



Pro

GéoPyro

Prévention des risques historiques
Sécurisation des munitions non explosées



La pollution pyrotechnique en France



A travers toute l'Europe, les conflits du XX^{ème} siècle ont laissé des traces qui mettront plus de 500 ans à disparaître. Parmi ces cicatrices, des engins de guerre de toutes sortes n'ayant pas fonctionné ou ayant été abandonnés. Ces engins non explosés (ou **UXO** – UneXploded Ordnance) constituent une source importante de risques pour toutes les personnes qui vivent, travaillent ou seulement se promènent sur les zones où ils sont présents.

Pendant la première guerre mondiale, d'immenses surfaces ont été meurtries par le déplacement des lignes de front et **près d'un demi milliard** de munitions ont été enfouies sans avoir fonctionné, dont une moitié dans le Nord et l'Est de la France.

Ces engins de guerre sont toujours porteurs de leur charge explosive, ou pour 25 % d'entre eux, d'une charge incendiaire ou toxique (gaz de combat).

Les zones de combats ne sont pas les seules touchées par ce risque : des installations d'essai, de fabrication, de stockage et d'élimination (généralement par enfouissement) parsèment tous les pays d'Europe. Il est courant de trouver dans ces installations des stocks importants d'engins actifs. Dans de très nombreux cas, l'urbanisation a conduit ces sites au centre des agglomérations ou des zones industrielles et commerciales récentes.



Lors de la seconde guerre mondiale, 10 à 20 % des engins utilisés par les belligérants n'ont pas fonctionné. Mais il s'agit là d'engins différents : en effet le développement de l'aviation a permis l'utilisation massive de bombes de plus en plus grosses (50 à 500 kg et jusqu'à plus de 10 tonnes). Des dizaines de milliers de ces bombes sont encore enfouies sous les villes, les zones industrielles, les gares et les voies ferrées, les ponts, les aérodromes et les aéroports, ou sont immergées dans les ports et les fleuves. Les opérations de résistance et les combats de mouvement ont eux affectés l'Europe entière, mais également l'Afrique, l'Asie et l'Océanie, laissant derrière eux des millions de munitions, de grenades, de roquettes... Enfin, de très nombreux dépôts de cette période n'ont pas encore été vidés et des centaines de mines marines ceinturent toujours les côtes.



Les combats de la fin du XX^{ème} siècle dans les Balkans et l'Europe de l'est ont eux également produits une pollution importante par des restes de guerre, mais plus moderne ceux là : mines récentes, sous-munitions, obus à l'uranium, bombes guidées laser, missiles... Malgré la sophistication de ces armes, une part non négligeable d'entre elles continue à ne pas fonctionner et à générer des risques après la fin des conflits.

Ces reliquats des guerres et des combats ne sont pourtant pas les seuls risques pyrotechniques pouvant être rencontrés.

Les activités militaires du XX^{ème} siècle ont généré la pollution d'immenses surfaces : dépôts, stockages, casernements, terrains d'aviation, zones de tests, champs de tirs, terrains d'exercices et de manœuvre... Devant la réduction des budgets et des activités, toutes les armées d'Europe abandonnent ou cèdent ces emprises dont la grande majorité sont contaminées.



GEONOVATION

2 rue des Moulins
21 000 DIJON

Tel : 33-(0)3-80-70-98-71 Fax:

33-(0)3-80-45-37-14

d.eberad@geonovation.com

Chaque année, plusieurs milliers de personnes sont tuées ou blessées par ces engins de guerre. Avec le vieillissement et l'altération, les fonctionnements spontanés lors de chocs se multiplient, et va s'accroître. Les quelques millions de tonnes d'engins de guerre encore enfouis et les résidus chimiques des munitions toxiques ayant contaminé les sols et les eaux, font également courir des risques qui ont jusqu'ici été délibérément sous-estimés.

Risque historique



Etude historique
Zonage des risques
Etude de sécurité



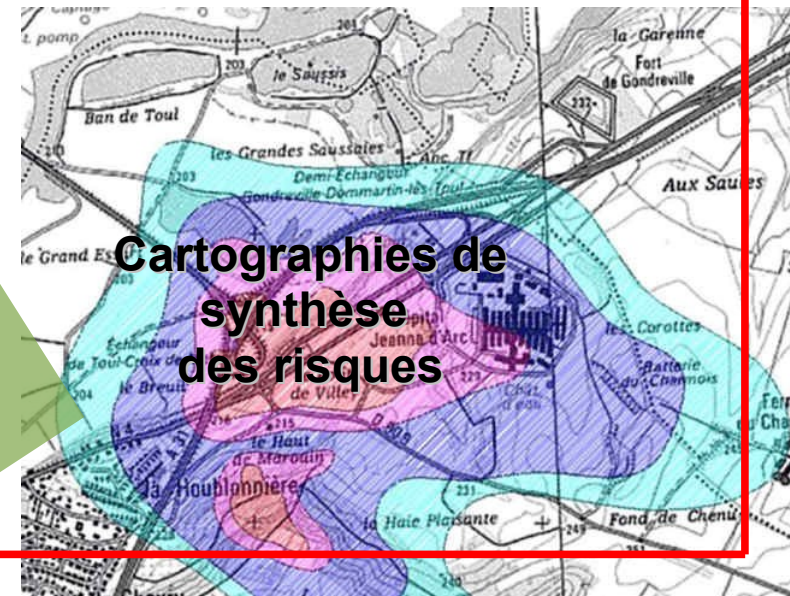
Pour répondre aux demandes des maîtres d'ouvrages, des maîtres d'oeuvre ainsi que des entreprises de terrassement et de construction, **Géonovation** a développé une méthodologie permettant de caractériser la probabilité de présence d'engins de guerre de manière particulière sur chaque site. Cette approche rigoureuse de d'évaluation des risques historiques et environnementaux fournit une base solide pour les obligations d'informations imposées par la réglementation.

Le zonage de risques repose pour une part sur des études bibliographiques et historiques auprès de toutes les sources d'informations disponibles, d'autre part sur des reconnaissances sommaires de terrain.

Les rapports d'investigation fournissent un résumé des données recueillies ainsi que, le cas échéant, les bases détaillées et chiffrées pour la rédaction d'un marché d'audit et/ou de dépollution pyrotechnique.



Géonovation dispose d'un système d'informations géographiques (SIG) complet permettant une représentation spatiale des relations et de la position des anomalies et des centres d'intérêt. Ce SIG est compatible avec les principaux systèmes en service dans les administrations et chez les aménageurs.



Audit de pollution pyrotechnique



Zonage des risques

Etude de sécurité

Implantation

Déferrailage

Détection des cibles

Cartographie

Caractérisation

Rapport

d'intervention



Les investigations géophysiques sont la première étape d'une action planifiée pour vérifier le risque de présence d'engins de guerre et pour localiser ces engins.

Trois familles de méthodes d'investigations peuvent être proposées :

- des méthodes non-intrusives de surface (jusqu'à - 10 m)
- des méthodes par sondage pénétrométrique (jusqu'à - 20 m)
- des méthodes en sondage ou en forage (jusqu'à - 30 m)

Chaque technique possède son domaine d'application et le programme d'investigation doit être défini selon la profondeur d'enfouissement potentiel des engins de guerres et les objectifs de sécurisation du donneur d'ordres.

Sur les emprises où une détection complète n'est pas justifiée, **Géonovation** propose des investigations statistiques, plus proportionnées à la problématique mais aussi plus économiques.

Le but des investigations géophysiques réalisées par **Géonovation** est d'enregistrer les paramètres géophysiques liés aux anomalies du sol pour permettre de les cartographier et de sélectionner celles qui peuvent correspondre à des UXOs. Ces prestations doivent donc être conduites de la manière la plus efficace qu'il soit pour minimiser le nombre de fausses alarmes tout en s'assurant de détecter tous les engins de guerres.



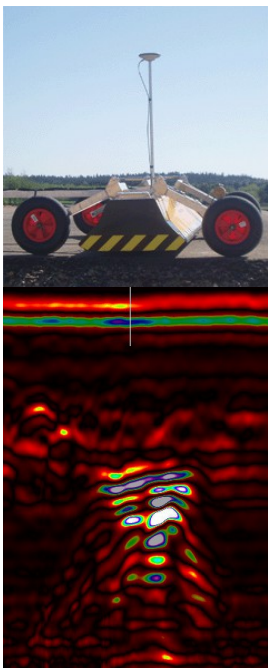
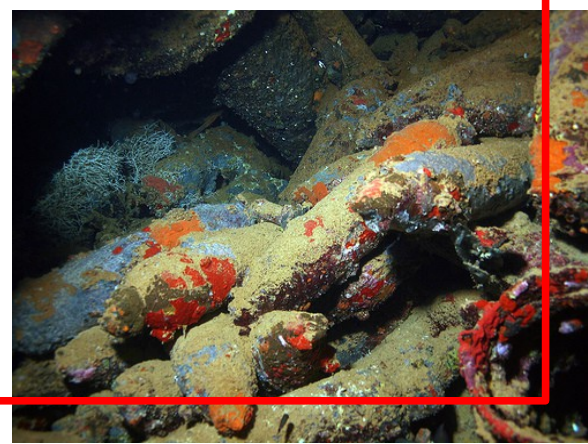
La réduction du nombre d'échos détectés et caractérisés comme pouvant être un UXO permet de limiter le nombre d'excavations ensuite nécessaires. Les anomalies détectées peuvent donc être caractérisées à l'aide de méthodes géophysiques croisées afin de confirmer les détections positives et de réduire encore ces fausses alarmes : dimension, forme, profondeur...

Les anomalies à reconnaître sont alors cartographiées, documentées et éventuellement marquées au sol pour une seconde phase d'investigations par reconnaissance visuelle.

La clé de la réussite dans de telles missions repose sur le choix de matériels performants pour la tâche demandée.

Notre gamme de matériels peut être divisée en trois familles selon leur mode de fonctionnement :

- instruments électromagnétiques Geonics, Schiebel, CEIA
- instruments magnétométriques Vallon, Foerster
- géoradar (GPR) GSSI, MALA, 3D radar
- positionnement D-GPS et tachéomètre robotisé



Dépollution pyrotechnique



Cette opération consiste à reconnaître visuellement, et jusqu'à une profondeur définie, les anomalies qui ont été détectées, localisées et caractérisées comme pouvant être des engins de guerres (cibles).

La dépollution d'une emprise comprend la rédaction des documents de sécurité et de qualité, le marquage des cibles à excaver, l'approche et le dégagement des cibles, l'identification des éléments mis au jour et l'élimination des déchets métalliques.



Repositionnement

Excavation

Reconnaissance

Identification

Mise en sécurité

Stockage

Destruction

contrôlée

Recyclage

Après une préparation de site adaptée (élimination de la végétation, ramassage des ferrailles de surface, démolitions...), la clé pour conduire une dépollution pyrotechnique dans les meilleures conditions est de choisir les meilleurs instruments géophysiques de détection et de reconnaissance.



- caractéristiques du site
- profondeur de pénétration des engins de guerre
- capacité de détection des cibles
- discrimination des métaux et des fausses alarmes
- sécurité du dégagement cibles

Ces informations permettent la sélection de la technique de détection et d'approche la plus adaptée pour les reconnaissances.

Lorsqu'un engin de guerre est découvert, les spécialistes de **Géonovation**, ou les services publics compétents, peuvent être amenés à neutraliser ou détruire les engins explosifs découverts. Ces opérations sont conduites sous le contrôle des autorités qui définissent les ressources et les procédures de sécurité nécessaires.

A la découverte d'un engin actif sur un site, **Géonovation** contrôle les accès et les évacuations pour assurer la sécurité immédiate de ses personnels. Si l'assistance des autorités est nécessaire, **Géonovation** assure l'interface entre le client et les services publics de sécurité et d'intervention pour minimiser l'impact sur le projet et les personnels des clients.

A la découverte d'un engin actif sur un site, **Géonovation** contrôle les accès et les évacuations pour assurer la sécurité immédiate de ses personnels. Si l'assistance des autorités est nécessaire, **Géonovation** assure l'interface entre le client et les services publics de sécurité et d'intervention pour minimiser l'impact sur le projet et les personnels des clients.

Tous les spécialistes regroupés par **Géonovation** sont des démineurs ayant acquis une expérience dans les opérations militaires. Les personnels employés à ces tâches disposent des qualifications, des formations et de l'expérience nécessaires pour mener à bien ces missions dans les meilleures conditions de qualité et de de sécurité.



MAGNETOMETRES

● FOERSTER FEREX

Type détecteur :

Profondeur de détection maximale :

Température d'utilisation :

Plage de mesure :

Plage compensation :

Espacement entre les mesures :

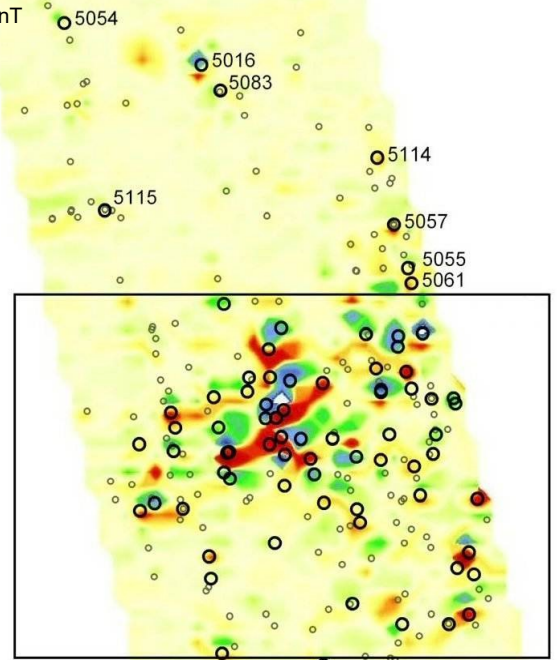
Enregistrement :

Positionnement :

- mono-sonde
- multi-sondes portées ou tractées
- 8 - 10 m selon le type de terrain
- 35 °C à +70 °C
- $x1 = \pm 2 - 2\,000\text{ nT}$, $x10 = \pm 20 - 20\,000\text{ nT}$
- $\pm 500\text{ nT}$
- >10 cm
- 25 mesures / s
- post-positionnement manuel
- temps réel par D-GPS ou
- par tachéomètre laser



5024 5108



● EBINGER MAGNEX

Type détecteur :

Profondeur de détection maximale :

Température d'utilisation :

Plage de mesure :

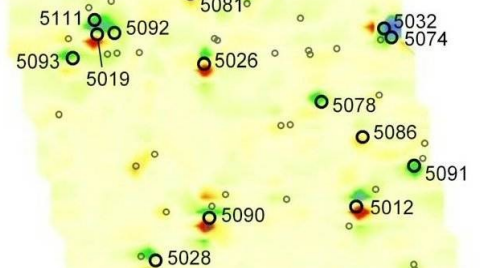
Plage compensation :

Espacement entre les mesures :

Enregistrement :

Positionnement :

- mono-sonde
- multi-sondes portées ou tractées
- 6 - 8 m selon le type de terrain
- 15 °C à +55 °C
- 10, 30 100, 300, 3 000 nT
- $\pm 250\text{ nT}$
- >10 cm
- 20 mesures / s
- post-positionnement manuel
- temps réel par D-GPS ou par tachéomètre laser



● VALLON

Type détecteur :

Profondeur de détection maximale :

Température d'utilisation :

Plage de mesure :

Plage compensation :

Espacement entre les mesures :

Enregistrement :

Positionnement :

- mono-sonde
- 8 - 10 m selon le type de terrain
- 40 °C à +60 °C
- $x1 = \pm 3 - 3\,000\text{ nT}$, $x10 = \pm 30 - 30\,000\text{ nT}$
- $\pm 500\text{ nT}$
- >10 cm
- 25 mesures / s
- temps réel par D-GPS ou par tachéomètre laser



● CST MAGNA TRAK

Type détecteur :

Profondeur de détection maximale :

Température d'utilisation :

Espacement entre les mesures :

Fréquence :

Positionnement :

- mono-sonde
- 1 - 2 m selon le type de terrain
- 18 °C à +50 °C
- >10 cm
- 10 mesures / s
- post-positionnement manuel

MOYENS MATERIELS DISPONIBLES

DETECTEURS ELECTROMAGNETIQUES

● EBINGER EBEX

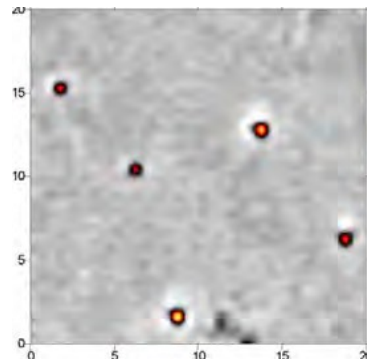
Type détecteur : mono-sonde
Profondeur de détection maximale : 15 cm (mine anti-personnelle) à 70 cm (mine anti-char ou UXO)
Température d'utilisation : -20 °C à +60 °C
Fréquence : 20 mesures / s
Positionnement : post-positionnement manuel

● SCHIEBEL AN-19/2

Type détecteur : mono-sonde
Profondeur de détection maximale : 10 cm (mine anti-personnelle) à 50 cm (mine anti-char ou UXO)
Température d'utilisation : -40 °C à +70 °C
Fréquence : 10 mesures / s
Positionnement : post-positionnement manuel

● GARRETT RECON-PRO ET CEIA

Type détecteur : mono-sonde
Profondeur de détection maximale : 15 cm (mine anti-personnelle) à 60 cm (mine anti-char ou UXO)
Température d'utilisation : -40 °C à +65 °C
Fréquence : 15 mesures / s
Positionnement : post-positionnement manuel



TOPOGRAPHIE – CARTOGRAPHIE

● D-GPS TRIMBLE TRIMBLE ET LEICA

Type de positionnement : GPS différentiel temps réel de précision
Précision : horizontal : 5 mm (+0,5 ppm) ; vertical : 5 mm (+2 ppm)
Température d'utilisation : -40 °C à +65 °C
Surface de couverture : 1,25 à 3,75 km² par base

● TACHEOMETRE LASER ROBOTISE TRIMBLE ET LEICA

Type positionnement : tachéomètre laser robotisé de haute précision
Précision : +/- 2 mm à +/- 6 mm (+2 ppm)
Portée / temps de mesure : jusqu'à 3 900 m / 0,4 à 3,5 s
Température d'utilisation : -20 °C à +50 °C

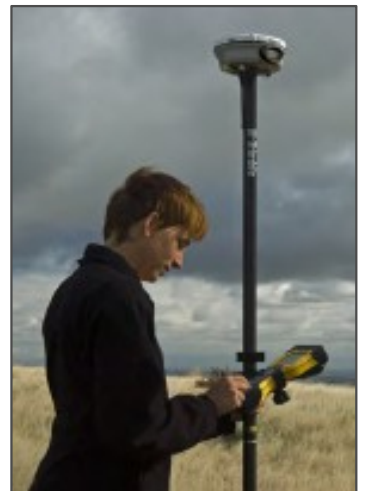
● AUTOCAD, ZWCAD...

Utilisations : traitement et rendu cartographique des données
Traitements : applications vectorielles et bitmaps

● SIG : MAPINFO, ARCINFO, ARCGIS, GRASS...

Utilisations : traitements et rendus cartographiques et statistiques
Capacités :

- gestions de gros volumes d'informations
- mise en forme et intelligibilité de données techniques

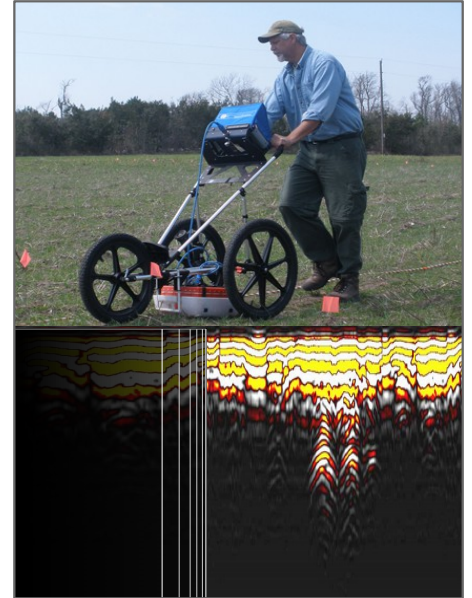
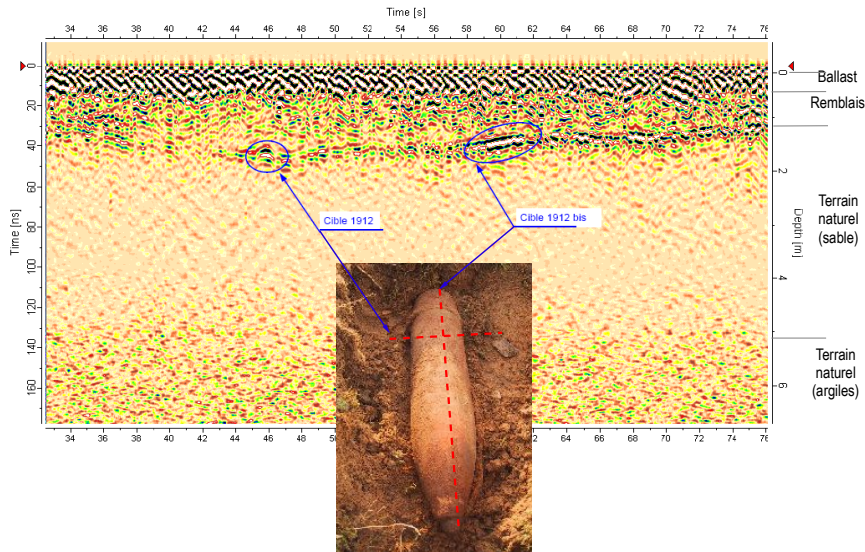


MOYENS MATERIELS DISPONIBLES

GEORADAR

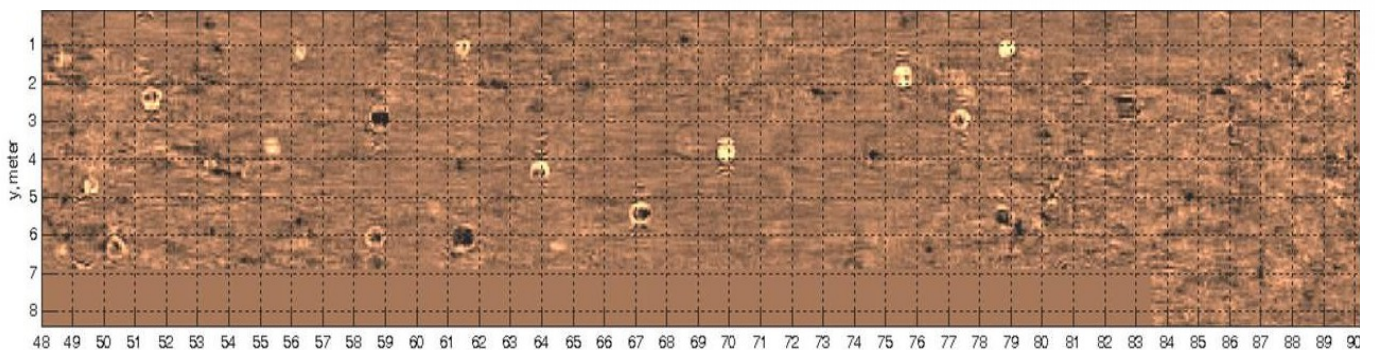
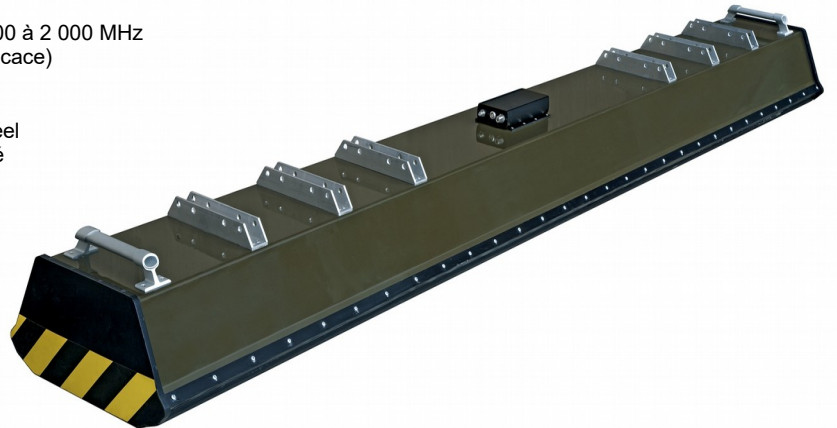
● GSSI

Type d'antenne : 100 à 1 000 MHz
Largeur d'investigation : 0,3 à 1,5 m
Précision : décimétrique à centimétrique
Profondeur d'investigation : 10 à 0,5 m
Positionnement des mesures : D-GPS temps réel ou tachéomètre laser
Déplacement : poussé manuellement ou tracté



● 3D RADAR

Type d'antenne : 29 canaux de 100 à 2 000 MHz
Largeur d'investigation : 2,4 m (2,1 m efficace)
Profondeur d'investigation : 2 à 3 m
Résolution : 3 cm
Positionnement des mesures : D-GPS temps réel
Déplacement : tracté ou poussé



MOYENS MATERIELS DISPONIBLES

TRAVAUX ANNEXES

● TRAITEMENT DE LA VEGETATION

Tondobroyeur autoporté : Carroy-Giraudon 80 cm à moteur Kubota

Tracteur de débroussaillage :

- broyeur frontal à axe horizontal à fléaux pour les surfaces planes
- épareuse arrière pour traitement des surfaces pentues

Minipelle avec gyrobroyeur : pelle 12 t équipée d'un gyrobroyeur à axe horizontal à fléaux pour le traitement des surfaces difficiles d'accès

Broyeur sur bras de pelle : (voir page précédente)



● TRI DES MATERIAUX

Crible mobile :

- installation mobile relocalisable
- déferrailage par overband
- double étage 2,5 m³
- débit de 20 à 50 t / h selon le matériaux et la maille de criblage

Crible rapide :

- godet ALLU SM monté sur pelle ou sur chargeuse
- maille fixe (0-15 mm ou 0-25 mm)
- débit 20 à 50 t / h

Crible rotatif sur bras de pelle : (voir page précédente)

