

L'établissement de cartes géotechniques en Belgique

Het opstellen van grondmechanische kaarten in België

par ir J. MAERTENS et Lic. Ph. VAN BURM.

ir. J. MAERTENS, lic. P. VAN BURM.

1. Introduction.

Le but des cartes géotechniques est de réunir une documentation synthétique et aisément assimilable concernant les principales caractéristiques géotechniques du sol dans une certaine zone.

L'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur donne dans la publication: « Guide pour la préparation des cartes géotechniques » la définition suivante d'une carte géotechnique: « une carte géotechnique est une carte géologique qui fournit une représentation généralisée de toutes les composantes d'un environnement géologique qui ont une importance pour l'aménagement du sol et pour la conception, la construction et l'entretien des ouvrages de génie civil et des mines ». Ces cartes doivent alors fournir les données des roches et des sols, les conditions hydrogéologiques, les caractéristiques géomorphologiques ainsi que les phénomènes géodynamiques actuels.

A l'étranger, des cartes géotechniques sont établies régulièrement depuis une quinzaine d'années. Suivant le guide de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, les cartes géotechniques peuvent être classées selon leur usage, contenu et échelle. On distingue:

- cartes à usage particulier: elles ne donnent que des informations sur un aspect spécifique de la géologie de l'ingénieur ou sur une utilisation déterminée.
- cartes à usages multiples: elles donnent des informations couvrant plusieurs aspects de la géologie de l'ingénieur.
- cartes analytiques: elles donnent des précisions sur l'environnement géologique ou une évaluation relative à ses différentes composantes, p.e. cartes des zones sismiques, des structures tectoniques, des degrés d'altération, etc...
- cartes synthétiques: elles donnent les composantes principales de l'environnement géologique ou classent les unités territoriales d'après l'uniformité de leurs conditions géotechniques.

1. Inleiding

Het opstellen van grondmechanische kaarten heeft ten doel het ter beschikking stellen van een samengevatte en gemakkelijk te raadplegen documentatie betreffende de voornaamste grondmechanische eigenschappen van de ondergrond in een bepaald gebied.

Door de International Association of Engineering Geology werd in de publikatie « Engineering geological maps. A guide to their preparation » volgende definitie van een grondmechanische kaart gegeven: « geologische kaart die een weergave is van alle componenten van het geologisch milieu die een rol spelen bij het bodemgebruik en die een invloed uitoefenen op het ontwerp, de bouw en het onderhoud van bouwwerken en van mijnen ». Deze kaarten dienen dus inlichtingen te verstrekken over de gesteenten, de hydrogeologische kenmerken, bepaalde geomorfologische eigenschappen en actuele geodynamische processen.

In het buitenland worden sinds een vijftiental jaar geregeld grondmechanische kaarten opgesteld. Overeenkomstig de door de International Association of Engineering Geology verstrekte definities, kunnen deze kaarten naar gelang van het gebruik, inhoud en schaal worden omschreven als:

- kaarten voor specifiek gebruik: indien slechts een bepaald aspect van de ingenieursgeologie wordt beschouwd of indien de kaarten voor welomschreven doeleinden worden opgesteld;
- kaarten voor algemeen gebruik: indien beoogd wordt zoveel mogelijk beschikbare gegevens mede te delen;
- analytische kaarten: indien welbepaalde elementen betreffende het geologisch milieu worden medegedeeld; bijv. kaarten van seismische zones, van tektonische structuren, van verweringsgraden, enz...;
- syntetische kaarten: indien de kaarten alleen een globale beschrijving geven van de voornaamste componenten van het geologisch milieu binnen het gekarteerde gebied, of het gebied onderverdelen in een aantal zones die overeenkomstig de uniformiteit van hun grondmechanische eigenschappen worden geklasseerd;

- cartes auxiliaires: elles présentent des données de fait; p.e. cartes de documentation, cartes isopaches, etc...
 - cartes complémentaires: cartes géologiques, cartes pédologiques... ces cartes sont parfois incluses dans l'atlas géotechnique.
 - cartes à grande échelle: 1/10.000 et au-dessus.
 - cartes à moyenne échelle: inférieures à 1/10.000 et supérieures à 1/100.000.
 - cartes à petite échelle: 1/100.000 et inférieures.
- Sur base de ces définitions les cartes géotechniques établies actuellement en Belgique, peuvent être décrites comme cartes auxiliaires et synthétiques à grande échelle et à usages multiples.

2. Initiatives belges

Au cours des années soixante diverses initiatives ont été prises dans notre pays pour l'établissement de cartes géotechniques.

Le Ministre des Travaux Publics et les diverses administrations de ce Ministère, étant vivement intéressés par l'établissement de telles cartes, Monsieur le Ministre des Travaux Publics chargea l'Institut Géotechnique de l'Etat de cette mission et dès l'année 1971 des subsides furent prévus au budget du Ministère des Travaux Publics pour permettre à l'Institut Géotechnique de l'Etat d'en entamer la réalisation.

Il a paru indispensable que de telles cartes puissent être dressées sous la responsabilité d'un organisme unique pouvant assurer, à l'échelon national, une unité de présentation et être garant de la qualité des cartes publiées. Afin de pouvoir disposer de l'ensemble de la documentation existante, il était nécessaire d'assurer la collaboration des divers centres spécialisés en mécanique des sols et en géologie, dont principalement les centres universitaires.

La haute direction de l'établissement des cartes géotechniques a été confiée à une Commission de Cartographie Géotechnique, composée de spécialistes en la matière, désignés conjointement par la Commission Administrative de l'Institut Géotechnique de l'Etat et le Centre National de Recherches des Constructions Civiles, qui regroupe tous les laboratoires de génie civil des universités belges.

La Commission de Cartographie Géotechnique est chargée de la haute direction des travaux de cartographie géotechnique. Cette mission consiste en premier lieu à:

- désigner les centres chargés de réaliser les cartes géotechniques d'une région déterminée et e.a. du professeur appelé à les diriger.
- proposer aux autorités compétentes les programmes de budgets annuels requis et la répartition des travaux entre les divers centres.
- déterminer les modalités d'exécution et de représentation des cartes géotechniques.

- beschrijvende kaarten: wanneer alleen specifieke gegevens worden verstrekt; bijv. dokumentatiekaart, isopachenkaart, enz...;
 - aanvullende kaarten: d.z. geologische kaarten, bodemkaarten, enz..., die soms aan de grondmechanische atlas worden toegevoegd;
 - kaarten op grote schaal: 1/10 000 en groter;
 - kaarten op middelgrote schaal: 1/10 000 tot 1/100 000;
 - kaarten op kleine schaal: kleiner dan 1/100 000.
- Op grond van de bovenvermelde definities kunnen de thans in België opgestelde grondmechanische kaarten worden omschreven als beschrijvende en syntetische kaarten op grote schaal (1/5 000 en 1/10 000). Ze dienen voor algemeen gebruik.

2. Belgische initiatieven

Tijdens de zestiger jaren werden in ons land verschillende initiatieven genomen in verband met het opstellen van grondmechanische kaarten.

Aangezien de Minister van Openbare Werken en de verschillende diensten van dit ministerie sterk geïnteresseerd zijn in het opstellen van grondmechanische kaarten, belastte de Minister van Openbare Werken het Rijksinstituut voor Grondmechanica met deze opdracht. Vanaf het jaar 1971 werden op de begroting van het Ministerie van Openbare Werken subsidies ingeschreven om het Rijksinstituut voor Grondmechanica in staat te stellen met het opstellen van grondmechanische kaarten een aanvang te nemen. Het bleek immers onontbeerlijk dat dergelijke kaarten zouden worden opgesteld onder de verantwoordelijkheid van één enkel orgaan, dat, op nationaal vlak, een eenheid in voorstellingswijze kan garanderen en dat eveneens borg kan staan voor de kwaliteit van de gepubliceerde kaarten.

Ten einde over een zo volledig mogelijke documentatie te beschikken werd ook een beroep gedaan op de verschillende centra gespecialiseerd in grondmechanica en geologie, waarvan de Universitaire Centra de belangrijkste zijn.

De algemene leiding voor het opstellen van de grondmechanische kaarten werd toevertrouwd aan een Kommissie voor Grondmechanische Kartering, die samengesteld is uit specialisten ter zake, gezamenlijk aangeduid door de Bestuurskommissie van het Rijksinstituut voor Grondmechanica en het Nationaal Opzoekingscentrum der Burgerlijke Bouwkunde, dat alle laboratoria voor burgerlijke bouwkunde van de Belgische universiteiten groepeerde.

De Kommissie voor Grondmechanische Kartering is belast met de algemene leiding van de werkzaamheden in verband met grondmechanische kartering. Deze opdracht bestaat in de eerste plaats in:

- de aanstelling van centra, belast met het opstellen van grondmechanische kaarten van een

De plus la Commission de Cartographie Géotechnique garantit :

- le contrôle du déroulement des opérations et études confiées à un centre déterminé.
- l'examen et l'agrément des cartes et documents annexes, lors de leur présentation définitive et l'autorisation de publication de celles-ci.

La publication des cartes se fait par les soins de l'Institut Géotechnique de l'Etat, avec mention des personnes et centres qui les ont dressées et du Ministère des Travaux Publics, qui les a subsidiées.

L'établissement des cartes géotechniques a requis au préalable une étude de la présentation uniforme de celles-ci, à savoir le choix de l'échelle, de la dimension des planchettes, le choix des symboles et des couleurs, utilisés pour représenter les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques, etc...

Deux cartes géotechniques prototypes, du Centre à Liège et du Sart-Tilman, établies par le Centre de l'Université de Liège, ont permis de choisir les méthodes de représentation à adopter par tous les Centres et de mettre au point un système pour le traitement automatique des données disponibles à l'aide d'un ordinateur ainsi que pour la représentation graphique des résultats à l'aide d'une table tracante.

Après cette période d'études, la cartographie systématique des plus importantes agglomérations a été entamée, notamment pour Bruxelles, Gand, Anvers, Liège, Mons et Charleroi. Dans ce but, des Centres de Cartographie Géotechnique furent créés au sein des Universités de Bruxelles, Gand, Liège et Louvain.

La Commission de Cartographie Géotechnique est composée de Monsieur le Prof. De Beer (Président) Messieurs les Prof. Fagnoul, Lousberg, Nuyens et Monsieur l'Inspecteur-Général Goelen.

La composition des différents Centres de Cartographie Géotechnique est la suivante :

- Centre de l'Université de l'Etat à Gand (pour les agglomérations de Gand et d'Anvers); Responsable Monsieur le Prof. De Beer; Membres: MM. les Prof. Tavernier, De Breuck, De Moor, et P. Van Burm.
- Centre Interuniversitaire de Bruxelles (pour l'agglomération Bruxelloise); Responsable: Monsieur le Prof. J. Nuyens; Membres: MM. les Prof. Roisin, Thonnard, et J.P. Dam.
- Centre de l'Université de l'Etat à Liège (pour l'agglomération Liégeoise); Responsable: Monsieur le Prof. A. Fagnoul; Membre: Monsieur le Prof. Calembert, A. Monjoie, F. Bonnechère, Cl. Polo-Chiapolini et O. Cajot.
- Centre de l'Université Catholique de Louvain (pour l'agglomération de Mons et de Charleroi); Responsable: Monsieur le Prof. E. Lousberg; Membre: Monsieur S. Ghiste.

welbepaald gebied en de aanduiding per centrum van een leidinggevend persoon;

- de voorstelling aan de verantwoordelijken van programma's, van de jaarlijks vereiste begrotingen en van de verdeling van de werkzaamheden tussen de verschillende centra, met raming van de betreffende uitgaven;
- de bepaling van de methoden voor het opstellen en de grafische voorstellingswijze van de grondmechanische kaarten.

Verder staat de Kommissie voor Grondmechanische Kartering nog in voor :

- de controle van het verloop van de werkzaamheden en studies, die aan een centrum zijn toegekend;
- het nazicht en de goedkeuring van de kaarten en van de bijgevoegde verklarende nota's op het ogenblik van hun definitieve voorstelling, en de toestemming tot publikatie ervan.

De publikatie van de kaarten geschiedt door bemiddeling van het Rijksinstituut voor Grondmechanica, met vermelding van de personen en van de centra die aan de opstelling hebben medegewerkt en van het Ministerie van Openbare Werken dat ze heeft gefinancierd.

Het opstellen van de grondmechanische kaarten vereiste een voorafgaande studie i.v.m. de uniforme voorstelling wat de schaal betreft, de afmetingen van de platen, de keuze van de symbolen en de kleuren die worden gebruikt om bepaalde geologische en hydrogeologische karakteristieken voor te stellen, enz...

De door het Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Universiteit van Luik opgestelde prototypekaarten van het Centrum van de stad en van Sart-Tilman hebben het mogelijk gemaakt een keuze te maken van de in de verschillende centra te gebruiken grafische konventies en een programma uit te werken om de beschikbare gegevens automatisch te verwerken en de resultaten met behulp van een plotter grafisch weer te geven. Na deze studieperiode werd gestart met de systematische kartering van de voornaamste agglomeraties van het land, nl.: Brussel, Gent, Antwerpen, Luik, Bergen en Charleroi. Daartoe werd overgegaan tot de oprichting van vijf Centra voor Grondmechanische Kartering, die verbonden zijn aan de universiteiten van Brussel, Gent, Antwerpen, Luik en Leuven.

De Commissie voor Grondmechanische Kartering is momenteel samengesteld uit Prof. De Beer (Voorzitter), Prof. Fagnoul, Prof. Lousberg, Prof. Nuyens, en Insp. Gen. Goelen.

De samenstelling van de verschillende Centra voor Grondmechanische Kartering is als volgt :

- Centrum van de Rijksuniversiteit Gent (voor de agglomeraties Gent en Antwerpen); Verantwoordelijke: Prof. De Beer, Leden: Prof. Tavernier, Prof. De Breuck, Prof. De Moor en Ph. Van Burm.

3. Méthode de travail

L'établissement d'une carte géotechnique comprend trois phases :

- phase 1: collationnement et traitement des données existantes.
- phase 2: exécution d'essais complémentaires.
- phase 3: élaboration des documents: cartes et notice explicative.

3.1. La première phase consiste entièrement à rassembler et à traiter la documentation existante concernant la zone cartographiée :

- chercher les informations géologiques, pédologiques et géotechniques existantes.
- étudier les cartes topographiques et les photos aériennes.
- étudier les cartes historiques.

Chaque point de renseignement (forages, puits, affleurements, essais de pénétration statique...), fait l'objet d'une fiche de données ponctuelles établie suivant un modèle standard. Cette fiche comporte :

- un numéro destiné au classement interne du Centre de Cartographie Géotechnique.
- la localisation du point de données et sa nature.
- les renseignements proprement dits : e.a. coupe géologique
niveau d'eau
résultats d'essais in-situ et en laboratoire
description d'essais de pénétration
la classification suivant la terminologie de Casagrande.

Le fichier ainsi constitué peut être consulté au Centre de Cartographie régional et à l'Institut Géotechnique de l'Etat.

Lors du collationnement des données disponibles, il est contrôlé si ces données sont bien complètes et fiables. Les essais dont la localisation est douteuse ne sont pas retenus.

On essaie de donner une interprétation géologique pour tous les résultats d'essais de pénétration. En général, cette interprétation ne pose pas de problèmes quand la lithologie des unités diffère considérablement. Dans certains cas, il est impossible de donner une interprétation stratigraphique.

Des cartes historiques sont consultées afin de localiser des cours d'eau remblayés, des fossés ou des anciennes fortifications.

Les données figurant sur la carte proviennent essentiellement des archives de :

- l'Institut Géotechnique de l'Etat.
- le Service Géologique Belge.
- les différents laboratoires et instituts universitaires.
- les Associations Intercommunales.

Des renseignements fournis par des personnes ou organisations (bureaux d'étude, entrepreneurs...) sont aussi pris en considération. Ces données ne sont pas reportées sur les fiches et ne figurent pas sur les cartes.

- Brussels Interuniversitair Centrum (voor de Brusselse agglomeratie); Verantwoordelijke: Prof. Nuyens, Leden: Prof. Roisin, Prof. Thonnard en J.P. Dam.

- Centrum van de Rijksuniversiteit Luik (voor de agglomeratie van Luik); Verantwoordelijke: Prof. Fagnoul, Leden: Prof. Calembert, A. Monjoie, F. Bonnechère, Cl. Polo-Chiapolini en O. Cajot.

- Centrum van de Universiteit Catholique de Louvain (voor de agglomeraties Mons en Charleroi); Verantwoordelijke: Prof. Lousberg, Lid: S. Ghiste.

3. Uitgevoerde studies

Het opstellen van een grondmechanische kaart geschiedt in drie fazen :

faze 1: verzameling en verwerking van de bestaande gegevens;

faze 2: uitvoering van aanvullende proeven;

faze 3: opstellen van de definitieve grondmechanische kaart en verklarende tekst.

3.1. De eerste faze bestaat volledig uit het verzamelen en verwerken van de beschikbare documentatie betreffende het te karteren gebied :

- het opzoeken van bestaande geologische, pedologische en grondmechanische gegevens;
- de studie van topografische kaarten en luchtfoto's;
- de studie van historische kaarten.

De lokale gegevens (boringen, putten, ontsluitingen, diepsonderingen...) worden samengebracht op genormaliseerde steekkaarten. Volgende gegevens worden erop vermeld :

- een nummer bestemd voor de klassering van de kaart in het Centrum voor Grondmechanische Kartering;
- de lokalizatie van het documentatiepunt en de aard van de beschikbare gegevens;
- de eigenlijke gegevens, o.a. :
 - geologische profiel,
 - waterpeil,
 - resultaten van in-situ en laboratoriumproeven,
 - beschrijving van de resultaten van de diepsonderingen,
 - de klassifikatie van de grond volgens de methode van Casagrande.

De aldus opgestelde steekkaarten kunnen worden geraadpleegd in de Centra voor Grondmechanische Kartering en in het Rijksinstituut voor Grondmechanika.

Bij het verzamelen van de beschikbare gegevens wordt in de eerste plaats nagegaan of de gegevens volledig en betrouwbaar zijn. Proeven waarvan de uitvoeringsplaats twijfelachtig is, worden niet in aanmerking genomen.

Er wordt verder gepoogd alle resultaten van diepsonderingen geologisch te interpreteren. Indien een duidelijke litologische grens aanwezig is tussen de verschillende eenheden, biedt dit geen moeilijkheden. In sommige gevallen is een stratigrafische interpretatie niet mogelijk.

A la fin de la première phase une brève étude des données disponibles, permet de déterminer les zones où l'exécution d'essais complémentaires est désirable.

3.2. La seconde phase de l'établissement des cartes géotechniques consiste en général en l'exécution d'essais complémentaires sur le terrain. Ces essais doivent permettre de déterminer l'extension, les propriétés physiques et mécaniques de toutes les unités représentées sur la carte. En ce qui concerne la profondeur à laquelle on relève les conditions géotechniques à cartographier, on tient compte de la profondeur qui peut être atteinte par les travaux de fondation ou de construction. La structure des formations géologiques rencontrées est aussi prise en considération. En général, cette profondeur varie de 30 à 50 m.

La phase 2 est supprimée quand on dispose d'un nombre suffisant de données avec une dispersion assez régulière.

3.3. La troisième phase consiste en l'analyse et l'interprétation des données et l'établissement des documents définitifs, cartes et notice explicative. La cartographie des unités rencontrées exige une classification préalable des données disponibles pour la zone considérée.

Dans le Centre de Cartographie Géotechnique de l'Université de Gand on utilise la méthode de classifications, proposée dans la publication «Guide pour la préparation des Cartes Géotechniques».

Ainsi, en tenant compte de la lithologie et la genèse des sols et des roches, du degré d'homogénéité des caractéristiques géotechniques fondamentales et des circonstances, les unités suivantes ont été définies :

- le type géotechnique
- le type lithologique
- le complexe lithologique
- la séquence lithologique.

Le type géotechnique présente un degré maximal d'homogénéité des caractéristiques géotechniques fondamentales. Il doit être uniforme du point de vue du caractère lithologique et de l'état physique. Les caractéristiques physiques d'une telle unité peuvent alors être déterminées par traitement statistique des données disponibles.

Le type lithologique a une composition, une texture et une structure parfaitement homogène, mais en général, il n'est pas uniforme du point de vue physique. Les caractéristiques physiques d'une telle unité ne peuvent plus être déterminées par certaines valeurs, mais plutôt par les limites entre lesquelles ces valeurs peuvent varier.

Un complexe lithologique est constitué par une série de types lithologiques génétiquement liés, qui se sont mis en place dans des conditions paléogéographiques et géotechniques spécifiques. Comme les caractéristiques lithologiques et les propriétés physiques ne sont pas uniformes

Eveneens worden een aantal historische kaarten geraadpleegd ten einde opgevulde waterlopen, grachten en oude militaire bolwerken te situeren. De uiteindelijk op de kaart vermelde gegevens zijn grotendeels afkomstig van de archieven van :

- het Rijksinstituut voor Grondmechanika;
- de Geologische Dienst van België;
- de verschillende universitaire laboratoria en instituten;
- de Intercommunale Verenigingen.

Daarnaast wordt ook rekening gehouden met de gegevens en ervaringen, die door personen en ondernemingen (ingenieursbureaus, aannemers...) worden verstrekt. Deze gegevens worden evenwel noch op de steekkaarten, noch op de kaarten vermeld.

De eerste fase wordt besloten met een korte studie van de beschikbare gegevens, die het mogelijk maakt de zones aan te duiden waar het uitvoeren van aanvullende proeven wenselijk is.

3.2. De tweede fase van het opstellen van een grondmechanische kaart bestaat meestal uit het verrichten van aanvullende proeven op het terrein. Deze proeven moeten het mogelijk maken de begrenzingen, de fysische en de mechanische eigenschappen van alle binnen de beschouwde zone aangetroffen litologische eenheden vast te leggen. Het doorvoeren van de volledige grondmechanische studie wordt beperkt tot de lagen, die bij de uitvoering van normale funderingswerken en constructies kunnen worden bereikt. Daarbij wordt ook rekening gehouden met de structuur van de aangetroffen geologische formaties. Algemeen wordt deze diepte beperkt tot 30 à 50 m.

Faze 2 vervalt indien een voldoende aantal gegevens met een vrij regelmatige spreiding beschikbaar is.

3.3. De derde fase bestaat in de analyse en de interpretatie van de gegevens en in het opstellen van de definitieve grondmechanische kaarten en verklarende teksten. Het in kaart brengen van de aangetroffen eenheden vereist evenwel een voorafgaande klassifikatie van alle voor de beschouwde zone beschikbare gegevens.

In de centra voor Grondmechanische Kartering van Gent en Antwerpen wordt de klassifikatiemethode toegepast, die is beschreven in de bovenvermelde publikatie «Engineering Geological Maps. A Guide to their preparation». Overeenkomstig deze methode worden steunend op de litologie en de genese van het gesteente en overeenkomstig de graad van homogeniteit van de fundamentele grondmechanische eigenschappen en volgens de omstandigheden, de volgende eenheden gedefinieerd :

- het grondmechanische type;
- het litologische type;
- het litologische complex;
- de litologische sekwentie.

pour ce complexe, il n'est pas possible de définir les propriétés physiques et mécaniques de l'ensemble du complexe lithologique; on peut seulement indiquer le comportement général de l'ensemble du complexe.

La séquence lithologique est constituée par un grand nombre de complexes lithologiques qui se sont constitués dans des conditions paléogéographiques et tectoniques généralement semblables. Les propriétés géotechniques, qui permettent de définir une séquence lithologique ne sont que très générales.

L'utilisation de cette méthode de classification pour le regroupement des différentes formations, rencontrées dans une certaine région, est fortement influencée par les conditions locales. Il arrive régulièrement que par manque de données, une unité dont on suppose que les caractéristiques sont suffisamment uniformes, ne peut p.e. pas être cartographiée comme un type lithologique, mais doit être cartographiée ensemble avec d'autres formations et doit alors être considérée comme un complexe lithologique.

Pour la dénomination des différentes unités cartographiées, on utilise en général la nomenclature de la chronostratigraphie. Il faut quand même remarquer que les limites des unités cartographiées ne correspondent pas toujours avec les limites chronostratigraphiques. La cartographie des différentes unités consiste à les localiser spatialement. L'épaisseur des unités peut être déduite de la connaissance du toit et de la base de chaque unité. L'extension latérale des unités correspond avec la coïncidence du toit et de la base. Suivant la préférence du Centre, l'épaisseur de toutes les unités cartographiées est donnée à l'aide de courbes isopaques, c.à.d. des courbes d'épaisseur égale, où le toit de tous les unités est donnée par des courbes isohypses, c.à.d. des courbes de niveau.

Comme document de base pour les cartes géotechniques on utilise les cartes topographiques du Ministère des Travaux Publics (échelle 1/5000) ou de l'Institut Géographique National (échelle 1/5000 ou 1/10000). La surface de la zone cartographiée est de 10 km² (4 x 2,5 km²) pour les cartes à l'échelle 1/5000 et de 40 km² (8 x 5 km²) pour les cartes à l'échelle 1/10.000.

4. Aperçu des documents

Un atlas géotechnique est composé des documents suivants:

- Une carte de documentation
- Une carte des remblais
- Plusieurs cartes donnant l'épaisseur ou le sommet des formations rencontrées
- Une carte du sommet du substratum ou d'une surface de stratification qui peut facilement être retrouvée dans les sondages ou dans les essais de pénétration
- Une carte hydrogéologique
- Une carte de zonage géotechnique

Het grondmechanische type bezit een maximale graad van de homogeniteit van de fundamentele grondmechanische eigenschappen. Zowel het litologisch karakter als de fysische toestand dienen er uniform te zijn. De fysische eigenschappen binnen het grondmechanische type kunnen alsdan op grond van een statistische verwerking éénduidig worden vastgelegd.

Een litologisch type is een eenheid met een homogene samenstelling, textuur en structuur maar niet noodzakelijk met uniforme fysische eigenschappen. De fysische eigenschappen kunnen dan ook niet meer worden vastgelegd door welbepaalde waarden, doch alleen door de grenzen waarbinnen deze eigenschappen kunnen variëren.

Een litologisch complex bestaat uit een aantal genetisch verwante litologische types, die onder specifieke paleografische en tektonische omstandigheden zijn afgezet. Het feit dat de litologische samenstelling en de fysische eigenschappen niet uniform hoeven te zijn, heeft tot gevolg dat het niet mogelijk is de fysische en mechanische eigenschappen voor het ganse complex vast te leggen, doch hoogstens het algemeen gedrag ervan weer te geven.

Een litologische sekwentie is samengesteld uit een aantal litologische complexen, die in analoge paleo-geografische en tektonische omstandigheden werden afgezet. De grondmechanische eigenschappen van de sekwentie kunnen slechts door een aantal zeer algemene gegevens worden vastgelegd.

De toepassing van deze klassifikatiemethode voor het groeperen van alle binnen een bepaald gebied aangetroffen grondsoorten wordt sterk bemoeilijkt door de lokale omstandigheden. Het komt immers regelmatig voor dat bij gebrek aan voldoende gegevens, een eenheid, waarvan mag worden aangenomen dat de eigenschappen vrij uniform zijn, bijv. niet als een litologisch type kan worden gekarteerd maar tesamen met andere eenheden als een litologisch complex dient te worden beschouwd.

Aan de verschillende gekarteerde eenheden worden namen toegekend, die meestal uit de chronostratigrafie afkomstig zijn. Er hoeft evenwel niet noodzakelijk een verband te bestaan tussen de chronostratigrafische grenzen en de grenzen tussen de gekarteerde eenheden.

De kartering van de verschillende eenheden bestaat erin deze ruimtelijk te begrenzen. Uit de kennis van de boven- en de ondergrens van een eenheid kan haar dikte afgeleid worden. Haar maximale laterale uitbreiding komt overeen met het samenvallen van onder- en bovengrens. Naargelang van de voorkeur van het Centrum, wordt aldus voor alle binnen de beschouwde zone gekarteerde formaties, ofwel de dikte aangegeven door middel van isopachen of lijnen van gelijke dikte, ofwel de top van de eenheid door middel van isohypsen of lijnen van gelijk peil.

- Une ou plusieurs coupes géologiques
- Une notice explicative.

Le mode de représentation des données n'est pas nécessairement le même pour chaque centre. Il est cependant souhaitable que, pour une même agglomération, le mode de représentation des données demeure identique.

4.1. Carte de documentation.

La carte de documentation donne la localisation et le mode d'obtention des points de renseignements (sondages, puits, essais de pénétration,...). L'utilisateur de l'atlas géotechnique peut ainsi se rendre compte de la densité et du type des données ainsi que des interpolations faites pour l'établissement des cartes.

La carte de documentation donne aussi la topographie actuelle. Les courbes de niveau peuvent résulter de l'interpolation des traits cotés, figurant sur les cartes photogrammétriques du Ministère des Travaux Publics. En général ces courbes de niveau doivent être adaptées à la situation actuelle du terrain. La carte topographique la plus récente (du Ministère des Travaux Publics ou de l'Institut Géographique National) est utilisée comme carte de fond. L'absence de cartes topographiques régulièrement adaptées est un handicap sérieux pour la cartographie géotechnique.

Dans les cas où une différence entre la cote de départ de certains essais et la cote donnée sur la carte de documentation a été constatée, une correction a été faite en fonction des traits cotés de la carte de documentation. Ceci seulement dans le cas où la topographie n'a pas changé depuis l'exécution de l'essai.

Lors de la consultation de la carte géotechnique, la cote du terrain naturel indiquée sur la carte de documentation, forme le niveau de référence supérieur. La figure 1 donne un extrait d'une carte de documentation (carte géotechnique 22.1.6 Gent-Sint-Pieters). Cet extrait comprend un certain nombre de points de documentation ainsi que les courbes de niveau du terrain naturel telles qu'elles ont été obtenues par interpolation des données figurant sur la carte photogrammétrique 22.1.6 du Ministère des Travaux Publics.

4.2. Carte des remblais.

La distribution des terres remblayées et remaniées ne répond à aucune loi déterminée. La distinction entre les terres remblayées et remaniées est pratiquement impossible à établir. Une représentation cartographique est difficile vu la répartition aléatoire de ces terrains.

Certaines zones remblayées sont cependant moins difficiles à cartographier :

- les remblais autoroutiers ou ferroviaires
- certaines zones autour de ponts
- remblais le long de canaux et rivières
- les remblais pour rendre certains terrains apte à la construction.

Als basisdokument voor het opstellen van de verschillende platen wordt gebruik gemaakt van de topografische kaarten van het Ministerie van Openbare Werken (schaal 1/5 000) of van het Nationaal Geografisch Instituut (schaal 1/5 000 of 1/10.000). De gekarteerde oppervlakte bedraagt 10 km² (4 km x 2,5 km) voor de kaarten op schaal 1/5 000 en 40 km² (8 km x 5 km) voor deze op schaal 1/10 000. Alle kaarten worden voorzien van een titelblad en een legende.

4. Overzicht van de opgestelde documenten

De grondmechanische atlas omvat voor elke kaart de volgende documenten:

- een dokumentatiekaart,
- een kaart met de dikte der aangevulde en vergraven gronden,
- een aantal kaarten, die de dikte of de top van de verschillende gekarteerde eenheden aangeven,
- een kaart met de top van het substraat of van een referentiehorizon,
- een hydrogeologische kaart,
- een grondmechanische zoneringskaart,
- één of meerdere geologische doorsneden,
- een verklarende tekst.

De voorstellingswijze van deze documenten is niet noodzakelijk voor alle Centra dezelfde. Er wordt wel op aangedrongen dat voor alle kaarten binnen eenzelfde agglomeratie dezelfde voorstellingswijze zou worden gebruikt.

4.1 Dokumentatiekaart

De dokumentatiekaart geeft de ligging en het type aan van de belangrijkste dokumentatiepunten. Dit zijn boringen, sonderingen en ontsluitingen, waarvan de gegevens werden gebruikt bij het opstellen van de grondmechanische atlas. De gebruiker van de grondmechanische kaart wordt aldus in staat gesteld zich een idee te vormen van de dichtheid en de aard van de beschikbare gegevens en ook de belangrijkheid der interpolaties, die bij het opstellen van de verschillende documenten dienden te worden gemaakt.

Op de dokumentatiekaart worden eveneens de hoogtelijnen van het terreinoppervlak aangegeven. Deze hoogtelijnen worden in sommige gevallen overgenomen van de topografische kaart, die de basiskaart vormt van alle documenten. In de meeste gevallen dienden de aangegeven hoogtelijnen evenwel te worden geïnterpoleerd, aangepast of bijgewerkt. Er werd steeds gepoogd de recentste topografische kaart (van het Ministerie van Openbare Werken of van het Nationaal Geografisch Instituut) als basiskaart te gebruiken. Het niet beschikbaar zijn van regelmatig bijgewerkte topografische kaarten vormt ontegensprekelijk een handicap bij het opstellen van de grondmechanische kaarten.

Indien een verschil werd vastgesteld tussen het in bepaalde dossiers aangegeven maaiveldpeil en

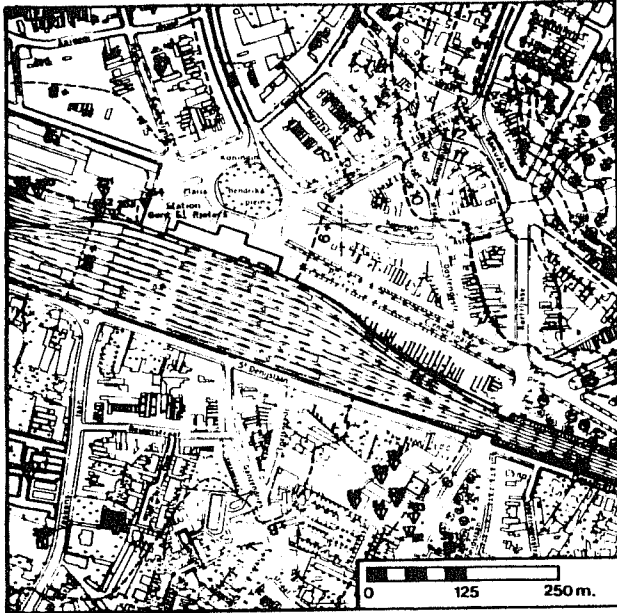


FIG. 1 - Extrait de la Carte Géotechnique 22.1.6 (Gent St.Pieters): Carte de documentation.
Uittreksel van de Grondmechanische Kaart 22.1.6 (Gent St.Pieters): Dokumentatiekaart.

---8---	Courbe de niveau	Hoogtelijn
254	Numéro du point	Nummer van het punt
□	Sondage normal	Gewone boring
⊠	Sondage avec essais au laboratoire	Boring met monsteronderzoek in het laboratorium
▽	Essai de pénétration avec mesure de frottement latéral	Diepsondering met opname van de zijdelingse wrijvingsweerstand.

A partir de documents historiques divers, les limites d'anciens cours d'eau et de fortifications ont été tracées car dans ces zones les remblais peuvent atteindre une épaisseur considérable. La cartographie détaillée des épaisseurs est cependant impossible; pour cette raison on doit se contenter des intervalles dans lesquels les épaisseurs peuvent varier.

A côté des documents historiques les renseignements ponctuels ont été utilisés pour la cartographie des terres remblayées.

L'établissement des cartes de remblai a été fait soigneusement vu l'importance de ces terrains pour les conditions de fondation en général.

La figure 2 représente un extrait d'une carte des remblais (carte géotechnique 31.3.7 Bruxelles). Sur cette carte sont représentées les courbes isopaches de remblais, les zones d'anciennes fortifications et les limites probables d'une zone de constructions souterraines.

4.3. Cartes donnant l'épaisseur ou le sommet des formations.

Les renseignements concernant les différentes formations cartographiées sont donnés suivant l'ordre dans lequel les formations sont rencontrées dans les sondages, c'est-à-dire de haut en bas.

het maaiveldpeil vermeld op de dokumentatiekaart, dan werd een verbetering van dit peil aangebracht als functie van de op de kaart aangegeven hoogtelijnen. Dit geschiedde althans indien kon worden nagegaan dat sinds het uitvoeren van de proef geen wijzigingen aan de topografie werden aangebracht. Het op de dokumentatiekaart aangegeven maaiveldpeil dient dus bij de verdere raadpleging van de dokumenten als bovenste referentiepeil te worden aangezien.

Figuur 1 geeft een uittreksel van de dokumentatiekaart (grondmechanische kaart 22.1.6 Gent Sint-Pieters⁶⁾ ter plaatse van het Sint-Pietersstation. Naast een aantal dokumentatiepunten met hun respektieve nummers zijn ook de hoogtelijnen van het terreinoppervlak aangegeven, zoals ze werden verkregen door interpolatie van de gegevens, medegedeeld op de fotogrammetrische kaart 22.1.6 van het Ministerie van Openbare Werken.

4.2. Kaart met de dikte der aangevulde en vergraven gronden

Daar de uitbreiding van de aangevulde en vergraven gronden niet aan bepaalde wetten beantwoordt en dus moeilijk kartografisch kan worden weergegeven, zijn in de eerste plaats de belangrijkste aanvullingszones gelokaliseerd. Dit zijn:

- de spoor- en autowegbermen,
- de zones rondom de meeste bruggen,
- de ophogingen langs bepaalde kanalen en rivieren,
- de aanvullingen voor het bouwrijp maken van waterzieke gronden.

Door de studie van historische kaarten en archiefdocumenten wordt verder gepoogd zoveel mogelijk oude waterlopen en militaire bolwerken te situeren. Deze gaan immers gepaard met min of meer belangrijke aanvullings- en/of vergravingszones. Een gedetailleerde kartering van deze zones is meestal onmogelijk, zodat alsdan genoeg moet genomen worden met het aangeven van een interval waarbinnen de dikte van de aangevulde en vergraven gronden kan variëren.

Voor de verdere kartering van de aangevulde en vergraven gronden wordt gesteund op de beschikbare punktuele gegevens, verschaft door boringen en diepsonderingen. Het onderscheid tussen de aangevulde en vergraven gronden en de onderliggende formaties is evenwel niet steeds duidelijk.

Aan het opstellen van de kaart der aangevulde en vergraven gronden wordt steeds veel aandacht besteed omdat deze gronden, gekenmerkt door het wisselende karakter van hun grondmechanische eigenschappen, in belangrijke mate kunnen bijdragen tot de algemene funderingsvoorwaarden.

Op fig. 2 wordt een uittreksel gegeven van een kaart van de aangevulde en vergraven gronden (grondmechanische kaart 31.3.7 Brussel⁷⁾. Naast de isopachen van de aangevulde en vergraven gronden is de ligging aangegeven van de oude

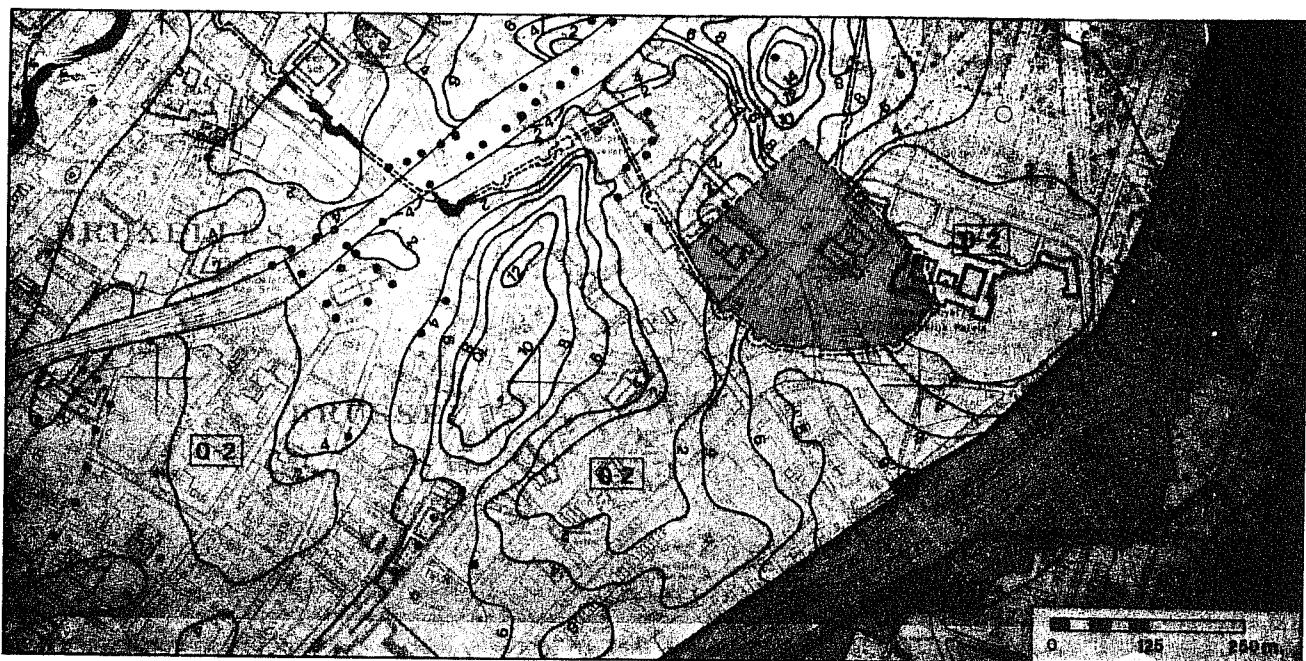
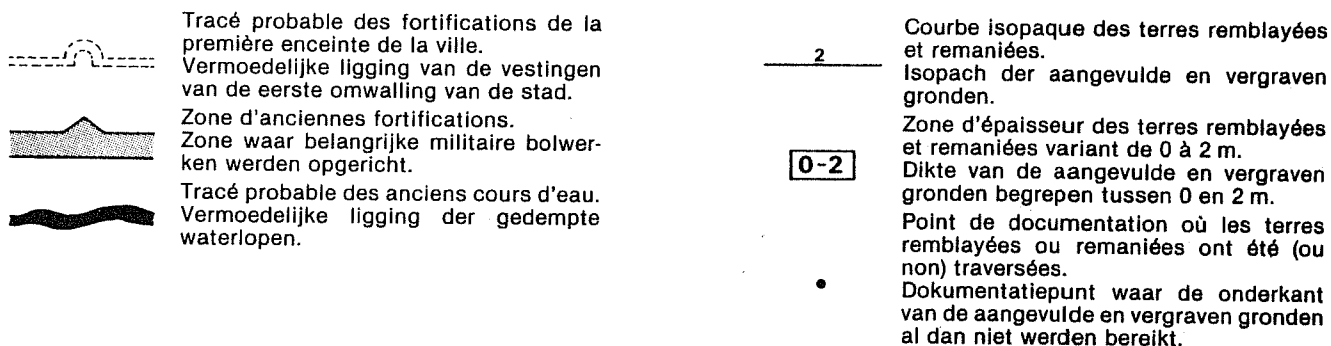


FIG. 2 - Extrait de la Carte Géotechnique 31.3.7 (Bruxelles): Carte des terres remblayées et remaniées, donnant aussi la localisation d'anciennes fortifications.

Uittreksel van de Grondmechanische Kaart 31.3.7 (Brussel): Dikte van de aangevulde en vergraven gronden. Op deze kaart wordt tevens de ligging van de militaire bolwerken aangegeven.



Selon la préférence du Centre, l'épaisseur où le sommet des diverses formations est indiqué.

Les variations d'épaisseur sont représentées par un réseau de courbes isopaques où chacune de celles-ci joint les points d'égale épaisseur. Dans le cas où cela paraît préférable, on donne les courbes isohypses des surfaces limitant les formations vers le haut. Une courbe isohypse joint les points de cote égale.

Lorsque dans une formation cartographiée existent certains niveaux à caractère discontinu, les points de renseignement ayant rencontré ces niveaux sont indiqués. La figure 3 montre un extrait d'une carte des argiles alluviales (Carte géotechnique 31.3.7 Bruxelles). A côté des courbes isopaques, sont indiqués les points où des terrains tourbeux ou de la tourbe ont été rencontrés pas les sondages.

4.4. Carte du sommet du substratum ou d'un horizon de référence.

Le sommet du substratum peut être retrouvé sur la carte avec les courbes isophyses de la surface limitant le substratum vers le haut. La topographie,

stadswallen, versterkingsmuren en militaire bolwerken. Daar op sommige plaatsen ondergrondse gangen e.d. voorkomen, waarvan de diepte niet bekend is, is alleen de ligging van deze zones medegedeeld.

4.3 Kaarten die de dikte of de top van de gekarteerde eenheden aangeven

De gegevens betreffende de verschillende gekarteerde eenheden zijn medegedeeld in de volgorde waarin ze in een boring worden aangetroffen, d.w.z. van boven naar onderen. Naar gelang van de voorkeur van het Centrum wordt, of de dikte, of de top van de verschillende eenheden gekarteerd.

De dikte van de eenheden is dan voorgesteld door isopachen of lijne van gelijke dikte, terwijl de top van de eenheden door middel van isohypsen of lijnen van gelijk peil is aangegeven.

Wanneer men binnen een bepaalde eenheid insluitsels aantreft die moeilijk te karteren zijn, dan worden boringen en de diepsonderingen waarin deze insluitsels zijn waargenomen soms aangegeven door middel van een speciaal symbool. Ter illustratie wordt in fig. 3 een uittreksel gegeven van

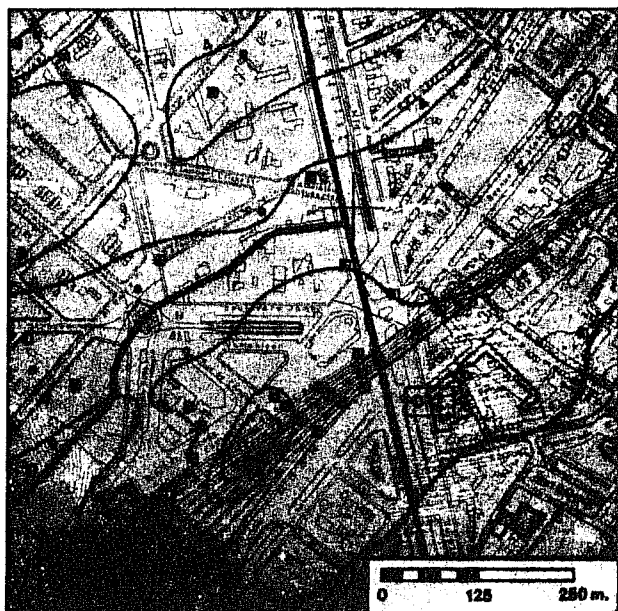


FIG. 3 - Extrait de la carte géotechnique 31.3.7 (Bruxelles) : Epaisseur des argiles alluviales.

Uittreksel uit de grondmechanische kaart 31.3.7 (Brussel) : Dikte van de alluviale kleien.

— 2 —	Courbe isopaque des argiles alluviales (en m).
	Isopach van de alluviale klei (in m).
—————	Limite d'extension des argiles alluviales.
	Begrenzing van de alluviale klei.
□ 0-2 □	Zone d'épaisseur des argiles alluviales variant de 0 à 2 m.
	Dikte van de alluviale klei begrepen tussen 0 en 2 m.
•	Point de documentation.
	Dokumentatiepunt.
■	Poches de tourbe.
	Veeninsluitingen.
□	Sables tourbeux ou argiles tourbeuses.
	Veenhoudend zand of veenhoudende klei.

l'épaisseur des différentes formations cartographiées et le sommet du substratum permettent de construire une coupe de terrain dans un point ou le long d'un tracé précis.

4.5. Carte hydrogéologique.

La carte hydrogéologique donne des renseignements sur les niveaux piézométriques et sur les caractéristiques des couches aquifères. Vu le nombre et la valeur inégale des niveaux piézométriques relevés il est souvent impossible de tracer des courbes isopièzes. Dans ce cas la cote du niveau d'eau et la date sont reportées ponctuellement à titre indicatif.

Sur un extrait d'une carte, des données hydrogéologiques (carte géotechnique 15.3.8 Antwerpen-Hoboken - Fig. 4) sont indiquées selon les circonstances :

- cote du terrain
 - niveau d'eau
 - date
- ou
- profondeur du niveau d'eau
 - date.

4.6. Carte de zonage géotechnique.

La carte de zonage géotechnique indique les zones où la même succession de formations ou les mêmes conditions géotechniques sont rencontrées. L'épaisseur des terrains remblayés n'entre parfois pas en considération dans le zonage géotechnique.

La consultation de la carte de zonage permet de vérifier si toutes les cartes, ayant une importance dans la zone considérée, ont été vérifiées.

Sur la carte de zonage sont parfois indiquées : les zones où l'épaisseur des terrains remblayés dépasse une certaine valeur et la surface de séparation entre les formations de la couverture et celle du substratum.

een kaart van de dikte van de alluviale klei (grondmechanische kaart 31.3.7 Brussel). Naast de isopachen staan de punten aangegeven waar, binnen de gekarteerde formatie, veen- of veenhoudende insluitsels werden aangetroffen.

4.4 Kaart met de top van het substraat of van een referentiehORIZON

Naast de kaarten die de dikte of de top van de eenheden aangeven, hoort steeds een document dat de hoogtelijnen weergeeft van de top van het substraat of van een bekend referentieniveau.

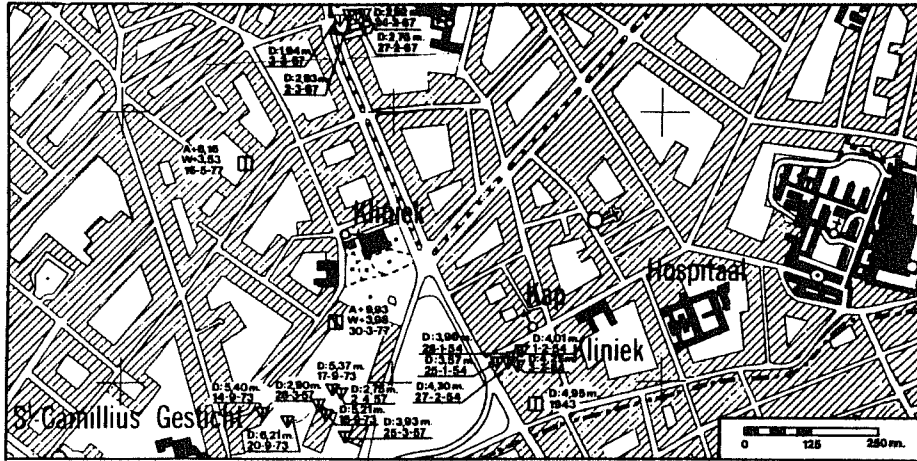
De kennis van het maaiveldpeil, van de dikte van de verschillende eenheden en van de top van het substraat of referentieniveau maakt het mogelijk een doorsnede te maken ter plaatse van een gegeven punt of langs een bepaald tracé.

In de meeste gevallen is het kartografisch weergeven van lijnen van gelijke piëzometrische stijghoogte onmogelijk bij gebrek aan een voldoende aantal betrouwbare gegevens. Men dient dan genoeg te nemen met het op een kaart aangeven van de lokale waarnemingen die tijdens de uitvoering van boringen en diepsonderingen zijn verkregen.

Op het uittreksel van een kaart met hydrogeologische gegevens (grondmechanische kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken⁸ - fig. 4) zijn een aantal hydrogeologische gegevens in het zuiden van de Antwerpse agglomeratie weergegeven. Naar gelang van de omstandigheden zijn de volgende gegevens vermeld :

- aanvangspeil van de proef;
 - peil waarop het grondwater voor het eerst werd waargenomen;
 - datum waarop de meting werd uitgevoerd;
- of
- diepte onder het maaiveld van het grondwater;
 - datum waarop de meting werd uitgevoerd.

Daarnaast is steeds het type van de proef met een symbool aangegeven.



Extrait de la Carte Géotechnique 15.3.8 (Antwerpen - Hoboken) : Données hydro-géologiques.
 Uittreksel van de Grondmechanische Kaart 15.3.8 (Antwerpen-Hoboken) : Hydro-geologische gegevens.

- A Cote d'orifice du sondage ou de l'essai de pénétration.
 Aanvangspeil van de boring of sondering.
- * Cote où l'eau a été rencontré la première fois durant l'exécution du sondage ou de l'essai de pénétration.
 Peil waarop het water tijdens de uitvoering van de boring of diepsondering voor het eerst werd waargenomen.
- ▣ Profondeur sous le niveau du terrain à laquelle l'eau a été rencontré la première fois durant l'exécution du sondage ou de l'essai de pénétration.
 Diepte onder het maaiveld waarop het water tijdens de uitvoering van de boring op diepsondering voor het eerst werd waargenomen.
- 26.4.77 Date de mesure : Datum waarop de meting werd uitgevoerd.

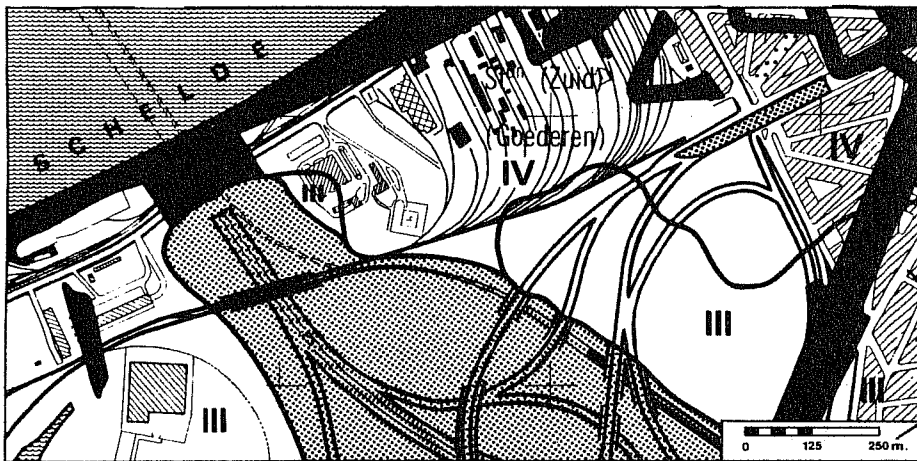


FIG. 5 - Extrait de la Carte Géotechnique 15.3.8 (Antwerpen-Hoboken) : Carte de zonage.
 Uittreksel van de Grondmechanische Kaart 15.3.8 (Antwerpen-Hoboken) : Zoneringskaart

- ▬ Fossés et cours d'eau remblayés, et remblais importants.
 Opgevulde waterlopen en grachten, en belangrijke aanvullingen.
- ▨ Déblai : Uitgraving.

Les zones géotechniques III et IV sont caractérisées par la succession lithologique.
 De grondmechanische zones III en IV zijn gekenmerkt door de lithologische opeenvolging.
 Terres remblayées et remaniées (+ séquence du quaternaire): Epaisseur 2 m.
 Aangevulde en vergraven gronden (+ kwartaire sekwentie): Dikte 2 m.
 Complexe sableux Anversien:
 Antwerpiaan zandcomplex:
 Epaisseur \leq 6 m pour la zone III
 Epaisseur \leq 6 m pour la zone IV
 Dikte \leq 6 m voor de zone III
 Dikte \leq 6 m voor de zone IV
 Argile de Boom.
 Boomse klei.

La figure 5 montre un extrait de la carte de zonage dans la région du tunnel Kennedy à Anvers (carte géotechnique 15.3.8 Antwerpen-Hoboken).

4.7. Les coupes géologiques.

Une ou plusieurs coupes géologiques illustrent les différentes formations caractéristiques de la zone cartographiée. La coupe géologique peut faire partie de la notice explicative. Sur la coupe sont aussi indiqués les zones géotechniques et quelques points de référence tels que rues et bâtiments.

4.8. La notice explicative.

La notice explicative contient des données générales concernant l'établissement des cartes géotechniques et une description des sujets suivant :

- Données géographiques
- Structure géologique
- Recherches effectuées
- Documentation
- Formations cartographiées
- Données hydrogéologiques
- Zonage géotechnique
- Coupes géologiques.

Une liste de références et éventuellement une bibliographie complémentaire font partie de la notice explicative.

Dans la notice sont décrites l'origine, la lithologie, la distribution et les caractéristiques géotechniques des formations cartographiées. Dans la mesure du possible les valeurs limites pour chaque type d'essais (granulométrie, masse volumique, indice de gonflement, constante de compressibilité, perméabilité, contrainte effective, contrainte totale) ont été données. Les résultats des essais de pénétration sont décrits.

Au sujet des caractéristiques géotechniques communiquées dans la notice explicative, il faut remarquer que les données utilisées pour l'établissement des cartes géotechniques ne proviennent pas d'essais effectués sur des échantillons pris suivant une loi statistique. Ces données proviennent plutôt d'essais exécutés dans le cadre de projet concrets. Pour cette raison, le traitement statistique de ces données n'a qu'une valeur informative.

5. Données pratiques.

5.1. Exemple d'application d'une carte géotechnique.

La figure 6 montre comment dresser une coupe de terrain à partir des différentes planches d'un atlas géotechnique (carte géotechnique 15.3.8 Antwerpen-Hoboken).

5.2. Programme des Centres pour la Cartographie Géotechnique (*)

Il est prévu que le Centre interuniversitaire pour la cartographie Géotechnique de Bruxelles établisse 29 cartes couvrant toute l'agglomération Bruxelloise. La première carte du centre de Bruxelles (31.3.7) est parue en juin 1978, la deuxième (31.3.5) en novembre 1979 et la troisième (31.3.6) en juin 1980.

(*) En juillet 1980

4.6. Grondmechanische zoneringskaart

Op de grondmechanische zoneringskaart, die een syntese is van de voorgaande kaarten, zijn grondmechanische zones aangegeven. Een grondmechanische zone is gekenmerkt door een welbepaalde opeenvolging van lagen. Het spreekt vanzelf dat de overgang van de ene grondmechanische zone naar de andere geleidelijk gebeurt. Met de dikte der aangevulde en vergraven gronden is bij het definiëren van de grondmechanische zones niet altijd rekening gehouden. Er kan dus alleen worden gesteld dat binnen een grondmechanische zone analoge globale grondmechanische eigenschappen worden aangetroffen.

Het raadplegen van de grondmechanische zoneringskaart kan ook als controle worden uitgevoerd. De in de legende medegedeelde opbouw van de verschillende zones geeft immers de gelegenheid na te gaan of alle voor een bepaalde zone van belang zijnde kaarten werden geraadpleegd.

Op de grondmechanische zoneringskaart zijn ook soms bijkomende gegevens vermeld zoals de zones waar de dikte van de aangevulde of vergraven gronden een bepaalde waarde overtreft of de hoogtelijnen van het scheidingsvlak tussen de kwartaire en de tertiaire formaties.

Fig. 5 geeft een uittreksel van de grondmechanische zoneringskaart ter plaatse van de toegang tot de Kennedytunnel (grondmechanische kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken).

4.7. Geologische doorsneden

De algemene opbouw van het gekarteerde gebied wordt verduidelijkt door het tekenen van één of meerdere geologische doorsneden die op een afzonderlijke plaat of als bijlage van de verklarende tekst worden medegedeeld. Op deze doorsneden worden naast de verschillende gekarteerde eenheden ook de grondmechanische zones en enkele referentiepunten zoals straten, gebouwen e.d. aangegeven.

4.8. Verklarende tekst

De verklarende tekst omvat, naast een aantal algemene beschouwingen i.v.m. het opstellen van de grondmechanische kaarten, de bespreking van de volgende onderwerpen :

- geografische gegevens;
- algemene geologische opbouw;
- uitgevoerde studie;
- dokumentatie;
- gekarteerde eenheden;
- hydrogeologische gegevens;
- grondmechanische zones;
- geologische doorsneden.

Daarnaast zijn ook een aantal referenties en eventueel een aanvullende bibliografie in de verklarende tekst opgenomen.

Bij de bespreking van de verschillende gekarteerde eenheden behandelt men achtereenvolgens de

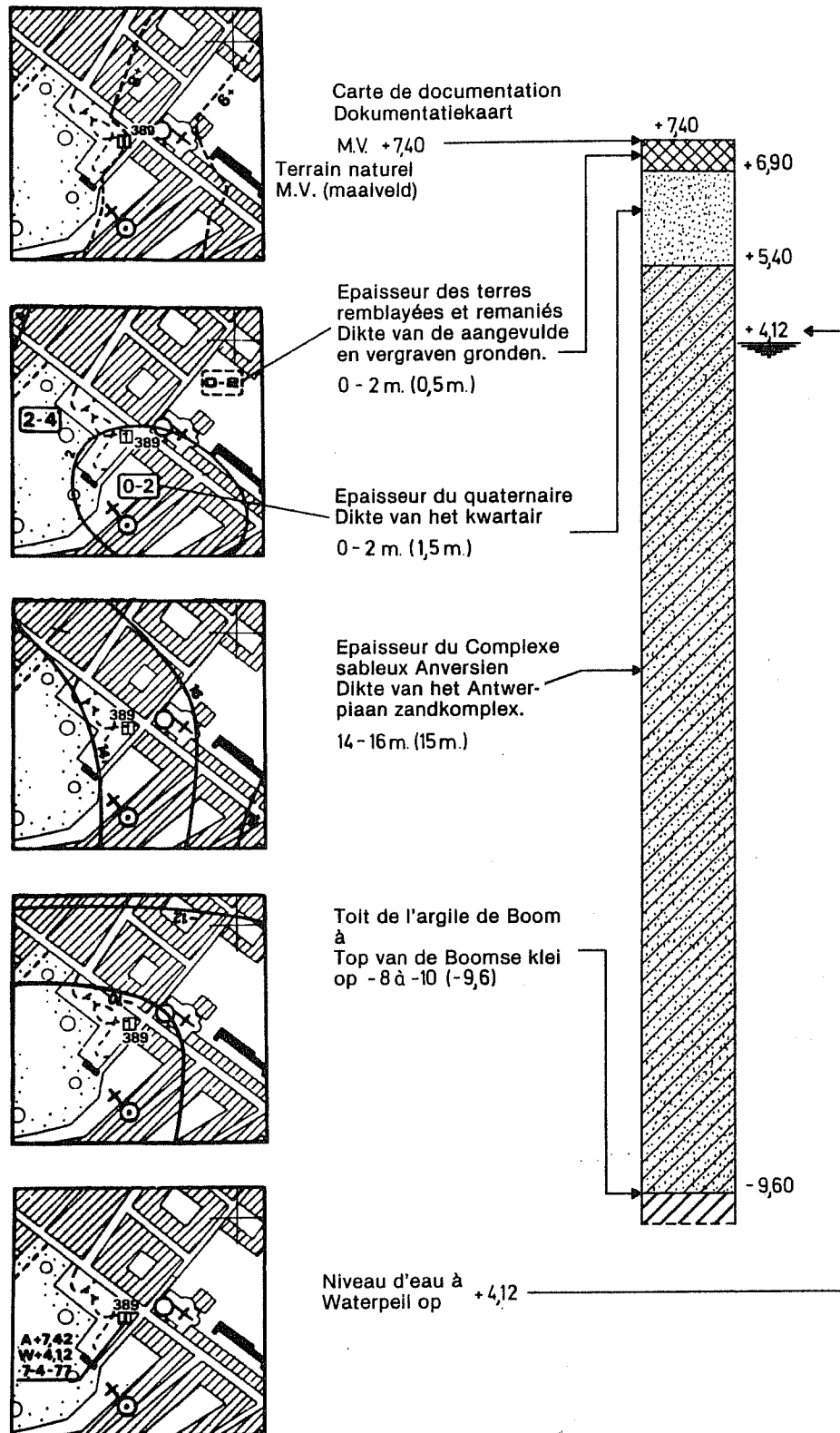


FIG. 6 - Exemple d'application de la carte géotechnique 15.3.8 Antwerpen-Hoboken au droit du point 389.
Toepassingsvoorbeeld van de grondmechanische kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken t.p.v. het punt 389.

Le Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Rijksuniversiteit Gent (Universiteit de Gand) prévoit l'établissement de 15 cartes couvrant l'agglomération Gantoise. La carte géotechnique 22.1.6 Gent-Sint-Pieters est parue en novembre 1978; la publication de la carte 22.1.4 est prévu pour août 1980, la publication de la carte 22.1.2 pour février 1981.

oorsprong, de litologie, de uitbreiding en de grondmechanische eigenschappen. In de mate van het mogelijke worden daarbij de uiterste grenzen aangegeven voor de korrelverdeling, het volumege-
wicht, de plasticiteitsindex, het humus- en kalkge-
deelte, de samendrukkings- en ontlastingskon-
stante en de doorlatendheid. Daarnaast zijn ook de
grenzen aangegeven waarbinnen de beschikbare

Le Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Rijksuniversiteit Gent s'occupe aussi de l'établissement de cartes géotechniques de l'agglomération Anversoise. L'établissement de 12 cartes couvrant l'agglomération Anversoise ainsi qu'une partie du port est prévu. La carte géotechnique 15.3.8 Antwerpen-Hoboken est parue en juin 1979 et la carte 15.3.6 Antwerpen-Centrum en février 1980. La publication des cartes géotechniques 15.3.1 à 4 est prévue pour 1981.

Par le Centre de Cartographie Géotechnique de l'Université de Liège est prévu l'établissement de 26 cartes géotechniques. Ces cartes couvrent toute l'agglomération Liégeoise. La première carte 42.2.7 est parue en octobre 1977. La carte 42.6.1 est parue en octobre 1979 et la publication de la carte 42.6.3. est prévue pour octobre 1980.

La prévision pour le Centre pour la Cartographie Géotechnique de l'Université Catholique de Louvain est l'établissement de 6 cartes couvrant l'agglomération Montoise et de 18 cartes couvrant l'agglomération Carolorégienne. Les cartes 45.4.5. à 8 Mons (secteur Obourg) et 45.3.5. à 8 (secteur Maisières) sont parues en avril 1979. La carte 46.8.5 Charleroi est parue en avril 1980. La publication de la carte 45.7.1 à 4 de Mons est prévue pour 1981.

5.3. Vente des cartes.

Les cartes géotechniques peuvent être obtenues au Secrétariat de la Commission de Cartographie Géotechnique, 28 Square de Meeûs, 1040 Bruxelles ou contre versement du prix de vente (750 Fr) au compte chèques postaux 000-0050267-21 au nom de l'Institut Géotechnique de l'Etat, laboratoire, Tramstraat, 44, 9710 Zwijnaarde.

Ceux qui le souhaitent peuvent être tenus aux courants de la publication des cartes géotechniques.

6. Conclusion.

Ingénieurs, architectes, planificateurs trouvent dans les cartes géotechniques les bases d'un avant-projet d'implantation, de construction, d'aménagement, les premières indications sur les solutions techniques à envisager, et en tout cas, les éléments nécessaires pour prévoir les modalités de la prospection détaillée (géologique, hydro-géologique, géotechnique) indispensable à l'établissement du projet définitif.

Il est cependant nécessaire de souligner que les cartes géotechniques sont des documents de base et que, vu les interpolations, les cartes ne dispensent en aucune façon des recherches complémentaires en fonction de sites particuliers et projets définis.

resultaten van traxiaalproeven en celproeven variëren. Ten slotte wordt ook aangegeven welke resultaten bij het uitvoeren van diepsonderingen in de beschouwde eenheid kunnen worden verkregen.

In verband met de medegedeelde grondmechanische eigenschappen dient evenwel te worden opgemerkt dat de gegevens waarop bij het opstellen van de grondmechanische atlas werd gesteund niet zijn verkregen door het uitvoeren van proeven op monsters, die volgens een statistische wet werden genomen. Deze gegevens zijn eerder afkomstig van proeven, die in het raam van welomschreven projekten werden uitgevoerd. De statistische verwerking van deze gegevens heeft dus een louter informatief karakter.

5. Praktische gegevens

5.1. Toepassingsvoorbeeld

Op fig. 6 wordt aan de hand van een aantal uittreksels van de grondmechanische kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken aangegeven hoe men met de grondmechanische kaart een geologische doorsnede kan opstellen.

5.2. Overzicht van de activiteiten van de verschillende centra (*)

Door het Brussels Interuniversitair Centrum voor Grondmechanische Kartering dienen in totaal 29 grondmechanische kaarten te worden opgesteld, die de volledige Brusselse agglomeratie bestrijken. De eerste grondmechanische kaart van Brussel (31.3.7) verscheen in juni 1978, de tweede (31.3.5) in november 1979 en de derde (31.3.6) in juni 1980.

Door het Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Rijksuniversiteit Gent dienen in totaal 15 kaarten te worden opgesteld, die de volledige Gentse agglomeratie bestrijken. De grondmechanische kaart 22.1.6 Gent St.-Pieters verscheen in november 1978; de publikatie van de grondmechanische kaart 22.1.4 is voorzien voor augustus 1980 en de publikatie van de grondmechanische kaart 22.1.2 voor februari 1981.

Het Centrum voor Grondmechanische Kartering is eveneens belast met het opstellen van de grondmechanische kaarten van de Antwerpse agglomeratie. Van deze agglomeratie dienen in totaal 12 kaarten te worden opgesteld, welke naast de Antwerpse agglomeratie eveneens een gedeelte van de haven bestrijken. De grondmechanische kaart 15.3.6 Antwerpen-Centrum in februari 1980. De publikatie van de grondmechanische kaarten 15.3.1 à 4 is voorzien voor 1981.

Door het Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Universiteit te Luik dienen in totaal 26 grondmechanische kaarten te worden opgesteld welke de volledige luikse agglomeratie bestrijken. De eerste kaart 42.2.7 verscheen in oktober 1977. De kaart 42.6.1 verscheen in oktober 1979 en de publikatie van de kaart 42.6.3 is voorzien voor oktober 1980.

(*) Overzicht opgemaakt in juli 1980.

BIBLIOGRAPHIE.

- (1) Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur. *Guide pour la préparation des Cartes Géotechniques* Unesco. Sciences de la Terre n° 15, 1976.
- (2) Ghiste, S. *Rapport sur la Cartographie Géotechnique*, Mons, Institut Reine-Astrid, 1972.
- (3) Ghiste, S. et autres. *Carte Géotechnique de la région de Mons*, Mons, Institut Reine Astrid, 1969.
- (4) Ghiste, S. et Sebbe, A. *Carte d'interprétation géotechnique de Saint-Ghislain*, inédit, 1971.
- (5) Calembert, L., Monjoie, A. et Polo-Chiapolini, C., *Carte Géotechnique prototype du Sart-Tilman*, Annales des Travaux Publics de Belgique n° 5, 1975.
- (6) Commission de Cartographie Géotechnique. *Grondmechanische Kaart 22.1.6 Gent-St. Pieters*, par E. De Beer, W. De Breuck, G. De Moor, R. Tavernier, J. Maertens et Ph. Van Burm.
- (7) Commission de Cartographie Géotechnique. *Carte Géotechnique 31.3.7 Bruxelles* par J.P. Dam sous la direction de J. Nuyens, A. Parent et R. Thonnard.
- (8) Commission de Cartographie Géotechnique. *Grondmechanische Kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken*, par E. De Beer, W. De Breuck, J. Maertens et Ph. Van Burm.

REFERENTIES

- (1) International Association of Engineering Geology. *Engineering Geological Maps. A Guide to their Preparation*, Paris, Unesco, Sciences de la Terre n° 15, 1976.
- (2) Ghiste, S. *Rapport sur la Cartographie Géotechnique*, Mons, Institut Reine Astrid, 1972.
- (3) Ghiste, S. et autres. *Carte Géotechnique de la région de Mons*, Mons, Institut Reine Astrid, 1969.
- (4) Ghiste, S. et Sebbe, A. *Carte d'interprétation géotechnique de Saint-Ghislain*, onuitgegeven, 1971.
- (5) Calembert, L., Monjoie A. & Polo-Chiapolini, C., *Carte Géotechnique prototype du Sart-Tilman*, Tijdschrift der Openbare Werken van België n° 5, 1975.
- (6) Commissie voor Grondmechanische Kartering. *Grondmechanische Kaart 22.1.6 Gent Sint-Pieters*, door E. de Beer, W. de Breuck, G. de Moor, R. Tavernier, J. Maertens en Ph. van Burm.
- (7) Commissie voor Grondmechanische Kartering. *Grondmechanische Kaart 31.3.7 Brussel*, opgesteld door J.P. Dam onder leiding van J. Nuyens, A. Parent en R. Thonnard.
- (8) Commissie voor Grondmechanische Kartering. *Grondmechanische Kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken*, door E. de Beer, W. de Breuck, J. Maertens en Ph. van Burm.

Door het Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Universiteit Catholique de Louvain dienen 6 kaarten te worden opgesteld van Mons en 18 kaarten van de agglomeratie van Charleroi. De grondmechanische kaarten 45.4.5 à 8 Mons (sector Obourg) en 45.3.5 à 8 Mons (sector Maisières) verschenen in april 1979. De kaart 46.8.5 Charleroi verscheen in april 1980. De publikatie van de kaart 45.7.1 à 4 van Mons is voorzien voor 1981.

5.3. Verkoop der kaarten

De grondmechanische kaarten zijn te verkrijgen op het sekretariaat van de commissie voor Grondmechanische Kartering, Hertogsstraat 89, 1000 Brussel of door storting van de verkoopprijs (750 F) op postrekening nr. 000-0091190-10 op naam van het Rijksinstituut voor Grondmechanica, Laboratorium, Tramstraat 44, 9710 Zwijnaarde.

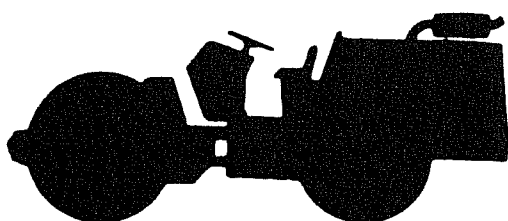
Zij die er om vragen worden op de hoogte gehouden van het verschijnen van nieuwe grondmechanische kaarten.

6. Slot

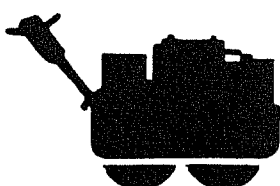
Ingenieurs, architecten en planologen vinden op de grondmechanische kaarten een groot aantal gegevens, die nuttig zijn bij de keuze van de plaats van infrastructuurwerken, het opmaken van een voorontwerp, het verzamelen van algemene inlichtingen en het nemen van voorzorgsmaatregelen. In ieder geval verstrekken ze de elementen die nodig zijn voor het opstellen van een gedetailleerd proevenprogramma (geologisch, hydrogeologisch en grondmechanisch), waarvan de uitvoering steeds noodzakelijk is met het oog op het maken van een definitief ontwerp.

Er dient evenwel te worden opgemerkt dat de grondmechanische kaarten slechts een basisdocument vormen en dat omwille van de vele interpolaties, die bij het opstellen ervan dienen te worden gemaakt, de gebruiker in geval kan worden vrijgesteld van het uitvoeren van aanvullende proeven in verband met welomschreven projecten.

RAY-GO
SOL - ASPHALT - GROND



CEL
ROULEAUX VIBRANTS - TRILWALSEN



FREMA
PLAQUES VIBRANTES - TRILPLATEN



Rue du Bruel 82 . Bruulstraat - 1130 Bruxelles-Brussel.

decouverte-02/251 30 83