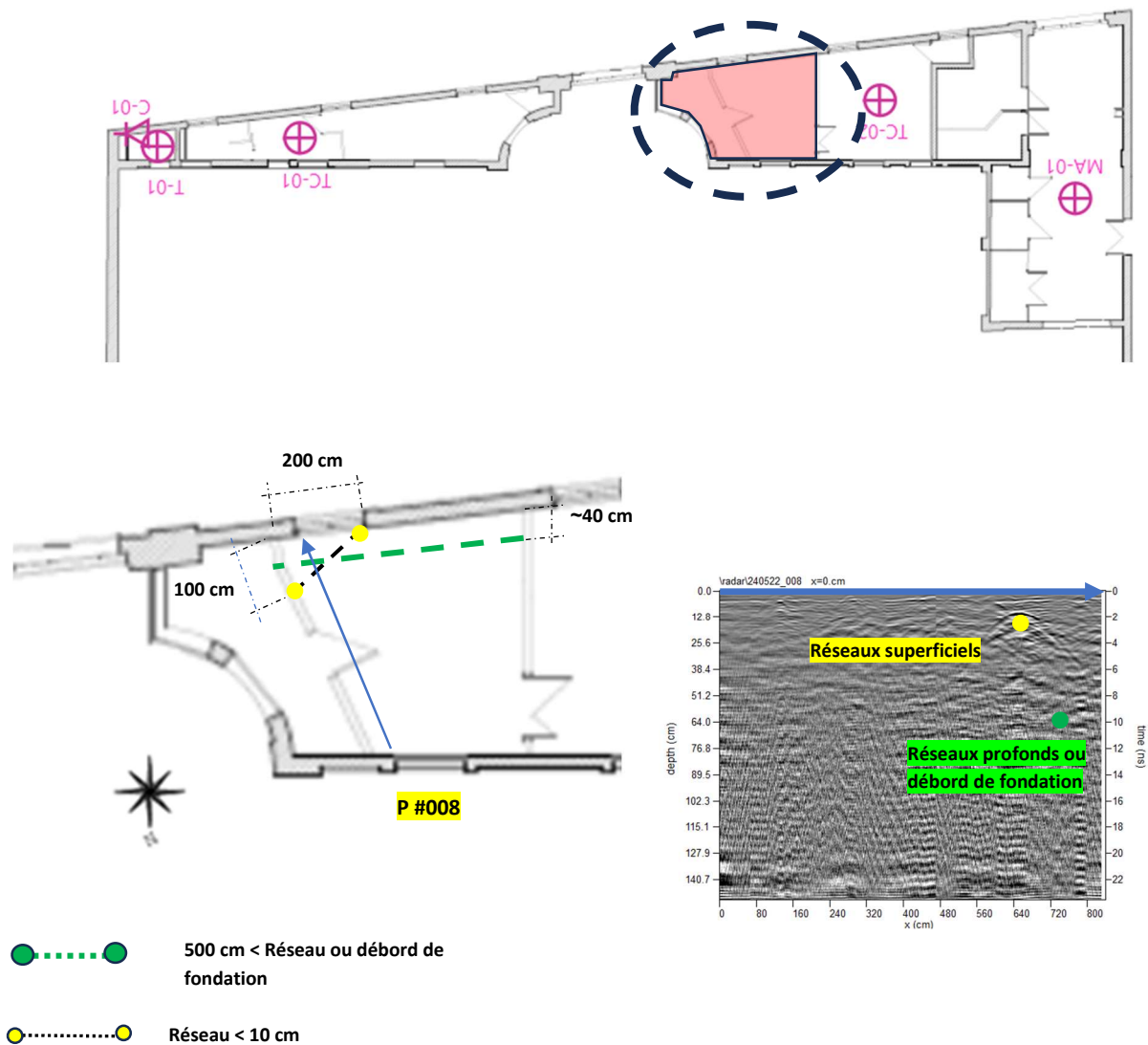




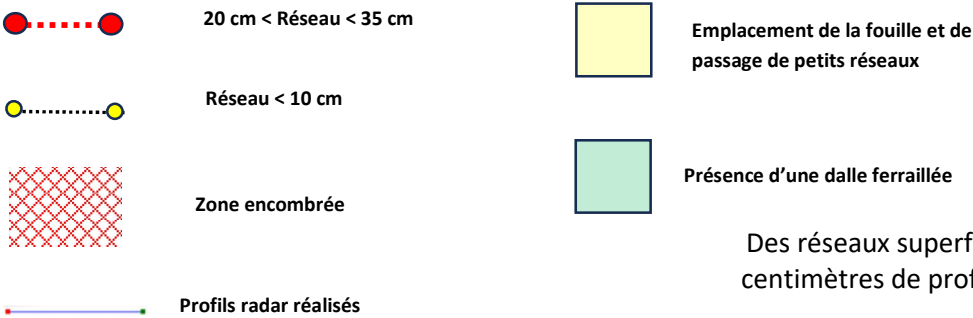
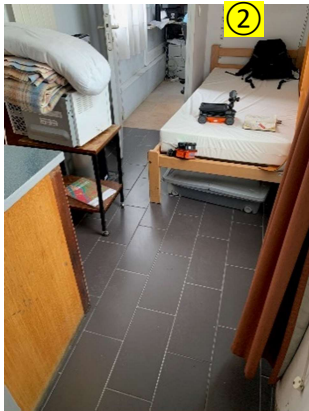
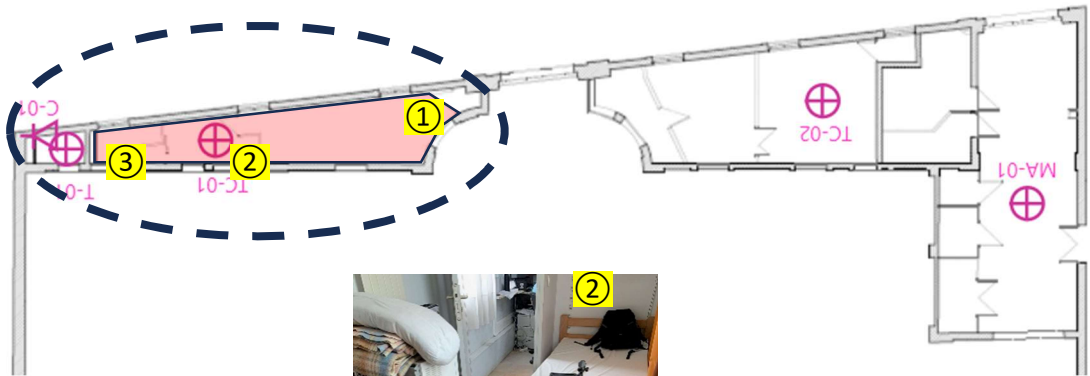
Au niveau de la zone 3

Il a été mis en évidence dans cette zone très encombrée un réseau pouvant correspondre à un réseau électrique à moins de 10 centimètres de profondeur et un réseau plus profond longeant la façade sud.

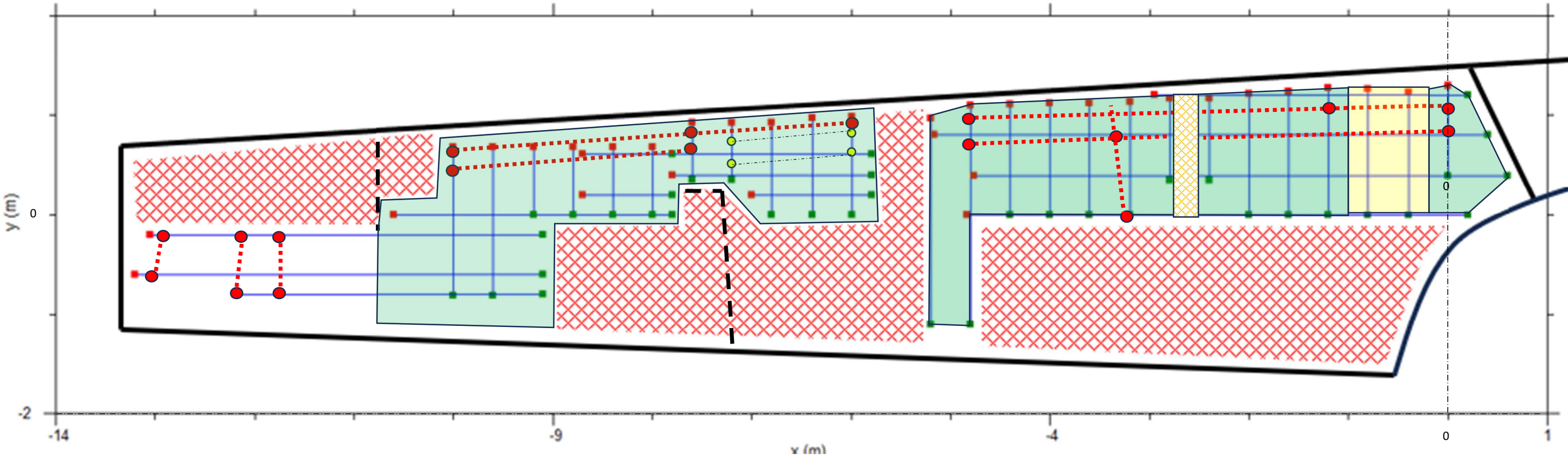
Les figures suivantes présentent ces résultats.

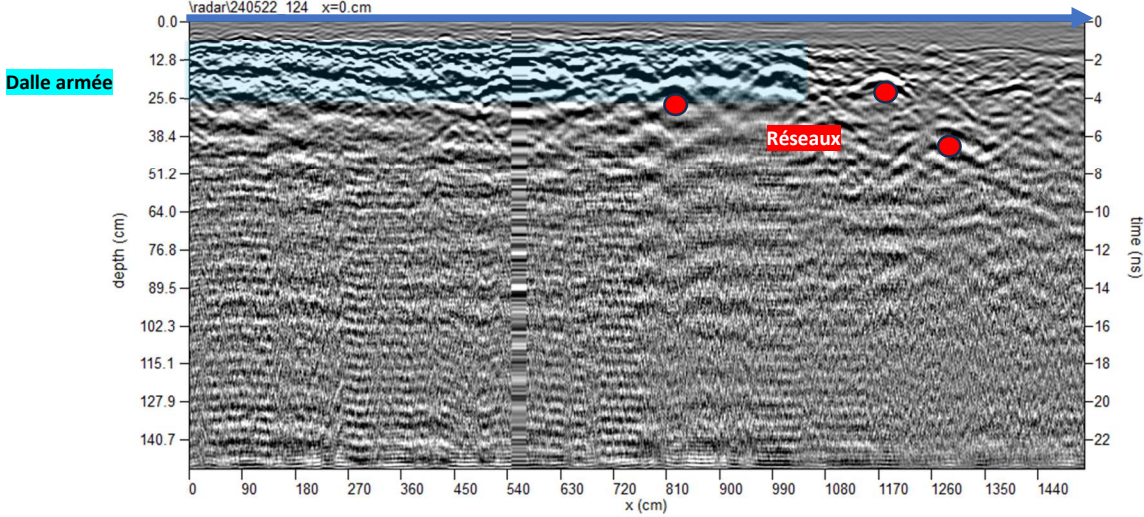
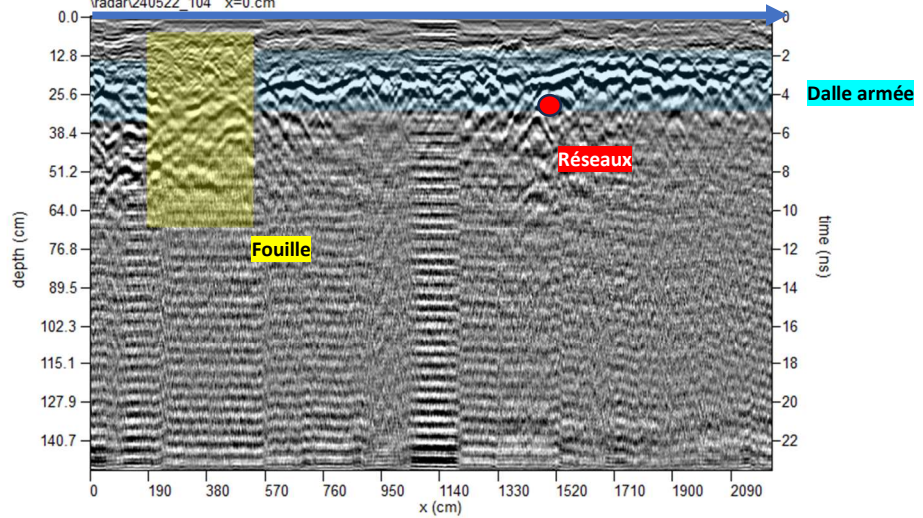
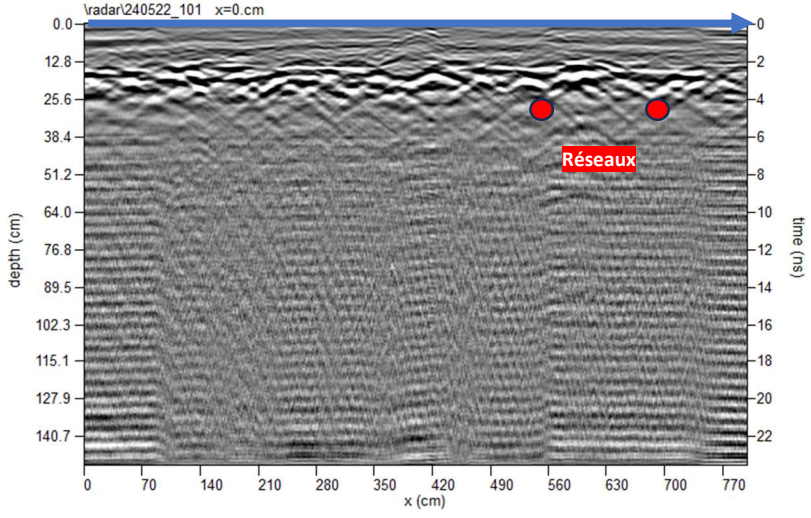
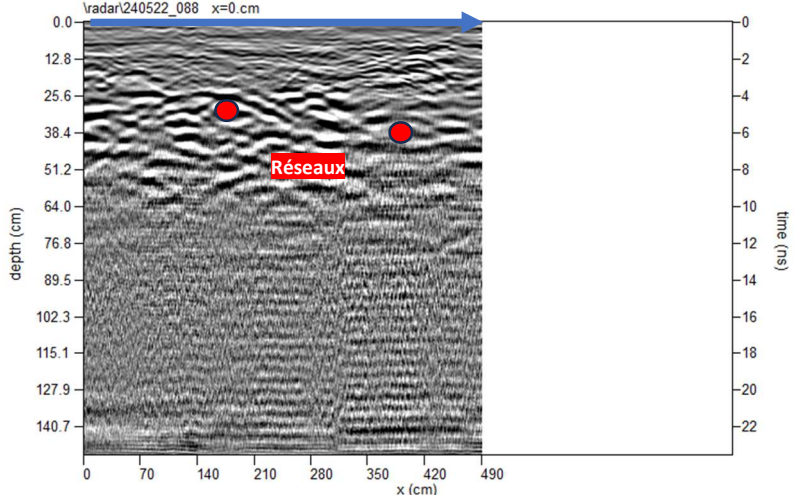
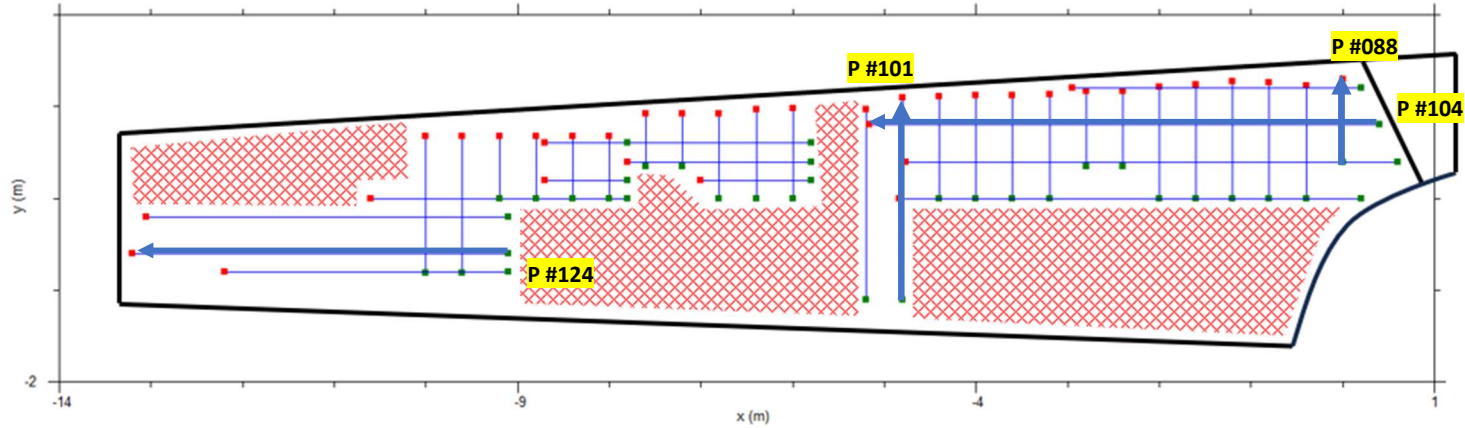


Au niveau de la Zone 4



Des réseaux superficiels, pouvant correspondre a des réseaux électriques, ainsi que des réseaux compris entre 20 t 35 centimètres de profondeur ont été mis en évidence dans cette zone. La figure suivante présente l'emplacement de ces derniers



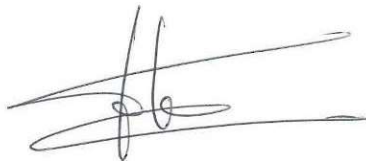


4 — Analyses et conclusions

Les mesures réalisées au niveau des sols à l'intérieur de la l'aile sur rue de l'Hôtel de Cassini, situé au 32 rue de Babylone à Paris (75) ont permis de mettre en évidence divers réseaux situés entre 8 et 60 centimètres de profondeur.

Il est à noter que la présence de la dalle en béton armé au niveau de la zone 3 rend difficile la détection exhaustive des réseaux pouvant être présents sous cette dalle.

Rapport rédigé par :



Arnaud Therasse
Ingénieur géophysicien



Thibault SEVENET
Ingénieur géophysicien