OKM

GERMAN DETECTORS



OKM GEPARD GPR 3D

Ground Penetrating Radar

Model GPR-D01

MODE D'EMPLOI

OKM GmbH
Julius-Zinkeisen-Str. 7
04600 Altenburg
Allemagne

Téléphone : +49 3447 499 3000
Internet : www.okmdetectors.com

Facebook : www.facebook.com/okmmetaldetectors
Instagram : www.instagram.com/okmdetectors
YouTube : www.youtube.com/user/OKMDetectors

Toutes les informations contenues dans ce mode d'emploi peuvent être modifiées sans préavis.

OKM n'offre aucune garantie pour ce document. Cela s'applique également, sans restriction, aux garanties implicites de qualité marchande et d'adéquation à un usage particulier. OKM décline toute responsabilité pour les erreurs contenues dans ce mode d'emploi ou pour les dommages ou pertes accessoires ou consécutifs liés à la livraison, à l'exploitation ou à l'utilisation de ce matériel.

Cette documentation est fournie « en l'état » et sans aucune garantie. OKM ne saurait en aucun cas être tenue responsable d'un manque à gagner, d'une perte d'utilisation ou de données, d'une interruption d'activité ou de tout autre dommage indirect résultant d'erreurs dans cette documentation. Ce mode d'emploi et tous les autres supports fournis ne doivent être utilisés que pour ce produit. Les copies de programmes ne sont autorisées qu'à des fins de sauvegarde. La revente de ces programmes, sous leur forme d'origine ou modifiée, est expressément interdite.

Ce mode d'emploi ne peut être copié, reproduit ou traduit dans une autre langue, en tout ou en partie, sans l'accord écrit préalable d'OKM.

Copyright © 2021 OKM GmbH. Tous droits réservés.

Table des matières

1 Introduction **4**

1.1 Avant-propos 4

1.2 Remarques importantes 5

1.3 Entretien et maintenance 7

1.4 Risque d'explosion lors des travaux d'excavation 7

2 Caractéristiques techniques **9**

2.1 Unité de commande 9

2.2 Tige télescopique 10

2.3 Antenne triangulaire (non blindée) 10

3 Contenu de la livraison **11**

4 Éléments de commande **12**

4.1 Unité de commande 12

4.2 Antennes triangulaires avec tiges 14

4.3 Adaptateur de charge 15

5 Assemblage **17**

6 Procédure sur le terrain **21**

6.1 Réalisation d'une mesure sur le terrain 22

6.2 Procédure générale de balayage 23

6.3 Conseils spécifiques pour les procédures sur le terrain 26

7 Logiciel **28**

7.1 Configuration de l'application Android 28

7.2 Activation 29

7.3 New Scan 32

7.4 View scan 41

8 Annexe et bibliographie **57**

8.1 Calculs du tableau de profondeur 57

CHAPITRE 1

Introduction

1.1 Avant-propos

Cher client,

toute l'équipe d'ingénieurs, de commerciaux, de formateurs et d'assistance d'OKM GmbH tient à vous remercier d'avoir acheté le Gepard GPR.

Le détecteur Gepard GPR fonctionne selon le principe du radar à pénétration de sol (GPR). Le radar (RAdio Detection And Ranging) envoie un signal dans le sol et attend la réflexion du signal électrique, ou plus communément un « écho » du signal, afin de détecter les anomalies souterraines. Outre la détection d'objets métalliques, cet appareil est également capable de détecter des caractéristiques naturelles du sol telles que des formations stratigraphiques, des cavités, des vides, des failles et d'autres objets non métalliques. Cet équipement est particulièrement adapté à la détection d'anomalies souterraines telles que des sépultures, des trésors enfouis, des réseaux enterrés, des réservoirs et autres.

Le Gepard GPR permet de localiser, de documenter et d'analyser des objets enfouis dans divers types de sols, de structures et de récipients de manière non intrusive, sans avoir à creuser la zone. L'utilisation du GPR est particulièrement utile dans les zones où la détection est indispensable et où l'excavation n'est pas possible. La manipulation simple et flexible du Gepard GPR permet d'obtenir facilement et rapidement des résultats reproductibles.

Grâce à notre équipe de spécialistes, nous garantissons que nos produits font l'objet d'un contrôle régulier. Nos spécialistes s'efforcent en permanence d'améliorer l'équipement, ses performances et la compréhension de son fonctionnement.

En achetant ou en utilisant l'un de nos produits, nous ne pouvons garantir que vos recherches aboutiront à une découverte. La détection d'objets cachés et enfouis dépend d'un grand nombre de facteurs. Comme vous le savez sans doute, il existe différents types de sols à travers le monde, présentant des niveaux d'atténuation naturelle variables. Les propriétés variables du sol peuvent entraver et altérer les mesures finales de détection. Les zones où la nappe phréatique est très importante, où l'on trouve des argiles, des sables et des sols humides variés, rendent la détection plus difficile et peuvent réduire la profondeur maximale de détection de tout équipement, quelle que soit sa marque ou son modèle.

Pour plus d'informations sur les lieux où cet équipement a été utilisé, mis en service et testé, veuillez consulter notre site Web ou contacter un représentant commercial. Notre équipement fait l'objet de tests et d'améliorations constants. Par conséquent, le contenu de ce manuel est susceptible d'être modifié sans préavis.

Notre entreprise se doit de protéger ses développements et toutes les informations acquises au cours des phases de « recherche et développement » menées pour créer notre technologie. Nous nous efforçons de respecter le cadre légal en vigueur, ainsi que les brevets et les enregistrements de marques.

Veuillez prendre le temps de lire ce manuel d'utilisation et de vous familiariser avec le fonctionnement, les fonctionnalités et l'utilisation du Gepard GPR. Nous proposons également des formations sur votre équipement dans notre usine. Nous nous efforçons de maintenir un réseau mondial de revendeurs pour vous offrir assistance et soutien. N'hésitez pas à consulter notre site Web pour plus d'informations !

1.2 Remarques importantes

Avant d'utiliser le Gepard GPR et ses accessoires, veuillez lire attentivement ce mode d'emploi. Ce document fournit des informations sur l'utilisation du détecteur et sur les situations dans lesquelles des précautions doivent être prises.

Le Gepard GPR et ses accessoires servent à l'analyse, à la documentation et à la détection d'anomalies souterraines et de perturbations du sol. Les données enregistrées concernant la structure du sol seront transmises à un appareil électronique, tel qu'une tablette Android, afin de fournir une représentation visuelle de l'anomalie. L'utilisation de notre logiciel propriétaire facilitera la visualisation de l'objet.

> Le Gepard GPR utilise un système de transmission non blindé afin d'être aussi portable que possible. Il n'est pas homologué pour une utilisation dans l'UE. Veuillez vérifier la réglementation en vigueur dans votre pays !

1.2.1 Remarques générales

En tant qu'appareil électronique, le Gepard GPR doit être manipulé avec prudence et soin, comme tout autre appareil électronique. Le non-respect des consignes de sécurité ou l'utilisation de l'équipement à des fins autres que celles pour lesquelles il a été conçu peut entraîner l'endommagement ou la destruction de l'unité centrale et/ou de ses accessoires ou composants connectés.

L'intérieur de l'unité ne contient aucune pièce pouvant être réparée par l'utilisateur.

1.2.2 Risques potentiels pour la santé

Utilisé correctement, cet appareil ne présente normalement aucun risque pour la santé. D'après les connaissances scientifiques actuelles, les signaux à haute fréquence ne sont pas nocifs pour le corps humain en raison de leur très faible puissance.

1.2.3 Environnement

Lorsque vous déplacez cet appareil d'un endroit froid vers un endroit plus chaud, faites attention à la condensation. Ne mettez pas l'appareil en marche immédiatement avant que toute condensation éventuelle ne se soit évaporée. L'appareil n'est pas étanche et l'eau ou la condensation peuvent l'endommager.

Évitez les champs magnétiques puissants, qui peuvent se produire à proximité de gros moteurs électriques ou de haut-parleurs non blindés. Évitez d'utiliser cet équipement à moins de 50 mètres (150 pieds) de ce type d'appareils.

Les objets métalliques présents au sol, tels que les canettes, les boîtes de conserve, les clous, les vis ou les débris, peuvent fausser vos résultats de scan et entraîner des résultats erronés. Il est également recommandé de retirer tout objet métallique que vous portez sur vous, comme les téléphones portables, les clés, les bijoux, etc. Ne portez pas de bottes à embout en acier.

1.2.4 Tension

Veuillez noter que l'appareil est alimenté par une batterie interne. Veuillez utiliser uniquement des chargeurs homologués pour cet appareil.

> Ne connectez et n'utilisez jamais directement une alimentation secteur de 110/230 volts !

1.2.5 Sécurité des données

Des erreurs de données peuvent se produire si :

- la portée du module émetteur a été dépassée,
- l'alimentation électrique de l'appareil ou les piles sont trop faibles,
- l'appareil fonctionne trop près d'appareils qui émettent ou provoquent des perturbations
- les conditions atmosphériques (orages électriques, foudre, etc.)

1.3 Entretien et maintenance

Dans cette section, vous apprendrez comment entretenir votre appareil de mesure et tous ses accessoires afin de le maintenir en bon état pendant longtemps et d'obtenir des résultats de mesure fiables.

La liste suivante indique ce que vous devez absolument éviter :

- pénétration d'eau
- les dépôts importants de saleté, de sable et de poussière
- les chocs violents ou les chutes
- les champs magnétiques puissants
- utilisation à l'intérieur de boîtiers métalliques
- une exposition prolongée à une chaleur intense

Pour nettoyer votre appareil, veuillez utiliser un chiffon sec et doux. Afin d'éviter tout dommage, vous devez toujours transporter l'appareil et ses accessoires dans l'étui de transport prévu à cet effet.

Avant d'utiliser votre Gepard GPR, assurez-vous que toutes les piles et tous les accumulateurs sont complètement chargés.

> Pour charger les batteries externes et internes, utilisez uniquement les chargeurs homologués fournis avec l'appareil.

1.4 Risque d'explosion lors des travaux d'excavation

Malheureusement, les deux dernières guerres mondiales et d'autres conflits ont également transformé le sol de nombreux endroits du monde en un dépotoir potentiellement explosif. Une multitude de ces vestiges mortels sont encore enfouis dans le sol. Ne commencez pas à creuser et à fouiller à l'aveuglette à la recherche d'un objet lorsque votre appareil détecte la présence d'un morceau de métal. D'une part, vous risqueriez en effet d'endommager de manière irréparable une trouvaille véritablement rare, et d'autre part, il est possible que l'objet réagisse de manière agressive et riposte.

Observez la couleur du sol près de la surface. Une couleur rouge ou rougeâtre du sol indique la présence de traces de rouille. En ce qui concerne les objets trouvés eux-mêmes, vous devez absolument prêter attention à leur forme. Les objets courbés ou ronds doivent vous alerter, surtout si l'on peut identifier ou sentir des boutons, des anneaux ou de petites chevilles. Il en va de même pour les munitions, balles et obus reconnaissables. Laissez ces objets là où ils sont, ne touchez à rien et, surtout, n'en ramenez aucun chez vous. Les machines de guerre des conflits passés ont utilisé des inventions diaboliques telles que des détonateurs à bascule, à acide ou à bille. Ces composants se sont oxydés au fil du temps, et le moindre mouvement peut provoquer la rupture de certaines de leurs parties et leur déclenchement. Même des objets apparemment inoffensifs, comme des cartouches ou des munitions plus volumineuses, sont tout sauf inoffensifs. Les explosifs peuvent s'être cristallisés avec le temps, c'est-à-dire que des cristaux semblables à du sucre se sont formés.

Le fait de déplacer un tel objet peut provoquer une friction entre ces cristaux, entraînant une explosion. Si vous tombez sur de tels vestiges, marquez l'endroit et ne manquez pas de signaler votre découverte à la police. De tels objets constituent toujours un danger pour la vie des randonneurs, des promeneurs, des agriculteurs, des enfants et des animaux.

CHAPITRE 2

Caractéristiques techniques

Les indications techniques suivantes correspondent à des valeurs moyennes. De légères variations sont tout à fait possibles en cours de fonctionnement.

2.1 Unité de commande

Dimensions (H x l x P)	450 x 260 x 130 mm
Poids	env. 1,60 kg
Entrée (max.)	8,4 V CC, 1,0 A
Indice de protection	IP 20
Autonomie	env. 4 heures
Température de fonctionnement	de -20 °C à +55 °C
Température de stockage	de -25 °C à +60 °C
Humidité de l'air	5 % – 70 %
Étanche	Non
Plage de fréquences de transmission multiples	60 MHz à 300 MHz
Réglages de synchronisation/échantillonnage Émission/Réception	4 niveaux
Mesures de cycle complet	9 par seconde
Échantillons	512
Technologie de transmission des données	USB-C

2.2 Tige télescopique

Dimensions	70 x 60 x 590 – 1 630 mm
Poids	0,80 kg
Batterie intégrée	7,26 V, 2 600 mAh
Indice de protection	IP 20
Température de fonctionnement	de -20 °C à +55 °C
Température de stockage	de -25 °C à +60 °C
Humidité de l'air	5 % – 70 %
Étanche	Non

2.3 Antenne triangulaire (non blindée)

Dimensions	1010 x 330 x 50 mm
Poids	1,50 kg
Indice de protection	IP 20
Température de fonctionnement	de -20 °C à +55 °C
Température de stockage	de -25 °C à +60 °C
Humidité de l'air	5 % – 70 %
Étanche	Non

CHAPITRE 3

Contenu de la livraison



Description	Quantité
Unité de commande	1
Adaptateur de charge avec bloc d'alimentation et adaptateur de voyage	1
Tablette Android	1
Câble USB-C	1
Mallette de protection résistante à l'eau et aux chocs	1
Tige télescopique	2
Antenne émettrice	1
Antenne de réception	1

CHAPITRE 4

Éléments de commande

Dans cette section, vous en apprendrez davantage sur l'utilisation de base de tous les éléments de commande de l'appareil de mesure Gepard GPR. Toutes les connexions, entrées et sorties sont expliquées en détail.

4.1 Unité de commande

L'unité de commande est le centre de traitement de l'appareil Gepard GPR. Elle collecte les données provenant du sous-sol et les transmet à une tablette Android, où s'affiche une représentation graphique des anomalies souterraines.

4.1.1 Aperçu général



Figure 4.1 : Unité de commande du Gepard GPR

Bouton de déclenchement avec LED : ce bouton sert à allumer l'appareil, à démarrer et à arrêter les mesures, ainsi qu'à éteindre l'appareil. Pour allumer le Gepard GPR, il suffit d'appuyer une fois sur le bouton de déclenchement. L'appareil s'allume et, à titre de test, s'illumine en bleu pendant environ 3 secondes, puis passe au vert. N'appuyez pas sur la gâchette pendant cette phase de démarrage. L'appareil est prêt à fonctionner dès que la LED verte s'allume.

Pour éteindre le Gepard GPR, maintenez le bouton de déclenchement enfoncé pendant au moins 3 secondes. Lorsque la LED verte s'éteint, vous pouvez relâcher le bouton de déclenchement. La signification des couleurs des LED est la suivante :

- **Vert :** la LED verte indique que le Gepard GPR est sous tension, mais qu'aucune connexion n'a encore été établie.
- **Bleu :** la LED bleue indique une connexion active entre l'unité de commande et la tablette. Elle indique également l'état d'échantillonnage de l'appareil. Dès que l'échantillonnage commence, la LED se met à clignoter. Si l'échantillonnage s'arrête, elle reste allumée en permanence.

Connecteurs pour antennes : ces connecteurs servent à brancher les câbles des antennes. Veillez toujours à brancher l'antenne de réception et l'antenne d'émission sur le connecteur approprié (voir la section 4.1.2 « Panneau de connexion » pour plus de détails).

Douille de fixation pour tige télescopique : les douilles de fixation servent à fixer les tiges de l'émetteur et du récepteur. Chaque tige télescopique contient une batterie interne qui alimente l'unité de commande du Gepard GPR. De plus, vous pouvez régler sa longueur afin d'adapter la distance entre les antennes et la surface du sol.

4.1.2 Panneau de connexion

La figure 4.2 montre où brancher les tiges télescopiques ainsi que les câbles des antennes d'émission et de réception.

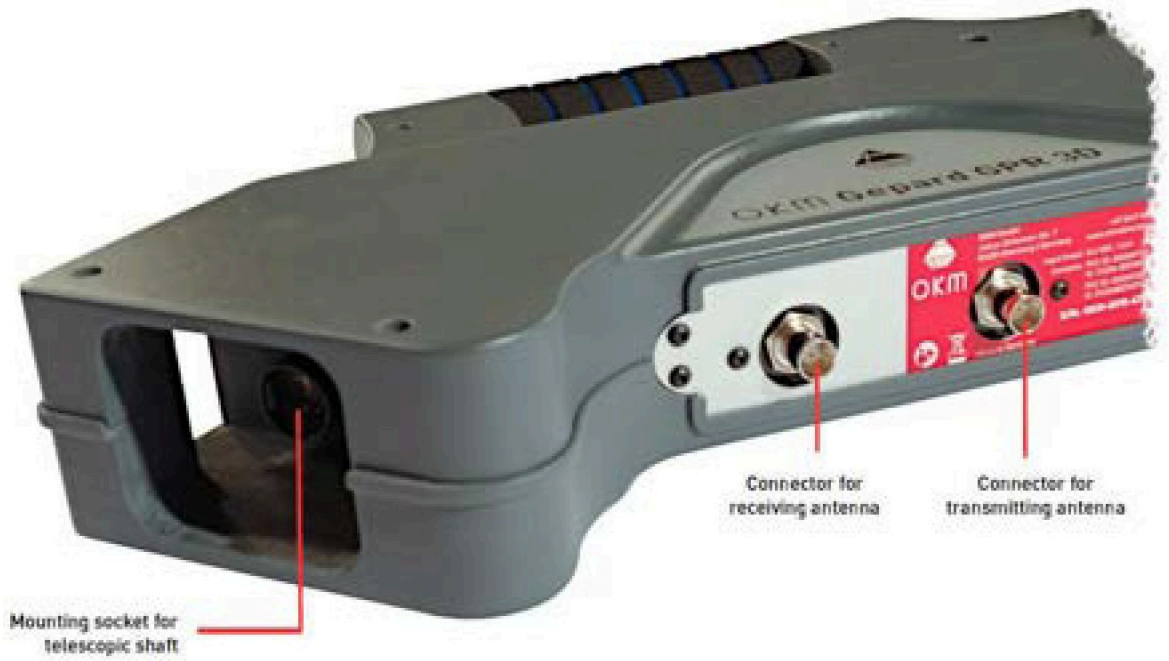


Figure 4.2 : Panneau de connexion de l'unité de commande

Douille de fixation pour tige télescopique : vous pouvez y insérer la tige télescopique en l'enfonçant dans l'ouverture. La douille située sur la tige doit s'adapter à la douille de fixation. Elle s'enclenchera parfaitement à la fin. Veuillez consulter le chapitre 5 « Montage » à la page 17 pour en savoir plus sur le montage correct des tiges télescopiques !

Connecteur pour l'antenne de réception : le connecteur, situé sur le côté argenté du panneau de connexion, sert à brancher le câble de l'antenne de réception. Veillez à ne pas intervertir les connecteurs.

Connecteur pour l'antenne d'émission : le connecteur, situé sur le côté rouge du panneau de connexion, sert à brancher le câble de l'antenne d'émission. Veillez à ne pas intervertir les connecteurs.

4.2 Antennes triangulaires avec tiges

Le Gepard GPR utilise deux antennes triangulaires : une antenne émettrice et une antenne réceptrice. Les deux antennes sont équipées d'une tige télescopique contenant une batterie rechargeable qui alimente l'unité de commande du Gepard GPR.



Figure 4.3 : Antennes triangulaires avec émetteur, récepteur et tiges télescopiques

Antenne émettrice (marquage rouge) : l'antenne émettrice génère des signaux dans la gamme de 60 MHz à 300 MHz qui seront envoyés dans le sous-sol.

Antenne de réception (marquage argenté) : l'antenne de réception capte tous les échos et les réflexions afin de calculer les anomalies potentielles pouvant exister dans le sol.

Tiges télescopiques : les tiges télescopiques servent à fixer les antennes au Gepard GPR et à alimenter l'unité de commande en électricité.

4.3 Adaptateur de charge

L'adaptateur de charge, tel qu'illustré à la figure 4.4, sert à recharger les batteries internes des tiges télescopiques. Vous pouvez recharger soit une seule batterie, soit les deux batteries en même temps.



Figure 4.4 : Chargement des batteries internes

Connecteurs de recharge : chaque tige télescopique est équipée d'une prise qui doit être branchée sur l'un des connecteurs de recharge de l'adaptateur. Veillez à insérer fermement le connecteur dans la prise jusqu'à ce qu'il s'enclenche correctement.

Prise d'entrée pour l'alimentation électrique : branchez le connecteur de l'alimentation fournie dans cette prise d'entrée pour lancer le processus de charge.

LED de charge : tant que la LED de charge correspondante est allumée, le processus de charge est en cours. Lorsque la LED s'éteint, la batterie est complètement chargée.

CHAPITRE 5

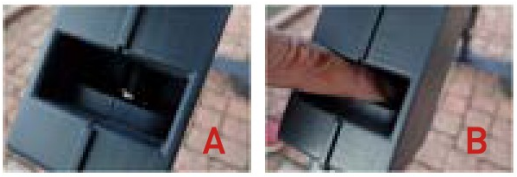
Assemblage

La préparation du Gepard GPR à l'utilisation est très simple. Après avoir inspecté tous les composants et vérifié que toutes les pièces sont bien présentes, l'assemblage peut commencer.



Avant de monter les deux antennes, nous vous recommandons de monter d'abord les tiges télescopiques. Pour ce faire, enfoncez l'une des tiges dans la **douille de fixation pour tige télescopique** située à l'avant du Gepard GPR (juste en dessous du support pour tablette).

Enfoncez fermement la tige dans la douille jusqu'à ce que vous entendiez un clic, qui se produit lorsque le petit crochet métallique s'enclenche dans la douille.



Veillez à ce que le petit crochet métallique soit orienté vers la deuxième ouverture (voir illustration A). Ce crochet doit être enfoncé pour libérer la tige télescopique lors du démontage, comme indiqué sur l'illustration B.



Connectez maintenant l'extrémité courte du câble de la tige au **connecteur de l'antenne d'émission**, qui est marqué d'une étiquette rouge (port d'émission).

Tout en enfonçant la fiche du câble sur le connecteur, vous devez vous assurer que les petites broches du connecteur s'engagent dans les rainures en forme de L de la fiche (fixation à baïonnette).

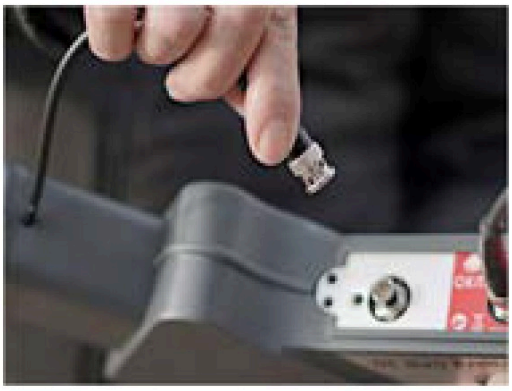


Dès que la fiche du câble est complètement enfoncée sur le connecteur, vous devez tourner la fiche pour la fixer en place.



Vous devez maintenant répéter l'ensemble du processus pour la deuxième tige télescopique.

Commencez par insérer la deuxième tige dans la **douille de fixation pour tige télescopique** située à l'arrière du Gepard GPR.



Ensuite, connectez l'extrémité courte du câble de la deuxième tige au **connecteur de l'antenne de réception**, identifié par une étiquette argentée (port de réception).



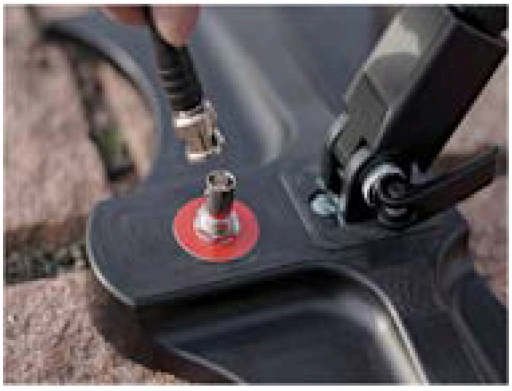
À la fin de cette procédure, les deux câbles sont connectés au panneau de connexion du Gepard GPR.

Vous pouvez maintenant poursuivre le montage des antennes sur les tiges télescopiques.

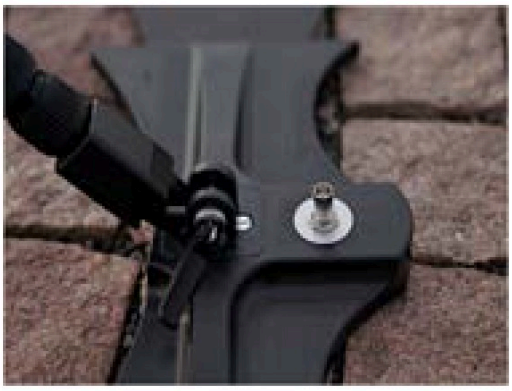


La partie inférieure des tiges comporte une petite encoche qui sert à maintenir les antennes.

Enfoncez l'encoche de la première tige, qui a été raccordée au port d'émission, directement sur le boulon de l'antenne d'émission (marquage rouge). Fermez ensuite la sangle excentrique (petit levier situé sur le côté du boulon) pour serrer la fixation.

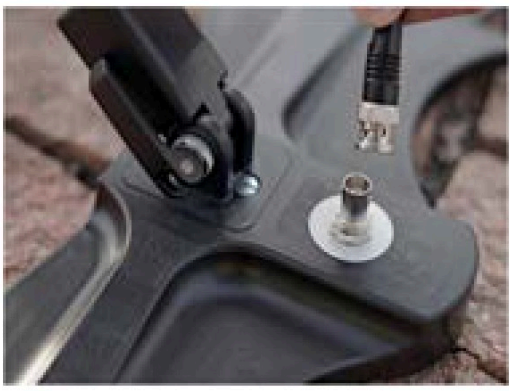


Vous devez maintenant raccorder l'extrémité la plus longue du câble, qui a été connectée au port d'émission, au connecteur de l'antenne d'émission.



Tout comme pour l'antenne émettrice, l'antenne réceptrice se monte de la même manière.

Commencez par placer l'encoche située à la base de la tige télescopique sur le boulon, puis fermez la sangle excentrique (petit levier situé sur le côté du boulon) pour serrer la fixation.



Branchez ensuite la fiche du câble au connecteur de l'antenne réceptrice (marquage argenté).



Avant d'utiliser le Gepard GPR, vous pouvez régler les tiges télescopiques en fonction de votre taille. Pour ce faire, déverrouillez les fixations en les desserrant, réglez la longueur souhaitée et resserrez-les.



Placez maintenant votre tablette Android sur le support de tablette du Gepard GPR.

Assurez-vous que les aimants du support de tablette correspondent aux plaques métalliques situées à l'arrière de votre tablette.



Reliez l'unité de commande et la tablette à l'aide du câble USB-C.



Mettez l'unité de commande du Gepard GPR sous tension et lancez votre première mesure.

CHAPITRE 6

Procédure sur le terrain

Le Gepard GPR a été conçu dès le départ pour être simple et facile à utiliser, ce qui permet de se servir de l'appareil sans avoir besoin d'une formation approfondie.

Pour l'utilisation et le fonctionnement du Gepard GPR, plusieurs facteurs doivent être pris en compte. Le fonctionnement de l'appareil est simple et le respect des règles suivantes permettra d'obtenir des données fiables et cohérentes :

1. Pendant une mesure, il est important de maintenir l'antenne émettrice et l'antenne réceptrice à la même hauteur au-dessus du sol.
2. Ne modifiez pas la hauteur pendant une mesure. En règle générale, l'appareil doit être placé aussi près du sol que possible, mais en cas d'obstacles, vous devrez augmenter la distance, qui devra être maintenue pendant toute la durée du balayage.
3. Ne balancez pas le GPR de gauche à droite. Maintenez l'appareil stable et dans la direction où vous souhaitez effectuer le balayage.
4. Déplacez le GPR à une vitesse constante ; même s'il peut balayer en utilisant les coordonnées GPS, déplacer l'appareil à la même vitesse facilite la localisation de votre cible.
5. Si une cible potentielle est détectée, répétez le balayage. Avec tout appareil de détection, répéter le balayage de l'objet détecté augmentera votre précision.

Le sol : c'est là que réside votre plus grand défi. Bien que l'appareil puisse détecter des objets jusqu'à une profondeur d'environ 40 mètres, n'oubliez pas qu'en raison de la grande diversité des types de sols et de leurs combinaisons, la profondeur maximale peut être considérablement réduite à certains endroits.

Sur la tablette Android, le logiciel a été simplifié et ne nécessite que quelques étapes avant de commencer une mesure. Dans le chapitre 7 « Logiciel », à partir de la page 28, nous vous expliquerons en détail comment démarrer une mesure.

Effectuer des mesures est très simple. Connaître votre position de départ et votre position d'arrêt pour chaque balayage et maintenir les lignes de balayage bien droites vous aidera à localiser les cibles souterraines. Activer le GPS de votre Gepard GPR facilitera la localisation et vous aidera à retracer le chemin parcouru. Le GPS ne transmet pas de données, il ne fait que les recevoir et est disponible dans la plupart des régions du globe.

Il est très important de consigner des notes sur la zone mesurée. Ces notes peuvent être saisies directement dans le fichier (voir la section 7.4.5 « Modification du titre du projet et des notes » à la page 52).



Figure 6.1 : Tenir le Gepard GPR avant de commencer le balayage

6.1 Réalisation d'une mesure sur le terrain

Lors de la configuration de votre mesure avec l'application de la tablette, vous pouvez choisir entre deux modes de balayage différents :

- **Balayage 2D :** ce mode de balayage sert à balayer une seule ligne droite sur votre champ de balayage. Il est donc très utile pour vérifier au préalable votre zone à la recherche d'anomalies potentielles telles que des canalisations ou des tunnels. Si l'objet souterrain est très étendu horizontalement, vous détecterez une anomalie en le survolant une seule fois.
- **Balayage 3D :** lorsque vous utilisez le mode de balayage 3D, vous devez balayer plus d'une ligne. Balayez d'abord votre première ligne droite, puis déplacez-vous vers la gauche pour balayer une autre ligne. Répétez simplement cette procédure plusieurs fois afin de collecter les données de toute la zone à balayer. De cette manière, vous pourrez détecter plusieurs objets souterrains en une seule mesure.

Après avoir configuré votre logiciel, rendez-vous au point de départ de votre première ligne de balayage et assurez-vous que les antennes se trouvent à la même distance de la surface, comme indiqué sur la figure 6.1.

Vous trouverez également plus d'informations sur la préparation de la mesure et sur la manière de démarrer ou d'arrêter vos lignes de balayage dans la section 7.3 « New Scan » à partir de la page 32.

6.2 Procédure générale de balayage

En général, chaque balayage 3D commence toujours dans le coin inférieur droit de votre zone de balayage. À partir de ce point, vous devez parcourir la zone trajectoire par trajectoire, chaque trajectoire suivante étant située à gauche de la précédente. Au fur et à mesure que vous parcourez ces lignes, les valeurs de mesure sont enregistrées et affichées simultanément dans le logiciel du Gepard GPR.

La figure 6.2 présente les quatre positions de départ possibles ainsi que la première trajectoire de balayage correspondante. En fonction de la configuration de votre terrain, vous pouvez déterminer vous-même le point de départ optimal pour votre mesure.

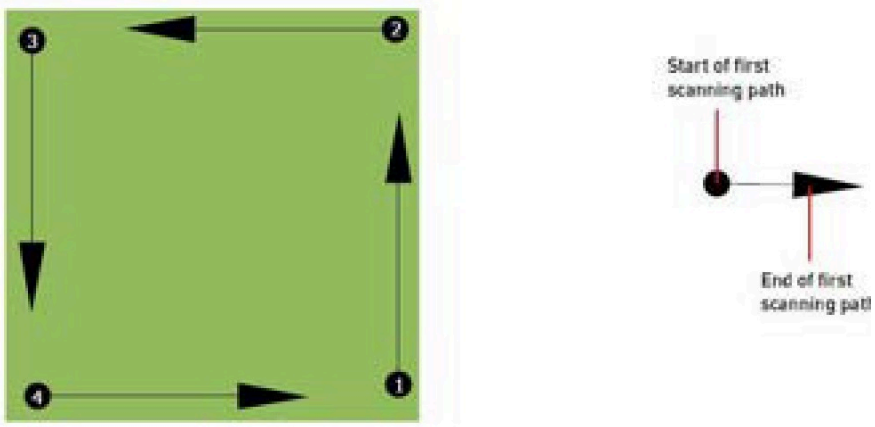


Figure 6.2 : Position de départ d'une zone de balayage

Les trajectoires de balayage peuvent être qualifiées de « zigzag » ou de « parallèles ». De même, le nombre d'impulsions (points de mesure) enregistrées au cours d'une trajectoire de balayage peut être réglé individuellement en fonction de la taille de votre zone de balayage (longueur de la trajectoire de balayage).

6.2.1 Mode de balayage

Il existe deux techniques générales pour balayer une zone avec le Gepard GPR :

- **Zig-Zag :** le point de départ de deux trajectoires de balayage voisines se trouve du côté opposé de la zone mesurée. Vous enregistrerez les données tant sur votre trajectoire de balayage que sur la trajectoire de retour.

- **Parallèle :** la position de départ des deux trajectoires de balayage se trouve toujours du même côté de la zone mesurée. Vous n'enregistrerez les données que dans un seul sens et dans une seule direction, tandis que vous devrez revenir sur vos pas jusqu'à la position de départ de la trajectoire de balayage suivante sans enregistrer de données.

La figure 6.3 représente schématiquement ces deux techniques :

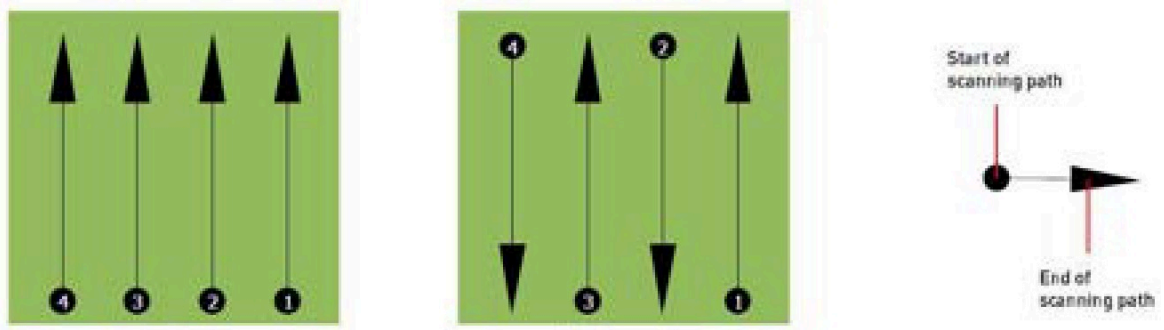


Figure 6.3 : Modes de balayage pour mesurer une surface

En effectuant le balayage en mode « Parallèle », vous commencerez dans le coin inférieur droit de votre zone de balayage (point ❶) pour parcourir et enregistrer une trajectoire de balayage vers le coin supérieur droit de la zone. Après avoir enregistré la première ligne, vous devez revenir au point de départ et vous déplacer à gauche de la première ligne de balayage pour commencer la trajectoire de balayage 2 (point ❷). De cette manière, toutes les autres trajectoires seront balayées jusqu'à ce que vous ayez atteint le côté gauche de votre zone de balayage.

En effectuant le balayage en mode « Zig-Zag », vous commencerez également par le coin inférieur droit de votre zone de mesure (point ❶) pour parcourir et enregistrer une trajectoire de balayage vers le coin supérieur droit de la zone de mesure. Contrairement à la mesure parallèle, vous devez continuer à enregistrer les données tout en parcourant la deuxième trajectoire de balayage en sens inverse. Vous vous rendez donc au point de départ de la deuxième trajectoire de balayage (point ❷) et effectuez le balayage dans la direction opposée. De cette manière, toutes les autres trajectoires seront balayées en mode « Zig-Zag » jusqu'à ce que vous ayez atteint le côté gauche de votre zone de mesure.

La distance entre les trajectoires de balayage doit être constante au cours d'une même mesure, mais peut varier d'une zone de mesure à l'autre. Si vous recherchez principalement des cibles de petite taille, vous devez également choisir une distance plus petite entre les lignes. En règle générale, plus la distance entre les trajectoires est petite, plus vos balayages seront précis. Lors de vos premiers balayages, les lignes ne doivent pas être trop rapprochées afin de localiser d'éventuelles cibles.

6.2.2 Réglage du nombre d'impulsions par trajectoire de balayage

Le nombre de points de mesure par ligne de balayage est déterminé à la fin de votre première trajectoire de balayage. Vous devez interrompre vous-même la mesure de la première trajectoire en appuyant sur le bouton de déclenchement de votre Gepard GPR dès que vous avez atteint la fin de cette trajectoire. Ce nombre effectif de points de mesure sera utilisé pour toutes les trajectoires de balayage suivantes de cette mesure. À partir de la deuxième trajectoire de balayage, l'appareil s'arrête automatiquement une fois le nombre d'impulsions prévu atteint.

Le nombre d'impulsions peut être influencé par votre vitesse de marche. Plus vous marchez lentement, plus le nombre d'impulsions enregistrées par trajectoire de balayage sera élevé. Plusieurs aspects doivent être pris en compte. Voici quelques éléments à considérer :

- la longueur de la zone mesurée et
- la taille des objets que vous recherchez.

Si vous cherchez de petits objets, vous devez ralentir ; pour les gros objets, vous pouvez accélérer le pas.

La figure 6.4 montre les effets du nombre d'impulsions par trajectoire de balayage pour certains objets.

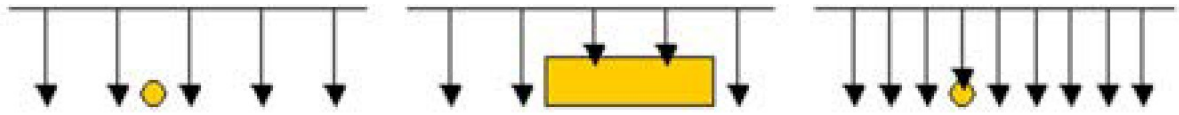


Figure 6.4 : Effets de la modification du nombre d'impulsions et de leur distance

N'hésitez pas à effectuer d'autres mesures avec différents nombres d'impulsions. Vous pouvez, par exemple, balayer une grande surface avant de procéder à une deuxième mesure de précision détaillée. Cette méthode est particulièrement utile lorsque vous recherchez des objets de grande taille. Elle vous permet de mesurer très rapidement une vaste zone, puis d'effectuer de nouveaux balayages pour localiser les cibles suspectes.

Lors d'un balayage, il est important non seulement de noter le nombre d'impulsions utilisées, mais aussi de bien visualiser ce que vous balayez ; il est donc essentiel de surveiller votre vitesse. Chaque ligne de balayage doit être mesurée à la même vitesse que la ligne précédente.

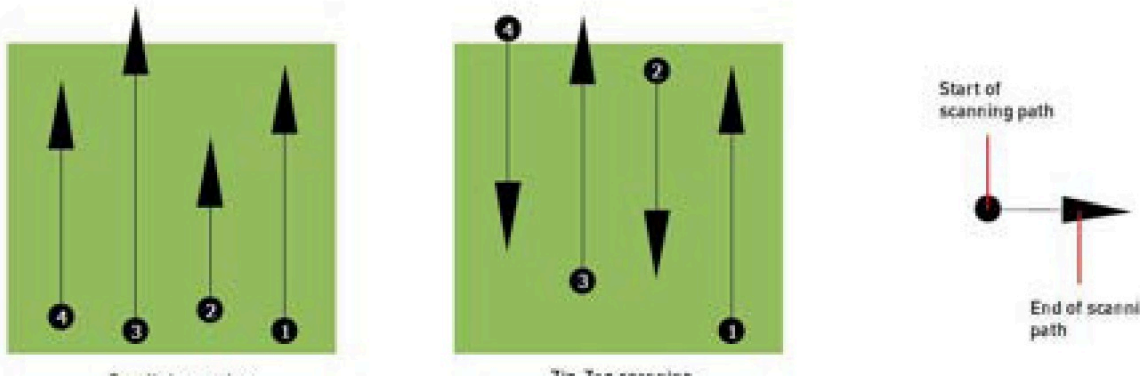


Figure 6.5 : Différentes vitesses de déplacement pendant le balayage

Le fait d'utiliser une vitesse de déplacement différente sur les trajectoires de balayage entraînera des décalages dans la trajectoire de balayage. En effet, une cible peut être découpée en plusieurs éléments plus petits ou être complètement perdue parce qu'elle a été manquée. Plus tard, lors de l'analyse des données, les erreurs de vitesse peuvent rendre une cible totalement impossible à identifier et celle-ci peut être écartée.

En général, la règle suivante s'applique : effectuez des balayages de taille raisonnable, de sorte que vous puissiez voir les lignes de début et de fin et parcourir confortablement une zone pour maintenir une vitesse et des distances raisonnables.

6.3 Conseils spécifiques pour les procédures sur le terrain

Il y a certains points à prendre en compte lorsque vous effectuez des balayages. En principe, la qualité d'un balayage dépend entièrement du tracé suivi. Toute erreur commise pendant le balayage se traduira par une erreur dans la représentation graphique finale. Cela peut être source de frustration et entraîner une perte de temps.

Avant de commencer une mesure sur le terrain, vous devez réfléchir à ce que vous recherchez et vous assurer que la zone choisie est appropriée. Mesurer sans plan donne généralement des résultats inacceptables. Veuillez tenir compte des conseils suivants :

- Que recherchez-vous (tombes, tunnels, canalisations, objets enfouis, etc.) ? Cette question a une incidence directe sur la manière dont le balayage est effectué. Si vous recherchez des cibles de grande taille, la distance entre les points de mesure individuels et les trajectoires de balayage peut être plus importante que si vous recherchez des cibles de petite taille.
- Renseignez-vous sur la zone où vous effectuez vos recherches. Est-il judicieux de détecter à cet endroit ? Existe-t-il des références historiques qui confirment votre hypothèse ? Quel est le type de sol de cette zone ? Les conditions sont-elles favorables à l'enregistrement des données ? La recherche est-elle autorisée à cet endroit (par exemple, sur une propriété privée) ?

- Votre première mesure dans une zone inconnue doit être suffisamment étendue pour obtenir des valeurs représentatives. Toutes les mesures de contrôle suivantes doivent être ajustées individuellement.
- Quelle est la forme et quelles sont les dimensions de l'objet que vous recherchez ? Si vous cherchez un long tuyau, vous devez mesurer perpendiculairement à l'objet afin de mieux le « voir » sur votre scan.
- Pour obtenir de meilleures valeurs concernant les mesures de profondeur, l'objet doit se trouver au centre du graphique, ce qui signifie qu'il doit être encadré par des valeurs de référence normales (sol normal). Si l'objet se trouve sur le côté du graphique et n'est pas entièrement visible, il n'est pas possible d'estimer la profondeur et les mesures de taille et de forme sont également limitées. Dans ce cas, répétez le scan et modifiez la position de votre zone de scan afin d'obtenir un positionnement optimal de l'anomalie à l'intérieur du graphique.
- Vous devriez effectuer au moins deux scans de contrôle pour être plus sûr de vos résultats.

6.3.1 Orientation des antennes

Lors d'une mesure, les antennes doivent toujours se trouver à la même distance du sol. En général, nous recommandons une hauteur d'environ 10 cm (0,4 pouce) au-dessus de la surface du sol, si possible.

Si vous devez passer au-dessus de pierres, de bois ou d'herbes hautes, commencez votre balayage en plaçant les antennes plus haut dès le début. Dans de telles circonstances, vous devrez peut-être commencer le balayage avec les antennes à une hauteur de 30 cm (1 pied) et les maintenir à ce niveau pendant toute la durée du balayage. Il est important de maintenir cette hauteur, car cela permettra d'éliminer de nombreuses erreurs. En règle générale, ne modifiez pas la hauteur pendant un balayage, car cela pourrait générer des erreurs inutiles.

6.3.2 Parallèle ou en zigzag ?

Pour les utilisateurs expérimentés du Gepard GPR, les deux modes de balayage conviennent. D'après l'expérience, les meilleurs graphiques ont été obtenus en mode « Parallèle », car vous commencez au même point et vous vous déplacez dans la même direction. Il est également plus facile de contrôler votre vitesse de marche.

Le mode parallèle est particulièrement recommandé sur les terrains accidentés, tels que les versants de montagne, les pentes ou autres surfaces inclinées. En matière de rapidité, l'utilisateur expérimenté utilisera très souvent le mode Zig-Zag pour le balayage initial afin de déterminer s'il existe dans la zone des anomalies méritant une exploration plus approfondie.

CHAPITRE 7

Logiciel

Une fois le logiciel Gepard GPR lancé, le menu principal s'affiche comme illustré à la figure 7.1.

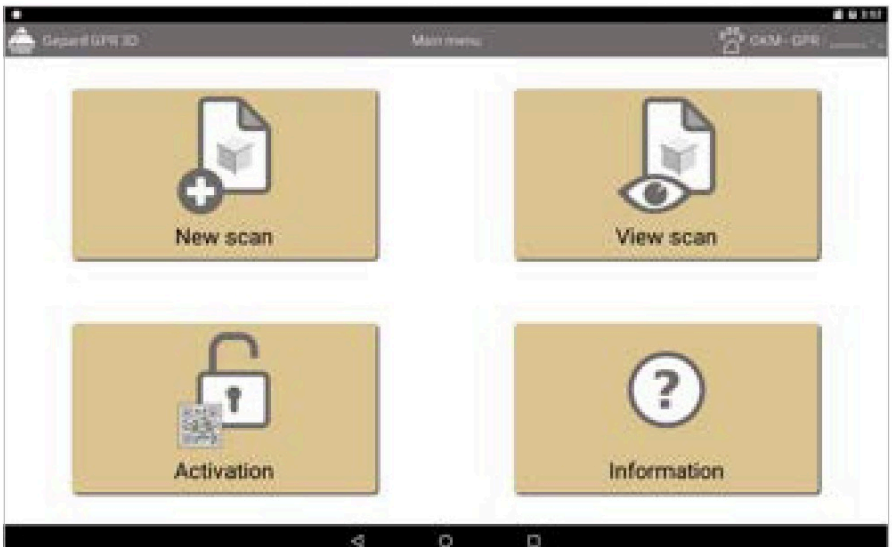


Figure 7.1 : Menu principal

Dans le menu principal, vous pouvez choisir parmi les options suivantes :

- **New Scan :** sélectionnez cette option si vous souhaitez créer une nouvelle mesure, en 2D ou en 3D.
- **View scan :** utilisez cette option pour ouvrir des mesures précédemment enregistrées afin de les évaluer en détail.
- **Activation :** avant d'utiliser l'application Gepard GPR pour la première fois, vous devez l'activer. La procédure d'activation commence par la sélection de cette option.
- **Informations :** si vous avez besoin de contacter le fabricant pour obtenir une assistance avancée, vous pouvez utiliser cette option.

7.1 Configuration de l'application Android

Si vous avez acheté le pack complet du Gepard GPR, la tablette était incluse et est déjà équipée d'une application logicielle activée. Dans ce cas, vous pouvez ignorer la section 7.1 et ses sous-sections et passer directement à la section 7.3 « New Scan » à la page 32 !

Si vous n'avez pas acheté de tablette préconfigurée avec votre Gepard GPR, vous devez

1. installer l'application logicielle sur votre tablette,
2. activer l'application,
3. connecter la tablette à l'unité de commande du Gepard GPR.

7.1.1 Télécharger et installer l'application

Si vous souhaitez installer l'application pour la première fois ou la réinstaller après une réinitialisation d'usine, vous devez d'abord la télécharger depuis « Google Play ».

Recherchez l'application « Play Store » sur la tablette – que vous utilisez pour installer l'application Gepard GPR – et ouvrez-la. Si vous ne disposez pas encore d'un compte Google, vous devez en créer un pour pouvoir télécharger l'application Gepard GPR. Suivez simplement les instructions sur votre tablette pour télécharger et installer l'application.

7.1.2 Activer l'application

Une fois l'installation terminée, vous devez activer le logiciel. Vous trouverez des informations détaillées sur cette procédure d'activation à la section 7.2 « Activation », page 29. En cas de problème, veuillez contacter votre revendeur local pour obtenir de l'aide !

7.1.3 Connecter l'unité de commande à la tablette

Pour effectuer des mesures avec le Gepard GPR, l'unité de commande et la tablette Android doivent être reliées à l'aide du câble USB-C fourni. Veuillez utiliser le câble court prévu à cet effet. Des câbles trop longs peuvent provoquer des interférences qui nuisent aux données de mesure.

Dès que le câble USB-C est branché, la connexion s'établit automatiquement. Vous pouvez alors ouvrir l'application Gepard GPR sur votre tablette et l'utiliser pour piloter votre unité de commande.

7.2 Activation

Après avoir lancé l'application Gepard GPR pour la première fois, vous devez suivre la procédure d'activation pour pouvoir utiliser toutes les fonctions. Pour lancer la procédure d'activation, il vous suffit de sélectionner « Activation » dans le menu principal.

Si vous avez reçu votre Gepard GPR avec une tablette Android préconfigurée, votre application devrait déjà être activée.

> Vous trouverez le code nécessaire pour renouveler l'activation du logiciel dans la documentation fournie avec votre appareil lors de l'achat. Conservez-le en lieu sûr.

Il existe deux façons différentes d'activer votre application Gepard GPR :

- **Activation via un code QR :** il vous suffit de scanner un code QR avec votre tablette pour activer votre application.
- **Activation manuelle :** saisissez manuellement des informations telles que le numéro de série et le code d'activation.

7.2.1 Activation avec un code QR

Une façon d'activer votre application consiste à utiliser le code QR fourni. Après avoir sélectionné l'option « Use QR code », vous devez diriger l'appareil photo de votre appareil Android vers le code QR.

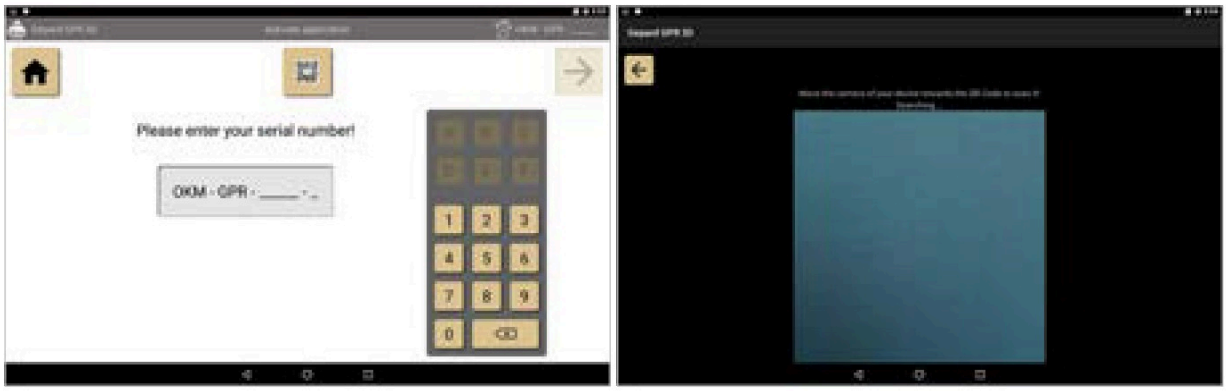


Figure 7.4 : Scannez le code QR pour activer l'application

Si le code est correctement reconnu par votre application, l'activation aboutira et vous pourrez utiliser votre Gepard GPR. Si vous utilisez ultérieurement un autre Gepard GPR avec cette application, vous devrez modifier votre activation en conséquence et répéter la procédure d'activation.

7.2.2 Activation manuelle

La deuxième méthode pour activer votre application consiste à saisir manuellement toutes les informations nécessaires. Vous trouverez toutes les informations d'activation jointes à l'impression de ce manuel. Conservez ces informations pour une utilisation future.

Commencez par saisir le numéro de série de l'appareil, comme indiqué à la figure 7.5. Vous trouverez votre numéro de série sur l'étiquette située à l'avant de votre manuel d'utilisation ainsi que sur l'appareil lui-même.

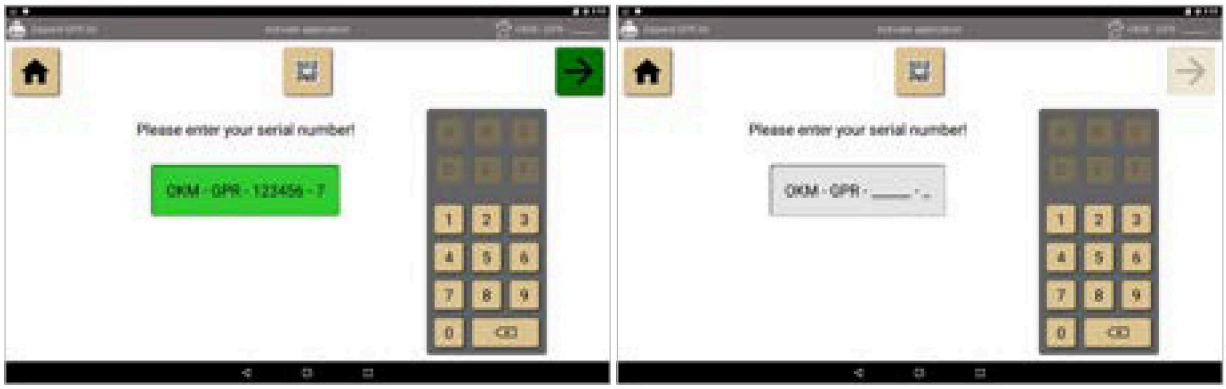


Figure 7.5 : Activation – Saisie du numéro de série

Après avoir saisi le numéro de série correct, cliquez sur le bouton → pour continuer.

À l'étape suivante, vous serez invité à saisir le code d'activation, comme illustré à la figure 7.6. Ces informations figurent également sur la petite brochure qui se trouve au début de votre manuel. Après avoir saisi le code d'activation, appuyez à nouveau sur le bouton → .

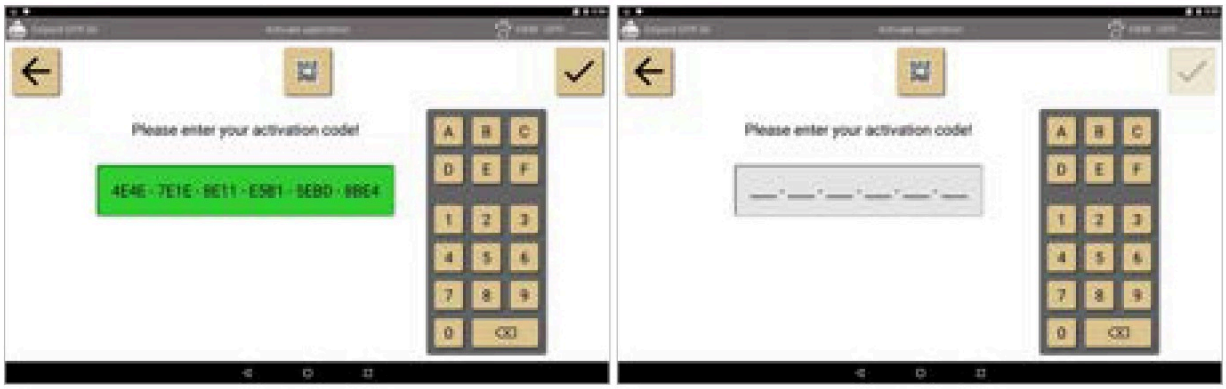


Figure 7.6 : Activation – Saisie du code d'activation

Une fois cette étape terminée et toutes les informations validées, votre application logicielle est prête à être utilisée.

7.3 New Scan

Veuillez vous assurer que votre Gepard GPR est sous tension et que vous avez relié la tablette à l'unité de commande à l'aide du câble USB-C fourni. Si c'est le cas, vous pouvez commencer à configurer votre mesure dès maintenant.

7.3.1 Configuration d'une mesure GPR

Après avoir sélectionné le mode de fonctionnement « New Scan » dans le menu principal, vous devez suivre plusieurs étapes pour configurer votre application en fonction de votre tâche spécifique.

7.3.1.1 Établir la connexion

Sur le premier écran de la figure 7.7, l'application se connecte à votre Gepard GPR. Parallèlement, elle vérifie si l'activation du logiciel est valide.

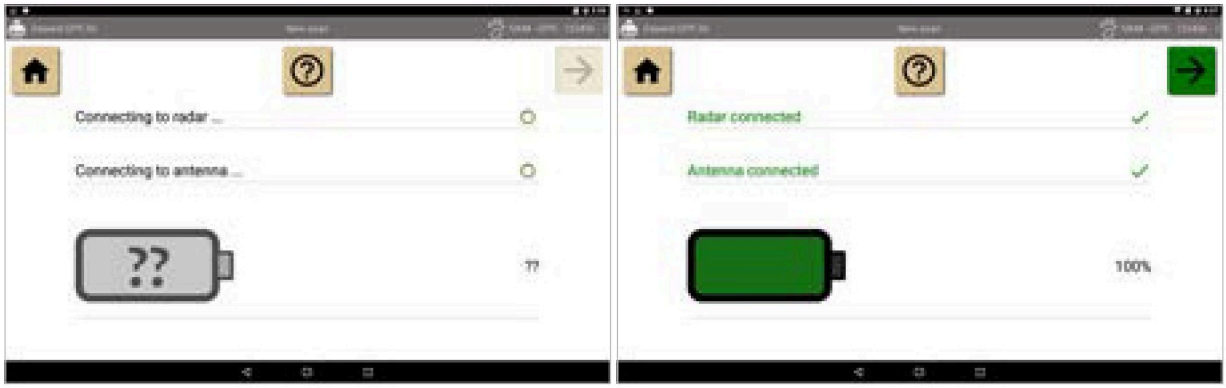


Figure 7.7 : New Scan – Établir la connexion

Si les antennes indiquent un problème, vous devez vérifier toutes les connexions et tous les câbles. Une fois la connexion établie, vous pouvez appuyer sur le bouton → pour passer à l'étape 2.

7.3.1.2 Paramètres généraux

À la deuxième étape, illustrée à la figure 7.8, vous pouvez régler les paramètres généraux qui améliorent ou facilitent votre procédure de balayage.



Figure 7.8 : New Scan – Paramètres généraux

Vous pouvez régler les paramètres suivants :

- **GPS :** vous pouvez activer ou désactiver l'enregistrement des coordonnées GPS en même temps que les données de balayage. Une fois le GPS activé, l'appareil évalue la qualité des données GPS disponibles. Cela peut prendre quelques instants. Dès qu'une réception stable est établie, l'indicateur passe automatiquement au vert.
- **Casque :** vous pouvez activer ou désactiver le module Bluetooth interne pour une utilisation avec des écouteurs sans fil. Après avoir activé cette option, vous devez lancer le processus de couplage Bluetooth de vos écouteurs. Dès que le Gepard GPR et vos écouteurs Bluetooth sont couplés, l'état du commutateur passe automatiquement au vert.
- **Haut-parleur :** vous pouvez activer ou désactiver le haut-parleur intégré. Lorsque vous utilisez l'appareil sans écouteurs, vous pouvez activer le haut-parleur intégré pour entendre le son émis pendant la mesure.

- **Palette de couleurs :** vous pouvez choisir le schéma de couleurs que vous souhaitez utiliser pour la représentation visuelle des données de scan pendant la mesure. Ce schéma de couleurs peut être modifié ultérieurement lors de l'analyse de vos résultats de mesure.

Une fois que vous avez modifié tous les paramètres selon vos préférences personnelles, vous pouvez appuyer sur le bouton → pour passer à l'étape 3.

7.3.1.3 Titre et description du projet

À l'étape suivante, vous devez saisir un titre de projet, qui servira par la suite à retrouver votre mesure dans la liste de tous les fichiers enregistrés (voir la section 7.4 « View scan » à la page 41). Vous pouvez également ajouter des remarques supplémentaires dans le champ de description (par exemple, lieu de la mesure, conditions environnementales, etc.).

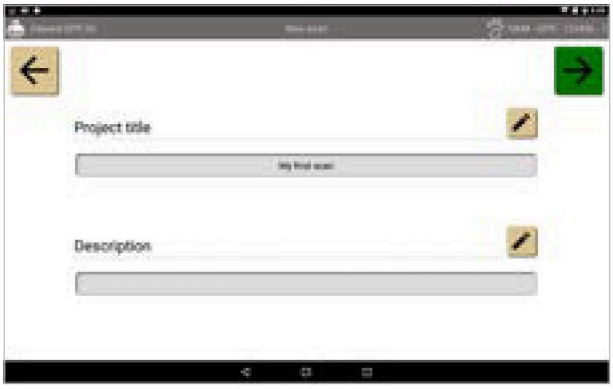


Figure 7.9 : New Scan – Titre et description du projet

Vous pouvez modifier la valeur de chaque champ en appuyant sur le bouton . Toutes ces informations peuvent également être modifiées ultérieurement, comme décrit dans la section 7.4.5 « Modification du titre du projet et des notes » à la page 52.

Une fois toutes les informations saisies, vous pouvez appuyer sur le bouton pour passer à l'étape 4.

7.3.1.4 Choix du type de scan

À l'étape suivante, vous devez décider si vous allez effectuer une mesure 2D (principalement une seule ligne de balayage) ou une mesure 3D (plusieurs lignes de balayage juxtaposées).

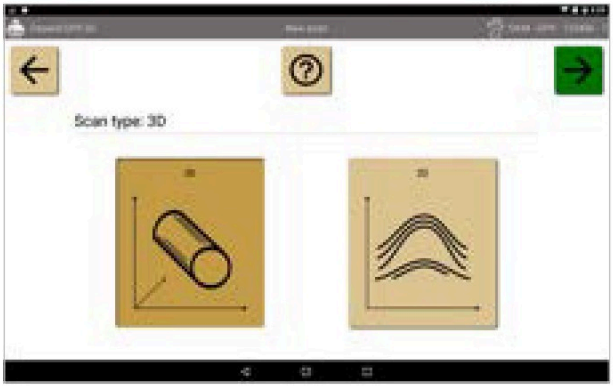


Figure 7.10 : New Scan – Choix du type de scan

Vous avez deux choix :

- **2D :** le balayage 2D sert à balayer une seule ligne. Vous verrez simplement les reflets des objets souterrains sous forme de graphiques 2D simples.

- **3D :** le balayage 3D permet de balayer de nombreuses lignes parallèles afin d'obtenir une image 3D fidèle des objets souterrains. Une fois la mesure terminée, vous pouvez également basculer entre les vues 2D et 3D.

Si vous sélectionnez la 2D, l'étape suivante, qui n'est disponible que pour les mesures 3D, sera automatiquement ignorée.

7.3.1.5 Choix du mode de balayage

Cette étape n'est effectuée que si vous avez choisi d'effectuer une mesure 3D.

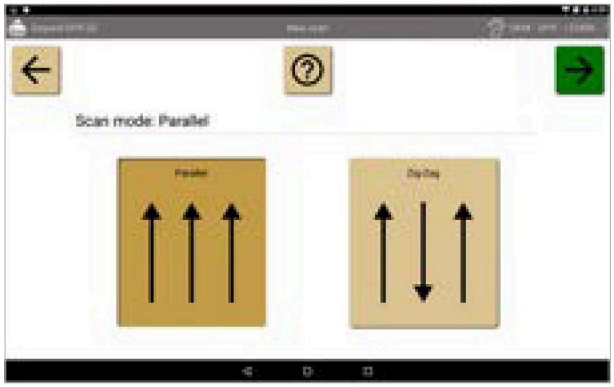


Figure 7.11 : New Scan – Sélection du mode de balayage

Si vous avez sélectionné « 3D » comme type de scan, vous devez maintenant choisir le mode de balayage dans lequel vous souhaitez travailler :

- **Parallèle :** en mode parallèle, vous parcourez plusieurs lignes de balayage, mais en commençant toujours du même côté de votre zone de balayage.
- **Zig-Zag :** en mode Zig-Zag, vous parcourez également plusieurs lignes de balayage, mais cette fois-ci, chaque ligne suivante commence du côté de la zone de balayage où la ligne précédente s'est terminée.

Après avoir sélectionné le mode de balayage de votre choix, vous pouvez appuyer sur le bouton → pour passer à l'étape 6.

7.3.1.6 Profondeur maximale et type de sol

À l'étape suivante, illustrée à la figure 7.12, vous allez régler certains paramètres concernant le champ de balayage lui-même.

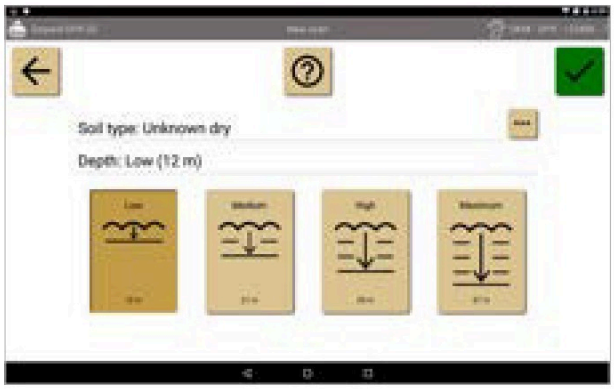


Figure 7.12 : New Scan – Profondeur maximale et type de sol

Vous devez régler les paramètres suivants :

- **Type de sol :** le choix du type de sol approprié permettra au Gepard GPR de fournir une mesure de profondeur très proche de la réalité. Étant donné qu'il existe littéralement des millions de combinaisons de sols différentes, il ne sera pas toujours possible de trouver celle qui correspond exactement. Les différents types de sol présentent des facteurs d'atténuation variés. La perméabilité magnétique du sol (tableau détaillé à la figure 8.1 à la page 57) correspond à la capacité des signaux électriques à traverser différents milieux. D'un point de vue géologique, elle permet à l'onde radar de traverser le sol et de revenir sous forme d'écho. L'un des meilleurs moyens de déterminer le type de sol approprié dans une zone consiste à effectuer une mesure au-dessus d'un objet enfoui dont la profondeur est connue. Effectuez le balayage, puis comparez le type de sol à la profondeur de l'objet. Il s'agit d'une méthode rapide et simple pour déterminer le sol le plus adapté à la zone.
- **Profondeur :** la profondeur indiquée correspond à la profondeur maximale à laquelle le Gepard GPR effectue ses mesures dans le sol (en fonction du type de sol sélectionné). Plus la profondeur est faible, meilleure est la résolution pour les objets situés près de la surface. À des profondeurs plus importantes, la résolution diminue. Il est essentiel d'avoir préalablement sélectionné le type de sol approprié.

En fonction du mode de balayage sélectionné, vous pouvez désormais effectuer votre mesure en appuyant sur le bouton ✓.

7.3.2 Réalisation d'une mesure GPR

Une fois que toutes les étapes de configuration de la section 7.3.1 « Configuration d'une mesure GPR » à la page 32 ont été effectuées avec succès, vous pouvez commencer votre mesure proprement dite. La procédure diffère selon le type de balayage sélectionné. Les deux sous-sections suivantes expliquent plus en détail les mesures 2D et 3D.

7.3.2.1 Mesure en 2D

Pour effectuer un simple balayage en 2D, il suffit de suivre une ligne droite. Une fois votre appareil configuré pour la mesure, vous obtiendrez l'écran illustré à la figure 7.13.



Figure 7.13 : Prêt pour la mesure 2D

Rendez-vous maintenant à votre point de départ, les antennes doivent se trouver à 10 cm (0,33 ft) au-dessus du sol, et appuyez sur le bouton de déclenchement de votre Gepard GPR. Continuez ensuite à marcher lentement et sans vous arrêter jusqu'au point d'arrivée de votre ligne de balayage. Dès que vous atteignez le point d'arrivée, appuyez à nouveau sur le bouton pour arrêter le balayage.

Au cours de cette procédure, vous devriez voir les données s'afficher sur l'écran de votre tablette, comme indiqué à la figure 7.14.



Figure 7.14 : Données de balayage en cours de réception pendant la mesure 2D

Vous pouvez étendre vos données de balayage en démarrant et en arrêtant la mesure à plusieurs reprises. Pour ce faire, il suffit d'appuyer sur le bouton de déclenchement de votre Gepard GPR.

Si vous avez enregistré toutes vos données, appuyez sur le bouton ✕ sur l'écran de votre tablette pour terminer la mesure. Vous devez maintenant choisir si vous souhaitez enregistrer ✓ ou supprimer ✕ votre scan (voir figure 7.17 à la page 41).

7.3.2.2 Mesure en 3D

Pour un balayage 3D, vous devez parcourir plusieurs lignes droites en partant du côté droit de votre champ de balayage. Chaque ligne de balayage supplémentaire est effectuée à gauche de la précédente. Après avoir préparé votre appareil pour la mesure, vous obtiendrez l'écran de la figure 7.15.

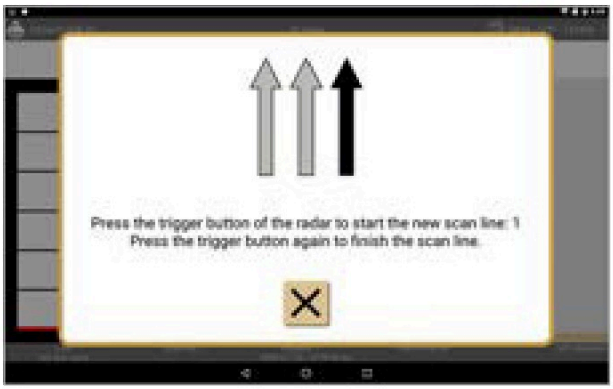


Figure 7.15 : Prêt pour la mesure 3D

Rendez-vous à votre point de départ ; les antennes doivent se trouver à 10 cm (0,33 ft) au-dessus du sol, puis appuyez sur le bouton de déclenchement de votre Gepard GPR. Continuez ensuite à marcher lentement et sans vous arrêter jusqu'au point d'arrivée de votre ligne de balayage. Pendant que vous parcourez les lignes, les données de balayage s'affichent sur la tablette, comme le montre la figure 7.16. Dès que vous atteignez l'extrémité de la première ligne de balayage, appuyez à nouveau sur le bouton de déclenchement pour arrêter l'enregistrement. Le nombre de points de balayage est désormais enregistré et sera utilisé pour toutes les lignes de balayage suivantes. Ainsi, vous n'avez plus besoin d'appuyer sur le bouton de déclenchement à la fin des lignes de balayage suivantes.



Figure 7.16 : Données de balayage en cours de mesure 3D

En fonction du mode de balayage sélectionné, l'une des actions suivantes est nécessaire après le balayage de la première ligne :

Mode de balayage = Parallèle	**Mode de balayage = Zig-Zag**
Revenez au point de départ de la ligne de balayage précédente et déplacez-vous d'environ 50 cm vers la gauche. Appuyez à nouveau sur le bouton de déclenchement pour commencer à mesurer la nouvelle ligne de balayage. Cette fois-ci, l'appareil s'arrêtera automatiquement à la fin de la ligne de balayage.	Avancez d'environ 50 cm vers la gauche et pivotez de 180° (demi-tour). Appuyez à nouveau sur le bouton de déclenchement pour lancer la mesure de la nouvelle ligne de balayage. Cette fois-ci, l'appareil s'arrêtera automatiquement à la fin de la ligne de balayage. Pivotez de 180° (demi-tour) et avancez d'environ 50 cm vers la gauche avant de balayer la ligne suivante.

Répétez la procédure précédente pour autant de lignes que nécessaire afin de terminer votre scan. Une fois toutes vos données enregistrées, appuyez sur le bouton sur l'écran de votre tablette pour terminer la mesure. Vous devez maintenant décider si vous souhaitez enregistrer ou supprimer votre scan. Si vous souhaitez enregistrer vos données, l'écran de la figure 7.17 s'affiche.

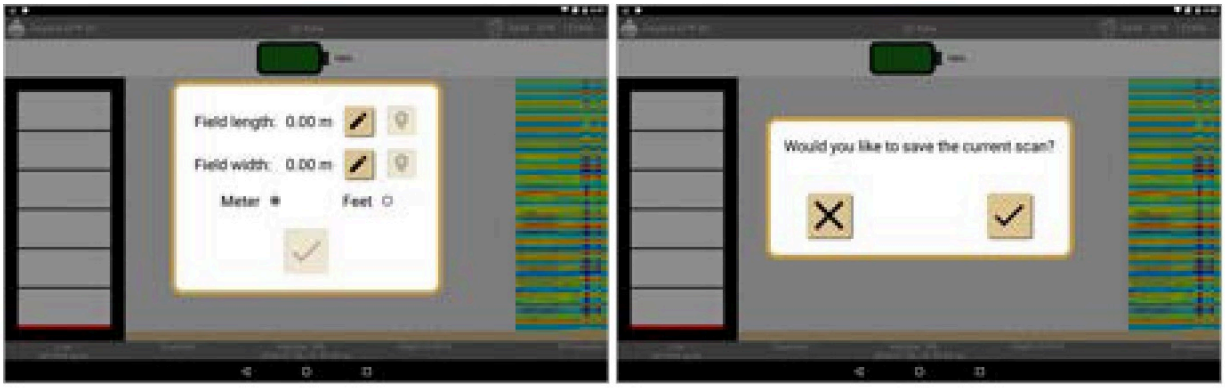


Figure 7.17 : Application des dimensions du terrain

Vous devez maintenant saisir la longueur et la largeur de votre zone de balayage. Cette étape est importante pour obtenir des mesures de distance correctes lors de l'analyse de vos données de balayage. Veuillez consulter la section 7.4.6 « Définition des dimensions du terrain » à la page 53 pour savoir comment définir les dimensions du terrain.

7.4 View scan

Après avoir effectué plusieurs mesures, vous pouvez ouvrir, visualiser et analyser vos scans plus en détail. Pour cela, sélectionnez l'option « View scan » dans le menu principal. Vous pouvez désormais voir une liste des mesures disponibles, comme illustré à la figure 7.18.



Figure 7.18 : View scan – Liste des mesures

Appuyer sur l'une des entrées de fichier (à l'intérieur de la « zone sensible au clic ») ouvrira simplement la mesure. La barre d'outils et l'écran comportent des boutons supplémentaires dont les significations sont les suivantes :

Accueil
Appuyez sur ce bouton pour revenir au menu principal.

Fichiers de scan (*.nx)
Si vous appuyez sur ce bouton, la liste affichera toutes les mesures. Le nombre entre parenthèses indique le nombre total de fichiers disponibles.

Afficher uniquement les favoris
Appuyez sur ce bouton pour afficher tous les fichiers marqués comme favoris.

Ordre de tri
Appuyez sur l'un de ces boutons pour modifier l'ordre de tri des fichiers dans la liste.

Créer un nouveau fichier de carte
Lorsque vous avez coché une ou plusieurs cases Map, vous pouvez utiliser le bouton « Créer un nouveau fichier de carte » pour générer un nouveau fichier Google Map contenant toutes les coordonnées GPS et les zones de balayage.

Fichiers de carte (*.kmz)
Si vous appuyez sur ce bouton, la liste affichera tous les fichiers de carte (un ensemble d'une ou plusieurs mesures). Le nombre entre parenthèses indique le nombre total de fichiers disponibles.

Supprimer
Utilisez ce bouton pour supprimer le fichier correspondant. Après avoir confirmé la suppression, la mesure est supprimée et ne peut être récupérée.

Selon le mode de balayage utilisé pour effectuer la mesure, le fichier sélectionné s'ouvrira en vue 2D ou 3D. Tout fichier 3D peut être converti ultérieurement en sa représentation 2D correspondante, tandis qu'un balayage 2D ne peut en aucun cas être visualisé en représentation 3D.



Figure 7.19 : Représentation 2D et 3D d'une mesure

En haut de chaque écran de la figure 7.19 se trouve une barre d'outils comportant plusieurs boutons spéciaux qui seront expliqués dans le tableau ci-dessous.

Accueil — 2D, 3D
Appuyez sur ce bouton pour revenir au menu principal.

Basculer entre 2D et 3D — 2D, 3D
Ce bouton n'est fonctionnel que si la mesure a été effectuée en 3D et permet de basculer facilement entre les représentations 2D et 3D.

Activer/désactiver le filtrage — 2D
Si vous appuyez sur ce bouton, la configuration de filtre actuelle est appliquée aux données de la mesure (voir la section 7.4.4 « Application des filtres » à la page 50).

Placer des marqueurs — 2D
Après avoir placé le réticule sur une cible spécifique dans votre scan, vous pouvez appuyer sur ce bouton pour placer un marqueur de couleur à cet endroit précis. Vous pouvez ainsi marquer plusieurs points d'intérêt (POI).



Redimensionner 2D

Appuyez sur ce bouton pour redimensionner la représentation 2D de la mesure. Une fois le bouton enfoncé, une barre de défilement apparaît sous la barre d'outils et vous permet de zoomer ou dézoomer à votre guise.



Réticule 3D 3D

Appuyez sur ce bouton pour activer ou désactiver le réticule 3D. Lorsqu'il est activé, vous pouvez maintenir votre doigt appuyé sur l'un des trois axes de la représentation graphique 3D (voir figure 7.22 à la page 47) et faire glisser le réticule en conséquence.



Réglage des couleurs / Contraste 2D, 3D

Après avoir appuyé sur ce bouton, deux barres de défilement apparaissent pour régler le schéma de couleurs actuel. Cela permet d'augmenter le contraste des couleurs sélectionnées.

Sélectionner le schéma de couleurs 2D, 3D

En appuyant sur le schéma de couleurs actuel, vous ouvrez une boîte de dialogue dans laquelle vous pouvez choisir parmi de nombreux autres schémas de couleurs. Passer d'un schéma de couleurs à un autre peut parfois révéler des structures cachées en raison des différents réglages de contraste et de luminosité. Il n'y a donc pas de schéma de couleurs recommandé ; c'est à vous de trouver la meilleure solution.



Seuil 3D

Après avoir appuyé sur ce bouton, une barre de défilement apparaît, qui permet de régler le seuil de la représentation graphique. En augmentant le seuil, vous pouvez supprimer autant de bruit que nécessaire pour faire ressortir les cibles potentielles.

Sélectionner le type de sol 2D, 3D

En appuyant sur le bouton du type de sol actuel, une boîte de dialogue s'ouvre, dans laquelle vous pouvez choisir parmi de nombreux types de sol différents. Sélectionnez celui qui correspond le mieux à votre zone de balayage. En fonction du type de sol sélectionné, la profondeur calculée des objets potentiels est ajustée. Cela ne modifie en rien la représentation visuelle de vos graphiques.

Menu de la barre d'outils 2D, 3D

Si vous appuyez sur ce bouton, un menu contextuel s'ouvre avec des fonctionnalités supplémentaires, comme décrit dans la section 7.4.3 « Menu de la barre d'outils ».

Au bas des écrans de la figure 7.19 se trouve une barre d'état qui contient des informations telles que la ligne de balayage, l'impulsion, la profondeur et le GPS. La figure 7.20 illustre la barre d'état et les informations qu'elle contient.

Réglage de la profondeur : cette valeur indique la profondeur de pénétration sélectionnée qui a été utilisée pour effectuer le balayage.

Ligne de balayage : il s'agit du numéro de la ligne de balayage actuelle sur laquelle le réticule est placé. Si vous avez saisi des dimensions de terrain valides, vous verrez également la distance correspondante par rapport au point de départ, en mètres ou en pieds.

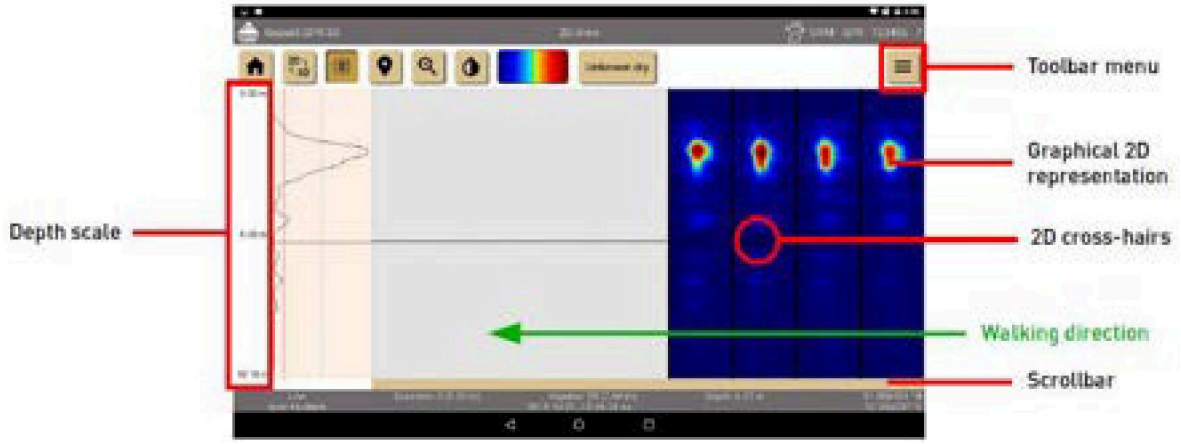


Figure 7.20 : Barre d'état des écrans d'affichage

Impulsion : il s'agit du numéro de l'impulsion actuelle sur laquelle le réticule est placé. Si vous avez saisi des dimensions de terrain valides, vous verrez également la distance correspondante par rapport au point de départ, en mètres ou en pieds.

Profondeur : en fonction du type de sol actuel, cette valeur correspond à la profondeur calculée.

Titre du projet : vous pouvez voir ici le titre que vous avez saisi lors de la création d'un nouveau scan.

Nom du fichier : il s'agit du nom de fichier actuel sous lequel les données du balayage ont été enregistrées.

Coordonnées GPS : si le GPS était activé pendant le balayage, la longitude et la latitude s'affichent dans le coin inférieur droit de l'écran.

7.4.1 Écran de vue 2D

L'écran de vue 2D affiche toutes les données mesurées les unes à côté des autres, en commençant par la droite. Ainsi, si vous visualisez une mesure 3D en 2D, la première ligne de balayage se trouve à droite de l'écran, suivie de la deuxième, puis de la troisième, et ainsi de suite.

type).

Figure 7.21 : Écran de vue 2D

Menu de la barre d'outils : appuyez sur le bouton  pour ouvrir le menu de la barre d'outils (voir la section 7.4.3 « Menu de la barre d'outils » à la page 48).

Échelle de profondeur : l'échelle de profondeur indique la profondeur de votre mesure (en fonction du type de sol sélectionné).

Représentation graphique 2D : il s'agit de la zone où s'affichent les données de balayage visualisées. Si vous appuyez sur cette zone et déplacez votre doigt, le réticule peut être positionné sur une cible potentielle. Ainsi, les informations telles que la ligne de balayage, l'impulsion et la profondeur sont recalculées dans la barre d'état.

Réticule 2D : pour connaître la profondeur et la position des objets détectés, il vous suffit de déplacer votre doigt sur la zone d'affichage principale (représentation graphique 2D) afin de placer le réticule directement sur l'objet concerné. Vous pouvez ensuite consulter les valeurs de profondeur et de position dans la barre d'état de l'écran.

Barre de défilement : si la représentation visuelle de votre mesure est trop grande pour tenir sur votre écran, vous pouvez utiliser la barre de défilement pour déplacer le graphique vers la gauche ou vers la droite.

7.4.2 Écran de vue 3D

La vue 3D est calculée à partir de toutes les lignes de balayage individuelles. Selon la quantité de données, ce processus peut prendre un certain temps. Vous pouvez revenir à tout moment à une vue 2D.

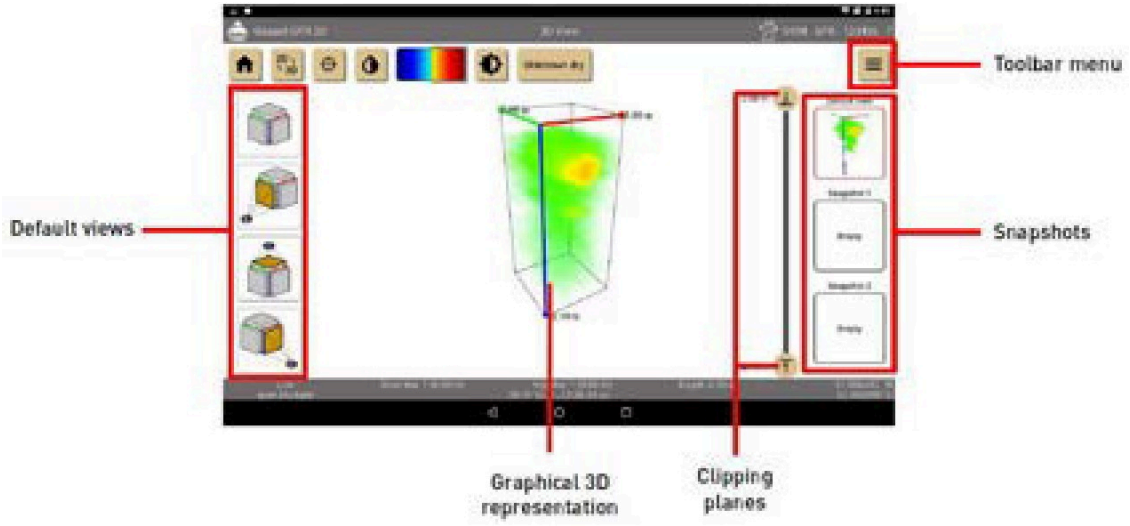


Figure 7.22 : Écran de vue 3D

Menu de la barre d'outils : appuyez sur le bouton pour ouvrir le menu de la barre d'outils (voir la section 7.4.3 « Menu de la barre d'outils » à la page 48).

Vues par défaut : appuyez sur l'un des boutons de vue par défaut pour modifier la perspective actuelle de la représentation graphique 3D à l'aide de rotations prédéfinies.

Représentation graphique 3D : c'est ici que s'affiche votre scan 3D. Pour faire pivoter l'image, il vous suffit de balayer l'écran vers la gauche, la droite, le haut ou le bas. Pour zoomer ou déplacer l'image, utilisez deux doigts sur l'écran.

Instantanés : vous pouvez enregistrer votre vue 3D actuelle (échelle et rotation) sous forme d'instantané. Pour cela, ajustez votre représentation graphique selon vos besoins et appuyez sur « Snapshot 1 » ou « Snapshot 2 ». Une boîte de dialogue, comme illustré à la figure 7.23, s'affichera alors.

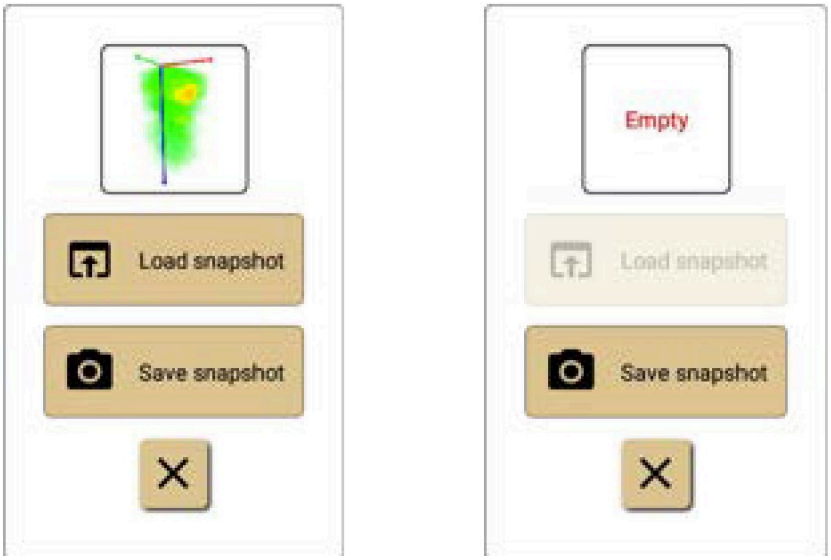


Figure 7.23 : Enregistrer et charger des instantanés

Si aucun instantané n'a été enregistré auparavant, vous pouvez simplement enregistrer celui-ci maintenant. Sinon, vous pouvez rouvrir celui qui a été enregistré précédemment dans la représentation graphique 3D ou le remplacer par l'état actuel.

Plans de découpe : déplacez le bouton du plan de découpe supérieur ou inférieur pour supprimer les données de balayage des couches supérieures ou inférieures de votre affichage. Cela permet d'éliminer les perturbations indésirables proches de la surface ou du sous-sol.

7.4.3 Menu de la barre d'outils

Si vous appuyez sur le bouton  situé dans la barre d'outils de l'écran de vue 2D et 3D, le menu de la barre d'outils s'ouvre. Chaque menu de la barre d'outils comprend les éléments suivants :

- **Favorite :** appuyez sur ce bouton pour faire passer le fichier de scan actuel d'un scan non favori à un scan favori. Cela vous permettra de filtrer tous vos favoris ultérieurement lorsque vous parcourrez vos fichiers de scan. Appuyer plusieurs fois sur ce bouton permet simplement de basculer entre les deux états.

- **3D / 2D filter ... :** cette option permet de modifier la configuration du filtre appliqué. Elle est recommandée uniquement aux utilisateurs professionnels. La modification des paramètres peut entraîner un affichage incorrect des données. Vous trouverez des informations détaillées sur les filtres à la section 7.4.4 « Application des filtres » à la page 50.
- **Notes ... :** utilisez cette option pour modifier le titre du projet et ajouter des remarques supplémentaires à votre mesure. Reportez-vous à la section 7.4.5 « Modification du titre du projet et des notes », page 52, pour plus de détails !
- **Scan dimensions ... :** cette option permet de saisir les dimensions correctes du terrain pour votre mesure. Cela est très important pour mesurer les distances ou les positions de cibles potentielles. Consultez la section 7.4.6 « Définition des dimensions du terrain » à la page 53 pour plus d'informations !
- **Show map :** cette fonction génère une carte Google Map contenant la mesure actuelle. Vous trouverez des informations détaillées sur les cartes à la section 7.4.7 « Affichage des fichiers de carte » à la page 54.
- **Export :** sélectionnez cette option pour exporter la mesure actuelle dans différents formats, tels que :
  - **PDF :** génère un document PDF avec la représentation graphique actuelle et des informations de balayage supplémentaires.
  - **PNG :** génère une image PNG de la représentation graphique actuelle.
  - **CSV :** génère un fichier CSV contenant toutes les valeurs mesurées ainsi que les données GPS (si disponibles) pour une utilisation dans d'autres logiciels.
  - **DZT :** génère un fichier DZT, format courant pour les logiciels GPR généraux.

Appuyez sur le bouton  pour fermer le menu de la barre d'outils.

7.4.4 Application des filtres

Après l'ouverture d'une mesure 3D, le filtre par défaut est appliqué automatiquement pour améliorer la représentation visuelle de vos données enregistrées. Pour toutes les mesures 2D, une autre combinaison de filtres est appliquée au début, mais vous pouvez modifier manuellement les deux configurations de filtres si nécessaire.

Pour appliquer les filtres ou modifier leurs paramètres en conséquence, vous devez ouvrir le menu de la barre d'outils comme décrit à la section 7.4.3 « Menu de la barre d'outils » à la page 48. Sélectionnez ensuite l'option « Filter ... ». L'écran de la figure 7.24 s'affiche alors.

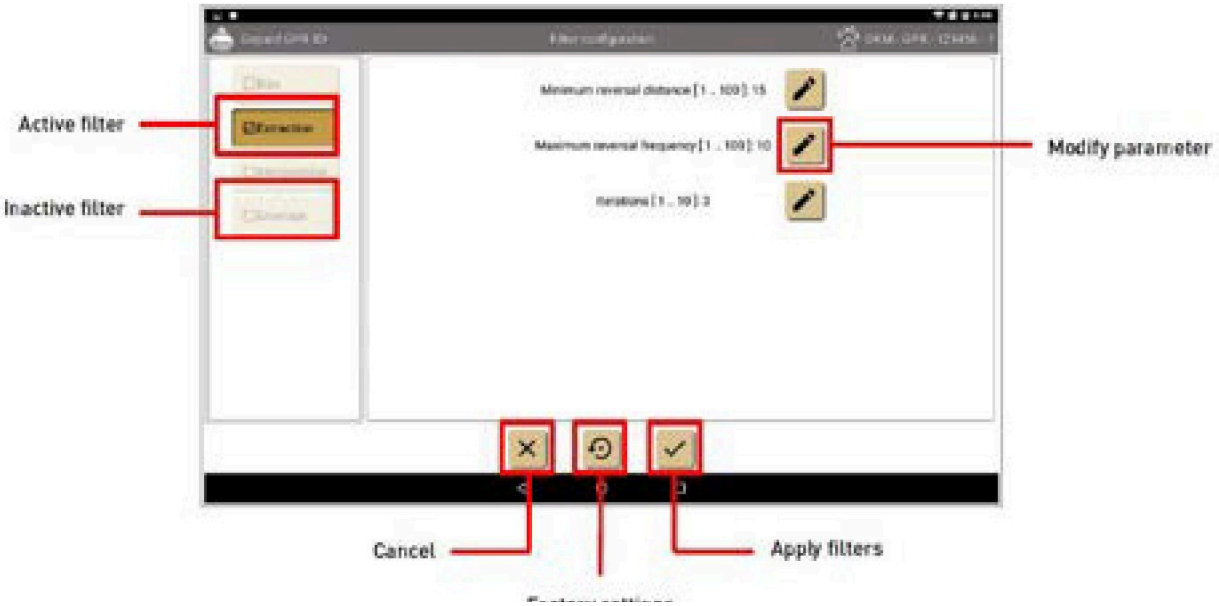


Figure 7.24 : Boîte de dialogue Filtre

Sur le côté gauche de l'écran, tous les filtres disponibles sont répertoriés. Vous pouvez activer ou désactiver les filtres en cochant la petite case située à gauche du nom. Si vous appuyez sur le bouton lui-même, le côté droit de l'écran change pour afficher les paramètres associés au filtre sélectionné.

Modifier le paramètre : sélectionnez cette option pour modifier la valeur du paramètre correspondant. Tous les paramètres et leur signification sont décrits dans les sous-sections suivantes.

Annuler : utilisez ce bouton pour annuler la configuration des filtres et fermer la boîte de dialogue des filtres.

Réglages d'usine : appuyez sur ce bouton pour rétablir les réglages d'usine de tous les paramètres.

Appliquer les filtres : appuyez sur ce bouton pour appliquer les paramètres de filtrage actuels à la mesure en cours.

Les filtres et leurs paramètres seront expliqués dans les sections suivantes.

7.4.4.1 Biais

Le filtre de biais réorganise les valeurs afin d'éliminer le bruit et les signaux indésirables. Vous pouvez modifier l'intensité du filtre en réglant la valeur Range. Si cette valeur est égale à 0 (zéro), toutes les valeurs mesurées seront prises en compte pour le calcul final. Sinon, seul le nombre spécifié de valeurs voisines sera utilisé pour le calcul final.

7.4.4.2 Extraction

Le filtre d'extraction a été développé pour extraire tout type d'interférence des données mesurées. Cela est particulièrement utile pour créer des représentations 3D beaucoup plus nettes. Les paramètres suivants peuvent être ajustés :

- **Distance minimale d'inversion :** cette valeur définit la durée pendant laquelle un signal valide doit être présent au sein d'une même ligne de balayage pour qu'un objet soit considéré comme valide. Cette valeur correspond à un nombre de valeurs de balayage.
- **Fréquence maximale d'inversion :** cette valeur définit le nombre de changements de signal autorisés au sein d'une seule ligne de balayage. Cette valeur est exprimée en pourcentage.
- **Itérations :** entrez une valeur comprise entre 1 et 10 pour définir combien de fois le processus d'extraction doit être exécuté sur la mesure. Plus vous effectuez de cycles, plus le nombre de signaux supprimés sera important.

7.4.4.3 Interpolation

L'interpolation rassemble les données voisines pour former des groupes de structures potentielles. À cette fin, plusieurs paramètres peuvent être ajustés :

- **Utiliser des valeurs absolues :** si cette valeur est égale à 1 (un), toutes les valeurs de balayage seront converties en valeurs absolues avant tout autre calcul.
- **Normalisation :** si cette valeur est égale à 1 (un), toutes les valeurs de balayage calculées seront normalisées avant l'exécution de l'itération suivante.
- **Mode :** il existe deux modes de calcul : Simple et Avancé. Ce dernier mode utilise davantage de valeurs pour son calcul, ce qui donne des résultats plus lisses.
- **Distance maximale d'impulsion :** entrez une valeur comprise entre 1 et 10 pour définir la plage ou la distance des valeurs voisines qui doivent être prises en compte dans le processus d'interpolation (uniquement pour les éléments de la ligne de balayage actuelle).

- **Distance maximale de la ligne de balayage :** entrez une valeur comprise entre 1 et 10 pour définir la plage ou la distance des valeurs voisines qui doivent être prises en compte dans le processus d'interpolation (pour tous les éléments de la ligne de balayage).
- **Itérations :** entrez une valeur comprise entre 1 et 7 pour définir combien de fois le processus d'interpolation doit être exécuté sur la mesure. Plus le nombre de cycles est élevé, plus le résultat est lisse, mais vous risquez de perdre de petits objets isolés.

7.4.4.4 Enveloppe

Le filtre d'enveloppe prend un signal haute fréquence en entrée et fournit en sortie l'enveloppe du signal d'origine. Deux valeurs peuvent donc être réglées :

- **Temps de montée :** entrez une valeur comprise entre 0,00 et 1,00 pour définir la vitesse d'augmentation de l'enveloppe.
- **Temps de descente :** entrez une valeur comprise entre 0,00 et 1,00 pour définir la vitesse de décroissance de l'enveloppe.

7.4.5 Modification du titre du projet et des notes

Avant de créer une nouvelle mesure, vous devez saisir un titre de projet pertinent. Sans titre, vous ne pouvez pas effectuer de mesure. Vous pouvez modifier ce titre de projet et vos remarques supplémentaires par la suite, par exemple pour ajouter des informations importantes ou pour préciser le titre ou la description actuels.



Figure 7.25 : Boîte de dialogue Notes

Pour ouvrir la boîte de dialogue des notes illustrée à la figure 7.25, vous devez sélectionner l'option « Notes ... » dans le menu de la barre d'outils, comme expliqué à la section 7.4.3 « Menu de la barre d'outils » à la page 48. Utilisez les boutons pour modifier le contenu du titre et de la description.

7.4.6 Définition des dimensions du terrain

Si vous souhaitez mesurer la position de cibles potentielles, vous devez saisir les dimensions correctes de votre zone de balayage. Dans le menu de la barre d'outils (voir la section 7.4.3 « Menu de la barre d'outils » à la page 48), vous devez sélectionner l'option « Scan dimensions ... ». La boîte de dialogue des dimensions de la figure 7.26 s'affiche alors à l'écran.



Figure 7.26 : Boîte de dialogue des dimensions du terrain

Dans cette boîte de dialogue, vous pouvez saisir les informations suivantes :

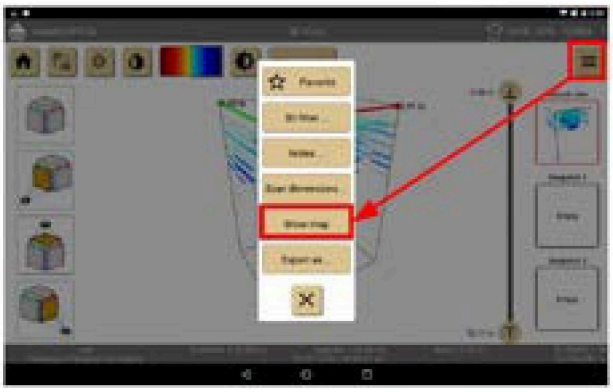
- **Mètres / Pieds :** sélectionnez Mètres ou Pieds comme unité de longueur et de largeur.
- **Longueur du terrain :** il s'agit de la longueur d'une seule ligne de balayage, que vous ayez effectué un balayage en 2D ou en 3D. Appuyez simplement sur le bouton pour modifier la valeur de la longueur. Si le bouton est activé, vous pouvez appuyer dessus pour obtenir la valeur de longueur calculée en fonction des données GPS enregistrées.

- **Largeur du terrain :** cette fonction n'est utile que pour les scans 3D et indique la distance entre la première et la dernière ligne de balayage. Il suffit d'appuyer sur le bouton pour modifier la valeur de la largeur. Si le bouton est activé, vous pouvez appuyer dessus pour obtenir la valeur de largeur calculée en fonction des données GPS enregistrées.

Appuyez sur le bouton pour appliquer toutes les modifications et fermer la boîte de dialogue.

7.4.7 Affichage des fichiers de carte

Au sein de l'application logicielle, vous pouvez créer des fichiers de carte Google contenant un ou plusieurs fichiers de balayage. Il existe deux façons de créer une carte à partir de vos mesures.



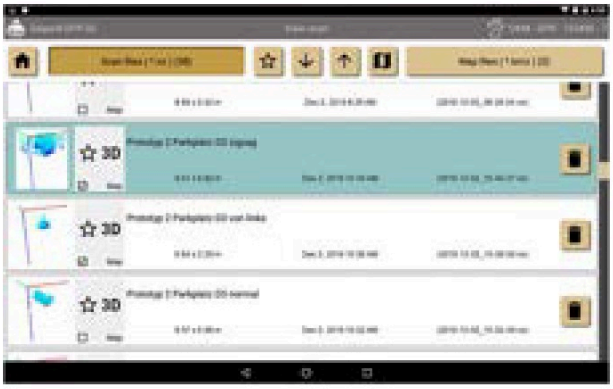


Figure 7.27 : Créer un fichier de carte – Option 1 / Figure 7.28 : Créer un fichier de carte – Option 2

Option 1	Option 2
1. Dans le menu principal, sélectionnez « View scan » et ouvrez l'image de scan souhaitée. 2. Ouvrez ensuite le menu de la barre d'outils ... 3. ... et sélectionnez « Show map ».	1. Dans le menu principal, sélectionnez « View scan » et cochez la petite case Map de toutes les images de scan souhaitées. 2. Appuyez ensuite sur le bouton dans la barre d'outils. 3. Saisissez maintenant un nom de fichier individuel pour le nouveau fichier de carte.

Selon la taille de vos mesures, le calcul de la carte peut prendre un certain temps. Dès que le fichier de carte a été créé, l'écran de la figure 7.29 s'affiche.

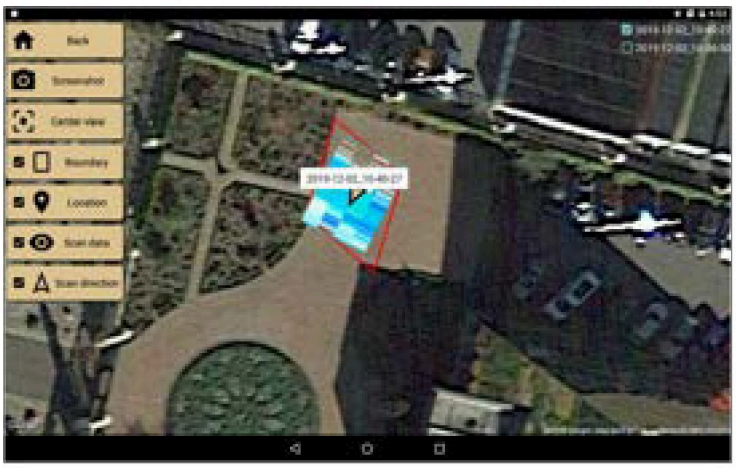


Figure 7.29 : Vue de la carte

Dans le coin supérieur droit de l'écran, vous verrez toutes les mesures incluses. Vous pouvez décocher n'importe laquelle de ces mesures pour la masquer dans la vue cartographique.

Utilisez les boutons situés à gauche de l'écran pour superposer différents types d'informations :

	**Back** Use this button to leave the current map screen and get back to the previous screen.
	**Screenshot** Push this button to create a screenshot of the current map screen. The final image is stored at *Internal Storage > Documents > OKM > Gepard GPR 3D* If you push this button a second time you will overwrite the previous screenshot.
	**Center view** Pushing this button aligns your map with the scan centered in the screen.
	**Boundary** This button toggles the visibility of the bounding box of the scan area.
	**Location** Pushing this button toggles the visibility of the scan label. This is useful if there are more scans in the map.
	**Scan data** This button toggles the visibility of the recorded scan data. The display will use the current color schema and threshold to render the scan data.
	**Scan direction** This button toggles the scan direction indicator, that shows in which direction the scan was conducted.

CHAPITRE 8

Annexe et bibliographie

8.1 Calculs du tableau de profondeur

Compte tenu de la variation de l'atténuation du sol, le Gepard GPR a été calculé avec une fréquence médiane de 100 MHz.[1] Source : DJ Daniels, Institution of Electrical Engineers, Ground Penetrating Radar, 2e édition, 1996.

Some Typical Dielectric Characteristics of Materials Measured at 100 MHz

Material	Conductivity, σ (S-m)	Relative Permeability $(\mu_r = \mu/\mu_0)$	Relative Permittivity $(\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0)$	Attenuation, α (dB-m^{-1})
Air	0	1	1	0
Asphalt—dry	10^{-2} – 10^{-1}	2–4	2–4	2–15
Asphalt—wet	10^{-2} – 10^{-1}	6–12	6–12	2–20
Clay—dry	10^{-1} – 10^{-3}	2–6	2–6	10–50
Clay—wet	10^{-1} – 10^{-2}	5–40	5–40	20–100
Coal—dry	10^{-2} – 10^{-3}	3.5	3.5	1–10
Coal—wet	10^{-2} – 10^{-1}	8	8	2–20
Concrete—dry	10^{-2} – 10^{-3}	4–10	4–10	2–12
Concrete—wet	10^{-1} – 10^{-2}	10–20	10–20	10–25
Freshwater	10^{-2} – 10^{-3}	81	81	0.01
Freshwater ice	10^{-2} – 10^{-3}	4	4	0.1–2
Granite—dry	10^{-3} – 10^{-4}	5	5	0.5–3
Granite—wet	10^{-4} – 10^{-5}	7	7	2–5
Limestone—dry	10^{-2} – 10^{-3}	7	7	0.5–10
Limestone—wet	10^{-1} – 10^{-2}	8	8	1–20
Permafrost	10^{-2} – 10^{-3}	4–8	4–8	0.1–5
Rock salt—dry	10^{-5} – 10^{-6}	4–7	4–7	0.01–1
Sand—dry	10^{-7} – 10^{-8}	2–6	10–30	0.01–1
Sand—wet	10^{-3} – 10^{-4}	10–30	2–5	0.5–5
Sandstone—dry	10^{-6} – 10^{-7}	2–5	5–10	2–10
Sandstone—wet	10^{-4} – 10^{-5}	5–10	5–10	4–20
Sea water	10^{1}	81	81	100
Sea water ice	10^{-2} – 10^{-3}	4–8	4–8	1–30
Shale—dry	10^{-1} – 10^{-2}	4–9	4–9	1–10
Shale—saturated	10^{-1} – 10^{-2}	9–16	10–30	5–30
Snow—firn	10^{-5} – 10^{-6}	6–12	6–12	0.1–2
Soil clay—dry	10^{-1} – 10^{-2}	4–10	4–10	0.3–3
Soil clay—wet	10^{-1} – 10^{-2}	10–30	10–30	5–50
Soil loamy—dry	10^{-3} – 10^{-4}	4–10	4–10	0.5–3
Soil loamy—wet	10^{-2} – 10^{-3}	10–30	4–10	1–6
Soil sandy—dry	10^{-4} – 10^{-5}	4–10	4–10	0.1–2
Soil sandy—wet	10^{-2} – 10^{-3}	10–30	10–30	1–5

Source: Daniels, D.J., *Ground Penetrating Radar*, 2nd ed., Institute of Engineering and Technology, London, UK, 2004.

Figure 8.1 : Référence diélectrique pour différentes atténuations du sol

[1] DJ Daniels, Ground Penetrating Radar, 2004

OKM GERMAN DETECTORS

Basés à Altenburg, nous développons et fabriquons des détecteurs géophysiques depuis 1998. Notre technologie de détection unique rend visibles les objets et structures enfouis.

OKM GmbH
Julius-Zinkeisen-Str. 7 | 04600 Altenburg | Allemagne



+49 3447 499 3000 +49 162 419 2147 info@okmdetectors.com www.okmdetectors.com