INFRA VRD
INGENIERIE
VOIRIES • RESEAUX • DETECTIONS

Rapport d'intervention

Annexe 1 – Méthodologie et matériels

Détection et géoréférencement des réseaux enterrés par méthodes non destructives

---

Table des matières

1. Mode opératoire de détection 3
    1. Consultation des documents : 3
    2. Visite sur site 3
    3. Détection sur le terrain : 3
    3.1. Investigation des affleurants 3
    3.2. Détection électromagnétique (DEM) 4
        1.1.1. Le mode passif (méthode 1) 4
        1.1.2. Le mode actif 5
        1.1.3. Le mode induction depuis le sol (méthode 2) 5
        1.1.4. Le mode induction avec pince (méthode 3) 6
        1.1.5. Le mode induction direct (méthode 4) 6
        1.1.6. Détection par aiguille et sonde (méthode 5) 7
        1.1.7. Géoradar (GPR) (méthode 6) 8
        1.1.8. Détection acoustique ou vibratoire (méthode 7) 10
2. Méthodologie Géoréférencement : 11
    2.1. Procédure adoptée pour le géoréférencement 11
    2.2. Systèmes de référence planimétrique et altimétrique : 12
    2.3. Matériels et méthodes mises en œuvre 13
        2.3.1. Levé avec un GNSS mobile correction RTK (méthode A) 13
        2.3.2. Levé avec double GNSS base plus mobile correction RTK (méthode B) 14
        2.3.3. Levé avec une station totale robotisée (méthode C) 15
    2.4. Points de référence 16
    2.5. Traitement sur terrain logiciel DFAO 16
    2.6. Édition des plans de détection 16
3. Marquage piquetage 18
    3.1. Le marquage-piquetage 18
    3.2. Le marquage-piquetage 18
    3.3. Code couleurs 18
    3.4. Procédure adoptée 18
    3.5. Nomenclature de la matérialisation des points singuliers 19
    3.6. Visuel marquage au sol avec traceurs de chantier (peinture) : 20
    3.7. Visuel piquetage avec fanions / drapeaux : 20
    3.8. Visuel piquetage avec piquet bois : 20

1. Mode opératoire de détection

1. Consultation des documents :

Consultations des réponses des DICT.

2. Visite sur site

Une première visite sur site nous permet de vérifier la cohérence des réseaux en présence vis-à-vis des récépissés des DT fournies par les exploitants : une localisation des affleurants visibles et des indices de voirie est établie (regards, bouches à clé ...), en lien avec ces réseaux.
Un listing des réseaux est réalisé et permet d'apprécier les techniques appropriées à mettre en œuvre pour la détection et le géoréférencement de ceux-ci, en tenant compte des difficultés éventuelles et des conditions environnementales.
Ainsi, le matériau constitutif de chaque réseau sera identifié, si cela s'avère possible, en définissant s'il est conducteur ou non.

3. Détection sur le terrain :

Les équipements de détection sont aussi variés que les conditions de détection, il convient de les utiliser de manière appropriée pour en tirer la meilleure efficacité et précision.
Le repérage des canalisations enterrées est fortement dépendant des conditions environnementales :

- nature du sol ;
- praticabilité du terrain ;
- environnement sonore ;
- encombrement des réseaux dans le sol ;
- présence de champs électromagnétiques issus des réseaux présents (ligne aérienne proche, machine électrique ou réseaux conducteurs enterrés..) ;
- conditions de pose (émergences, forage dirigé ...).

Les procédés de détection sont basés sur des principes physiques liés aux principales caractéristiques des canalisations : réseaux conducteurs (porteurs ou non de champ) et non conducteurs. En fonction, les outils appropriés sont utilisés.

3.1. Investigation des affleurants

Notre intervention sur le terrain commence par l'investigation des affleurants avec l'ouverture des coffrets, des branchements des regards de visite, afin de :

- déterminer les profondeurs des génératrices supérieures ;
- déterminer la nature du réseau en question ;
- noter les diamètres pour les réseaux gravitaires ;
- comprendre le cheminement des réseaux ;

Figure 3 – ouvertures des affleurants



3.2. Détection électromagnétique (DEM)

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

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.

Le détecteur électromagnétique est composé de deux appareils distincts : un émetteur et un récepteur de signaux électromagnétiques. Plusieurs combinaisons des modes d'utilisation de ces derniers sont possibles, permettant le repérage des réseaux en matériaux conducteurs.





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

1.1.1. Le mode passif (méthode 1)

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.

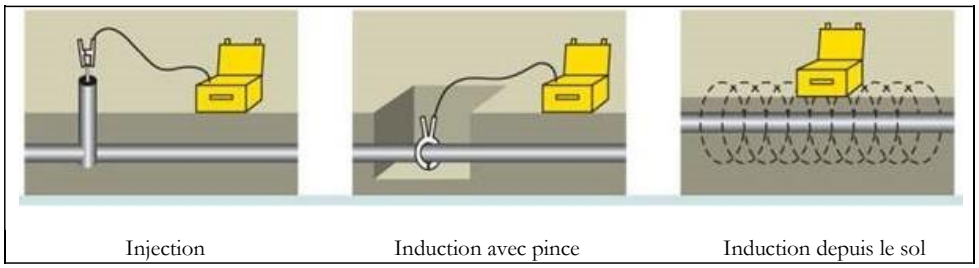
Il est important de noter que l'utilisation de ce mode ne permet pas d'identifier le réseau induit, la précision fournie en passif est aléatoire, et l'indication de profondeur très peu fiable, mais il contribue au processus de l'étude.

⇨ Cette méthode est utilisée uniquement pour orienter le travail de la détection, mais ne peut pas être utilisée pour la détection en classe A

1.1.2. Le mode actif

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

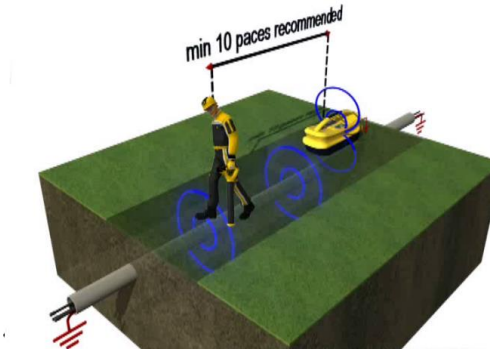
L'annexe D de la norme présentent les modes d'injection du signal selon l'ouvrage ainsi que les fréquences recommandées pour chaque type d'ouvrage.



Injection | Induction avec pince | Induction depuis le sol

1.1.3. Le mode induction depuis le sol (méthode 2)

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.



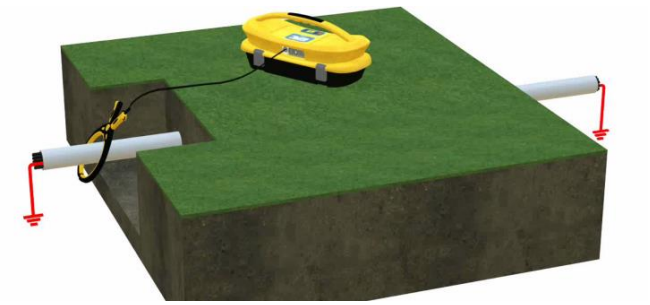
⇨ Cette méthode est utilisée uniquement pour orienter le travail de la détection, mais ne peut pas être utilisée pour la détection en classe A

1.1.4. Le mode induction avec pince (méthode 3)

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.





1.1.5. Le mode induction direct (méthode 4)

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.

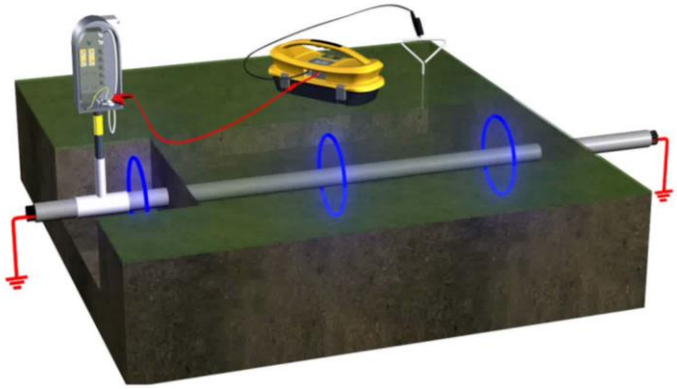
Seul le fil fixé sur la génératrice supérieure de l'ouvrage permet de donner une précision de classe A. L'implantation des coffrets d'accès sera reportée sur la cartographie.

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. (ENEDIS ADNT 3001 et ADNT 3002)

Pour tous les réseaux, nous nous assurons de partir d'un affleurant caractéristiques 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.



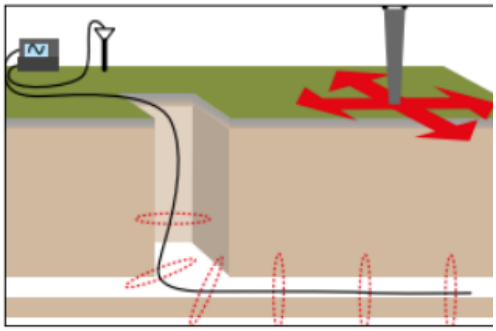
1.1.6. Détection par aiguille et sonde (méthode 5)

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 (aiguille) 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.









1.1.7. Géoradar (GPR) (méthode 6)

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

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.

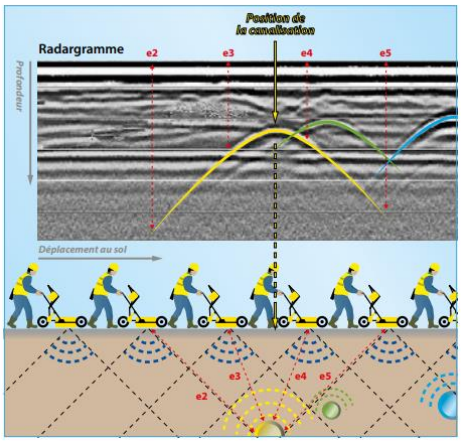
L'appareil émet dans le sol des ondes électromagnétiques brèves qui sont réfléchies sur les interfaces entre milieux de constants diélectriques différents. Ce signal est enregistré en fonction du temps nécessaire au retour (ce qui permet de calculer la distance de ce matériau ou matériel par rapport 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 constances 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 interdépendantes et inversement proportionnelles.

- 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.

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'autres non. Dans ce dernier cas, ils sont notés 'Réseaux indéterminés ou inconnus'.

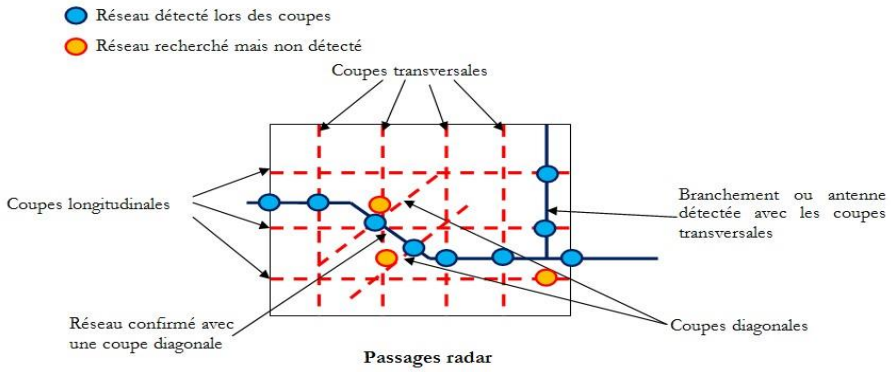


Schéma de principe d'une coupe radar



1.1.8. Détection acoustique ou vibratoire (méthode 7)

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 imposée 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.

Il permet la détection des réseaux plastiques (PE, PVC), mais convient également aux canalisations métalliques.

Cette technique permet de positionner les branchements et les réseaux en X et Y. Pour obtenir la position en Z il est nécessaire d'associer cette méthode au géoradar.





2 Méthodologie Géoréférencement :

2.1. Procédure adoptée pour le géoréférencement

Les relevés de réseaux détectés et les rendus sur plan sont réalisés conformément à la norme en vigueur et au cahier des charges du présent marché. Une fois tous les réseaux identifiés dans la zone de recherche, nos équipes procèdent au géoréférencement des réseaux.
Le géoréférencement concerne les points marqués lors de la phase de repérage, incluant les affleurants caractéristiques. Pour des raisons pratiques liées au fonctionnement des outils, les réseaux sont levés un par un, permettant aux logiciels de reporter les informations de manière semi-automatique.
Pour cette partie de la mission, nous utilisons des techniques complémentaires. La méthode de base est le GPS centimétrique, plus pratique et rapide. Cependant, cette méthode n'est pas adaptée à tous les environnements. Dans ces cas, nous utilisons d'autres méthodes topographiques, telles que le théodolite, le laser mètre ou la chaîne d'arpenteur.
Conformément à 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, les deux limites extérieures de la nappe sont relevées et représentées sur le plan sous forme d'une bande de la largeur observée. Pour les gros ouvrages tels que les ovoïdes d'assainissement, c'est toujours la génératrice supérieure qui est relevée, mais l'ouvrage est représenté sous forme d'une bande de la largeur observée pour faciliter la compréhension des divers intervenants.

Toute entreprise réalisant du géoréférencement d'ouvrages enterrés se tient d'appliquer les différents articles détaillés dans la norme NF S70-003-3 (Travaux à proximité des réseaux – Partie 3 : Géoréférencement des ouvrages).



2.2. Systèmes de référence planimétrique et altimétrique :

Concernant les systèmes de référence géographiques et planimétriques, conformément aux textes législatifs en vigueur, les travaux seront systématiquement rattachés aux systèmes géodésiques et projections suivants (extrait de l'article 1-A du décret n°2006-272 du 3 mars 2006) :

ZONE	SYSTEME GEODESIQUE	ELLIPSOIDE ASSOCIE	PROJECTION
France métropolitaine	RGF93	IAG GRS 1980	Lambert 93. Coniques conformes 9 zones
Guadeloupe, Martinique	WGS84	IAG GRS 1980	UTM Nord fuseau 20
Guyane	RGFG95	IAG GRS 1980	UTM Nord fuseau 22
Réunion	RGR92	IAG GRS 1980	UTM Sud fuseau 40
Mayotte	RGM04	IAG GRS 1980	UTM Sud fuseau 38

Concernant les systèmes de référence altimétriques, conformément aux textes législatifs en vigueur, les travaux seront systématiquement rattachés aux réseaux de nivellement suivants (extrait de l'article 1-B du décret n°2006-272 du 3 mars 2006) :

ZONE	SYSTEME ALTIMETRIQUE
France métropolitaine à l'exclusion de la Corse	IGN 1969
Corse	IGN 1978
Guadeloupe	IGN 1988
Martinique	IGN 1987
Guyane	NGG 1977
Réunion	IGN 1989
Mayotte	SHOM 1953

2.3. Matériels et méthodes mises en œuvre

2.3.1. Levé avec un GNSS mobile correction RTK (méthode A)

Le levé topographique avec un GNSS mobile rattaché au réseau Terria pour la correction est une méthode avancée qui permet d'obtenir des positions précises en temps réel grâce à des corrections différentielles fournies par le réseau Terria. Description détaillée et technique de cette méthode :

Matériel utilisés

Le système GNSS mobile rattaché au réseau Terria comprend principalement un récepteur GNSS mobile et l'accès au réseau Terria pour les corrections en temps réel. Le réseau Terria est un réseau de stations de référence GNSS qui fournissent via un abonnement des corrections RTK (Real-Time Kinematic) via une connexion internet.

Utilisation du Matériel

1- *Connexion au Réseau Terria*: Le récepteur GNSS mobile est configuré pour se connecter au réseau Terria via une connexion internet (GSM, 4G, etc.). Cette connexion permet de recevoir les corrections RTK en temps réel.
2- *Collecte des Données*: Le récepteur mobile capte les signaux GNSS des satellites et applique les corrections RTK fournies par le réseau Terria pour calculer des positions précises en temps réel. Les mesures sont effectuées sur le terrain en s'assurant que le récepteur mobile reçoit les corrections de manière continue.
3- *Vérification et Enregistrement*: Les données collectées sont vérifiées pour leur précision et enregistrées pour une utilisation ultérieure. Il est essentiel de s'assurer que les corrections RTK sont appliquées correctement pour obtenir des résultats précis.

Utilité et Avantages

- *Précision élevée* : Les corrections RTK fournies par le réseau Terria permettent d'obtenir des précisions centimétriques, ce qui est crucial pour des applications nécessitant une grande exactitude, comme la topographie, l'arpentage et l'agriculture de précision.
- *Flexibilité :* L'utilisation du réseau Terria élimine la nécessité d'installer une station de base locale, ce qui simplifie le processus de levé et permet de couvrir de plus grandes zones géographiques sans perte de précision.

Considérations techniques

- *Conditions de Connexion :* La qualité de la connexion internet est cruciale pour recevoir les corrections RTK en temps réel. Les interruptions de signal peuvent affecter la précision des mesures.
- *Conditions environnementales :* Les conditions environnementales, telles que les interférences électromagnétiques et les obstacles physiques (masques, bâtiments, arbres,), peuvent affecter la qualité des signaux GNSS et des corrections RTK. Il est important de prendre en compte ces facteurs lors de du choix de la méthode du levé.



2.3.2. Levé avec double GNSS base plus mobile correction RTK (méthode B)

Le levé topographique avec un GNSS utilisant une base et un mobile rattaché au réseau Terria pour mettre en station la base est une méthode avancée permettant d'obtenir des positions précises en temps réel grâce aux corrections différentielles fournies par le réseau Terria. Description détaillée et technique de cette méthode :

Matériel Utilisé

Le système GNSS avec une base et un mobile rattaché au réseau Terria comprend principalement une station de base (1x GNSS), un récepteur mobile (1x GNSS) et l'accès au réseau Terria pour les corrections en temps réel. La station de base est installée sur un point fixe et stable, et le récepteur mobile est utilisé pour effectuer les mesures sur le terrain.

Utilisation du Matériel

1- *M Installation de la Station de Base :* La station de base est placée sur un point de référence stable et connu. Elle capte les signaux des satellites GNSS et se connecte au réseau Terria pour recevoir les corrections nécessaires. Ces corrections permettent de calculer les coordonnées précises du point de la station de base.
2- *Configuration du Récepteur mobile :* Le récepteur mobile est configuré pour recevoir les corrections de la station de base et du réseau Terria. Il doit être capable de communiquer avec la station de base via un lien radio ou internet.
3- *Collecte des Données :* Le récepteur mobile capte les signaux GNSS des satellites et applique les corrections RTK fournies par la station de base et le réseau Terria pour calculer des positions précises en temps réel. Les mesures sont effectuées sur le terrain en s'assurant que le récepteur mobile reçoit les corrections de manière continue.
4- *Vérification et Enregistrement :* Les données collectées sont vérifiées pour leur précision et enregistrées pour une utilisation ultérieure. Il est essentiel de s'assurer que les corrections RTK sont appliquées correctement pour obtenir des résultats précis.

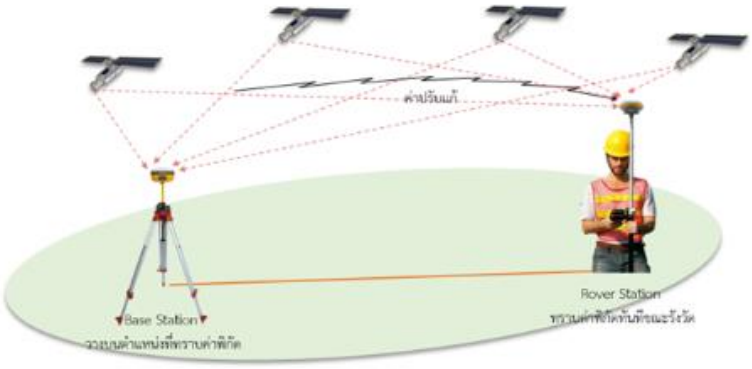
Utilité et Avantages

- *Précision élevée :* Les corrections RTK fournies par le réseau Terria et la station de base permettent d'obtenir des précisions centimétriques avec une stabilité des connexions.
- *Automatisation :* L'automatisation des mesures réduit les erreurs humaines et augmente l'efficacité. L'instrument peut suivre automatiquement le prisme, ce qui permet à un seul opérateur de réaliser des levés complexes.
- *Flexibilité :* L'utilisation du réseau Terria et d'une station de base locale permet de couvrir de grandes zones géographiques sans perte de précision et de ne plus être dépendant des perturbations de réception des signaux GNNS et/ou de connexion au réseau mobile.

Considérations techniques

- *Conditions de Visibilité :* Les conditions environnementales, telles que les interférences électromagnétiques et les obstacles physiques (masques, bâtiments, arbres,), peuvent affecter la qualité des signaux GNSS et des corrections RTK. Il est important de prendre en compte ces facteurs lors de du choix de la méthode du levé.





2.3.3. Levé avec une station totale robotisée (méthode C)

Le levé topographique avec une station totale robotisée est une méthode avancée qui permet d'obtenir des mesures précises et automatisées sur le terrain. Description détaillée et technique de cette méthode :

Matériel Utilisé

Une station totale robotisée est un instrument électronique qui combine un théodolite et un distancemètre. Elle est équipée de servomoteurs qui permettent de diriger automatiquement la lunette dans n'importe quelle direction. La station totale robotisée mesure les angles horizontaux et verticaux ainsi que les distances, souvent à l'aide d'un prisme réflecteur ou d'un système sans prisme.

Utilisation du Matériel

5- *Mise en Station :* La station totale robotisée est installée sur un trépied à un point de référence connu. La mise en station consiste à centrer et niveler l'instrument avec précision. Cette étape est cruciale pour garantir l'exactitude des mesures
6- *Configuration et Calibration*: L'instrument est configuré pour les conditions spécifiques du site. Cela inclut la calibration des capteurs et la vérification des paramètres de mesure.
7- *Collecte des Données :* La station totale robotisée suit automatiquement le prisme tenu par l'opérateur ou fixé sur un mobile. Elle mesure les distances et les angles en temps réel, permettant de collecter des données précises sur les points d'intérêt.
8- *Traitement des Données :* Les données collectées sont traitées et enregistrées pour une utilisation ultérieure. Les logiciels de traitement permettent de générer des cartes et des plans détaillés du terrain.

Utilité et Avantages

- *Précision élevée :* La station totale robotisée offre une précision millimétrique, essentielle pour des applications nécessitant une grande exactitude, comme la construction, le génie civil et la cartographie.
- *Automatisation :* L'automatisation des mesures réduit les erreurs humaines et augmente l'efficacité. L'instrument peut suivre automatiquement le prisme, ce qui permet à un seul opérateur de réaliser des levés complexes.
- *Flexibilité :* La station totale robotisée peut être utilisée dans diverses conditions environnementales et sur des terrains variés. Elle est particulièrement utile pour les projets nécessitant des mesures précises et rapides.

Considérations techniques

- *Conditions de Visibilité :* La station totale robotisée nécessite une ligne de visée directe vers le prisme. Les obstacles physiques peuvent interférer avec les mesures.





2.4. Points de référence

Ce sont des points remarquables et inamovibles que 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.

Trois repères minimum géoréférencés sont implantés par opération.

2.5. Traitement sur terrain logiciel DFAO

L'ensemble de notre matériel (GPS et station totale) est couplé à une tablette tactile équipée du logiciel GEOPIXEL, nous permettant de dessiner en temps réel sur le terrain.

Ce système nous permet de vérifier la concordance entre les tracés des marquages et les tracés définis sur les plans fournis par les exploitants, afin d'éviter toute incohérence, oubli ou erreur de relevé.

Le logiciel GEOPIXEL nous permet d'extraire toutes les données liées au relevé est aux matériels.

- Données X,Y, et Z
- Information sur le point, date, heure, précisions, système,....

2.6. Édition des plans de détection

Le rapport et les plans de détection des réseaux forment un ensemble indissociable.

Sur la mise en page de chacun de nos plans est indiqué l'ensemble des données liées à la détection en application de la norme en vigueur.

Méthodologie

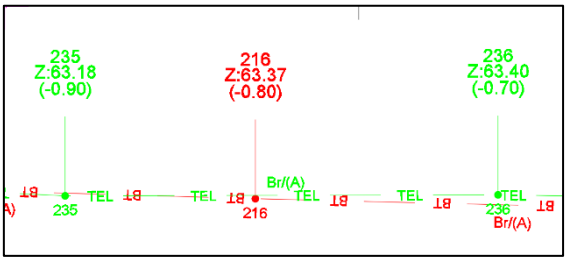
Nous utilisons le logiciel Autocad et son applicatif COVADIS pour la mise en page des plans.

Chaque couche (calque) de réseaux correspond à un réseau.

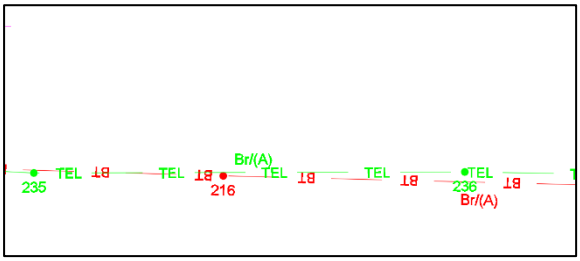
Les réseaux sont représentés par leurs linéaires associés à des blocs pour les altitudes des génératrices supérieures, elles sont gérées par des couches (calques) distinctes des réseaux pour une meilleure gestion et lisibilité des plans.

Les classes de précision apparaissent pour chaque point et pour chaque tronçon.

Pour des raisons de compréhensions et de présentations, les altitudes des génératrices supérieures ne peuvent ne pas apparaitre sur les plans et seront gelées sur le fichier DWG. Pour connaître les altitudes des génératrices supérieures, il est nécessaire de se reporter au carnet de terrain de l'affaire.



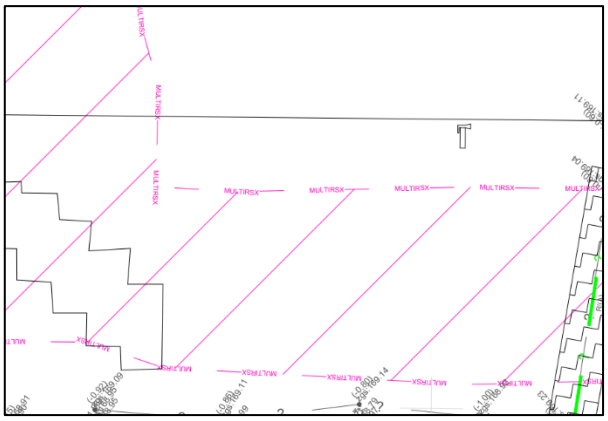
Exemple – plan avec matricules et altitudes ZGS



Exemple – plan avec matricules et sans altitudes ZGS

Les classes de précision apparaissent pour chaque point et pour chaque tronçon. Si ces informations ne figurent pas sur les plans, il est nécessaire de se reporter au carnet de terrain.

En fonction des difficultés rencontrées lors de la détection, des zones d'emprise multiréseau et d'incertitude sont susceptibles d'être définies.



Exemple – plan avec une zone multireseaux

Les informations complémentaires sur les diamètres et les natures des canalisations qui peuvent apparaitre sur les différents documents (plans, carnet de terrain, rapports) sont données à titre d'information et elles ne permettent pas à elles seules de se substituer aux diagnostics réglementaires sur l'amiante ou autres diagnostics ou contrôles.

3. Marquage piquetage

Il convient tout d'abord de distinguer le « marquage-piquetage » du « tracé au sol ».

3.1. Le marquage-piquetage

Le marquage-piquetage est obligatoire dans le cadre de travaux à proximité des réseaux. Il correspond à la matérialisation au sol de la localisation d'un réseau enterré réalisée sous la responsabilité du responsable de projet avant le démarrage des travaux.

3.2. Le marquage-piquetage

Le tracé au sol caractérise la matérialisation au sol du repérage et de l'identification des réseaux effectués par un prestataire en charge de la détection au cours des opérations de localisation ou des investigations complémentaires.

3.3. Code couleurs

Les codes couleurs utilisées pour le tracer au sol et marquage-piquetage sont définis selon la norme NF P 98-332.

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

3.4. Procédure adoptée

Des zones d'emprises multiréseau et des zones d'incertitudes, ne représentant pas des tracés de réseaux, sont matérialisées en rose.

Il est convenu que les profondeurs qui sont indiquées sont par rapport à un terrain naturel égal à zéro. Les diamètres notés sont les diamètres nominaux, ils dépendent de la nature des conduites et gaines.

INFRAVRD réalise les marquages avec une fréquence rapprochée, soit autant que nécessaire (conformément à la norme NF S 70 003 2). Certaines singularités du réseau investigué seront tracées en continu.

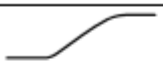
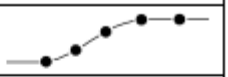
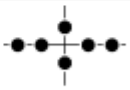
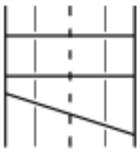
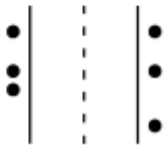
Dans le cas d'un ouvrage rectiligne, la distance entre 2 points de mesures sera au maximum égale à 10 mètres, bien que :

- Cette distance est diminuée en cas de courbe et, selon la technologie employée de sorte à garantir la localisation du tronçon concerné dans la classe de précision A
- Tous les points singuliers de type branchements, coudes, et autres changements de direction sont relevés.

3.5. Nomenclature de la matérialisation des points singuliers

Les informations issues de la détection sont variées. Elles peuvent être matérialisées sous plusieurs formes pour le tracé au sol.

La nomenclature

Désignations - Symboles	Marquage	Piquetage
Regard sous enrobé		
Chambre sous enrobé		
Masse métallique sous enrobé		
Danger (sous-profondeur, point particulier)		
Délimitation d'un objet enterré (cuve, ⁻)		
Réseau continu linéaire		
Délimitation de la zone de précaution par chevrons		
Changement de direction (marquage renforcé)		
Réseau continu longue courbe, faible rayon de courbure		
Piquage		
Croisement de réseau		
Chevalet		
Traversée de chaussée		

3.6. Visuel marquage au sol avec traceurs de chantier (peinture) :



3.7. Visuel piquetage avec fanions / drapeaux :





3.8. Visuel piquetage avec piquet bois :



