



Les applications du GPR pour la construction



47 Rue de Saint CYR
69009 LYON

Tél. : 04.78.30.95.15 – Port. : 06.88.98.48.16

Fax : 04.83.07.53.76

contact@hub-environnement.com
<http://hub-environnement.com>

HUB. Environnement

Prévention des contaminations

Traitement des sites et sols pollués

Conduite et réalisation de chantiers complexes

Réhabilitation de sites et valorisation foncière

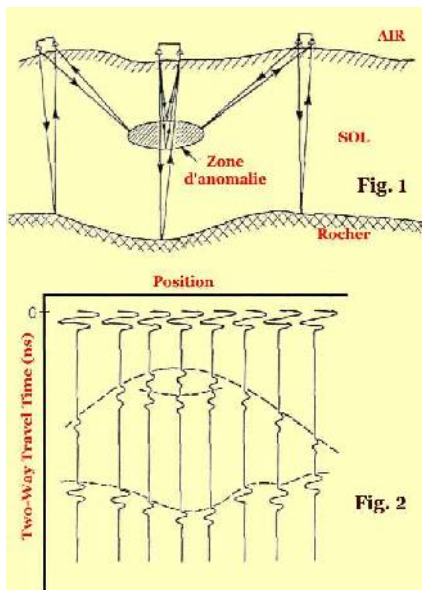
Principes de la méthode

Un radar à pénétration de sol (RPS) ou géoradar (en anglais GPR pour Ground Penetrating Radar) est un appareil géophysique utilisant le principe d'un radar que l'on pointe vers le sol pour en étudier la composition et la structure. En général, on utilise la bande des micro-ondes et des ondes radio (VHF/UHF). On peut sonder ainsi une variété de terrains, incluant les calottes glaciaires et les étendues d'eau.

Le géoradar envoie des impulsions électromagnétiques dans la structure étudiée et enregistre les échos électriques causés par les différences de caractéristiques diélectriques entre les différents matériaux.

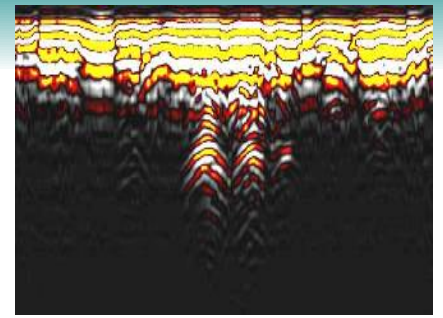
Le géoradar fonctionne selon le principe de l'analyse de signaux émis puis réfléchis par des hétérogénéités du milieu étudié. Il prend en compte le temps de trajet aller-retour de l'impulsion électromagnétique ainsi que son amplitude, à la manière d'un échosondeur. Le signal émis possède une large bande de fréquences comprises entre 10 MHz et 2 GHz, l'utilisation de différentes antennes permettant de balayer l'ensemble du spectre en fonction de la profondeur d'investigation désirée et de la taille des objets recherchés. A basse fréquence (entre 10 et 100 MHz), la profondeur d'investigation est élevée (> 10 m) mais la résolution est plus faible. En revanche, pour des antennes centrée sur 1 GHz ou plus, la profondeur d'investigation est restreinte (0,5 à 1 m) mais la résolution est plus fine ; ce type d'instrument permet par exemple de visualiser des détails dans les bétons et les maçonneries.

Quand le radar est déplacé en surface par l'opérateur, une image est créée à la façon d'un scanner à ultrasons. Les échos peuvent être dus à des phénomènes naturels comme la stratification du sous-sol ou artificiels comme des conduites, citernes, vides, etc. Cet outil est ainsi capable de détecter avec précision une grande variété de cibles.

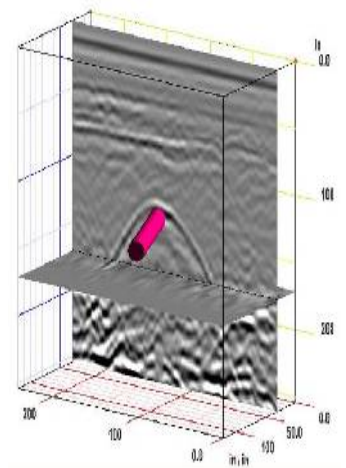


Le géoradar peut être utilisé pour des applications allant de la détection de conduites (métalliques ou non), câbles, collecteurs d'eau usée, fondations, citernes, et vides, jusqu'à l'auscultation d'ouvrages en béton (ferrailages, ancrages, vides, zones altérées) en passant par des applications plus spécifiques comme en archéologie ou en criminologie.

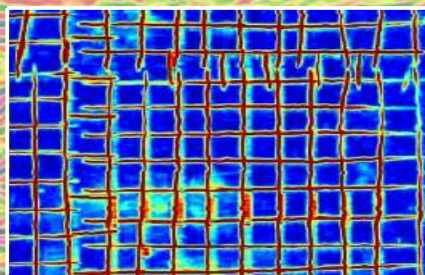
La profondeur de pénétration et la résolution des mesures dépendent de plusieurs facteurs. La réponse est dépendante du type de sol. Les sables, graviers, remblais sont généralement facilement traversés, les roches le sont également. Les bétons, de par leur bonne homogénéité donnent de bonnes images de leur structure interne. L'eau et la neige sont également facilement traversés. En revanche des sols électriquement très conducteurs comme les argiles ou les sols riches en sels peuvent constituer des obstacles.



mb.
environnement
solutions



UTILISABLE A TOUTES LES ECHELLES



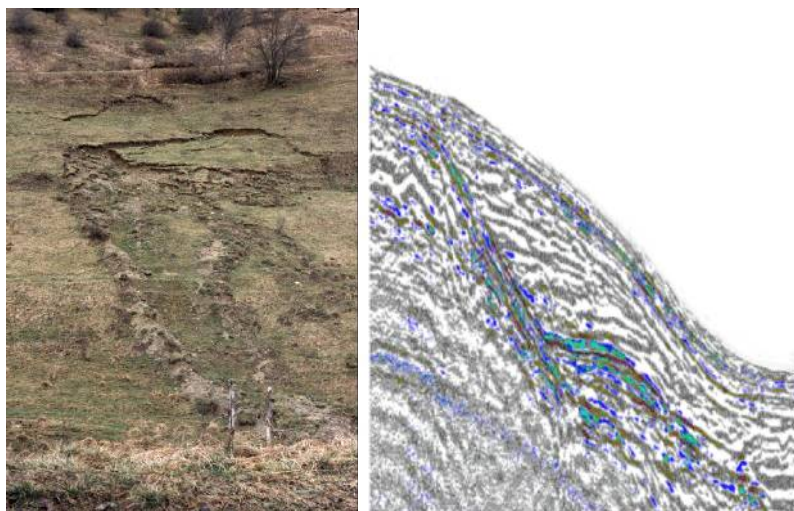
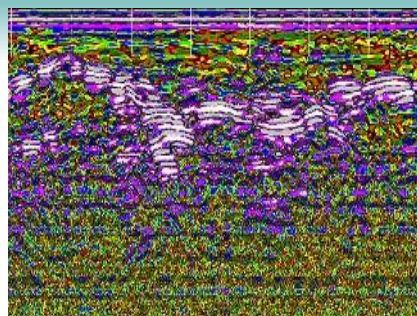
Géologie et grandes structures

Presque toutes les subtilités de la géologie de sub-surface (0 à 15 m) peuvent être détectées à l'aide de cette méthode.

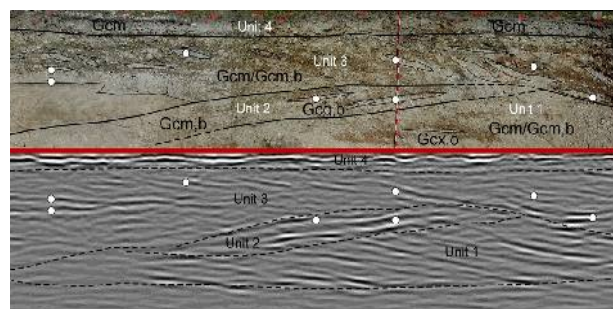
Elle permet ainsi de disposer d'une information précise et surtout continue, de manière non intrusive et économique.

Le GPR permet d'identifier :

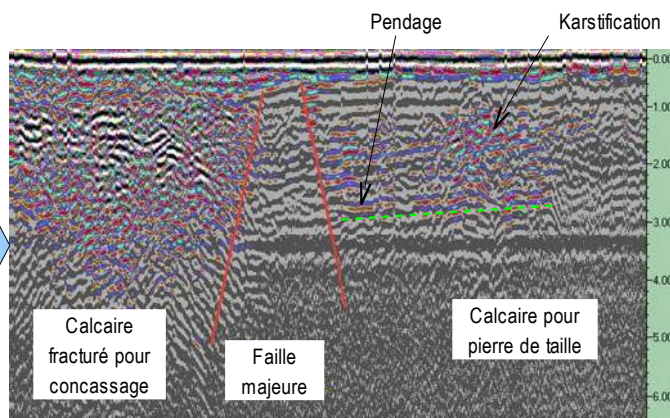
- les caractéristiques des matériaux : lithologie, granulométrie...
- les variations verticales et horizontales de faciès
- la fracturation et les mouvements des matériaux (glissements)
- le sommet des nappes phréatiques



Localisation de plans de glissement

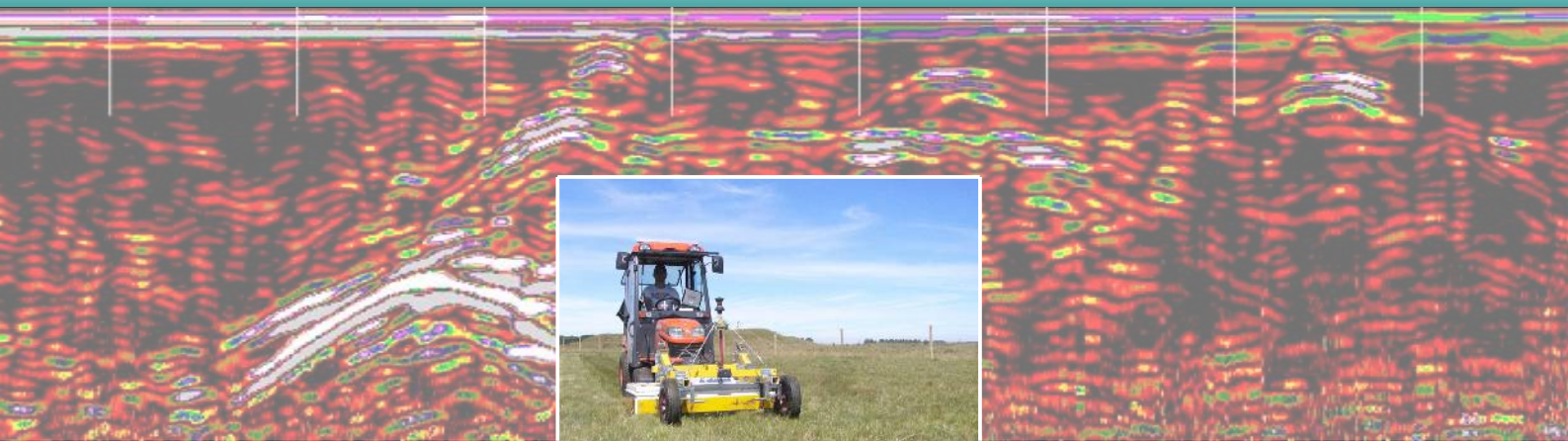


Analyse lithologique



Localisation d'accidents géologiques : fissuration, failles, karst

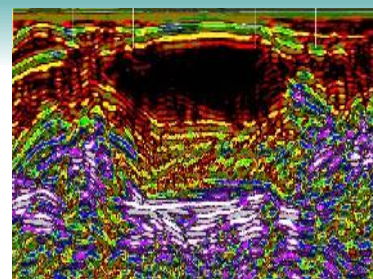
ECONOMIQUE ET PERFORMANT



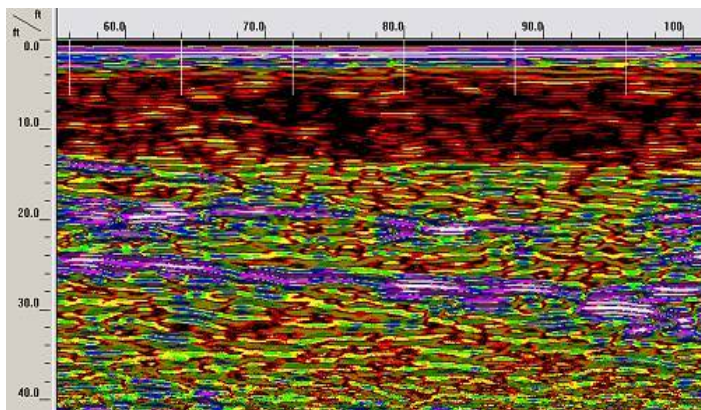
Enfouissements et remblais

Les matériaux anthropiques déposés sur ou dans les terrains naturels peuvent être caractérisés si leur nature présente un contraste suffisant avec ces derniers :

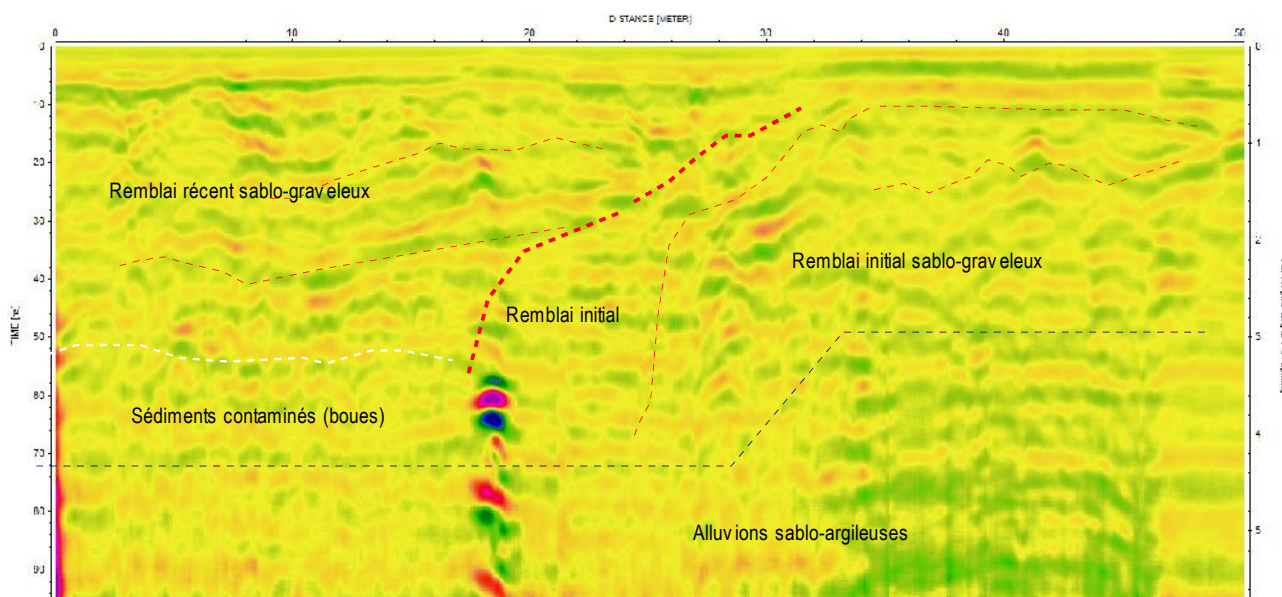
- caractéristiques physiques (granulométrie, hétérogénéité...)
- variations de la qualité des matériaux
- dimensions horizontales et verticales des matériaux déposés
- conditions de mise en place
- encaissant et substratum



Enviro
environnement
solutions

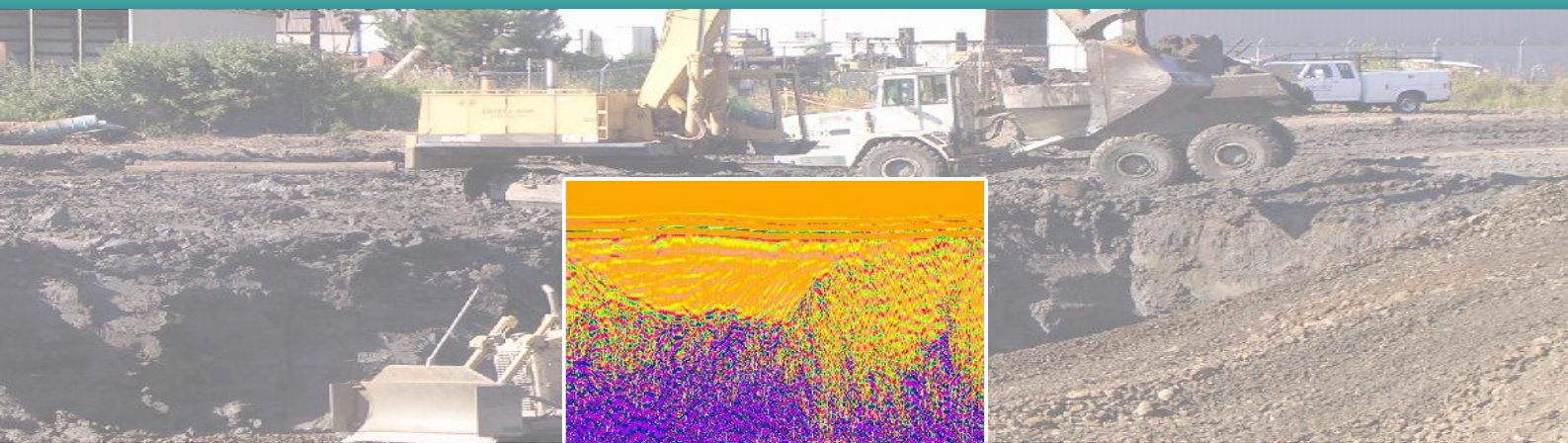


Remblai homogène sur un substratum stratifié



Remblaiements progressifs (pollués) sur un site industriel
L'anomalie au premier tiers du profil est probablement un fut

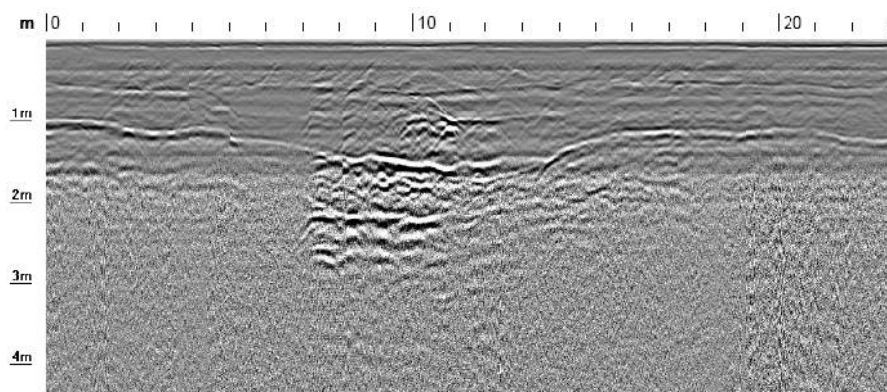
ANTICIPER ET EVALUER



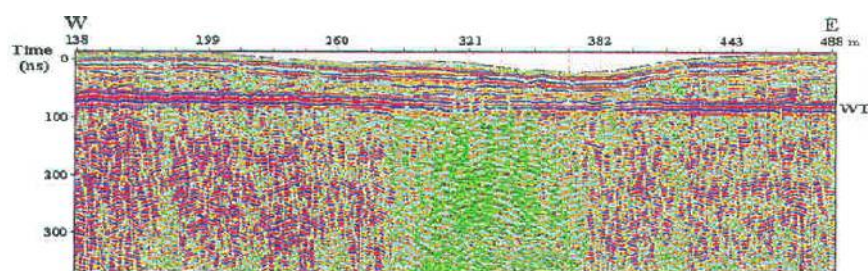
Fuites, pollution des sols

Les fuites ou les épanchements de fluides dans les sols perturbent les caractéristiques diélectriques des matériaux, permettant ainsi de localiser les zones imbibées par ces liquides : eau, hydrocarbures, huiles...

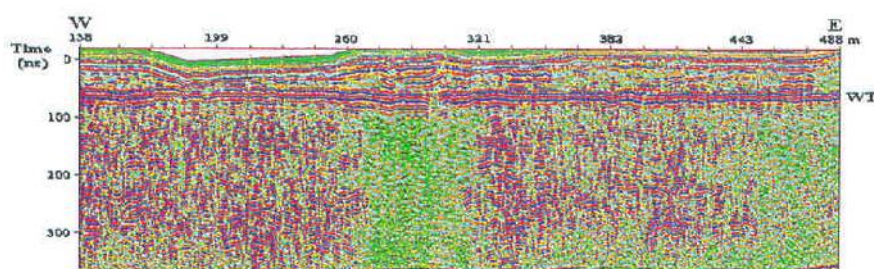
Ces détections permettent de localiser et de caractériser les volumes impactés par des liquides en forte concentration, et cela si possible, avant même qu'ils ne génèrent des désordres (effondrement, glissement...) ou des pollutions visibles.



Perturbation générée par une fuite sur une canalisation d'eau potable

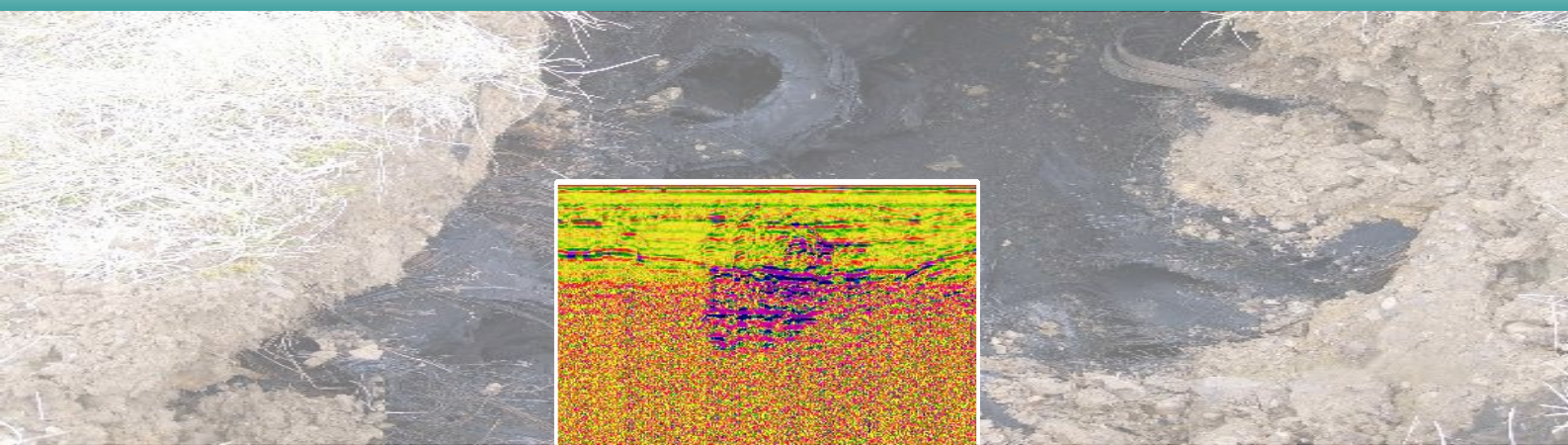


Zone contaminée par des hydrocarbures



Zone contaminée par des hydrocarbures

LOCALISER POUR INTERVENIR

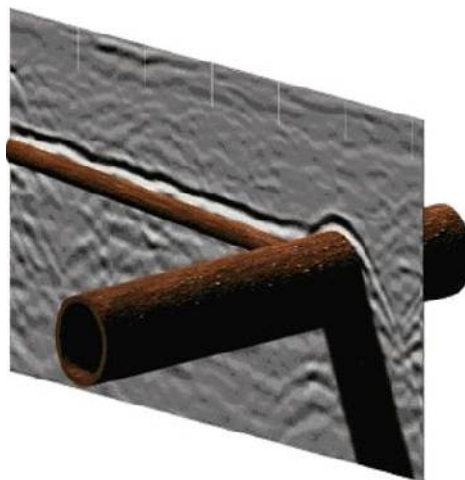
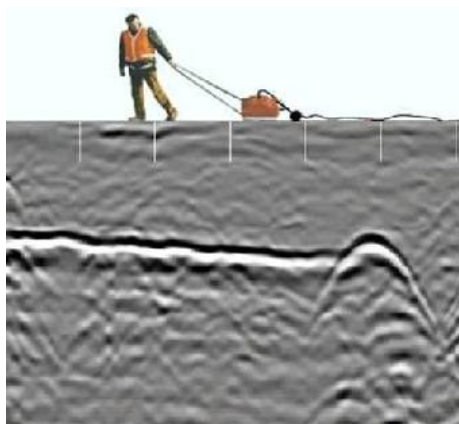
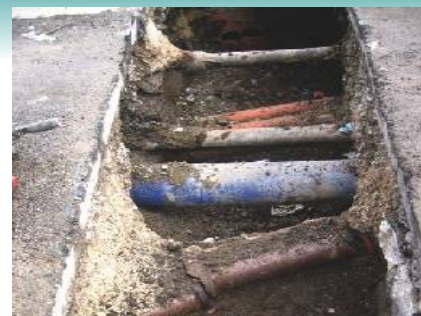


Réseaux souterrains

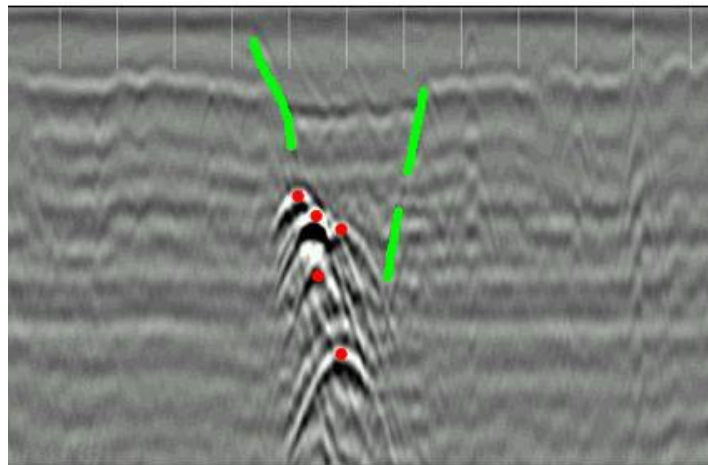
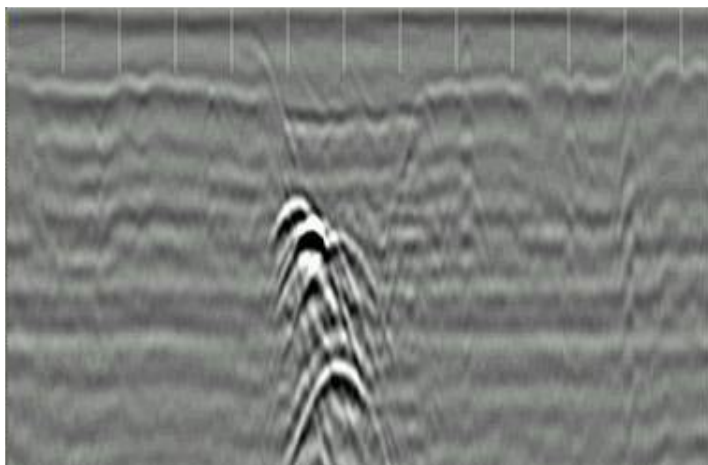
Le GPR permet de localiser et de cartographier les réseaux secs et humides, métalliques ou non, dans presque tous les environnements, autorisant ainsi le récolement précis de ces structures, y compris sous un béton armé.

Leur positionnement sur site (marquage à la peinture) est utilisé lorsque des travaux doivent être entrepris dans des zones à forte concentration : plantation d'arbres, ouverture de tranchées, reconnaissances, programmation de travaux...

Ces prestations permettent également de contrôler la qualité des fouilles, de la pose des réseaux et de leur remblaiement : largeur et profondeur de fouille, disposition des réseaux... Les défauts structurels des grosses canalisations peuvent également être détectés.

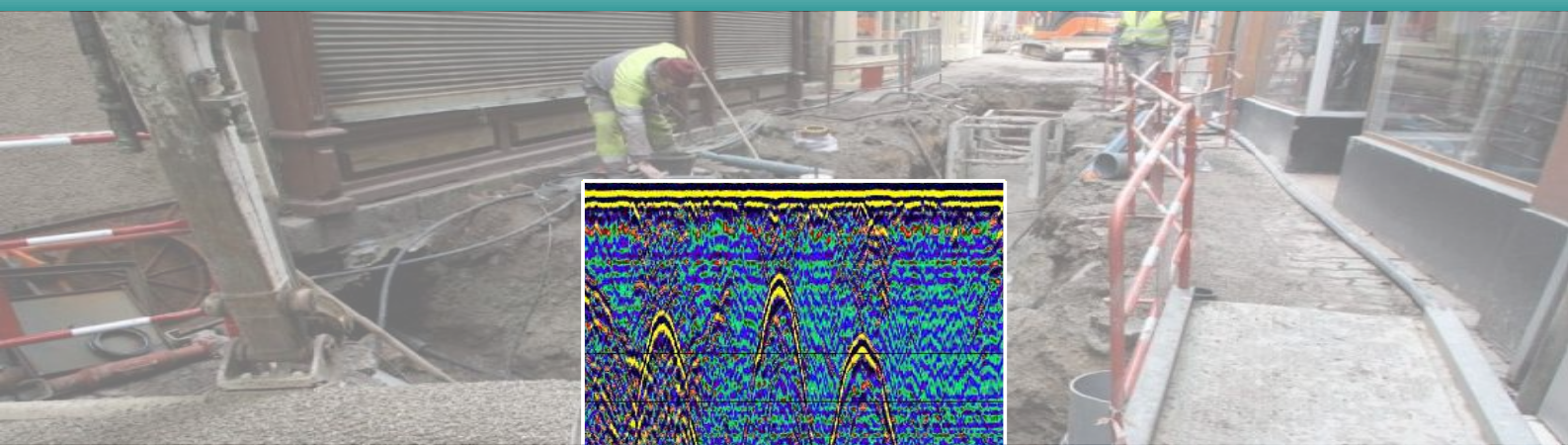


Nature, diamètre (approximatif), disposition et profondeur d'enfouissement des canalisations et câbles



● Réseaux
— Tranchée

DETECTER ET RECOLER

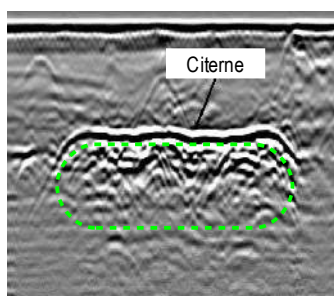
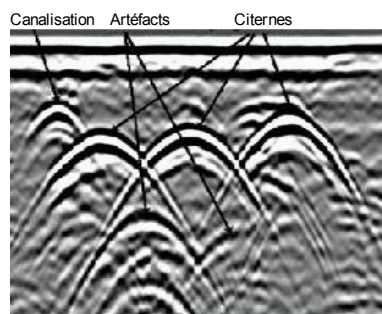
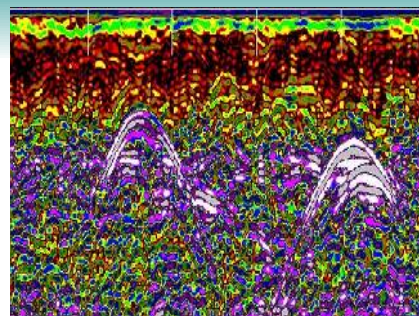


Citernes, réservoirs, fosses, futs, bouteilles de gaz...

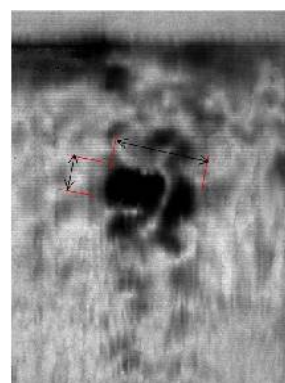
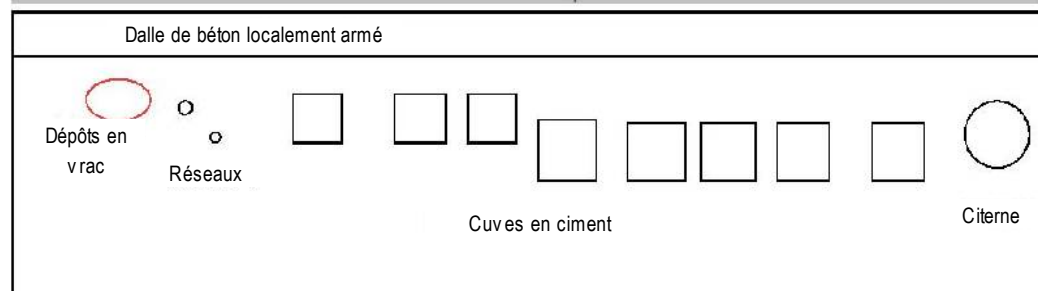
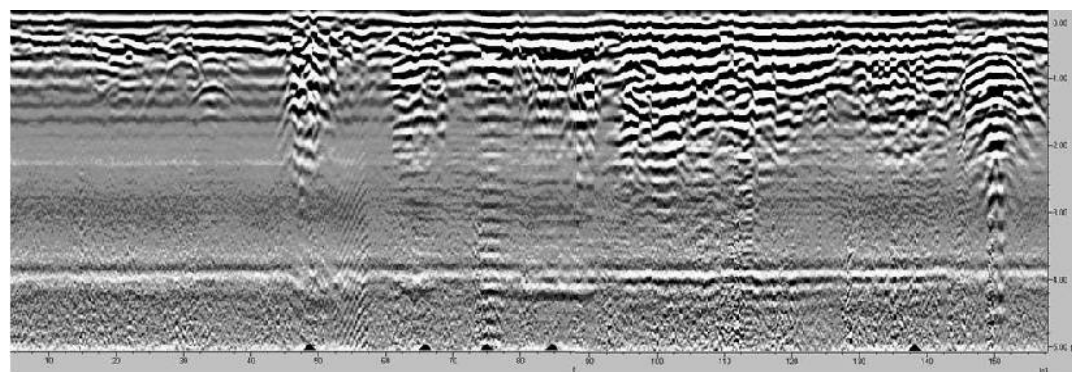
Ces éléments sont parfois difficiles à localiser lorsqu'ils ont été enfouis en l'absence de plan, ou pour s'en débarrasser.

Le géoradar permet de les relocaliser rapidement et avec précision. Il fournit également des informations sur leur profondeur ainsi que sur leur environnement.

Il devient alors aisé de reporter l'emplacement de ces éléments sur le site et de procéder à leur mise au jour sans risque de pollution, d'accident ou d'atteinte à d'éventuels réseaux proches. La localisation précise des éléments à excaver permet de limiter les travaux au strict nécessaire ainsi que de réduire les coûts et les délais.



Profil en travers réalisé sur 3 citernes disposées cote à cote et profil en long sur une citerne



Fut métallique

Structures enfouies détectées sous une dalle de béton

INTERVENIR DE MANIERE SECURISEE

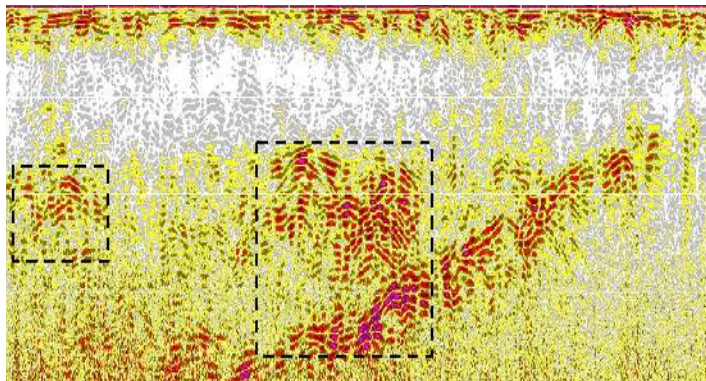
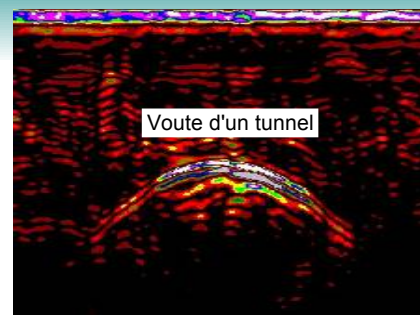


Caves, galeries, fondations, soutènements...

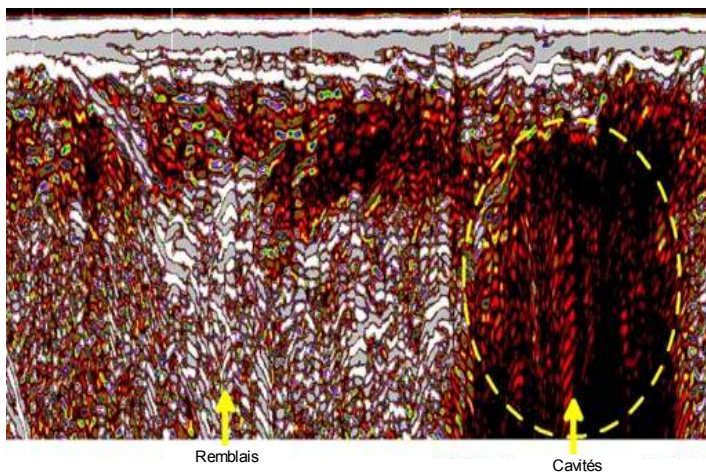
Au fur et à mesure des travaux de rénovation et de reconstruction, le sous-sol des édifices accumule de plus en plus de structures massives et de vides pouvant présenter des risques pour la stabilité des constructions, pour les travaux ou pour l'environnement.

Le GPR permet de localiser et d'identifier ces structures enfouies et d'en déterminer les dimensions et l'organisation.

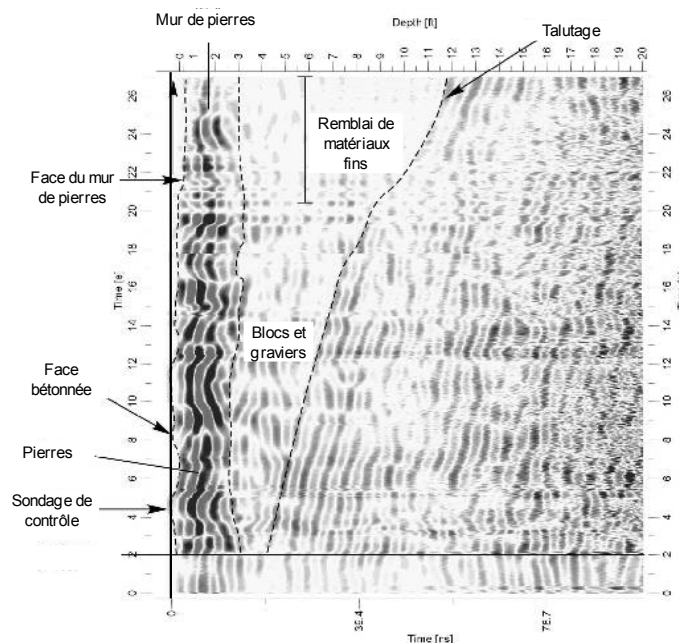
Des interventions curatives ponctuelles ou des modifications du projet peuvent alors être anticipées pour tenir compte de ces aléas historiques et structuraux.



Fondations anciennes sous une couche de remblais



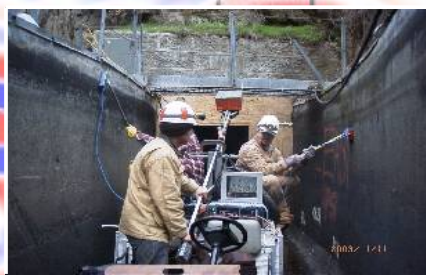
Cavités sur un site industriel



Matériaux présents derrière un mur de soutènement

RETROUVER LES TRACES DU PASSE

tunnel



tunnel

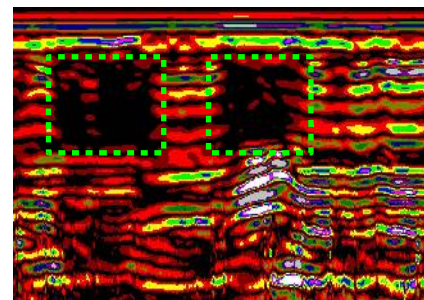
Vestiges archéologiques

Les investigations GPR ne remplacent pas les fouilles archéologiques, celles-ci ayant un caractère réglementaire. Toutefois, réalisés préalablement aux opérations de terrain, des profils GPR permettent d'estimer l'importance (en quantité) des vestiges présents sur une emprise et d'en définir l'étendue horizontale et verticale.

Ces données couplées aux informations bibliographiques disponibles fournissent les bases d'une approche objective de la contrainte archéologique sur le chantier concerné. Les impacts financiers et calendaires de cette contrainte peuvent alors être mieux anticipés et programmés.



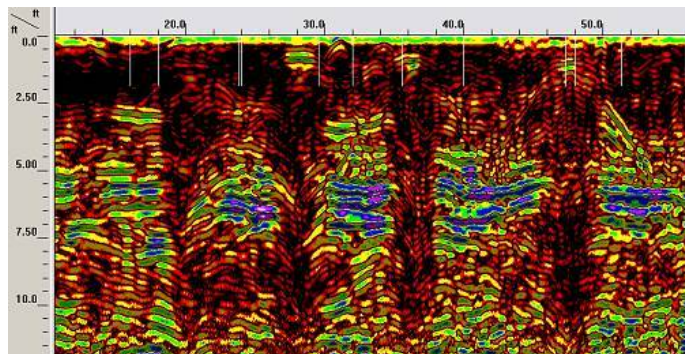
INH.
environnement
solutions



Deux niches enfouies



Investigation GPR 3D et résultat des fouilles archéologiques



Sépultures anciennes

ANTICIPER LES CONTRAINTES

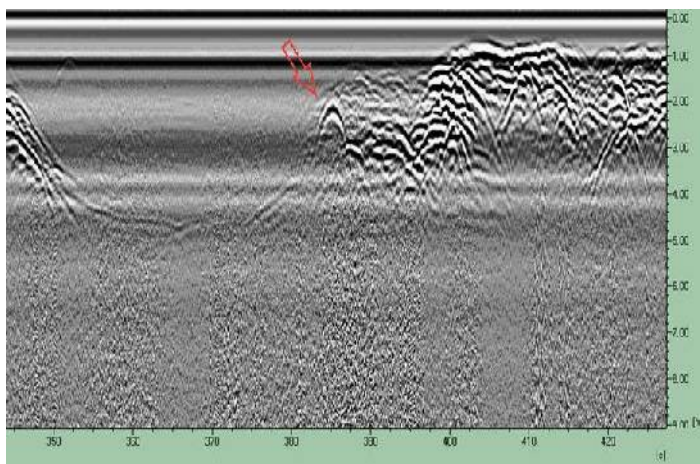


Engins de guerre non explosés

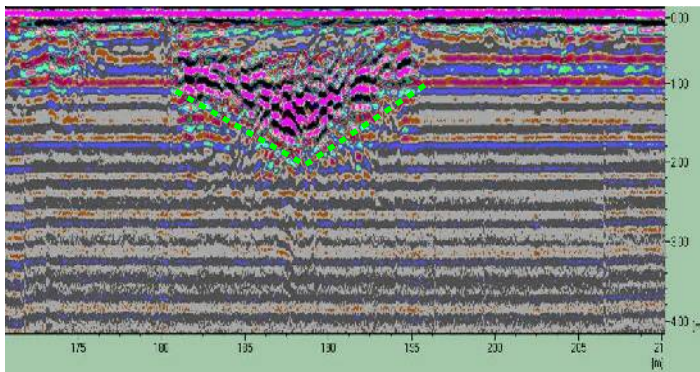
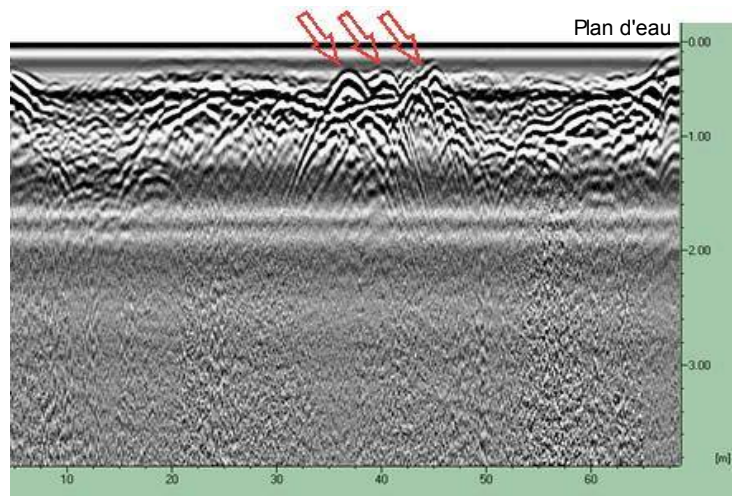
Sur les champs de batailles, sur les emprises bombardées ou ayant servies de terrain d'entraînement ainsi que sur les installations de production, de stockage et de destruction militaro-industrielles, il est admis que 10 à 20 % au moins des engins explosifs, incendiaires ou chimiques ne fonctionnent pas et se retrouvent enfouis avec leurs charges vulnérantes.

Le GPR, utilisé en complément des méthodes magnétométriques ou électromagnétiques, permet d'approfondir les données disponibles en ajoutant à la localisation des échos métalliques, des informations sur la profondeur d'enfouissement, les dimensions approximatives de la cible et son environnement.

Sur les zones présentant trop de perturbations pour que les méthodes magnétométriques ou électromagnétiques fonctionnent (dans des bâtiments métalliques, sous une dalle de béton armé...), le GPR peut être utilisé seul pour obtenir des données sur la pollution du sous-sol.



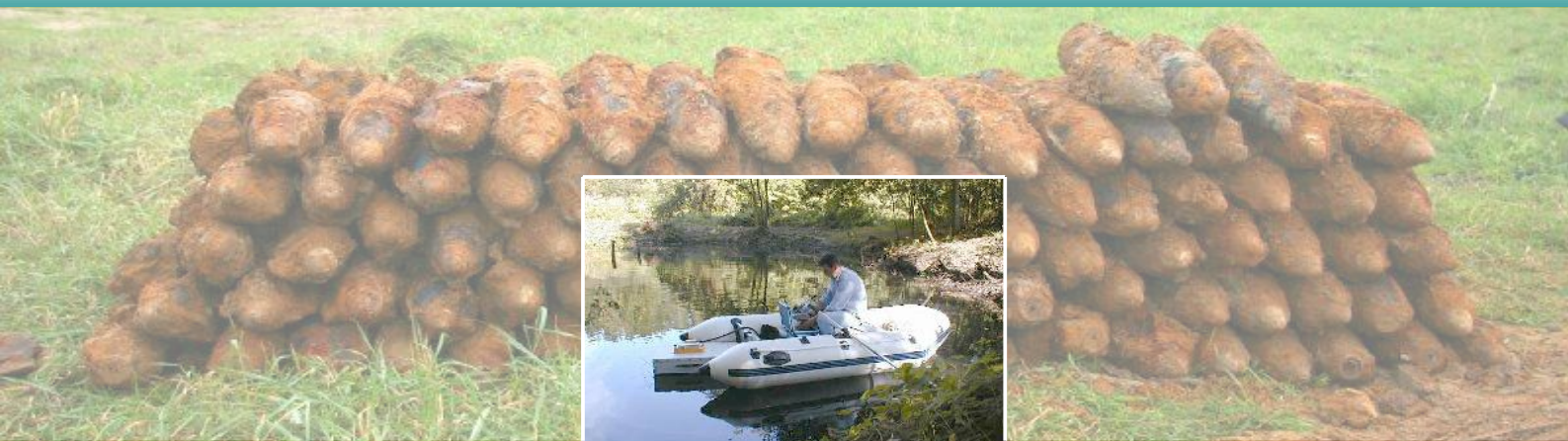
Munitions dans les sédiments d'un étang



Cratère de bombe comblé par des déchets



PREVENIR LES RISQUES

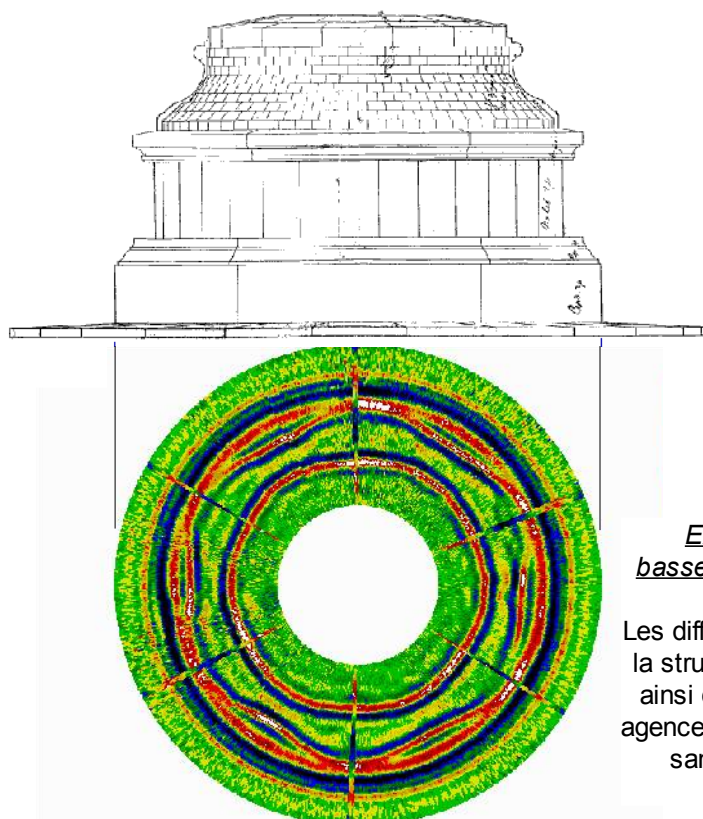


Sondage de constructions

Le géoradar et l'une des méthodes non intrusives permettant d'obtenir le plus d'informations sur la composition d'une structure bâtie.

Elle permet de discerner la composition et l'organisation des matériaux en fournissant des informations géométriques en 2D, et maintenant en 3D.

Cette méthode donne rapidement et de manière non destructive, la possibilité d'orienter des reconnaissances ou des travaux ultérieurs éventuellement nécessaires : prélèvement d'échantillons, analyses, démontage...

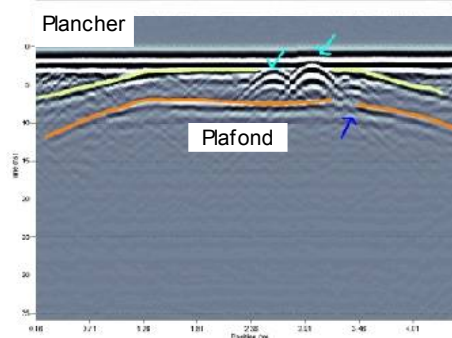
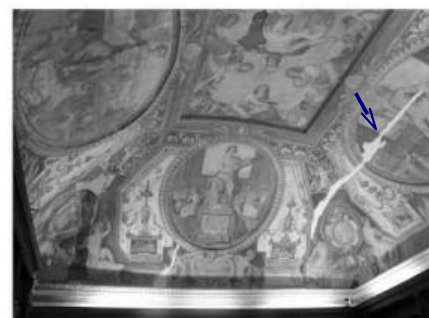


Expertise du sous-bassement d'un monument

Les différents constituants de la structure (béton et pierre) ainsi que leur forme et leur agencement sont identifiables sans reconnaissance destructive



Imb.
environnement
SAR - SONDES - SERVICES



Expertise d'un plafond ancien présentant une fissure active (flèche bleu foncé)

Le profil GPR montre que deux barres métalliques (flèches bleu clair) ont été ajoutées sous le plancher : elles sont probablement à l'origine de la fissure visible au plafond

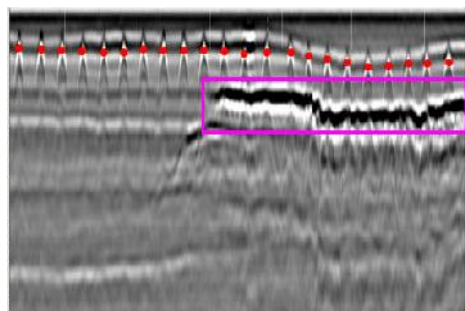
COMPRENDRE LA STRUCTURE



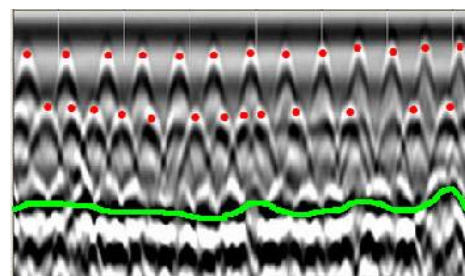
Bétons armés

La présence de béton armé n'est pas un obstacle aux reconnaissances par GPR. Mais en utilisant des antennes haute fréquence, il est possible d'obtenir des informations très précises sur la composition même de ces structures :

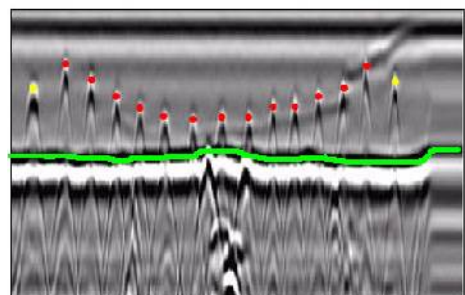
- épaisseur et hétérogénéité des bétons, y compris fissures
- densité, dimension et discontinuité des nappes de ferrailage ou des armatures
- qualité de la pose du ferrailage
- présence de câbles, de réseaux, de vides ou de zones d'altération



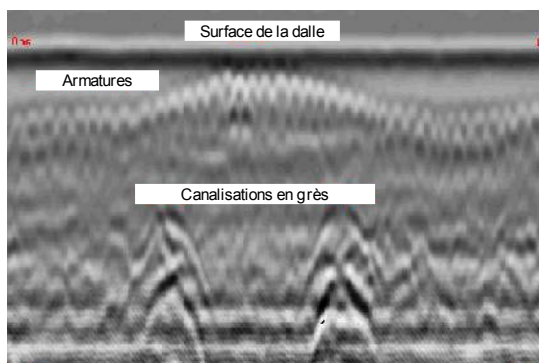
• Nappe de ferrailage
□ Vide



• Nappe de ferrailage
— Base du béton



• Nappe de ferrailage
• Câble de pré-contrainte
— Base du béton



SAVOIR AVANT D'AGIR

