

KONINKRIJK BELGIE

NATIONAAL COMITE VOOR GEOGRAFIE

COMMISSIE VOOR DE NATIONALE ATLAS

ATLAS VAN BELGIË

(PLATEN 16^A en 16^B)

HYDROGEOLOGIE

DOOR

M. GULINCK



1966

**Voltooid op de persen
van het
Militair Geografisch Instituut
Ter Kameren — Brussel**

Oorspronkelijke tekst overgemaakt aan de Commissie voor de Atlas op 1 oktober 1965.
De auteurs van de toelichtende teksten bij de Atlas van België worden door het Nationaal Comité voor Geografie en door de Commissie voor de Atlas als volkomen verantwoordelijk beschouwd voor de door hen gepubliceerde mededelingen.

HYDROGEOLOGIE

(PLATEN 16^A en 16^B)

I. — INLEIDING.

De twee kaarten hebben tot doel het verband aan te tonen tussen de geologische samenstelling van de ondergrond van België en de verschillende kenmerken van de watervoorraden aldaar, zoals de verspreiding, de capaciteit, de samenstelling van het water, de wijze van uitbating, enz.

Bovendien worden enkele gegevens verstrekt over de winningen van oppervlaktewater.

Het spreekt vanzelf dat de opgelegde schaal ons niet toeliet alle bijzonderheden weer te geven. Talrijke plaatselijke omstandigheden, die trouwens niet altijd op voldoende wijze bekend zijn, moesten derhalve sterk geschematiseerd worden.

De betrekkelijke capaciteit of de omvang van de watervoorraden is kwalitatief aangegevoerd door de intensiteit van de gekozen kleur en kan tevens afgeleid worden uit de grootte van de eventuele winningen.

In 't algemeen werd slechts rekening gehouden met de winningen voor openbare waterbedelingen die ten minste 1 000 m³/dag produceren.

Bij gebrek aan voldoende gegevens, kon hier geen melding gemaakt worden van private industriële winningen. Deze winningen, die bijna altijd onmiddellijk nabij de plaatsen van verbruik aangetroffen worden, kunnen nochtans, globaal beschouwd, zeer belangrijk zijn. Het aldus gewonnen water vult meestal de leveringen van de openbare netten aan.

In gebieden met een vlakke geologische structuur kunnen verschillende waterhoudende lagen boven elkaar voorkomen. Op de kaarten zijn alleen de relatief belangrijkste en minst diep gelegen waterlagen voorgesteld. De gestreepte kleuren wijzen op artesische of semi-artesische lagen.

Plaat I heeft betrekking op de grondwaterlagen uit de primaire en secundaire formaties, terwijl plaat II zich beperkt tot de jongere geologische formaties (Tertiair, Kwartair). Deze laatste formaties zijn alleen ten noorden van de as Haine-Samber-Maas hydrologisch belangrijk.

Deze splitsing werd om praktische redenen doorgevoerd, al is ze niet altijd hydrologisch verantwoord. Het gebeurt immers vaak dat de grondwatermassa's zich in boven of naast elkaar gelegen geologische formaties verspreiden.

Beide kaarten moeten dus in een zekere mate geïnterpreteerd worden. Dit wordt vergemakkelijkt door de algemene profielen die op plaat II voorkomen.

Een eerste blik op deze kaarten toont aan dat men in België grondwatervindplaatsen van zeer verschillende soorten aantreft.

Verder zal men kunnen opmerken dat verschillende dichtbevolkte en sterk geïndustrialiseerde gebieden het nodige drink- en nijverheidswater uit veraf gelegen streken moeten aanvoeren.

Men kan ook vaststellen dat alle belangrijke en bruikbare watervoorraden thans bekend zijn. De grondwatervoorraden zijn daarenboven op verscheidene plaatsen reeds sterk, soms in overdreven mate, ontgonnen geworden.

De huidige behoeften aan drinkwater, nijverheidswater en irrigatiewater zijn nochtans niet volledig gedekt en de vraag stijgt voortdurend. Verder blijkt het in vele gevallen onmogelijk te zijn ze alle tegelijkertijd te bevredigen.

Op dit ogenblik bedraagt het gemiddeld dagelijks verbruik van leidingswater 110 liter per dag en per inwoner, een hoeveelheid die vermoedelijk binnen afzienbare tijd tot 200 liter zal stijgen.

Het grootste gedeelte van het leidingwater komt op dit ogenblik uit ondergrondse voorraden, die doorgaans de beste waarborgen bieden op het stuk van de kwaliteit en de natuurlijke bescherming tegen verontreiniging door uitwendige oorzaken.

Om de nieuwe behoeften te dekken zal men in ruime mate beroep moeten doen op de nog beschikbaar gebleven voorraden oppervlaktewater.

Alle landen met een sterk ontwikkelde nijverheid en een intensieve landbouw, zelfs die met een hoge regenneerslag, staan voor zware problemen in verband met een volledige en rationele exploitatie van hun natuurlijke watervoorraden. Daarenboven moeten geschikte maatregelen gevonden worden om deze voorraden tegen alle mogelijke bezoedelingen te beschermen.

Bovendien hebben deze problemen een grote invloed op de economische en sociale evolutie van de betrokken streken.

De aanwezigheid en de kenmerken van de watervindplaatsen, alsmede de meest aangevozen middelen om ze te ontginnen, zijn aan verschillende omstandigheden gebonden : regenneerslag, hydrografie, aanwezigheid van doorlatende terreinen, hun topografische ligging, het regime zelf van de waterlagen, de eventuele natuurlijke bescherming tegen bezoedeling, de samenstelling zelf van het water, de mogelijkheden tot kunstmatige wederbevoorrading, enz.

In de hierna volgende bladzijden geven wij eerst een zeer bondig overzicht van de oppervlaktewatervoorraden. Vóór de beschrijving van de grondwatervindplaatsen — het hoofdthema van deze studie — worden enkele algemene beschouwingen gegeven over de verschillende toestanden die men in België aantreft.

II. — OPPERVLAKTEWATER.

1. Regen neerslag.

De Belgische bodem ontvangt jaarlijks een gemiddelde hoeveelheid regen neerslag die naar gelang van de plaats begrepen is tussen 700 mm (kust) en 1 400 mm (hoogvlakte van de Ardennen). Het hydrografisch bekken van de Maas ontvangt dus merkkelijk meer regenwater dan het Scheldebekken.

In de gebieden met de grootste regen neerslag is de samenstelling van de ondergrond ongeschikt voor het opvangen van aanzienlijke hoeveelheden grondwater. Dit is een van de oorzaken van het zeer onregelmatige debiet van de rivieren in deze streken.

De jaarlijkse regen neerslag ondergaat bovendien vrij belangrijke, doch moeilijk te voorspellen wisselingen, waardoor niet alleen de landbouwproductie, maar ook de drink- en industriewatervoorziening, alsmede de scheepvaart soms hard getroffen worden.

Er is steeds een zekere verschuiving waar te nemen tussen de tijdstippen waarop aan de ene zijde de hoeveelheid neerslag en aan de andere zijde het debiet van bronnen en waterlopen hun extreme waarden bereiken.

In de zomer zal het regenwater grotendeels verdampen of opgeslorpt worden door de vegetatie. Men heeft de hoeveelheid regenwater die in het Maasbekken jaarlijks verdampt,

op 500 mm/m² geschat. Het is feitelijk alleen een langdurige regenneerslag op een verzadigde bodem, die nuttig is voor de voeding van het grondwater.

Het lijkt vrijwel onmogelijk, een eenvoudig kwantitatief verband te leggen tussen de onderscheiden fluctuaties van de regenneerslag, de afvoer van rivieren, de grondwaterstand en het debiet van de bronnen.

Men kan evenwel vermelden dat tijdens het zeer droge jaar 1959 de totale neerslag te Ukkel van april tot november slechts 66 % van de normale waarde bedroeg. Dit had tot gevolg dat het debiet van de waterlopen en van sommige belangrijke waterwinningen soms tot beneden de helft van de normale hoeveelheid daalde.

2. Hydrografie.

Het Belgisch grondgebied behoort tot vijf verschillende hydrografische bekkens :

Maas : 14 630 km² (20 800 km² voor het volledige stroomgebied stroomopwaarts van Luik);

Schelde : 12 240 km² (19 300 km² voor het volledige stroomgebied stroomopwaarts van Rupelmonde);

Kustbekkens : 2 230 km² (IJzer, Waardamme,...);

Moezel-Rijn : 871 km²;

Oise-Seine : 73 km².

Er dient rekening gehouden met het feit dat de twee belangrijkste stromen reeds een vrij groot gebied gedraineerd hebben stroomopwaarts van de Belgische grens en dat hun monding in Nederland gelegen is. Hierdoor is het benutten van hun water aan bepaalde voorwaarden en internationale verplichtingen onderworpen.

Het regime van de waterlopen is nog slecht bekend. Het bepalen van hun debiet is trouwens geen eenvoudige operatie en vereist doorlopende metingen gedurende lange perioden (ten minste een decennium (1)).

Bij wijze van inlichting zijn hierna enkele algemene gegevens aangeduid :

Maas : debietmetingen aan de stuw van Monsin, bij Luik :

gemiddeld debiet	273 m ³ /sec;
gemiddeld minimumdebiet	80 m ³ /sec;
minimumdebiet in zeer droge jaren	30 m ³ /sec.

Schelde (geraamde hoeveelheden) :

gemiddeld debiet te Antwerpen	80 m ³ /sec;
minimumdebiet te Antwerpen	20 m ³ /sec;
minimumdebiet te Gent	5 m ³ /sec.

Kustbekkens : Er is geen stroming tijdens droge perioden.

3. Gebruik van oppervlaktewater.

In voorbije jaren werd het water uit verschillende waterlopen als drinkwater gebruikt — zelfs uit de Samber en uit sommige vaarten van de kustvlakte.

(1) Dergelijke studies behoren tot de bevoegdheid van het Algemeen Bestuur der Waterwegen (Ministerie van Openbare Werken). Onbevaarbare en onvlotbare waterlopen vallen onder het toezicht van de Landelijke Waterdienst (Ministerie van Landbouw). De provinciale technische diensten en sommige waterleidingsmaatschappijen verrichten eveneens plaatselijke metingen op laatstgenoemde waterlopen.

Tegenwoordig maakt de nijverheid gretig gebruik van water uit kanalen en rivieren, met of zonder voorafgaande bewerking. Het grootste gedeelte ervan dient als koelwater en keert behoudens een zeker verlies naar deze waterlopen terug.

Men schat dat de zware nijverheid aldus in 1960 ongeveer 1 100 miljoen m³ rivierwater gebruikt heeft.

De toepassingsmogelijkheden van stromend water uit het kustgebied, het Scheldebekken, sommige bijrivieren van de Maas, zijn nochtans sterk beperkt door de lage kwaliteit van het water, veroorzaakt hetzij door een bovenmatige bezoedeling, hetzij door een sterke verzilting (Beneden-Schelde, Rupel, vaart Gent-Terneuzen,...) hetzij door een te hoge temperatuur ingevolge het lozen van koelwater (Samber, vaart van Charleroi nabij Klabbeek,...).

Om deze verontreiniging te beteugelen werd een strenge wetgeving ontworpen. De waterlopen zullen in drie klassen ingedeeld worden, naar de graad van verontreiniging die in de toekomst zal worden geduld. Voor de gevestigde nijverheden kan dat natuurlijk zware lasten meebrengen. Ook de verdere bestemming van de waterlopen zal er door beïnvloed worden.

Het *Albertkanaal* bevindt zich in dit opzicht in een zeer bijzondere toestand. Het is gebleken dat het sterk verontreinigde Maaswater dat in het kanaal vloeit, een geleidelijke decantatie en een natuurlijke auto-epuratie ondergaat. Door het verschil in sashoogte tussen de laatste sluis van Wijnegem (5 m 70) en de stroomopwaarts gelegen sluizen (10 m) wordt bovendien dagelijks ongeveer 300 000 m³ theoretisch beschikbaar gesteld.

De stad Antwerpen, die zich voorheen tevreden moest stellen met water opgevangen in de Nete bij laag water, heeft een belangrijk opvangstation te Viersel en grote zuiveringsinstallaties te Walem opgericht (2). Deze installaties leveren ongeveer 130 000 m³/dag, waarvan 41 % door de Antwerpse nijverheid verbruikt wordt.

Wij moeten ten slotte nog vermelden dat de « Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux » een project uitgewerkt heeft voor het rechtstreeks aftappen van Maaswater te Tailfer.

Er bestaat ook een aftapstation op de Ourthe, nabij de samenvloeiing met de Maas, stroomopwaarts van Luik (Les Grosses Battes).

4. Afvloeiingswater. Vijvers en open groeven.

Het water dat langs de sloten en kanalen van wateringën afgevoerd wordt, kan in zekere mate als verloren beschouwd worden. Men zou het kunnen opvangen in kunstmatige spaarbekkens en na een passende bewerking als industrie- of drinkwater kunnen verdelen.

Dit wordt namelijk verwezenlijkt in Zeeuws-Vlaanderen, waar de plaatselijke waterleidingsmaatschappij voorlopig ook water uit België (Isabella watering in Oost-Vlaanderen) afneemt.

De mogelijkheid wordt onderzocht om zulke recuperatie-installaties eveneens in België op te richten, namelijk in Oost-Vlaanderen (Kluizen, Moerbeke) en in het IJzergebied. Hierdoor zouden meteen grote oppervlakten « waterzieke gronden » gesaneerd worden.

De Nationale Maatschappij der Waterleidingen heeft projecten uitgewerkt met een gezamenlijke capaciteit van 220 000 m³/dag (waarvan 100 000 m³ in het IJzerbekken). De verwezenlijking stuit echter op grote praktische problemen, zoals de slechte kwaliteit van het draineringswater (sterke bezoedeling of hoog sulfaatgehalte) en de zware kosten verbonden aan het oprichten van kunstmatige spaarbekkens. De verlaten kleigroeven in de betrokken streken komen niet in aanmerking, omdat zij te klein zijn.

(2) Een nieuwe, aanvullende zuiveringsinstallatie is op dit ogenblik in aanbouw te Oelegem.

De stad Ieper neemt drinkwater uit de vijvers van Zonnebeke en Zillebeke, die gevoed worden door de beekjes uit de heuvelachtige Kemmelstreek.

De andere vijvers van Laag-België, die zoals de voorgaande op kunstmatige wijze ontstaan zijn, blijken niet in aanmerking te komen voor de watervoorziening (Blankaart, Hofstade,...).

In Hoog-België moeten wij het kunstmatige meer van Waarfaz vermelden. De stad Spa maakt er gebruik van voor toekomstige doeleinden.

Verlaten kalksteengroeven (Ligny, Ecaussines, Neufvilles) werden als waterwinplaatsen ingericht. Zij verzamelen een zekere hoeveelheid regen- en afvloeiingswater, maar worden nog in belangrijke mate gevoed door de grondwaterlaag die in de kalksteen aanwezig is.

Dit zou op verscheidene andere plaatsen kunnen verwezenlijkt worden, bijvoorbeeld in de streek van Doornik, indien een doeltreffende bescherming tegen bezoedeling mogelijk was.

5. Stuwmeren in Hoog-België.

Het oostelijk stroomgebied van de Maas biedt nog verschillende mogelijkheden om oppervlaktewater op te vangen.

Het bouwen van nieuwe stuwdammen vereist echter enorme investeringen, die door het leggen van leidingen naar de grote verbruikcentra en de bewerking van het water nog aanzienlijk opgedreven worden.

Op dit ogenblik beschikt men over de volgende werken :

Stuwmeer van de Gileppe.

Gelegen op het peil + 281. Capaciteit : 13 000 000 m³.

Het kan ongeveer 40 000 m³/dag leveren, bestemd voor de agglomeratie van Verviers.

Er werd overwogen deze stuwdam te verhogen, om via een tunnel water uit de Soor op te vangen. De capaciteit zou dan tot 27 000 000 m³ stijgen en het maximumdebiet tot 73 000 m³/dag.

Stuwmeer van Eupen, op de Vesder.

Hoogtepeil : + 361. Capaciteit : 25 000 000 m³. Dit meer kan theoretisch 80 000 m³/dag leveren.

Het water zal door een in aanbouw zijnde leiding tot in de nabijheid van Seraing gebracht worden. Het bevat veel ijzer, mangaan en humeuze stoffen, is sterk agressief en moet een grondige bewerking ondergaan.

Stuwmeren van de Warche (Butgenbach, Robertville).

Deze twee stuwmeren werden niet aangelegd om drink- of industriewater te leveren, maar wel om elektrische centrales te voeden. Stroomafwaarts van het meer van Robertville wordt nochtans een zekere hoeveelheid water van de drukleiding afgetapt, om de stad Malmedy te voorzien.

Deze meren bevinden zich respectievelijk op het peil + 546 en + 496 en hebben een capaciteit van 11 000 000 m³ en 8 200 000 m³.

Stuwmeer van Nisramont op de Ourthe.

Hoogtepeil : + 275. Capaciteit : 3 000 000 m³. Mogelijk debiet : 12 000 m³/dag. Deze kleine dam werd gebouwd als voorbereiding tot de constructie van een grote stuwdam op de Ourthe, waardoor ongeveer 250 000 000 m³ zou kunnen verzameld worden. Voor de uitvoering van dit laatste werk werd echter nog geen beslissing genomen.

Andere mogelijkheden.

Onder de verschillende plaatsen die voor de oprichting van stuwmeren in aanmerking kunnen komen, dienen onder meer te worden vermeld :

De Semois stroomopwaarts Bouillon (967 000 000 m³);

De Lesse bij Daverdisse (195 000 000 m³);

De Aisne bij Roche à Frène (420 000 000 m³);

De Hoëgne bij Polleur (50 000 000 m³);

De Eau d'Heure bij Silenrieux (25 000 000 m³);

De Hermeton (40 000 000 m³).

Onlangs werd de aandacht gevestigd op de betekenis van een stuwdam op de Semois. Samen met een stuw op de Lesse, zou dit werk de mogelijkheid bieden om het debiet van de Maas derwijze te regelen dat haar minimumdebiet boven 67 m³/sec zou blijven, zelfs na twee achtereenvolgende droge jaren.

De stuwdam van Silenrieux werd ontworpen om het debiet van de Samber te regelen en tegelijkertijd de vaart Charleroi-Brussel van water te voorzien.

De bouw van een klein stuwmeer op de Vierre, een bijrivier van de Semois, ten behoeve van een elektrische centrale, is haast voltooid.

Er bestaat nog een onvolledig afgewerkt klein stuwmeer op de Ry te Rome bij Couvin.

Ten slotte dient vermeld dat de Administratie van de Landelijke Waterdienst de bouw van talloze kleine stuwdammen op secundaire waterlopen overweegt, ten einde waterreserves voor irrigatiedoeleinden te vormen.

III. — GRONDWATER - ALGEMEENHEDEN.

1. Aard van de watervoerende gesteenten. — Capaciteit van de winplaatsen.

De hydrologische betekenis van de verschillende geologische formaties wordt hoofdzakelijk bepaald door de permeabiliteit of doorlatendheid van de gesteenten, het volume van de watervoerende massa en de omstandigheden waaronder de natuurlijke wederbevoorrading geschiedt.

Hierbij dient een onderscheid te worden gemaakt tussen de min of meer statische diepliggende grondwatermassa's en de bovenste zones die onmiddellijk onder de invloed van seizoen- en klimaatschommelingen staan. Een nauwkeurige grens tussen deze zones is echter moeilijk te trekken.

Eerstgenoemde zones kunnen soms zeer uitgestrekt zijn, maar bij oordeelkundige winningen worden zij doorgaans niet of slechts tijdelijk aangesproken. Er moet inderdaad een zeker evenwicht bewaard blijven tussen het volume percolerend regenwater en het volume dat uit waterhoudende formaties afgetapt wordt of langs bronnen en door ondervloeiing (natuurlijke ondergrondse stroming) wegvloeit.

Men moet aan de rivieren een minimumdebiet laten tijdens het droge seizoen en een overdreven verlaging van de grondwaterspiegel kan in bepaalde gevallen ernstige schade veroorzaken aan de landbouw.

Sommige gesteenten (grind, zand, tufkrijt, dolomiet), bezitten een « inherente » permeabiliteit. Andere gesteenten zijn daarentegen slechts watervoerend indien er een min of meer dicht spletnet in aanwezig is.

Dit is namelijk het geval met krijt, dat in de buurt van de ontsluitingszones zeer sterk gekloven en dan zeer doorlaatbaar is, dan wanneer het op grotere diepten nagenoeg volkomen dicht en dus hydrologisch steriel blijft.

Men kan het oorspronkelijke debiet van putten die in kalkrijke gesteenten geboord worden, merkkelijk verhogen door « verzuring ». Natuurlijke ontkalkingsverschijnselen beïnvloeden ook in sterke mate de doorlatendheid van kalkrijke gesteenten. Dit schijnt het geval te zijn met de brusseliaanse zanden.

Alle paleozoïsche gesteenten : kwartsieten, zandstenen, schiefers, massieve of gelaagde kalkstenen, eruptieve gesteenten, zijn nabij de oppervlakte, altijd in mindere of meerdere mate gediaseerd, maar dit kenmerk verdwijnt op grotere diepte.

De ervaring heeft geleerd dat het rendement van putten geboord in het paleozoïsch substraat van Vlaanderen en Brabant weinig of niet verbetert door verdieping. Toch heeft men soms op grote diepte, (op 2 200 m in de boring van Turnhout) sterk gecorrodeerde dolomieten met fossiele karstholten aangetroffen, waarin omvangrijke statische watermassa's opgesloten zitten.

2. Topografische ligging en geologische structuur van de winplaatsen.

Deze omstandigheden beïnvloeden de natuurlijke bevoorrading en de wijze van ontginning. Men kan in dit opzicht de volgende typen onderscheiden :

- a) Afzonderlijke poreuze massieven, rustend op een ondoorlatende formatie, boven het peil van de omliggende thalwegen gelegen. De begrenzing hiervan wordt meestal door vrij goed ontwikkelde bronnen onderstreept. Dit is namelijk het geval voor de zandige tertiaire heuvels van Vlaanderen, de veenachtige hoogvlakten van de Ardennen en sommige tertiaire of krijtmassieven liggend op primaire gesteenten.
- b) Subhorizontale, doorlatende massieven waarvan het ondoorlatend substraat onder het niveau van de omliggende thalwegen blijft. Bronnen ontstaan in de door erosie veroorzaakte insnijdingen aan de rand van deze massieven. Hun betekenis is afhankelijk van de omvang der massieven zelf en in zekere mate van het reliëf. Als voorbeeld vermelden wij de brusseliaanse zanden van het Dijlebekken stroomopwaarts van Leuven.
- c) Hellende, tafelvormige massieven met een vrij sterk uitgesproken reliëf, meestal gekenmerkt door een aanzienlijke asymmetrie van de hydrografische bekkens. Hier ontstaan dikwijls ondergrondse stromingen naar de lager gelegen thalwegen. Tot dit type kan men het krijtmassief van Haspengouw en de sinemuriaanse zanden van Zuid-Luxemburg rekenen.
- d) Synclinale of gootvormige verzamelgebieden, vaak met een tamelijk sterk piëzometrisch verhang volgens de as van deze vindplaatsen, zoals in het krijtbekken van de Haine en de kolenkalk van Condroz.
- e) Uitgestrekte poreuze massieven in vlakke gebieden met een zwak piëzometrisch verhang, zoals in de Vlaamse vallei en de Lage Kempen. De ontginning van deze waterlagen moet dikwijls door middel van gekoppelde filterputten gebeuren.
- f) Thalwegopvullingen in een ondoorlatend substraat, waardoor langwerpige, nauwe, geïsoleerde vindplaatsen ontstaan. Bestaat het substraat uit doorlatende gesteenten, dan kan de thalwegwaterlaag, gebeurlijk verrijkt worden door ondervloeiing uit dit substraat.
- g) Gevangen waterlagen, dit wil zeggen die onder een ondoorlatende laag bedolven liggen, maar lateraal aansluiten bij een freatische waterlaag.

- h) Volledig ingesloten waterhoudende gesteentemassa's, zoals lensvormige zandlagen in een kleimassa. Bij gunstige permeabiliteit kunnen deze gesteenten aanvankelijk grote debieten leveren, die echter vaak snel afnemen. Dergelijke massa's worden soms toevallig tijdens boringen of in belangrijke delfwerken ontmoet.

3. Regime van het grondwater.

Elke doorlatende grondmassa neemt een zekere hoeveelheid regenwater op en blijft vanaf een bepaalde diepte volledig verzadigd. Zo ontstaan de zogenaamde *freatische waterlagen*.

Een groot aantal factoren bepalen de hoeveelheid regenwater die tot de regelmatige voeding van deze waterlagen bijdraagt, namelijk het reliëf, de natuurlijke begroeiing of de oppervlaktebekleding, de samenstelling van de bodem, de temperatuur, de aard van de regen-neerslag, enz.

Een bevredigende kennis van de relatieve invloed van al deze factoren vergt een langdurig onderzoek dat in ons land nog nooit systematisch werd doorgevoerd.

Het verloop van de *grondwaterspiegel* hangt af van het natuurlijk reliëf en de richting der ondergrondse stromingen; het ondergaat vrij regelmatige schommelingen.

In uitgestrekte, homogene, doorlatende massieven zal de grondwaterspiegel de algemene topografische allures gedeeltelijk volgen. In dat geval komen de morfologische waterscheidingskammen vrijwel recht boven de toplijnen van de grondwatertafel te staan.

Dit is echter niet meer het geval wanneer de grondlagen een uitgesproken, regelmatige helling vertonen en het rivierbeden daarenboven sterk ingesneden is, zoals in het type *c* van voorgaande paragraaf.

De belangrijkste waterwinningen voor openbare waterbedeling zijn in freatische lagen aangelegd. Deze lagen kunnen immers doorgaans op geringe diepte bereikt worden en hun natuurlijke bevoorrading blijft verzekerd zolang de omvang van de aftappingen binnen bepaalde grenzen gehouden wordt.

Het freatisch grondwater in de zogenaamde *karstgebieden* volgt een bijzonder regime. Het water stroomt er door brede spleten, holten en grotten, met veel grotere snelheid dan in gelijkmatig poreuze gesteenten. Het oppervlaktewater verdwijnt plaatselijk in oplossingsholten om later uit zogenaamde « resurgenties » terug te voorschijn te komen. Een normaal rivierbeden kan zich moeilijk of helemaal niet handhaven, maar men treft er droge dalen als sporen van min of meer gelokaliseerde onderaardse waterlopen aan.

Een dergelijk regime ontwikkelt zich in de zuivere paleozoïsche kalkstenen (dit wil zeggen met een zeer kleine oplossingsrest), in dolomieten en ook in zekere mate in de zandrijke kalkstenen van het sinemuriaan. Het veronderstelt ook dikwijls de afwezigheid van een filterende deklaag (leem, fijn zand) en is bijzonder duidelijk waar te nemen in de nabijheid van de grote, diep ingesneden valleien.

Men spreekt van *spanningswater* wanneer de grondwaterlaag door een bovenliggende, weinig of niet doorlatende laag onder druk gehouden wordt. Onder bepaalde topografische omstandigheden kunnen putten die in zulke lagen geboord zijn, natuurlijk opwellend water leveren. Deze putten worden ook « *artesisch* » genoemd en de overeenkomstige grondwaterlagen zijn « *artesische lagen* ». Wij moeten nochtans de aandacht vestigen op het feit dat deze uitdrukking vaak ten onrechte voor om het even welke min of meer diepe put gebruikt wordt.

Het begrip « spanningswater » is tamelijk subjectief en staat vooral in verband met de relatieve doorlatendheid van de op elkaar liggende terreinen. Zo is men ertoe gekomen de begrippen « *semi-doorlatende* » lagen en « *semi-artesische* » waterlagen in te voeren.

Volgend voorbeeld kan deze toestand nader toelichten :

De aanwezigheid van een leemdek op sterk doorlatende formaties, zal de percolatie van regenwater tot in de onderliggende freatische laag niet beletten, maar wel enigzins vertragen. Daarentegen kan de aanwezigheid van een leempakket in topografische depressies de uitstroming van het overtollige freatisch water dermate verhinderen, dat dit water plaatselijk onder druk komt te staan. Zo gebeurt het soms dat putten geboord doorheen het leemachtige alluvium van de thalwegen natuurlijk opwellend water leveren.

In feite moet men dus spreken van « spanningszone » en « freatische zone » van de grondwaterlagen. De laterale grens tussen beide zones is vaak moeilijk te trekken.

De aanwezigheid van ondoorlatende lenzen of banken in een poreus massief stoort de grondwaterstroming. Naar gelang van de omstandigheden ontstaan kleine geïsoleerde freatische waterlagen (hangende waterlagen) of lokale spanningszones.

Artesische waterlagen zijn bijzonder goed ontwikkeld in Laag- en Midden-België, waar de geologische lagen een zwakke helling hebben. Deze artesische lagen worden genoemd naar de geologische formaties waarin ze voorkomen en die tot op grote afstanden een tamelijk constante lithologische samenstelling bewaren.

Veranderingen in de dikte en de samenstelling van de kleiige tussenlagen kunnen het spanningskarakter of de individualiteit van de artesische lagen plaatselijk vervagen. Verschillende artesische lagen in Brabant en Vlaanderen, namelijk die uit de sokkel, het krijt en het landenaan, vinden een gemeenschappelijk voedingsgebied in Zuid-Brabant, daar waar het paleozoïsch substraat onmiddellijk door de brusseliaanse zanden bedekt is.

4. Samenstelling van het grondwater.

De chemische samenstelling van grondwater en ook in grote mate van natuurlijk oppervlaktewater wordt hoofdzakelijk bepaald door de samenstelling van de aanwezige gesteenten. Er dient nochtans een onderscheid gemaakt te worden tussen freatisch en artesisch water.

Freatisch en sommige soorten oppervlaktewater kunnen in de volgende groepen ondergebracht worden :

- a) Weinig gemineraliseerd water, te vinden in de schiefers en zandstenen van de Ardennen, de kwartsrijke zanden van de Kempen, enz.
- b) Sterk ijzerhoudend water, vaak zuur, afkomstig uit de glauconietrijke zanden van de Kempen, uit sommige zones van het Maasgrind, enz.
- c) Kalkrijk (hard) water, door kalkrijke leembedekkingen gesijpeld of voorkomend in kalkrijke zanden, krijt of kalkstenen.
- d) Verzilt water in de kuststreek en de Scheldepolders.

Artesisch water is gekenmerkt door een geleidelijke wijziging van zijn chemische samenstelling naargelang men zich van het natuurlijke voedingsgebied (= intrekgebied) verwijdt en het tevens op een grotere diepte aantreft.

Door een ionenuitwisseling Ca-Na, die in de ondergrond zelf plaatsvindt, wordt het oorspronkelijk kalkhoudende water omgezet in zacht natriumcarbonaathoudend water. Nog verder en dieper treft men een toenemend gehalte aan chloriden aan, terwijl de hardheid opnieuw te voorschijn komt en bestendig toenemt.

In zeer diepe putten en bij het droogleggen van diepe mijnen kan men een zoutgehalte soms driemaal groter als dat van zeewater aantreffen. Een infiltratie van zeewater is nochtans volkomen uitgesloten.

Wij kunnen niet verder uitweiden over dit merkwaardig verschijnsel, maar stellen vast dat de bruikbaarheid van artesisch water voor gewone doeleinden hierdoor tot op een bepaalde diepte beperkt blijft.

Ter illustratie hebben wij voor de artesische lagen van het Lediaan, het Landeniaan, het Krijt en de Sokkel enkele lijnen met gelijk Cl^- en $(\text{Ca-Mg})^{++}$ gehalte op de twee kaarten getekend.

5. Ontginning van de grondwaterlagen

De wijze waarop grondwater opgevangen wordt hangt onder meer af van de samenstelling van het terrein en van de topografische ligging van de winplaats ten overstaan van de verdeelcentra.

Bijzonder gunstig zijn de natuurlijke brongebieden waar grondwater afkomstig uit een groot verzamelbekken komt toestromen en wanneer het opgevangen water door middel van de zwaartekracht naar de verbruiksplaatsen kan geleid worden.

Hier volgt een opsomming van de in België meest voorkomende winningstypen :

- a) Afzonderlijke filterputten, namelijk in de betrekkelijk dikke zandformaties van het Diestiaan, het Brusseliaan, enz.
- b) Groepen van filterputten met kleine diameter, in zand- of grindlagen met geringe dikte of middelmatige permeabiliteit.
- c) Putten met grote diameter (500 mm of meer), in gespleten kalkstenen, gemetselde of beklede putten in krijt, brusseliaanse en andere zandmassa's. Soms vertrekken vanuit deze putten korte, horizontale galerijen.
- d) Winningsgalerijen met natuurlijke afvloeiing of bijkomende opstuwning, in de Condruzische kalksteen, het Haspengouws krijt, de devonische zandstenen, de brusseliaanse zanden, enz.

Deze galerijen zijn meestal voorzien van een vernauwingssysteem, waardoor het mogelijk wordt het uitlopende debiet te regelen. Hierdoor kunnen tijdelijk ongebruikte voorraden in de grondwaterlaag zelf bewaard blijven. Anders moet men ze in de naburige beken of rivieren laten verloren gaan.

- e) Onderaardse groeven en verlaten mijnen, meestal in kalksteen zoals de waterwinning van Vedrin, soms ook in krijt zoals te Grez-Doiceau. Zulke ontginningsmogelijkheden kan men nog op verschillende plaatsen vinden, echter niet zonder risico wegens de vaak ongunstige samenstelling van het water.
- f) Openluchtgroeven in waterrijke gesteenten, waar men tevens onder bepaalde omstandigheden de overproduktie van andere winplaatsen tijdelijk kan opbergen. Dit is onder meer verwezenlijkt in de oude groeven van Ligny en Ecaussines.
- g) Oppervlakkige drainering van brongebieden die zich plaatselijk in de top van de rotsmassieven der Ardennen ontwikkelen en waaruit kleine beekjes ontstaan.
- h) Rechtstreeks opvangen van bronnen aan de uitvloeiing zelf, door middel van geschikte, eenvoudige installaties.

6. Kunstmatige voeding van de grondwaterlagen.

Om dit te kunnen verwezenlijken, moet men in de nabijheid van omvangrijke doorlatende massieven over een ruime voorraad oppervlaktewater beschikken.

Deze voorwaarden schijnen in België slechts in zeer beperkte mate verwezenlijkt te zijn. Hierbij mag niet vergeten worden, dat men in de praktijk grote technische moeilijkheden kan ondervinden onder meer in verband met de samenstelling van het te infiltreren water, het verdichten van de filters, enz.

Men heeft eertijds gepoogd mijnwater doorheen de Maasterrassen te Herstal te laten filtreren. Ook heeft men ooit voorgesteld de Haspengouwse krijtlaag te voeden met Maaswater.

In een waterwinningsproject te Hofstade, dat niet verwezenlijkt werd, overwoog men water uit het kanaal Leuven-Mechelen aan te voeren.

Op dit ogenblik wordt in de winning van Yvoir-Champalle een beperkte kunstmatige voeding van het Maasalluvium verwezenlijkt.

Zeer gunstige resultaten werden bekomen te Ligny-Ecaussines, waar men overtollig water uit nabijgelegen feeders naar oude kalksteengroeven afvoert. Dat water is afkomstig van andere grondwaterwinningen en vraagt geen bewerking; het is immers zuiver bronwater.

Er bestaan nog andere poreuze massieven die, althans in theorie, geschikt zouden zijn voor kunstmatige voeding, zoals de kustduinen, het Brusseliaan, de Kempense Hoogvlakte, sommige kalksteensynclinalen van Condroz, enz.

Of men in de toekomst belangrijke, efficiënte realisaties tot stand zal kunnen brengen, mag voorlopig worden betwijfeld.

J. Delecourt heeft destijds voorgesteld de verarmde artesische lagen te voeden met oppervlaktewater. Wij geloven dat dit een vrij utopisch denkbeeld is. Het ware ons inziens beter het gebeurlijk beschikbare oppervlaktewater, na zuivering rechtstreeks aan de verbruikers te leveren.

7. De waterbedelingen in België.

De waterbedelingsnetten en de daarbij horende winningen hebben zich geleidelijk ontwikkeld, meestal onafhankelijk van elkaar, naar gelang van de plaatselijke toestanden en de groei van de behoeften. Hierdoor is een tamelijk ingewikkelde situatie ontstaan, die economisch en technisch gezien, niet altijd gunstig uitvalt.

Heel wat gemeenten, voornamelijk in Hoog-België, bezitten een eigen bedelingsnet en een eigen waterwinning, die soms op het grondgebied van een andere gemeente gelegen is.

Er bestaan ook verschillende intercommunale verenigingen die een gemeenschappelijk bedelingsnet exploiteren dat door één of meer winplaatsen gevoed wordt. Soms wordt het water van andere maatschappijen gekocht.

De watervoorziening van de grote agglomeraties wordt verzekerd, hetzij door intercommunale verenigingen, hetzij door een autonome dienst onder de vorm van een regie.

Speciaal zij vermeld de Nationale Maatschappij voor Waterleidingen, die zorgt voor de watervoorziening van talloze gemeenten over heel het land verspreid.

Al deze netten voeren drinkwater aan, maar een aanzienlijk gedeelte hiervan wordt voor industriële of semi-industriële behoeften verbruikt, voornamelijk daar waar de plaatselijke grondwatervoorraden ontoereikend zijn.

De aanleg van nieuwe winningen en netten vereist belangrijke investeringen, die moeilijk door de gemeenten en vele bedelingsmaatschappijen kunnen gedragen worden. Deze werken worden trouwens in de meeste gevallen door het Ministerie van Volksgezondheid gesubsidieerd.

Er moet nog een grote inspanning gedaan worden om de openbare drinkwatervoorziening van gans het land te vervolledigen.

Dit blijkt uit de volgende tabel, waarin het aantal op 1 januari 1962 niet bedeelde gemeenten en de betrokken bevolking aangegeven zijn :

Antwerpen	55	227 495
Brabant	96	133 946
West-Vlaanderen	148	249 210
Oost-Vlaanderen	180	344 059
Henegouwen	90	70 611
Luik	40	28 117
Limburg	46	91 520
Luxemburg	8	5 057
Namen	30	14 445
	<u>693</u>	<u>1 164 470</u>

Hierna volgen nog enkele cijfers over de hoeveelheid water in 1962 door de belangrijkste maatschappijen en regieën geleverd, met vermelding van de geologische herkomst van dat water. Deze gegevens veranderen nogal sterk van het ene jaar tot het andere.

Nationale Maatschappij der Waterleidingen (NMW).

Kolenkalk van het bekken van de Schelde en de Boven-Dender	18 844 986 m ³
Kolenkalk van Tussen Samber en Maas	7 371 379 m ³
Krijt van Henegouwen	4 617 850 m ³
Krijt uit Haspengouw	1 162 875 m ³
Brusseliaan van het Dijlebekken	9 981 504 m ³
Thalweg van de Boven-Maas	1 634 910 m ³
Vlaamse vallei	3 340 482 m ³
Totaal geleverd in 1962	70 375 621 m ³

Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux (CIBE).

Brusseliaan	14 555 349 m ³
Kolenkalk van Condroz (Bocq-Hoyoux)	35 292 000 m ³
Kolenkalk van Vedrin	11 685 000 m ³
Diverse kalksteenformaties van het Zenne- en het Samberbekken	2 295 200 m ³
Thalweg van de Boven-Maas	3 165 885 m ³
Totaal geleverd in 1962	73 398 215 m ³

Tussengemeentelijke Maatschappij voor Waterbedeling van de beide Vlaanderen (TMWV).

Kolenkalk van het Denderbekken	5 667 562 m ³
Krijt van Henegouwen	3 779 244 m ³
(Deze maatschappij heeft bovendien nog 16 161 315 m ³ ontvangen uit de hierboven vermelde winningen van de CIBE.)	

Antwerpse Waterwerken Maatschappij (AMW).

Watertapping te Viersel aan het Albertkanaal	53 000 000 m ³
--	---------------------------

Service des Eaux de la ville de Liège.

Krijt van Haspengouw	13 550 858 m ³
--------------------------------	---------------------------

Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération liégeoise.

Kolenkalk van de Neblon	10 863 000 m ³
Watertapping in de Ourthe te Angleur	527 000 m ³

Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen (PIDPA)).

Miocene zanden	5 804 000 m ³
--------------------------	--------------------------

Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht.

Duinen	1 100 000 m ³
------------------	--------------------------

Association intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

Kolenkalk en andere formaties	5 230 100 m ³
---	--------------------------

Régie des Eaux de Jumet et environs.

Kolenkalk	5 536 000 m ³
---------------------	--------------------------

De hierna vermelde gemeenten bezitten een eigen winning en bedelingsnet :

<i>Bergen</i>	Krijt te Spiennes	2 520 000 m ³
<i>Doornik</i>	Kolenkalk	2 044 200 m ³
<i>Hasselt</i>	Maastrichtiaan	1 300 000 m ³
<i>Turnhout</i>	Neogene zanden	1 350 000 m ³
<i>Tienen</i>	Landeniaan en krijt	1 300 000 m ³
<i>Ieper</i>	Oppervlaktewater	660 000 m ³
<i>Aarlen</i>	Sinemuriaan	801 000 m ³
<i>Oudenaarde</i>	Sokkel en bronnen	—
Enz.		

8. Reglementering van de waterwinningen.

Wij menen dat het niet overbodig is enkele woorden te wijten aan de organismen die bij de verschillende aspecten van het waterprobleem betrokken zijn.

Tot de bevoegdheid van het Ministerie van Volksgezondheid behoren alle kwesties in verband met de bedeling zelf, het verlenen van subsidies, de verontreiniging van het oppervlaktewater, de bescherming van de waterwinningen, enz.

Deze en alle verwante problemen worden besproken in de Hoge Raad voor de Waterleidingen, waarin de verantwoordelijke diensten en administraties van de Ministeries van Volksgezondheid, Openbare Werken, Landbouw en Economische Zaken, evenals de provinciale technische diensten en de waterleidingsmaatschappijen vertegenwoordigd zijn (3).

De eigenlijke hydrogeologische studies, alsmede de toepassing van de wetgeving op de grondwaterwinningen, behoren tot de ambtsbevoegdheden van de Geologische Dienst (Ministerie van Economische Zaken - Administratie van het Mijnwezen).

Naar het voorbeeld van andere landen zijn alle grondwaterwinningen met uitzondering van de huishoudelijke putten, en de langdurige grondwaterbemalingen in België sedert 1947 aan een voorafgaande vergunning van de Minister van Economische Zaken onderworpen.

Aanleiding tot deze maatregel was de gevoelige daling van sommige artesische waterlagen. Hij heeft tot doel de bestaande grondwatervoorraden tegen een overdreven exploitatie, die de beschikbare reserves zou bedreigen, te beschermen.

(3) Zeer onlangs heeft de Regering een koninklijke commissaris benoemd, belast met de coördinatie van bepaalde werkzaamheden en het opmaken van een verslag over de belangrijke werken die noodzakelijk geacht worden om de watervoorziening van gans het land te verwezenlijken.

Een redelijke toepassing van deze wetgeving stuit op sommige praktische en theoretische moeilijkheden. Het eigendomsrecht van het grondwater is nog steeds door verouderde en verkeerde opvattingen geregeld, luidens welke het grondwater aan de eigenaar van de bovengrond toebehoort, juist zoals de andere delfstoffen.

Grondwater is echter een beweeglijke stof, zodat een aanpassing van dit eigendomsrecht zich opdringt. Misschien ware het wenselijk, onder bepaalde omstandigheden de exploitatie van sommige belangrijke grondwaterlagen aan een concessierecht te onderwerpen.

De bescherming van het grondwater tegen verontreiniging door uitwendige oorzaken is nog niet op doeltreffende wijze georganiseerd en vormt een zeer acuut probleem. Onlangs werden wettelijke maatregelen voorgesteld om hieraan een oplossing te geven.

Intussen heeft het koninklijk besluit van 1 juli 1965 de vereisten vastgesteld waaraan « drinkwater » moet voldoen.

IV. — BESCHRIJVING VAN DE BELANGRIJKSTE GRONDWATERVINDPLAATSEN (4).

A. — Zandige formaties van Vlaanderen en Brabant.

1. Kustvlakte (duinen).

Onder de kustvlakte is een zeer doorlatende zandformatie aanwezig, behorend tot de assisen van Kales en Oostende. In het bovenste gedeelte komen enkele ongelijkmatig verdeelde leemintercalaties voor. De basis is zeer grof, zelfs grindachtig.

Onder de duinbedekking is de grondwaterlaag min of meer volledig ontzilt.

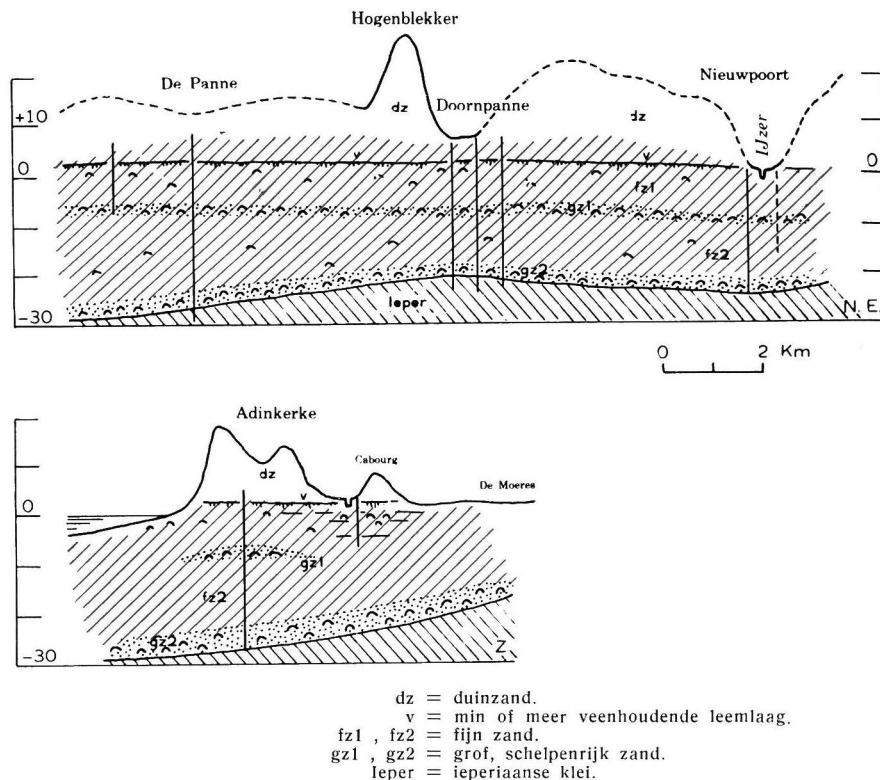


Fig. 1. — Schematische profielen in het duingebied ten westen van de IJzer.

(4) De hierna verstrekte gegevens over de bestaande waterwinningen en hun produktie, slaan meestal op de toestand van 1962.

De totale oppervlakte van de duinen bedraagt ongeveer 4 400 ha, waarvan 2 500 ha voor het gebied gelegen tussen de Franse grens en de IJzermonding. In dit gebied zijn de belangrijkste zoetwaterreserves aanwezig. Het holoceen veen is er praktisch afwezig en de doorgaans zeer dunne leemintercalaties vormen geen hindernis voor de percolatie van het regenwater.

De Intercommunale Maatschappij voor Waterbedeling van Veurne-Ambacht ontgint een deel van deze vindplaats, namelijk in de duinen van Oostduinkerke-Sint-Andre, door middel van filterputten.

De dagelijkse produktie schommelt tussen 1 700 à 7 500 m³. Het water is hard (Th = 28°6) en ijzerhoudend (7,5 mg Fe/liter). De oude winplaats van Cabourg, door het Belgisch leger in 1914-1918 aangelegd in het kleine massief van de oude duinen van Adinkerke, is nu sterk verzilt en wordt slecht tijdelijk in gebruik genomen.

Andere, minder belangrijke winplaatsen zijn te vinden onder de duinmassieven van Middelerke, Bredene, Wenduine, Heist, Knokke.

De gezamenlijke produktie van al de duinwinplaatsen bedroeg 3 200 000 m³ in 1962.

In de buurt van dichtbevolkte gebieden is het duinwater verontreinigd.

Grondwater uit de verzilte zones van het pleistoceen van de kustvlakte kan en wordt soms gebruikt door plaatselijke bedrijven, namelijk te Nieuwpoort en te Oostende.

2. Kustbekken (polders, IJzer, Waardamme).

Geringe hoeveelheden betrekkelijk weinig verzilt water kunnen in de zandige kreekopvullingen van de polders aangetroffen worden.

Het Belgisch leger had er in 1914-1918 verschillende kleine winningen aangelegd die ongeveer 25 m³/dag leverden.

De grondwaterreserves in de IJzervallei zijn van weinig belang. De N.M.M. heeft immers een voorlopige grondwaterwinning aangelegd nabij Diksmuide, waaruit per dag 500 m³ zeer hard water met ongeveer 180 mg Cl per liter getrokken werd. Deze winning is verlaten.

Het freatisch grondwater uit de streek van Brugge is sterk bezoedeld. Verzilting treedt op in de buurt van het zeekanaal.

Ten zuiden van Brugge bevindt de freatische laag zich in kleine massieven bestaande uit dekzanden en fijne paniseliaanse zanden; soms ontstaan er kleine bronnen. Het massief van Varsenare-Loppem, dicht bij de autoweg gelegen, wordt op dit ogenblik zeer intensief uitgebaat door de N.M.M. Deze vindplaats beslaat ongeveer 5 400 ha en levert gemiddeld 6 000 m³/dag.

Het specifiek rendement van de putten is zeer klein ($q_s = 0,50-1,80$), ten gevolge van de geringe doorlatendheid der zanden. Het ruw water is zacht, agressief en ijzerhoudend.

Een gelijkaardig nog onaangeroerd wingebied, 11 000 ha groot, bevindt zich in de streek van Beernem.

De ieperiaanse zanden, gelegen onder de paniseliaanse klei, bevatten een artesische laag met geringe capaciteit die, onder meer in de streek van Brugge, gebruikt wordt voor de plaatselijke behoeften.

3. Dalopvullingen van het westelijk en zuidelijk Scheldebekken.

De Boven-Schelde, de Leie, de Dender, de Zenne en enkele bijrivieren hebben hun thalweg tot op 10 à 20 m diepte in een hoofdzakelijk kleiachtig substraat ingesneden. De zanden grindachtige basislagen van de dalopvullingen bevatten een grondwaterlaag die altijd scherp gelokaliseerd blijft, aangezien laterale toevoer vrijwel uitgesloten is.

Deze pleistocene afzettingen strekken zich uit over een veel grotere oppervlakte dan de huidige holocene valleien, namelijk in de streek van Templeuve, ten noorden van Vilvoorde, ten zuiden van Gent, enz. Deze oppervlakten zijn niet nauwkeurig bekend. Volgende cijfers gelden slechts als voorlopige cijfers : Leie stroomopwaarts Gent : 35 000 ha; Schelde stroomopwaarts Gent : 21 000 ha; Dender : 10 000 ha; Zenne : 8 000 ha; Rupel : 16 000 ha.

De capaciteit van al deze grondwatervindplaatsen is betrekkelijk gering en het water is er vaak van minderwaardige hoedanigheid. Ze komen alleen in aanmerking voor lokale huishoudelijke of industriële behoeften, en werden plaatselijk vrij intensief ontgonnen.

Enkele zones van de Scheldethalweg zijn nog onaangeroerd gebleven, maar de beschikbare voorraden zijn niet belangrijk.

4. Vlaamse vallei.

De oude pleistocene depressie die zich waaivormig ten noorden van Gent uitbreidt, is bekend onder de naam van « Vlaamse vallei ». Ze is ten oosten begrensd door het kleilig substraat van het Land van Waas en sluit westelijk aan bij de enigszins gelijkaardige pleistocene afzettingen van de kustvlakte.

In de zandige opvulling van deze depressie vormt zich een waterlaag, die onderaan door de klei van Asse (Bartoniaan) begrensd wordt.

Het zuidelijke gedeelte ervan staat echter in betrekking met de ledo-paniseliaanse waterlaag.

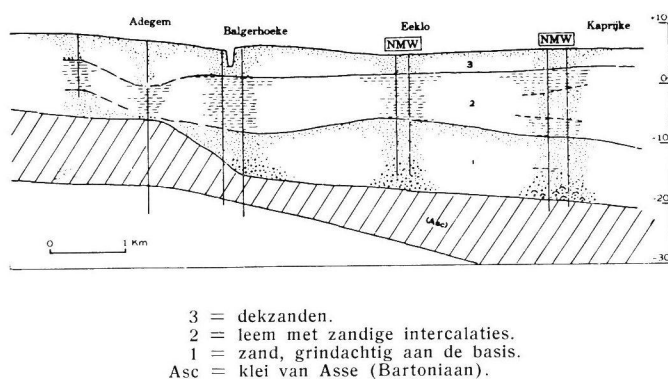


Fig. 2. — Gedeeltelijke doorsnede WO van de Vlaamse vallei ten noorden van Eeklo. Winningen van de N.M.W.

De grondwatertafel bevindt zich op geringe diepte, maar de wateraftapping geschiedt in de grofkorrelige basiszone, door middel van in batterij geplaatste filterputten.

De tussenliggende leemlaag filtreert het water dat eerst door de bovenste zandlaag moet percoleren. De waterlaag moet dus, althans plaatselijk, als semi-freatisch beschouwd worden.

De grootste opbrengsten worden bereikt in de streek van Eeklo die zich in de axiale zone van de vallei bevindt. Het kleilig substraat bevindt zich aldaar op ongeveer 24 m diepte. In de putten van de N.M.W. wordt een specifiek debiet van ongeveer 5 m³/uur verkregen.

Het water is tamelijk hard ($\pm 20^\circ$), ijzerhoudend en soms agressief. Elders wordt de kwaliteit bedreigd door bezoedeling in de grote agglomeraties en verzilting in de omgeving van sommige waterlopen.

De winningen van de N.M.W. onttrekken ongeveer 6 000 m³/dag in de streek van Eeklo en 4 000 in de streek Zele-Berlare. Andere winningen werden ontworpen, namelijk te Wachtebeke en Moerbeke, met gebeurlijke toepassing van kunstmatige infiltratie.

De onlangs opgerichte bedrijven in de kanaalzone Gent-Terneuzen zullen ook grote hoeveelheden uit deze grondwaterlaag opvangen.

De totale voorraden kunnen als belangrijk beschouwd worden, indien men de uitgestrektheid van de voedingszone in aanmerking neemt. De dikte van de werkelijke produktieve zone is echter gering; ze overtreft geen 8,00 m.

Volgens een schatting van de N.M.W. zou heel dit gebied ongeveer 100 000 m³/dag kunnen leveren, indien men een gemiddeld rendement van 1 m³/ha/dag voor een globale voedingszone van 100 000 ha rekent.

Dit zijn voorlopige ramingen die aan de praktijk en nadere onderzoeken moeten getoetst worden. Niet de ganse oppervlakte kan trouwens in aanmerking komen voor waterafnamen. Wenst men grote volumens op te vangen en tegelijkertijd te vermijden dat overdreven lokale grondwaterverlagingen erge schade aan de landbouw zouden veroorzaken, dan moeten de winplaatsen gespreid worden.

5. Tertiaire zandmassieven ten westen van de Zenne.

Het hydrografisch net heeft de kleine ledo-paniseliaanse zandmassieven van dit gebied sterk ingesneden. Ze bevatten soms geringe grondwaterreserves, waaruit hier en daar kleine bronnen ontstaan, zoals te Nederbrakel en te Oudenaarde, waar ze opgevangen werden.

De ieperiaanse zanden bevatten een tamelijk doorlopende, doch weinig produktieve waterlaag, die een artesisch regime krijgt, wanneer ze volledig door de paniseliaanse klei bedekt is.

Ten zuiden van Gent bestaan sedert lang verlaten winningsgalerijen in de ieperiaanse zanden. Vermelden wij nog dat men vroeger het plan opgevat heeft, grondwater uit de paniseliaanse zanden op te vangen, namelijk in de streek van Anderlecht. Er werden zelfs galerijen aangelegd in de omgeving van Laken.

Overal waar de ieperiaanse klei dicht bij de oppervlakte komt, zijn de reserves aan freatisch water onbestaand, maar de leemachtige deklagen blijven met water verzadigd in de nabijheid van de klei.

6. Brusseliaanse zanden.

Het voedingsgebied van de doorlopende waterlaag die zich in de brusseliaanse zanden ontwikkelt, beslaat een oppervlakte van ca 1 340 km² (de afzonderlijke massieven niet inbegrepen) en behoort nagenoeg volledig tot het bekken van de Schelde.

Het nuttige voedingsgebied is ongeveer als volgt verdeeld :

oostelijk bekken van de Zenne : 300 km²;

oostelijk bekken van de Gete : 150 km²;

bekken van de Dijle, stroomopwaarts Leuven : 860 km².

Het volledige hydrografische bekken van de Dijle stroomopwaarts Leuven heeft een oppervlakte van ongeveer 1 010 km².

Het zuidelijk gedeelte van het brusseliaanse massief wordt over ongeveer 40 km² naar de Haine, langs de Pieton, en naar de Maas, langs de Orneau en de Mehaigne, gedraineerd.

De aanwezigheid van vrij doorlopende, dikwijls dikke leembedekking verzekert een natuurlijke filtratie van het percolerende water.

In de interfluviale zones zijn de brusseliaanse zanden plaatselijk nog bedekt met fijne oligocene zanden en bartoniaanse klei. Hierdoor wordt de percolatie van het regenwater nog meer vertraagd of ontstaat een kleine hangende waterlaag aan de basis van het leemdek.

Het Brusseliaan rust naar gelang van de plaats, op zeer fijne ieperiaanse zanden, kleiige landeniaanse zanden of rechtstreeks op het paleozoïsch substraat. In dit laatste geval speelt het de rol van een spons die bijdraagt tot de bevoorrading van de waterlaag in de landeniaanse zanden en de spleten van het primair substraat. Meer naar het noorden zijn deze verschillende lagen van elkaar gescheiden en worden ze meteen artesisch.

De valleien zijn vrij sterk ingesneden wat een groot aantal brongebieden doet ontstaan, die oorspronkelijk op enkele plaatsen tot 5 000 m³/dag hebben geleverd.

Op de topografische hoogten moet men soms 40 m diep boren om de grondwatertafel aan te treffen. De dikte van de nuttige watervoerende zone in het brusseliaan is ook zeer veranderlijk en bereikt soms 35 m.

Op de oostelijke flank van de Zennevallei daalt de grondwatertafel onder de grensvlakte Brusseliaan-Ieperiaan. In dit geval moet het water dus uit de fijne, niet zeer doorlatende ieperiaanse zanden opgevangen worden. Enkele winningen werden nochtans in deze zanden aangelegd, namelijk in de streek van Halle en Tubeke.

Onder bepaalde omstandigheden ontstaat een natuurlijke drainering naar de dalopvullingen, waar de grondwaterlaag onder druk kan komen te staan. In de winningen van het Voerdal kon men een natuurlijke stijghoogte van 1,50 m boven het maaiveld waarnemen.

In het noorden van Brabant is het landschap zeer vlak en de grondwaterspiegel vertoont er een regelmatig verloop.

De brusseliaanse waterlaag wordt en blijft artesisch ten noorden van de as Dijle-Demer, waar de bartoniaanse klei een doorlopende laag vormt.

De opbrengst van de winningen hangt sterk af van de korrelgrootte en het kalkgehalte van de brusseliaanse zanden. Zo heeft men kunnen vaststellen dat de winningsgalerijen van het Zoniënbos een hoger rendement hebben dan de galerijen in de streek van Eigenbrakel. In laatstgenoemde plaats zijn de zanden kalkrijk; ze bevatten nog min of meer doorlopende zandsteenbanken, die vroeger het water plaatselijk onder druk hielden.

De brusseliaanse zanden zijn nagenoeg volledig ontkalkt in de omgeving van de belangrijke thalwegen, voornamelijk in het Dijlebekken.

De hardheid van het brusseliaans water kan schommelen tussen 20°-42°, maar bedraagt meestal ongeveer 30° in de belangrijke winplaatsen.

In de zuidelijke zones van het brusseliaan, waar het zand zeer fijnkorrelig is, worden sulfaten en nitraten waargenomen.

WINNINGEN.

Naar gelang van de omstandigheden, heeft men de volgende typen verwezenlijkt :

Aftapping aan de uitvloeiing, zoals te Vieux-Genappe (4 000 m³/dag);

Filterputten, zoals in het Voerdal (6 000 m³/dag);

Putten met grote diameter, zoals te Waterloo (4 000 m³/dag);

Galerijen met vernauwing, zoals te Eigenbrakel (10 000 m³/dag) en in het Zoniënbos (5).

De C.I.B.E. bezit een groot aantal winningen, meestal binnen het hydrografisch bekken van de Zenne gelegen, die samen ongeveer 45 000 m³/dag leveren.

(5) Het is onder het Zoniënbos dat men voor de eerste maal winningsgalerijen met vernauwingen in losse zandgronden verwezenlijkt heeft.

In het oostelijk bekken van de Dijle heeft de N.M.W. enkele belangrijke winningen aangelegd, namelijk ten zuiden van Leuven, te Bertem, te Heverlee en te Korbeek-Dijle, in de valleien van de IJse en de Train. Hun gezamenlijke opbrengst bedraagt ongeveer 35 000 m³/dag.

Er bestaan nog enkele, minder belangrijke winningen in de andere zones van de brusseliaanse laag en in de afzonderlijke, zuidelijke brusseliaanse massieven.

Alles bij elkaar gerekend, komt men tot een totaal van ongeveer 90 000 m³/dag voor de drinkwatervoorziening. Hierbij dient gevoegd het onvolledig bekende, doch niet te verwaarlozen volume gepompt uit verspreide private putten.

Ook in de artesische zones van het Brusseliaan, in Noord-Brabant, werden verschillende private putten aangelegd.

RESERVES.

De kleine vindplaatsen in het bekken van de Haine, het bekken van de Samber en het oostelijk bekken van de Zenne schijnen nagenoeg tot aan de grens van hun capaciteit te worden ontgonnen.

Indien men een globale afname van 3 m³/ha/dag mogelijk acht, zou het bekken van de Zenne stroomopwaarts Brussel 90 000 m³/dag kunnen leveren. Op dit ogenblik wordt er vermoedelijk meer dan 60 000 m³/dag opgevangen.

Ruime voorraden zijn althans theoretisch misschien nog beschikbaar in het Dijlebekken. Er worden immers enkele nog niet opgevangen bronnen aangetroffen, waarvan de ontginning door de N.M.W.M. overwogen werd.

De huidige produktie van dit bekken ten zuiden van Leuven overtreft waarschijnlijk geen 50 000 m³/dag. De theoretische mogelijkheden kunnen misschien op $86\,000 \times 3 = 240\,000$ m³/dag geraamd worden. De N.M.W. heeft zelf 350 000 m³ vooropgesteld.

Wij kunnen hierbij vermelden dat het debiet van de Dijle in 1956 bij laag water te Leuven gemeten, na een betrekkelijk droog seizoen 320 000 m³ per dag bedroeg. In 1884 hadden zulke metingen tot het cijfer 427 000 m³ geleid.

B. — Artesische lagen in Vlaanderen en Brabant.

In de ondergrond van Vlaanderen en Brabant komen verschillende artesische lagen voor. Hun capaciteit is beperkt, maar door de intensieve pompingen van plaatselijke nijverheidsbedrijven werd de evenwichtsstand van deze lagen voortdurend verlaagd. Aan het huidige

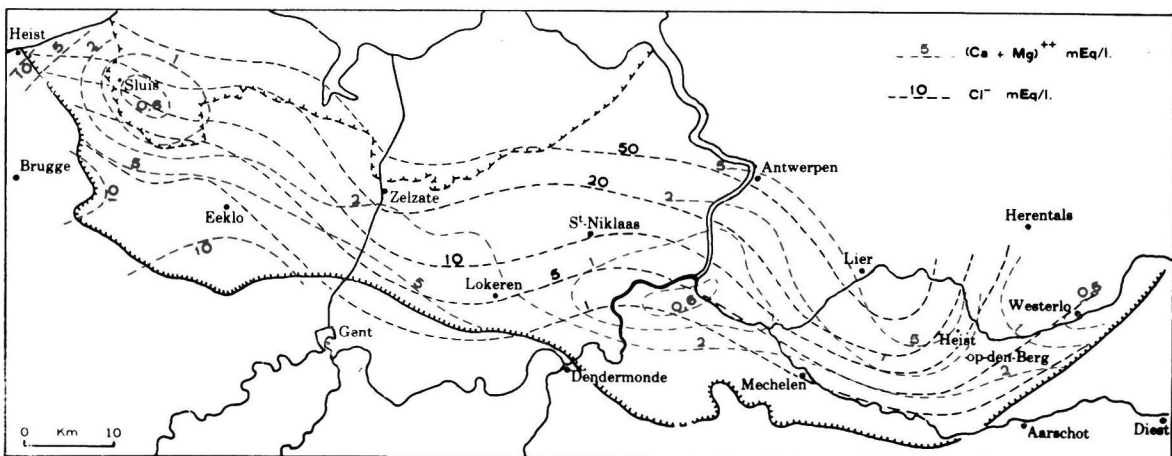


Fig. 3. — Chemische samenstelling van het water uit de artesische ledo-paniselaan laag.

tempo is het niet uitgesloten dat sommige van deze artesische lagen op korte termijn (over twintig jaar of nog eerder) plaatselijk onbruikbaar zullen worden.

Van het noorden naar het zuiden worden achtereenvolgens de hierna vermelde artesische lagen aangetroffen :

1° *Rupeliaanse laag.*

Zij bevindt zich in een niet zeer dikke zandlaag onder de boomse klei gelegen. De filterputten die in het Land van Waas, de Rupelstreek en de Demerstreek aangelegd werden, hebben een specifiek debiet (dit wil zeggen per meter afpompings) van ongeveer 0,40 tot 2,00 m³/u.

2° *Ledo-paniseliaanse en ledo-brusseliaanse laag.*

Deze laag ligt ingesloten tussen de klei van Asse (Bartoniaan) en de paniseliaanse klei. In de streek tussen Westkapelle en de Rupel werden er veel putten in geboord. Hun specifiek debiet schommelt tussen 0,50 en 2,50 m³/uur.

Deze waterlaag werd sterk neergedrukt in de omgeving van Zelzate en Hoboken. Zij is gekenmerkt door een snelle stijging van het totaal zoutgehalte in noordelijke richting. Het chloorgehalte overtreft 1 800 mg/l in de streek Antwerpen-Lier.

De zone waar, als gevolg van ionenuitwisseling, zacht water aanwezig is, bevindt zich ten zuiden van het Land van Waas.

De ledo-paniseliaanse laag staat verder in verbinding met de artesische ledo-brusseliaanse laag die plaatselijk tot in de streek van Aarschot-Diest-Geel ontgonnen wordt.

3° *Ieperiaanse laag.*

Deze laag bevindt zich in de zeer fijne ieperiaanse zanden en zit ingesloten tussen de ieperiaanse klei en de paniseliaanse klei. De putten die erin geboord werden, bereiken zelden een specifiek debiet van 1,00 m³/u. Men vindt ze in de streek van Brugge, Gent, Dendermonde.

4° *Landeniaanse laag.*

Deze waterlaag strekt zich uit over een zeer grote oppervlakte en bevindt zich in een laag fijn zand die nauwelijks 10 meter dik is. De bekomen debieten zijn zeer klein en vereisen een sterke afpompings. Het specifiek debiet is meestal begrepen tussen 0,10 en 0,70 m³/u.

Nochtans is dit een der relatief belangrijkste grondwatervoorraden van Zuid-Vlaanderen.

Een van de bijzonderste kenmerken van deze landeniaanse laag is het feit dat men bijna overal zeer zacht water (2° tot 10° hardheid) aantreft.

5° *Artesische laag in het krijt.*

De krijtgesteenten van de ondergrond van Vlaanderen zijn niet waterhoudend. Het Turoon dat in Zuid-Vlaanderen aangeboord werd, bevat daarentegen doorlatende gesteenten (glauconiëthoudend krijt met verkiezelingen, grofkorrelige kalkstenen). Uit deze turonische gesteenten werden soms betrekkelijk interessante debieten verkregen, namelijk in de streek van Ronse, Oudenaarde, Moeskroen, Diksmuide.

Veel putten werden tot in de sokkel geboord en leveren dan een mengsel van water uit de krijtlagen en de sokkel. Het is dus zeer moeilijk de individuele kenmerken van deze twee waterlagen te onderscheiden.

Dergelijke putten hebben in de Brusselse agglomeratie aanleiding gegeven tot merkwaardige vaststellingen.

Het is inderdaad gebleken dat de samenstelling van het water sterk veranderd bij de aanvang van de pompings. Dit verschijnsel is hydrologisch te verklaren en houdt verband met een verschil in doorlatendheid van de krijtgesteenten en de sokkel, en in de samenstelling van de overeenkomstige waters.

Meer naar het oosten vindt men de belangrijke artesische laag van het Maastrichtiaan, die wij verder afzonderlijk beschrijven.

6° Artesische laag van de Cambro-Silurische sokkel.

Deze laag is dikwijls vermeld geweest onder de naam « Grand Courant ». Men stelde zich immers voor dat door de geleidelijke helling van de oppervlakte van het paleozoïsch substraat, een trage ondergrondse stroming in noordelijke en oostelijke richting ontstond.

Het bestaan van een dergelijke stroming valt echter moeilijk te bewijzen, omdat het oorspronkelijke piëzometrisch vlak door de uitgevoerde pompingen gestoord werd. Bovendien moet op de stijghoogten van het water een correctie worden toegepast om rekening te houden met het grotere soortelijk gewicht van het water, afkomstig uit de diepe, verzilte zones.

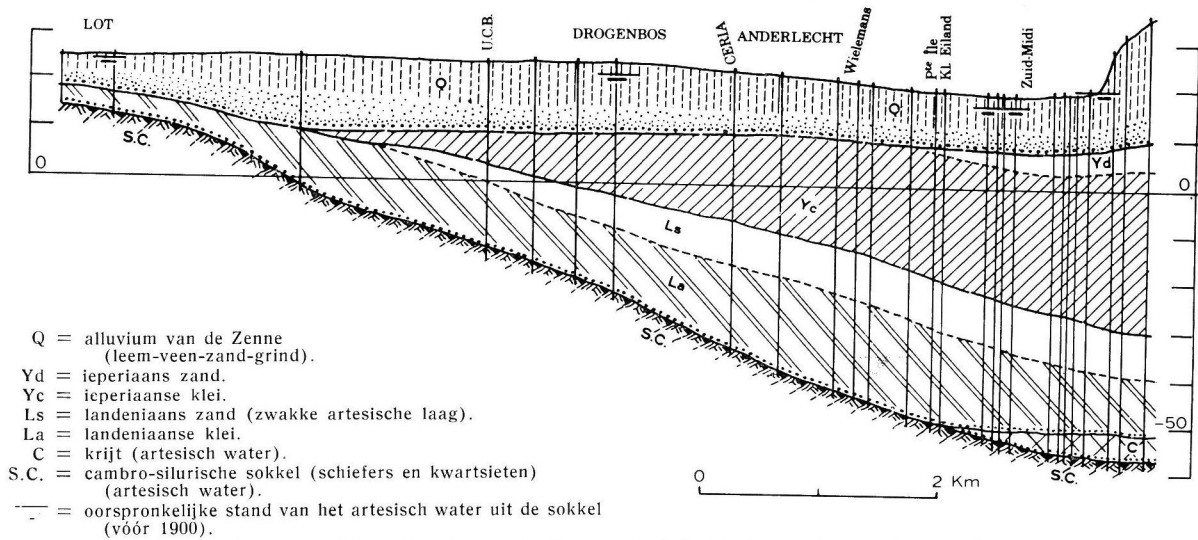


Fig. 4. — Profiel volgens de Zennevallei in de Brusselse agglomeratie.

Het water van deze laag bevindt zich in de spleten van het rotsachtige substraat en in het basisgrind van het Landeniaan en het Krijt.

De capaciteit van de laag is betrekkelijk gering en zeer veranderlijk. De specifieke debieten schommelen tussen 0,01 en 1,00 m³/u. Enkele putten leveren tot 20 m³/u, maar hiervoor zijn sterke afpompingen vereist.

Het natuurlijke voedingsgebied van deze laag bevindt zich in het bekken van de Boven-Dender en overal in Brabant waar de ieperiaanse en landeniaanse kleiige lagen afwezig zijn.

De zone waar ionenuitwisseling plaatsgrijpt en dus zacht, natriumbicarbonaathoudend water aanwezig is, strekt zich uit tussen Kortrijk en het zuiden van Aalst.

De toestanden zijn veel ingewikkelder in de Brusselse agglomeratie. Daar heeft men sedert lang op sommige plaatsen een abnormaal hoog zoutgehalte aangetroffen. Dit staat blijkbaar in verband met oorspronkelijke toestanden, die aan de waterlaag zelf eigen zijn, maar later door de uitgevoerde pompingen geaccentueerd werden.

De artesische laag van de sokkel is door de vele verspreide pompingen over het algemeen sterk neergedrukt. Dit kan duidelijk vastgesteld worden in de streek van Kortrijk, Ronse en in de Brusselse agglomeratie, ja zelf tot in de artesische put van Oostende.

Het geval van Ronse kan hier als een typisch voorbeeld gelden, want de snelle uitputting van de plaatselijke artesische lagen heeft rond 1920 de textielnijverheid in deze stad in gevaar gebracht (6).

(6) Op dit ogenblik haalt deze nijverheid water uit een artesische put geboord in de paleozoïsche kalkstenen te Dergneau.

C. — Het Kempens Grondwaterbekken.

De zandige formaties waaruit de ondergrond van de Kempen en de aangrenzende gebieden zijn samengesteld, vormen een omvangrijk grondwaterreservoir, dat zich verder tot in het Nederlandse Brabant uitstrekt.

Dit zandige massief behoort gedeeltelijk tot het hydrografisch bekken van de Schelde (Nete, rechttertakken van de Demer), en tot het bekken van de Maas (Mark, Aa, Dommel).

Het substratum is gevormd door de boomse kleilaag, die vrij regelmatig naar het N.O. helt.

Omdat de neogene zanden, meer bepaald van het diestiaan sterk ravinerend zijn, is de boomse klei plaatselijk weggeërodeerd, namelijk in de streek van Averbode. Aldus ontstaat een zekere verbinding tussen de neogene freatische waterlaag en de eocene waterlaag, die elders in de provincie Antwerpen artesisch is.

De neogene formaties bevatten ook niet zeer doorlatende lagen, zoals de kleien van de Kempen, de kleihoudende zanden van het Scaldisiaan en de top van het Diestiaan. Daaruit volgt dat in dit neogeen grondwatercomplex spannings- of subfreatische zones ontstaan. Deze zones staan evenwel lateraal met elkaar in verbinding.

Bij het opmaken van een isopiëzometrische kaart van de Kempen valt het op dat de hydrografische scheidingskam tussen Maas en Schelde nagenoeg samenvalt met de toplijn van de gemiddelde grondwaterspiegel (*fig. 5*).

De grondwaterstanden in de spannings- of subfreatische zones waargenomen, passen ook vrij goed in dit algemeen beeld.

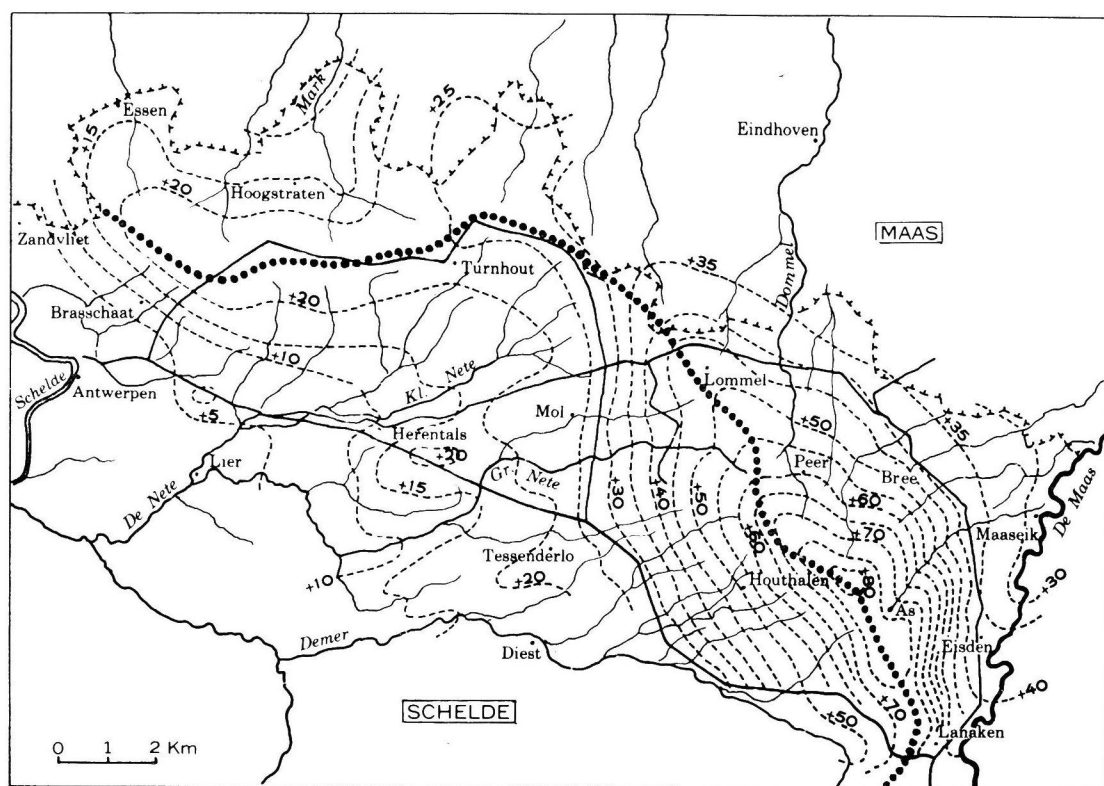


Fig. 5. — Algemeen verloop van de freatische laag in de Kempen. Scheidingskam tussen de Maas- en Scheldebekkens.

Men kan hieruit afleiden dat een ondergrondse stroming tussen de twee bekkens praktisch uitgesloten is.

De thalwegen van het Nete- en Demerbekken bevatten geen afzonderlijke grondwaterlagen. Het zijn nochtans gunstige plaatsen voor het opvangen van het overvloeiende grondwater afkomstig uit de miocene zanden.

Het zeer zwakke verhang van de Demervallei en de afwezigheid van een belangrijke ondergrondse stroming langs de as van deze vallei, bemoeilijkt een snelle natuurlijke afvoer van het water afkomstig uit de hoger gelegen gebieden van de Kempen. Het is dus niet te verwonderen, dat sommige gedeelten van deze vallei, voornamelijk de kom van Halen-Schulen, regelmatig overstroomd worden.

1. **Miocene zanden (Diestiaan-Antwerpiaan-Bolderiaan).**

Geen enkele kleiige zone onderbreekt de hydrologische continuïteit van deze drie zandige formaties, die zich over gans de Kempen uitstrekken en een doorlopende grondwaterlaag bevatten.

Men moet nochtans rekening houden met veranderingen in de onderscheiden dikte van deze zanden, die tevens een verschillende doorlatendheid bezitten. In deze miocene waterlaag moeten dus verschillende zones onderscheiden worden.

Tallose putten werden geboord in de sterk glauconitische antwerpiaanse zanden van de Antwerpse agglomeratie. Ze leveren gemakkelijk 10 tot 40 m³/u. Het water is sterk ijzerhoudend en ondergaat een merkbare verzilting ten noorden van Antwerpen en in het havengebied.

In het noorden van de provincie Antwerpen wordt deze miocene waterlaag gedeeltelijk onder spanning gehouden door de bovenliggende kleiachtige scaldiaanse zanden.

Deze antwerpiaanse zanden spelen slechts een ondergeschikte rol van zodra de diestiaanse zanden duidelijk ontwikkeld zijn.

De diestiaanse zanden kunnen soms onder een tamelijk grof facies voorkomen, al bezitten ze op het stuk van de doorlatendheid nooit een optimale korrelverdeling. De zones met de betrekkelijk grootste doorlatendheid bereiken daarentegen een dikte van bijna 75 m in de midden-Kempen (omgeving van Mol, Beringen,...). Putten met een grote diameter kunnen onder die omstandigheden tot 100 m³/u leveren.

In de omgeving van Herentals-Aarschot-Beringen wordt het diestiaan onmiddellijk onder een dunne laag dekzand aangetroffen. Een natuurlijke bescherming tegen oppervlakkige bezoedeling bestaat er niet. De drinkwaterwinningen moeten dus buiten de bewoonde gebieden en nijverheidszones blijven.

Ten zuiden van de Demer zijn de diestiaanse zanden slechts over een kleine dikte watervoerend. Het Diestiaan verliest er dus zijn hydrologische betekenis, des te meer daar men er water van minderwaardige hoedanigheid aantreft.

De putten die in de Demervallei geboord werden, leveren soms natuurlijk opwellend water, waarvan het piëzometrisch niveau oorspronkelijk 1,00 à 1,50 m boven het maaiveld kwam te staan. Dit is te verklaren door de geringe doorlatendheid van de bovenste alluviale afzettingen en een natuurlijke overvloeiing van uit de zuid-westelijke rand van de Kempense Hoogvlakte. Het specifiek debiet van deze putten bereikt soms 8 m³/u (winning van de N.M.W. te Messelbroek).

In de noord-oostelijke Kempen (Mol, Lommel, Bree) is het Diestiaan bedekt met de kwartsrijke zanden van Mol, met daartussen een ongelijkmatig ontwikkelde kleihoudende zone. Aldus ontstaan twee gedeeltelijk van elkaar gescheiden waterlagen elk met hun eigen hydrologisch regime. Dit belet echter niet dat men rekening moet houden met een min of meer trage wegzijging doorheen deze tussenlaag.

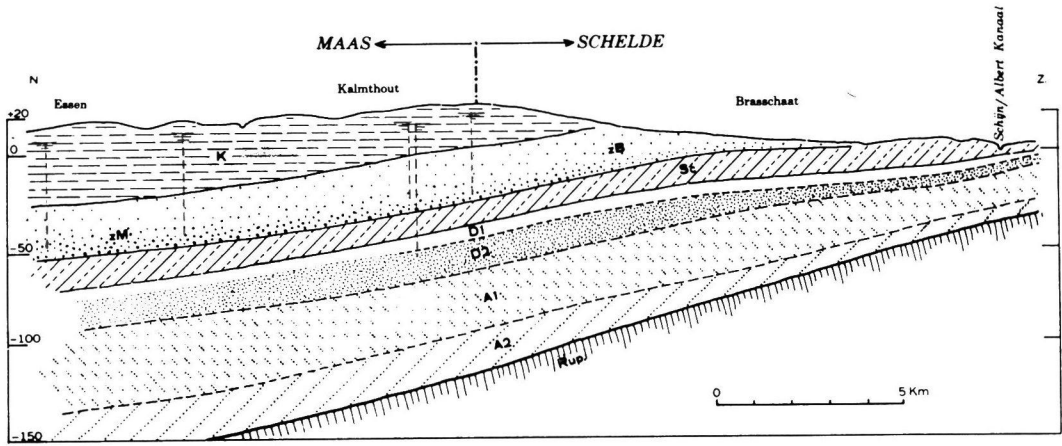


Fig. 6. — Hydrogeologisch profiel ten oosten van Antwerpen (meridiaan 0G10).

- | | |
|---|---------------------|
| K = klei en silt van de Kempen | } PLIO-PLEISTOCÉEN. |
| zB = zand van Brasschaat | |
| zM = grof zand van Merksplas | } SCALDISIAAN. |
| Sc = zand, kleihoudend zand en schelpenlaag | |
| D1 = fijn zand | } ex. DIESTIAAN. |
| D2 = ± grof glauconietrijk zand | |
| A1 = glauconietzand | } ANTWERPIAAN. |
| A2 = fijn ± kleihoudend zand | |
| Rup = Boomse klei | RUPELIAAN. |

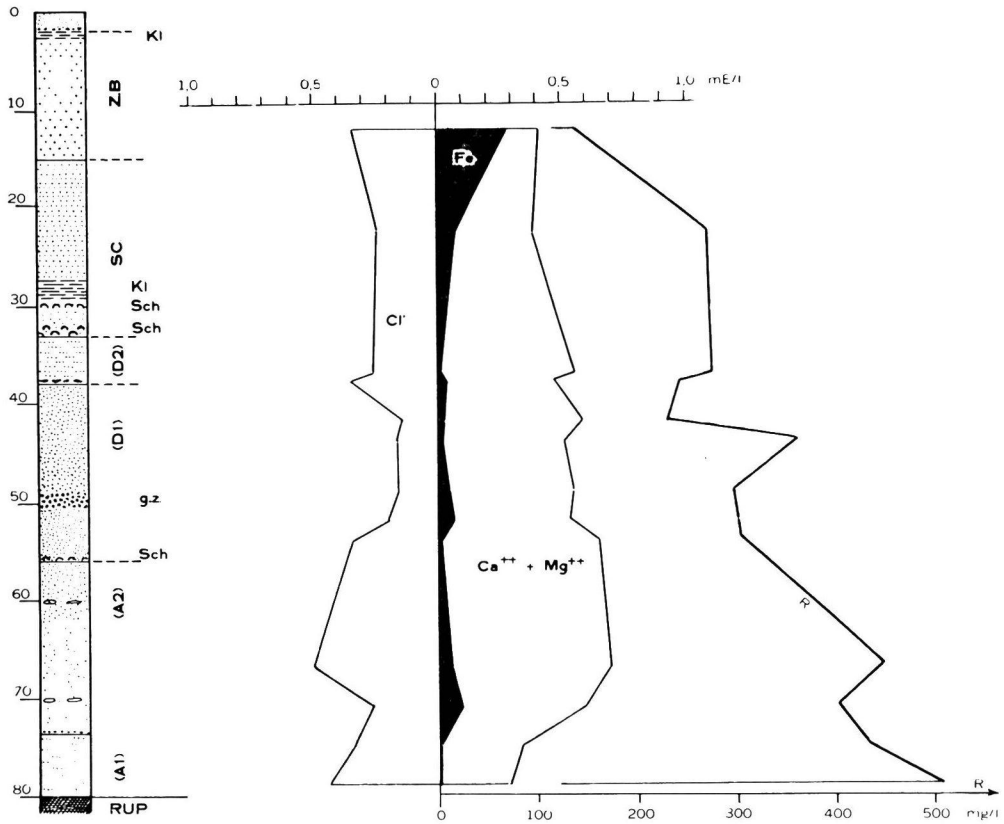


Fig. 7. — Boring te Brasschaat - Den Anker.

(Winning van de P.I.D.P.A.). — Samenstelling van het grondwater vóór de aftappingen.

Cl-, Fe++, (Ca + Mg)++ in millikw./liter. — Droogrest (R) in mg/l.

- KI = kleiige zone.
- Sch = schelpenlagen.
- gz = grof zand.

(Zie fig. 6.)

N.B. — De zone met grootste doorlatendheid bevindt zich tussen 40-60 m en valt samen met een kleinere gehalte aan Cl-.

De drinkwatervoorziening van de provincie Antwerpen wordt verzekerd door de P.I.D.P.A., die verschillende winningen aangelegd heeft in de diestiaanse zanden, namelijk te Grobbendonk (7 000 m³/dag), Schoten (3 200 m³/dag), Brasschaat (3 500 m³/dag), Putte-Kapellen, Herentals, Westerlo. Nieuwe winningen worden op dit ogenblik aangelegd te Hoogstraten.

In de provincie Brabant treft men de winningen van de N.M.W. aan, met name te Tessenderlo (2 000 m³/dag) en in de Demervallei (Aarschot : 2 000 m³/dag, Zichem, Messelbroek).

Aanzienlijke hoeveelheden grondwater worden door plaatselijke bedrijven uit het diestiaan opgevangen, namelijk te Balen, Lommel, Overpelt, Tessenderlo, Olen en Geel. Het is te verwachten dat de verdere industriële expansie van deze gewesten een merkelijke verhoging van afnamen zal teweegbrengen.

De diestiaanse zanden zijn glauconietrijk en leveren altijd sterk ijzerhoudend, soms agressief water. In de diepere zones kan de hardheid 14° à 20° bereiken. Dicht bij de oppervlakte vindt men slechts 6° ongeveer. De samenstelling van het onttrokken water kan ook beïnvloed worden door de intensiteit der pompingen.

De diestiaanse zanden verdwijnen in de zuid-oostelijke Kempen, waar de bolderiaanse zanden een grondwaterreservoir vormen. Het bolderiaan bevat kwartsrijke (niet glauconiethoudende) zanden, met bruinkool- en kleiintercalaties en in de onderste zones fijne, bruingekleurde, licht kleihoudende zanden. Het is dus een tamelijk heterogene formatie. Alleen het bovenste gedeelte ervan, maximum 40 m dik, is hydrologisch belangrijk. Het bolderiaan levert kalkarm, agressief water, waarvan de kwaliteit nadelig beïnvloed wordt door de ligniteuse bestanddelen van het zand.

De winningsputten worden vooral in de mijnstreek van Genk aangetroffen, waar ze een specifiek debiet van 4 à 10 m³/u bereiken.

2. Zanden van Mol en van Brasschaat (Moseaan) (7).

In de streek van Mol-Retie komt de grondwatertafel zeer dicht bij de oppervlakte; zij bevindt zich in de zogenaamde zanden van Mol (formatie behorende tot het Plio-Pleistoceen).

Deze kwartsrijke, soms zeer zuivere zanden, zijn tamelijk grof van korrel tot op 15 m diepte en dan sterk doorlatend. Daaronder bevinden zich de fijne zanden van het kasterliaan facies die op de min of meer kleihoudende topzone van het Diestiaan rusten.

Het water van deze freatische laag is zeer agressief en wordt praktisch uitsluitend voor lokale en huishoudelijke behoeften aangewend.

De zanden van de streek van Brasschaat kunnen als de voortzetting van de zanden van Mol beschouwd worden en bevatten eveneens een freatische laag. Het water is er dikwijls beoedeld.

In het begin van onze eeuw heeft men de mogelijkheid onderzocht om door middel van filterputten een belangrijke winning aan te leggen in de streek van Mol-Lommel, om de Brusselsese agglomeratie te voorzien.

Deze winplaats werd uitgekozen omwille van de uitgestrektheid van het voedingsgebied. De moeilijkheden die toen ondervonden werden bij de voorbereiding van het water, alsmede de onvoldoende produktie van de proefboring hebben de verwezenlijking van dat project belemmerd. Men vreesde ook de waterstand in de Kempense Vaart ongunstig te beïnvloeden.

(7) Wij gebruiken hier de benaming « Moseaan » om in overeenstemming te zijn met de geologische kaart (plaat 8) van de Atlas van België, hoewel deze term niet algemeen aanvaard wordt.

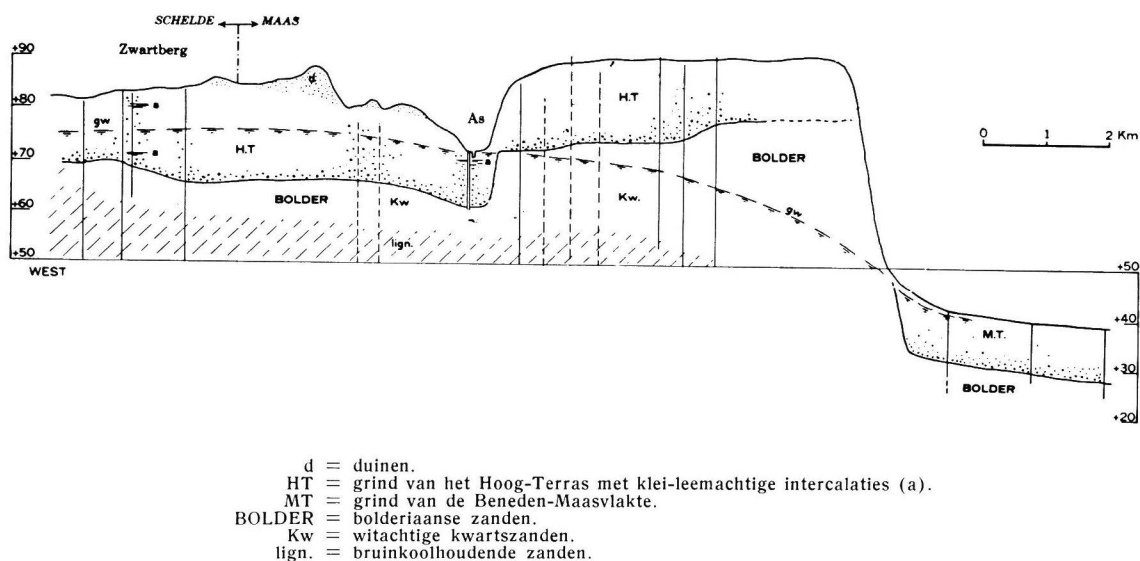
In het noorden van de provincie Antwerpen moeten de putten eerst een klei- en silt-houdend complex (kleien van de Kempen) doorboren, vooraleer de zanden van Brasschaat en de daarmee aansluitende grofkorrelige zanden van Merksplas te bereiken.

In de streek van Essen en Hoogstraten hebben die putten een diepte van 40 à 60 m en een specifiek debiet van 3 à 15 m³/u.

De stad Turnhout bezit een waterwinning in deze zanden, die later tot in de onderliggende miocene zanden afgediept werd.

3. De Kempense Hoogvlakte.

De westelijke hoogvlakte van de Kempen is volledig bedekt met Maasgrind van het Hoogterras, dat hetzij op de zanden van Mol, hetzij op diestiaanse zanden, hetzij op kwartsrijke bolderiaanse zanden rust.



N.B. — Er werd geen rekening gehouden met de wijzigingen aan de oorspronkelijke topografische oppervlakte aangebracht.)

Waterscheidingskam Schelde-Maas. Winning van de N.M.W. te As.

Fig. 8. — W.O. doorsnede van de Kempense Hoogvlakte.
Algemeen verloop van de freatische laag (gw).

Het Hoog-Terras is slechts watervoerend wanneer de grondwaterspiegel vrij ondiep ligt, zoals te Lommel, Neerpelt, Bree en As. Deze grondwaterspiegel vertoont een zeer sterk verhang nabij de randen van de hoogvlakte, namelijk aan de oostzijde. Men vindt ook bronnen in enkele insnijdingen van deze rand.

Het rendement van de putten die doorheen het grind geboord werden is zeer veranderlijk. Het is immers van verschillende omstandigheden afhankelijk : heterogeneïteit van het Hoog-Terras materiaal, doorlatendheid van de onderliggende zanden, lokale grootte van het hydraulisch verhang.

Men komt feitelijk tot het besluit dat deze grindafzettingen slechts een ondergeschikte rol spelen als watervoerende formatie.

Het water dat eruit getrokken wordt is sterk agressief, betrekkelijk weinig gemineraliseerd, maar meestal ijzerhoudend.

4. **Vlakte van de Beneden-Maas.**

Deze vlakte strekt zich ver buiten de huidige alluviale Maasvlakte uit en is feitelijk begrensd door de oostelijke steile rand van het Kempens Plateau.

De freatische laag die men er aantreft bevindt zich in het pleistoceen grindmateriaal en de onderliggende neogene zanden. Deze zanden worden op een diepte van 10 à 20 m aangetroffen.

Ten noorden van Bocholt verdwijnt de denivellatie tussen de Laagvlakte en het Plateau geleidelijk en zijn deze twee gebieden hydrologisch niet meer van elkaar te scheiden.

De N.M.W. heeft winningen aangelegd te Bree (1 200 m³/dag), te Lanaken (2 000 m³/dag) en te Eisden (24 000 m³/dag). In de twee laatste plaatsen bereikt men zeer hoge rendementen (soms 200 m³/u/m in putten met 800 mm diameter).

De winning van Eisden vormt trouwens een zeer bijzonder geval. Mijnverzakkingen hebben er denivellaties van ± 4 m veroorzaakt en een rijk brongebied doen ontstaan. Door deze winning worden de verzakte zones tevens drooggehouden.

Het water uit de winningen van Bree, Lanaken en Eisden is betrekkelijk arm aan ijzer. Proefboringen nabij Maaseik hebben daarentegen sterk ijzerhoudend water opgeleverd.

5. **Voorraden.**

Op het eerste zicht kunnen de Kempen wegens de uitgestrektheid van de natuurlijke voedingszones, als een onuitputtelijk grondwaterreservoir beschouwd worden.

Men mag nochtans niet vergeten dat de hydrologische renderbaarheid van de diverse watervoerende zandformaties zeer verschillend is en dat de samenstelling van het ruwe water vaak een grondige voorbewerking vereist.

In de huidige stand van onze kennis is het onmogelijk om zelfs een ruwe schatting te geven van de beschikbare voorraden. Men moet daarbij ook de plaatselijke imperatieven in aanmerking nemen, die nauwkeurig dienen vastgesteld te worden.

Wij kunnen nochtans aannemen dat, over 't algemeen de beschikbare voorraden door de huidige winningen slechts gedeeltelijk worden aangesproken.

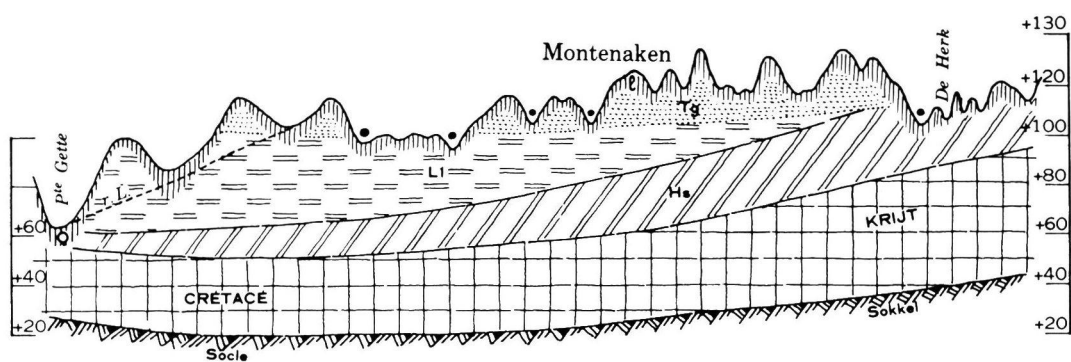
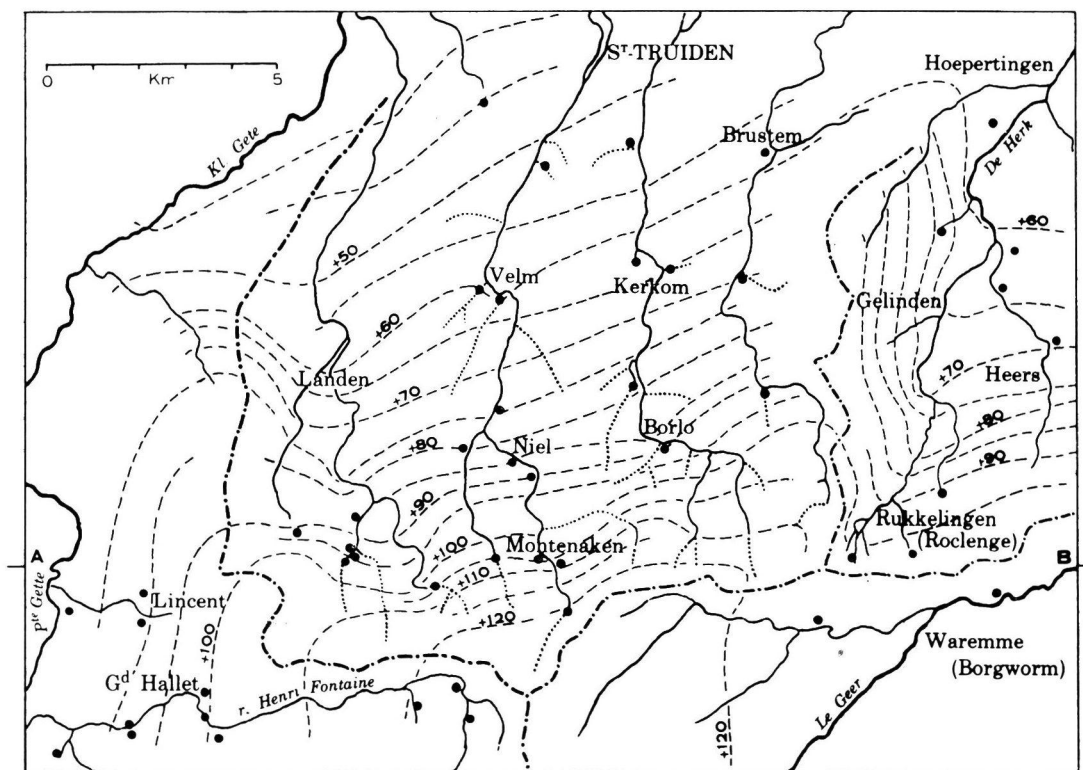
Ter informatie, geven wij hierna enkele cijfers over de oppervlakte van de voedingszones van de verschillende watervoerende formaties (in km²).

	<i>Scheldebekken.</i>		<i>Maasbekken.</i>	
Moseaan	Schelde	130	Dommel	210
	Kleine Nete	340	Aa	54
	Grote Nete	84		
Idem in de subartesische zone			780	
Kasterliaan	Kleine Nete	92		
	Grote Nete	138		
	Demer r. o.	28		30
Diestiaan	Kleine Nete	76		
	Grote Nete	325		
	Demer r. o.	225		20
Antwerpiaan	Schelde	51		
	Nete	120		
Bolderiaan	Demer r. o.	170		138
Beneden-Maasvlakte, stroomafwaarts Lanaken				325
Watervoerende zones van het Hoog-Terras op de zanden van Mol				102
Watervoerende zone van het Hoog-Terras op de miocene zanden				100

D. — Het Landeniaan-Heersiaan en het Krijt van Oost-België.

1. Landeniaan van het Getebekken.

Ten zuiden van Sint-Truiden, in het bekken van de Boven-Gete, is de freatische laag hoofdzakelijk in de landeniaanse zanden en zogenaamde tufstenen gelegen. Laatstgenoemde gesteenten zijn er sterk gespleten en doorlatend. Buiten het hier besproken ontsluitingsgebied dat ongeveer 47 000 ha beslaat, verliezen de landeniaanse tufstenen vrij vlug hun watervoerend karakter.



Profiel AB :

- l = loess.
- Q = alluvium.
- Tg = zeer fijne, min of meer kleiige zanden (Tongeriaan).
- LI = tufsteen van Lincent en zanden (Landeniaan).
- Hs = krijtachtige mergel (Heersiaan).
- rL = projectie van de Lijsmeelbeek.

Fig. 9. — Kaart en doorsnede van het landeniaans bekken van de Gete.
Omhullende lijnen van de thalwegvlakten. — Bronnen en droge dalen.
Waterscheidingskammen.

De leembedekking is over het algemeen zeer dik. In de interfluviale zones is het landeniaan nog bedekt door zeer fijne, min of meer kleihoudende tongeriaanse zanden.

Dit landeniaans massief wordt ingesneden door een reeks gelijklopende zijtakken van de Gete, aan de rand van dewelke verschillende bronnen ontspringen. De belangrijkste hiervan (Velm, Montenaken) leveren soms meer dan 2 000 m³/dag. Al die bronnen bevinden zich stroomafwaarts van lange, droge, nauwe dalen of ravijnen.

De watervoerende zone is niet zeer dik en de bronnen moeten een betrekkelijk groot voedingsgebied draineren.

Hun debiet is trouwens aan gevoelige schommelingen onderhevig. Het hydrografisch rendement van de zijtakken van de Gete bij laag water is ook betrekkelijk klein (ongeveer 1,22 m³/ha/dag voor de Molenbeek, de Cicindria en de Veertsbeek).

Het gezamenlijk debiet van de bronnen, in 1943-1945 gemeten, bedroeg toen ongeveer 7 400 m³/dag. De N.M.W. heeft enkele winningen aangelegd, met name te Montenaken en te Grand-Hallet, bij de natuurlijke uitvloeiingen. De stad Sint-Truiden heeft een van de bronnen van Velm opgevangen.

Volgens een schatting van de N.M.W., zou gans dit gebied zonder moeite 10 000 m³/dag kunnen opleveren.

Het water uit al deze bronnen is zeer hard en soms ijzerhoudend, wat een gedeeltelijke colmatage van sommige winningen kan veroorzaken. Men heeft er ook een tamelijk hoog gehalte aan chloriden waargenomen.

2. Heersiaan van het bekken van de Boven-Demer.

De heersiaanse mergel vertoont dezelfde hydrologische kenmerken als krijt : hij is sterk gespleten in de ontsluitingszones en levert dan betrekkelijk grote debieten. De voedingszone of intrekgebied heeft een oppervlakte van ongeveer 10 000 ha.

De heersiaanse waterlaag wordt artesisch in de streek van Sint-Truiden en Zoutleeuw, waar de onderste lagen van het bovenliggende landeniaan sterk kleihoudend zijn.

Veel putten werden er geboord, dikwijls voor huishoudelijk gebruik, die een specifiek debiet van 4 tot 10 m³/u hebben.

Nog niet zo lang geleden kon men er het water door natuurlijke overloop opvangen, maar door een zeer kwistig gebruik is het piëzometrisch niveau sterk gedaald.

Enkele belangrijke bronnen worden aangetroffen in het bekken van de Herk, met name te Hoepertingen (ongeveer 2 000 m³/dag) en te Groot-Gelmen (ongeveer 400 m³/dag).

De heersiaanse laag kan moeilijk van de onderliggende maastrichtiaanse laag onderscheiden worden, omdat deze twee formaties door geen enkele kleilaag van elkaar gescheiden zijn. Zij blijkt ook in verbinding te staan met de topografisch hoger gelegen landeniaanse laag van het bekken van de Gete (*zie fig. 9*).

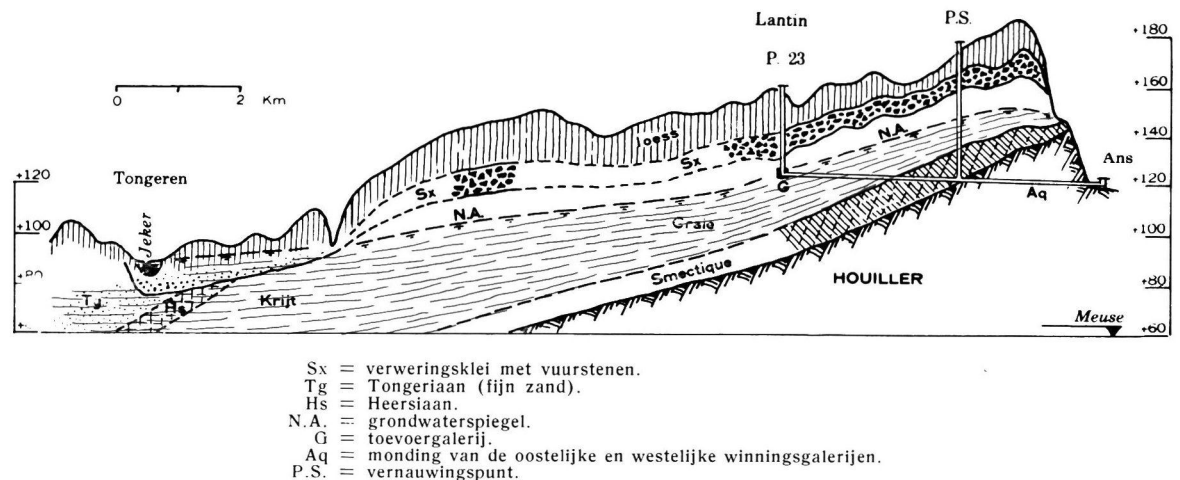
De aardbeving van 1936 heeft aanleiding gegeven tot merkwaardige vaststellingen. Het debiet van talloze putten geboord in de heersiaanse laag ging plots verminderen, terwijl de putten die tot in het Maastrichtiaan gedolven waren, weinig beïnvloed werden. Dit houdt verband met het feit dat het Maastrichtiaan, in tegenstelling met het Heersiaan, een intrinsieke permeabiliteit bezit.

De hydrogeologische toestanden in Zuid-Limburg zijn niet altijd zeer duidelijk. De inlichtingen bij het boren van een groot aantal putten in deze streek verzameld, volstaan niet om de hydrologische produktiviteit van iedere watervoerende formatie (Landeniaan-Heersiaan-Maastrichtiaan) nauwkeurig te bepalen.

3. Krijt van het bekken van de Jeker en het bekken van de Mehaigne.

Het krijt van deze gebieden omvat « tufkrijt », korrelig krijt met vuursteenbanken (Maastrichtiaan), wit krijt (Senoniaan) en grijze ondoorlatende mergel bekend onder de naam « smectique » (Herviaan). Deze smectique scheidt de in de krijtformaties aanwezige waterlaag van het paleozoïsch substraat af.

Het maastrichtiaans tufkrijt heeft een zogenaamde « beschuitstructuur » en een intrinsieke permeabiliteit. Het komt alleen voor in het oostelijke gedeelte van het Jekerbekken. De doorlatendheid van het krijt wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van een dicht splotennet. In de winningsgalerijen van de stad Luik heeft men soms sploten van 1 cm opening kunnen waarnemen.



Eerste winningen van de stad Luik.

Fig. 10. — Doorsnede van de hoogvlakte van Haspengouw.

De grote doorlatendheid van deze krijtgesteenten kwam eertijds tijdens de fosfaatuitbatingen in het zuiden van Haspengouw tot uiting.

De aanwezigheid van min of meer doorlopende vuursteenbanken en de « hard-ground » aan de basis van het Maastrichtiaan moeten de circulatie van het grondwater beïnvloeden. De hydrologische betekenis van deze niet zeer doorlatende niveau's is echter onvoldoende bekend. Vóór het aanleggen van de waterwinningen heeft men echter vastgesteld dat het grondwater er onder spanning kon komen te staan.

Het krijt van Haspengouw is met matig doorlatende terreinen bedekt : leem (soms meer dan 10 m dik), oligoceen fijnzand en klei, silexklei, die boven de winningsgalerij van de stad Luik een gezamenlijke dikte van ongeveer 20 m bereiken.

Het doorzippelen van neerslagwater tot aan de grondwaterspiegel gebeurt dan ook zeer traag (ongeveer twee jaar en half volgens sommige waarnemingen). Tussen de neerslag en de debieten wordt een verschuiving van verscheidene maanden waargenomen.

De intensieve culturen slopen een groot gedeelte van het neerslagwater op en het verlies door verdamping zou betrekkelijk groot zijn.

Al deze omstandigheden schijnen de natuurlijke bevoorrading van de grondwaterlaag dus enigszins tegen te werken.

De natuurlijke bescherming tegen oppervlakkige bezoedeling is principieel ruimschoots verzekerd, maar men heeft maatregelen moeten treffen om verontreiniging langs verlaten putten te voorkomen.

Op de hoogste punten van het plateau is de grondwaterspiegel slechts op grote diepte, soms 40 m beneden de top van de krijtlaag te bereiken. De dikte van de verzadigde zone overtreft zelden 20 m.

De streek is gekenmerkt door de afwezigheid van een normaal hydrografisch net, maar men treft er verscheidene zacht ingesneden droge dalen aan.

De ondergrondse stroming gebeurt hoofdzakelijk in de richting van de Jeker. Langs de zuidelijke rand van de vallei komen verschillende belangrijke bronnen voor, die oorspronkelijk 1 000 tot 3 000 m³/dag leverden. Verscheidene ervan werden opgevangen.

De weinige bronnen die men ten zuiden van het krijtmassief aantreft zijn zonder betekenis.

De linkerzijde van het hydrografisch bekken van de Jeker is zeer gering en kan haast niets bijdragen tot de voeding van deze rivier.

De morfologische en geologische structuur van dit gebied in acht genomen, mag daarentegen worden verondersteld dat een ondervloeiing van het bekken van de Jeker naar dat van de Demer plaatsvindt.

De krijtwaterlaag in het Demerbekken is vaak artesisch. In de valleien leveren geboorde putten soms opwellend water en bovendien worden er enkele belangrijke bronnen aangetroffen.

AFTAPPINGEN. — VOORRADEN.

Het krijtmassief van Haspengouw was uitzonderlijk gunstig gelegen om de stad Luik van water te voorzien.

De eerste winningsgalerijen, van waaruit het water alleen door de zwaartekracht naar de stad geleid werd, werden in 1863 aangelegd door G. Dumont, die aldus een suggestie van zijn vader, de beroemde geoloog André Dumont, verwezenlijkte.

De winningsgalerijen van de stad Luik hebben thans een totale lengte van 30 km en leveren 30 000 à 40 000 m³/dag. Zij zijn meestal loodrecht op de algemene verhanglijn van de waterlaag geplaatst.

Het gemiddeld rendement (1 m³/m/dag) mag als betrekkelijk gering beschouwd worden. Op sommige plaatsen, zoals te Hologne-aux-Pierres, heeft men nochtans 3 à 4 m³/m/dag bereikt. Dit rendement is in de regel hoger aan de randen dan op de top van het plateau.

Op sommige plaatsen heeft men schommelingen van 5 m tussen droge en regenrijke periodes waargenomen.

In periodes van schaarste kan in de putten van Awans en Voroux-Goreux ook uit de laag gepompt worden.

Het water is hard ($\pm 32^\circ$); de hardheid neemt iets toe in droge periodes.

Het noordelijk gedeelte van de krijtwaterlaag wordt ontgonnen door de N.M.W., meestal door middel van putten geplaatst in de brongebieden. De belangrijkste winningen zijn gelegen te Thys (3 500 m³/dag), Wonck (2 600 m³/dag), Diets-Heur (1 200 m³/dag). Borgworm (4 000 m³/dag). Hun rendement schommelt tussen 30 en 100 m³/m/u.

De stad Tongeren bezit een winning bij de bronnen van Lauw.

Er bestaan nog verschillende particuliere putten, voornamelijk in de omgeving van Borgworm.

Het gezamenlijke volume dat uit het bekken van de Jeker gewonnen wordt overtreft waarschijnlijk 60 000 m³/dag. Indien men rekening houdt met een voedingsgebied van 340 km², komt dit overeen met een gemiddelde aftapping van 1,8 m³/ha/dag.

In 1855, dus vóór alle belangrijke grondwateraftappingen, bedroeg het debiet van de Jeker in droge periode te Glaaien gemeten, 167 000 m³/dag, wat neerkomt op een hydrografisch rendement van 5,30 m³/ha/dag.

De maximum capaciteit van het bekken werd door sommige hydrologen op 6 m³/ha/dag of 170 000 m³/dag geraamd, maar op dit getal mag in de praktijk niet gerekend worden.

Men heeft ooit voorgesteld de grondwaterlaag kunstmatig te voeden met Maaswater, maar dit project werd om verschillende redenen verworpen.

Het bekken van de Mehaigne sluit onmiddellijk aan bij dat van de Jeker. De krijtgesteenten bedekken er een oppervlakte van ongeveer 135 km², maar de bergingsmogelijkheden zijn er veel kleiner dan in het bekken van de Jeker.

Er worden nochtans enkele interessante bronnen aangetroffen, zoals die van Avin die ongeveer 1 000 m³/dag levert, waarvan sommige opgevangen werden.

4. Het Krijt van de oostelijke rand van het massief van Brabant.

Hoewel de hierna vermelde zones van de oostelijke krijtformaties geen afzonderlijke hydrogeologische eenheden vormen, verdienen zij toch speciaal vermeld te worden.

- 1° Het Krijt van de streek van Waver bevat een spanningswaterlaag waaruit zeer grote debieten verkregen worden, voornamelijk uit het basisgrind in contact met de sokkel. Het water uit laatstgenoemde zone behoort dus gedeeltelijk tot de artesische laag van de sokkel.

Verschillende lokale bedrijven zijn afhankelijk van deze waterlaag. Enkele jaren geleden heeft de N.M.W. een put geboord in de vallei van de Dijle (winning van Pecrot), die aanvankelijk een natuurlijk opwellend debiet van 4 000 m³/dag had.

Enkele belangrijke bronnen, waarvan het debiet door de N.M.W. gemeten werd (La Motte : 4 300 m³/dag, Marbaise : 6 000 m³/dag), kunnen als natuurlijke overloop van deze artesische laag beschouwd worden.

De oude ondergrondse krijtgroeve van Grez-Doiceau zal door de N.M.W. ook als waterwinning ingericht worden.

Niettegenstaande deze buitengewoon hoge rendementen, schijnt de voedingszone van deze laag eerder beperkt te zijn. Het zou dus onvoorzichtig zijn de ontginning van deze interessante waterlaag tot het uiterste op te drijven.

- 2° Het Krijt van het bekken van de Gete is in de streek van Geten en Orp ontsloten over een oppervlakte van ongeveer 2 250 ha. De doorlatendheid van het gesteente is er ook zeer gunstig, mede dank zij het bijzondere lithologisch facies van het Krijt dat men in deze streek aantreft. Verschillende bronnen, waarvan de meeste nog niet opgevangen worden, ontstaan nabij de Gete en haar bijrivieren en leveren soms 5 000 m³/dag.

Het is niet uitgesloten dat deze bronnen een zekere hoeveelheid water ontvangen uit het Landeniaan (*zie fig. 9*).

5. Artesische laag van het Maastrichtiaan.

Het Krijt dat men in de ondergrond van Noord-Oost-België aantreft, en meer bepaald het maastrichtiaan, bevat een uitgestrekte spanningswaterlaag, die voor gans de Demerstreek van vitale betekenis is.

Daarbij komt nog dat de verziltingsgrens betrekkelijk ver van de voedingszone verwijderd is. Men vindt inderdaad nog drinkbaar water tot in de streek van Beringen-Heusden.

De maastrichtiaanse laag is een van de beste voorbeelden van het merkwaardig verschijnsel van de ionenuitwisseling en de geleidelijke verhoging van het zoutgehalte naar de diepte toe. Figuur 11, waarop verschillende waarnemingen samengevat zijn, toont aan dat de verzilting volgens een logaritmische wet verloopt.

Het voedingsgebied bevindt zich in de ontsluitingszone Orp-Geten (vallei van de Gete), in het brongebied van de Herk en de Demer.

Verscheidene gemeenten van Limburg en Oost-Brabant bezitten een of meer putten in het Maastrichtiaan ten behoeve van hun drinkwatervoorziening : Hasselt (ongeveer 3 700 m³/dag), Sint-Truiden, Tienen, Zoutleeuw, Heusden.

Een belangrijke hoeveelheid wordt nog opgevangen door talloze, verspreide putten, zowel voor huishoudelijk als industrieel gebruik.

Het Maastrichtiaan levert doorgaans water van zeer goede hoedanigheid, al kan het plaatselijk ijzerhoudend zijn. Een bevredigende verklaring voor dit laatste feit kan moeilijk gegeven worden. Misschien staat het in verband met de nabijheid van de min of meer pyriethoudende zanden van de basis van het Heersiaan.

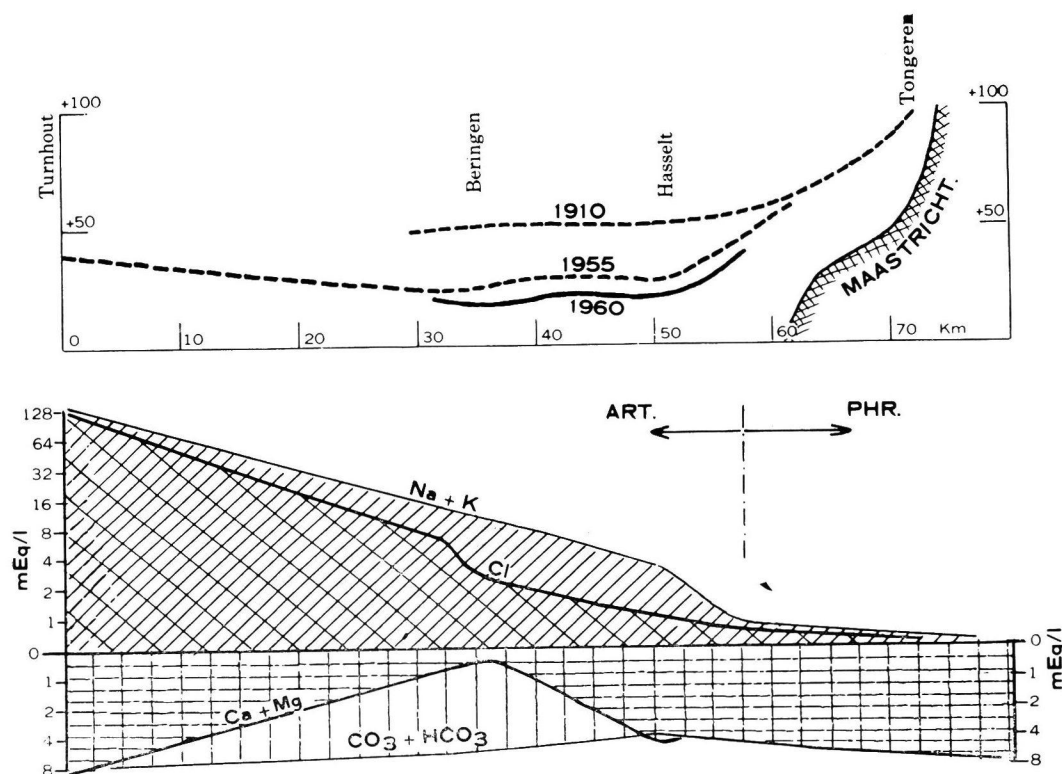


Fig. 11. — Maastrichtiaanse laag.

Ontwikkeling van het piëzometrisch niveau en wijziging van de chemische samenstelling (in milli-equivalenten/liter) volgens een profiel Tongeren-Turnhout.

Artesische en freatische zones. — Verloop van de top van het Maastrichtiaan.

De doorlatendheid van het Maastrichtiaan is ook gunstig, maar niet overal gelijk. De specifieke debieten tijdens pompproeven verkregen schommelen tussen 1,00 à 10,00 m³/m/u.

Het piëzometrisch vlak van het maastrichtiaans water is sedert enkele jaren sterk neergedrukt, voornamelijk nabij de grote verbruikscentra (Tienen, Hasselt,...) en de kolnmijnen. Men heeft kunnen vaststellen dat grote mijnwaterdoorbraken een plotse daling van het peil in de nabijgelegen putten veroorzaakte. Hieruit moet dus afgeleid worden dat een zekere hoeveelheid maastrichtiaans water verloren gaat langs de breuken ontstaan door mijnverzakkingen.

Hoe de gepaste tegenmaatregelen te treffen, blijft een open vraag.

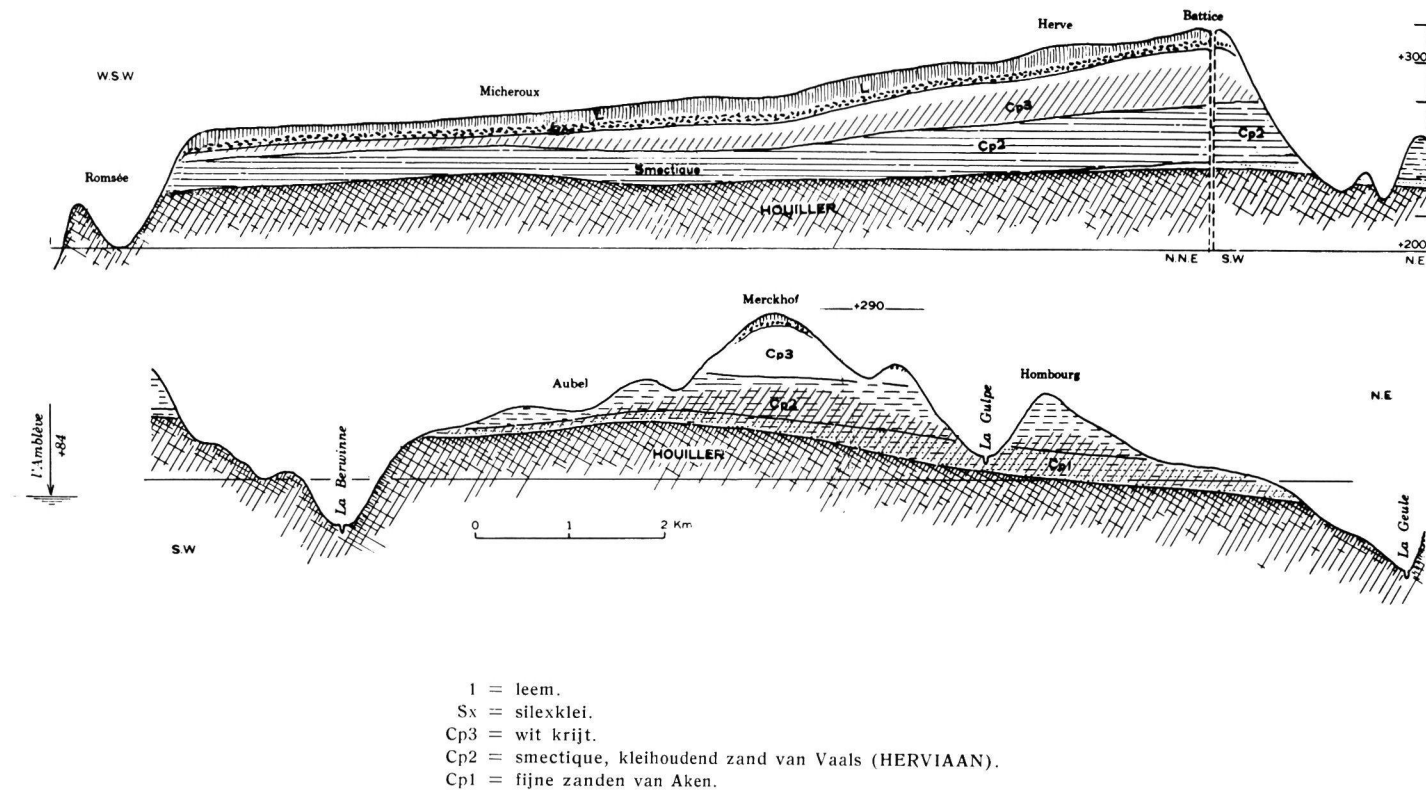


Fig. 12. — Doorsneden van het Krijt in het Land van Herve.

6. Het Land van Herve.

De voornaamste grondwatervoorraden van dit gebied, dit is de streek begrepen tussen de Maas en de Vesder, bevinden zich in het krijt dat men op de hoogvlakten aantreft.

Deze krijtmassieven zijn zeer sterk ingesneden, wat talloze bronnen heeft doen ontstaan. Verscheidene hiervan worden opgevangen om de plaatselijke bevolking van water te voorzien. Ze kunnen tot 400 m³/dag leveren.

Het krijt is sterk gespleten en zeer doorlatend. Zoals op de hoogvlakte van Haspengouw, zit de basis van de waterlaag in een mergellaag, de zogenaamde « smectique » van Herve.

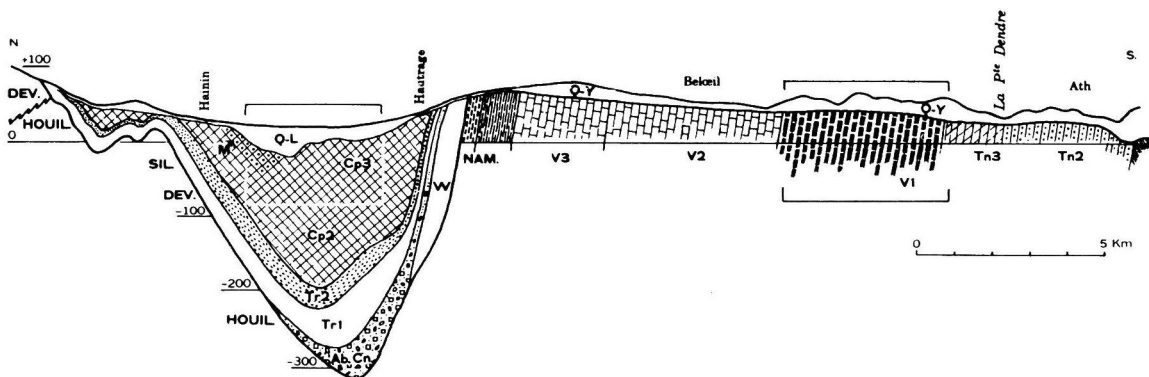
Door mijnverzakkingen ontstane breuken hebben nochtans de dichtheid van deze laag gedeeltelijk verbroken.

De watervoerende zone is nergens meer dan 20 m dik. De totale oppervlakte van het krijt kan op 95 km² geschat worden, waarvan 35 km² voor het bekken van de Berwinne.

Volgens een inventaris van de N.M.W. zouden al de opgevangen bronnen en putten bestemd voor waterbedeling samen ongeveer 2 300 m³/dag leveren, dit is ongeveer 0,65 m³/ha/dag.

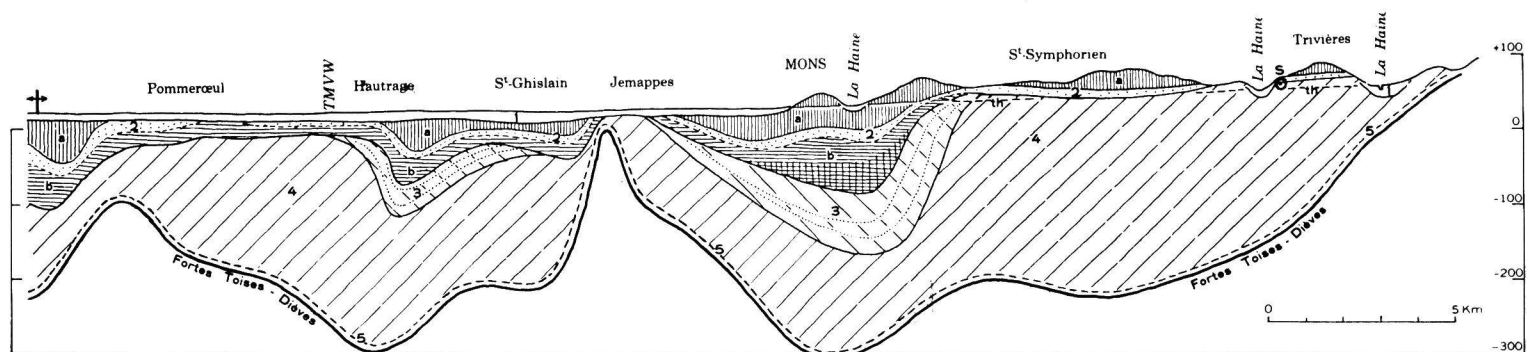
Naar het oosten toe gaat de « smectique » over naar een complex van silts en kleihoudende zanden (zanden van Vaals), die zelf op de fijnkorrelige Akense zanden rusten.

De bergcapaciteit en doorlatendheid van deze formaties is zeer gering. Zij komen alleen in aanmerking voor vrij beperkte lokale behoeften.



- Q-L = kwartair van de Haine en Landeniaan.
- Q-Y = leem, leperiaan, Landeniaan - plaatselijk niet zeer doorlatend.
- M = Montiaan - Maastrichtiaan (« turf-krijtgesteenten »).
- Cp3-Cp2 = witkrijt.
- Tr2 = glauconietkrijt van Maisières en « Rabots » (verkiezelingen).
- Tr1 = mergels.
- Ab.Cn = zand, grind, conglomeraten van het Albiaan-Cenomanaan.
- W = klei (Wealdiaan).
- NAM = zandstenen en « ftanieten » van het Namuriaan.
- V3 = kalksteen van Blaton
- V2 = kalksteen van Basècles
- V1 = dolomieten
- Tn3-Tn2 = kalkstenen van het Tournaisiaan.

Fig. 13. — *Winningen van de T.M.V.W. in het Krijt van het Bekken van de Haine en in de Kolenkalk van het Denderbekken.*



- | | |
|---|--|
| 1 = alluviale afzettingen. | a = ieperiaanse kleien. |
| 2 = landeniaanse zanden. | b = landeniaanse kleien en montiaanse mergels. |
| 3 = kalksteen, « turfkrijt » (Montiaan-Maastrichtiaan). | TMVW = winning van Caraman (Hainin-Hautrage). |
| 4 = witkrijt (Senoniaan). | S = bron. |
| 5 = glauconietkrijt en « Rabots » (Turoniaan). | th = geprojecteerde thalweg van de Haine. |

Fig. 14. — *Langsdoorsnede van de vallei van de Haine.*

E. — Het Krijt van het Bekken van de Haine.

De merkwaardige synclinale depressie van het bekken van de Haine, waar zich plaatselijk meer dan 300 m Krijt, waaronder ongeveer 200 m krijtgesteenten, afgezet hebben, heeft een zeer belangrijk grondwaterreservoir doen ontstaan.

Als watervoerende gesteenten komen in aanmerking : de zachte, korrelige kalkstenen van het Montiaan en het Maastrichtiaan, de verschillende krijtsoorten van het Senoon, de glauconiethoudende krijtachtige mergels met verkiezelingen (« Rabots ») van het Turoon. Hun doorlatendheid is soms zeer groot.

De heterogene formaties, gedeeltelijk zand en grindachtig, behorend tot de oudere krijt-afzettingen, zijn ook watervoerend — bij het delven van mijnschachten hebben zij vaak grote moeilijkheden opgeleverd — maar geven geen bruikbare vindplaatsen.

In tegenstelling met de zachte kalkstenen, de zogenaamde « tufkrijtstenen » van het Montiaan-Maastrichtiaan, is de doorlatendheid van de witkrijtgesteenten zeer veranderlijk.

In de nabijheid van de dalen en onder de thalweg van de Haine zijn deze krijtgesteenten sterk gespleten, soms « breccieachtig » en buitengewoon doorlatend.

Dit is duidelijk gebleken naar aanleiding van enkele grote delfwerken, zoals in de oude sluis van Obourg, waar meer dan 58 000 m³/dag moest bemaalt worden, in de vroegere fosfaatexploitatie van La Malogne en in de oude mijn van Maurage, waar men onderscheidelijk 28 000 m³ en 19 000 m³ per dag moest wegpompen.

Het drooghouden van deze ondergrondse exploitaties heeft natuurlijk al de nabijgelegen putten en bronnen drooggelegd.

Sommige natuurlijke bronnen gaven oorspronkelijk tot 10 000 m³/dag.

In het krijt gedolven of geboorde putten hebben soms een specifiek debiet van 100 m³/m/u.

Het piëzometrisch vlak vertoont een zwak verhang naar het westen toe. Hierdoor moet een zekere ondervloeiing in dezelfde richting, volgens de as van het bekken, ontstaan.

Het stromingspatroon en het rendement van de putten worden nochtans sterk beïnvloed door het zeer onregelmatige verloop van de basis van de watervoerende formaties, waardoor verschillende drempels en vernauwingen ontstaan, onder meer te Hautrage en te Jemappes.

Stroomafwaarts Saint-Symphorien zijn de krijtlagen gedeeltelijk bedekt met niet zeer doorlatende eocene sedimenten (Ieperiaan-Landeniaan). De waterlaag komt hierdoor onder spanning en verscheidene putten gaven of geven nog opwellend water, onder meer in de winning van Hainin-Hautrage.

De grondwaterlaag zet zich voort in Frankrijk, waar ze gedeeltelijk als spanningswater voorkomt, namelijk in de streek van Rijsel. Men vindt nog een uitgebreide voedingszone in de streek van Kamerijk-Valenciennes.

In de nabijheid van de alluviale vlakte van de Haine kan de krijtwaterlaag boven de ieperiaanse klei overlopen.

AFTAPPINGEN. — VOORRADEN.

Het krijtwater van Henegouwen speelt een belangrijke rol in de watervoorziening van de streek zelf, van Vlaanderen en de Brusselse agglomeratie.

Onder de belangrijke winningen bestemd voor openbare waterbedeling kunnen worden vermeld :

- de winning van Hainin-Hautrage (winning van Caraman) voor de watervoorziening van Vlaanderen door de T.M.W.V., waarvan de maximum produktie op 30 000 m³/dag vastgesteld werd;
- de winningen van Hornu (6 000 m³/dag), Bray (5 000 m³/dag) en Grand-Reng (5 000 m³/dag), die de lokale netten van de N.M.W. voeden;
- de winning van de stad Bergen nabij de bronnen van Spiennes (15 000 m³/dag).

De C.I.B.E. is van plan 25 000 m³/dag op te vangen te Nimy-Maisières, waar proefnemingen verricht werden; bovendien heeft zij onlangs een reeks winningsputten geboord te Ghlin.

Deze maatschappij denkt ook water op te vangen uit de oude onderaardse fosfaatexploitaties van La Malogne en Saint-Symphorien.

Een aanzienlijke hoeveelheid water ging of gaat nog verloren ten gevolge van de mijnpompingen in het bekken van het Centrum en de bemaling van door mijnverzakkingen gestoorde gebieden, onder meer te Cuesmes. Het water dat uit de mijnen gepompt wordt is vaak onbruikbaar voor de consumptie. Belangrijke werken zijn voorzien en reeds gedeeltelijk door een intercommunale vereniging (I.D.E.A.) uitgevoerd om het bemalingswater terug te winnen. Hierdoor zou ongeveer 70 000 m³/dag ter beschikking van de lokale verbruikers kunnen gesteld worden.

Het hydrografisch bekken van de Haine heeft een oppervlakte van 56 200 ha ter hoogte van de drempel van Jemappes en ongeveer 109 000 ha aan de Franse grens.

Het voedingsgebied van het krijtbekken beslaat ongeveer 20 000 ha op Belgisch grondgebied, dit is nagenoeg 18 % van het gehele hydrografisch bekken. Het gebied waar de waterlaag onder spanning staat, heeft stroomafwaarts van Saint-Symphorien een oppervlakte van ongeveer 13 400 ha.

Het is in de huidige omstandigheden moeilijk de globale leveringscapaciteit van het krijtbekken enigszins nauwkeurig te bepalen. Al de getallen die tot nu toe vooropgesteld werden — men heeft van 300 000 m³/dag gesproken — berusten op schattingen.

Op een bepaald ogenblik bedroeg de totale hoeveelheid water die langs de bronnen wegvloede of afgepompt werd meer dan 120 000 m³/dag.

Nabij de Franse grens gemeten, bedroeg het debiet van de Haine in laagwaterperiode 270 000 m³/dag. Dit is ongeveer 39 % van de regenneerslag of een rendement van 2,5 m³/ha/dag voor het gehele hydrografisch bekken.

Een vrij grondige studie van de hydrologie van het krijtbekken van de Haine werd in 1913 door M. Robert uitgevoerd. Een vergelijking met de huidige toestanden toont aan dat de waterlaag in de « rijkste zones » (Obourg, Harmignies,...) tamelijk stabiel gebleven is.

In Noord-Frankrijk, met name in de streek van Rijsel, waar de laag onder spanning staat, wordt daarentegen een sterke nederdrukking (ongeveer 5 m/jaar) vastgesteld.

F. — Kolenkalk van Henegouwen en het Bekken van Namen.

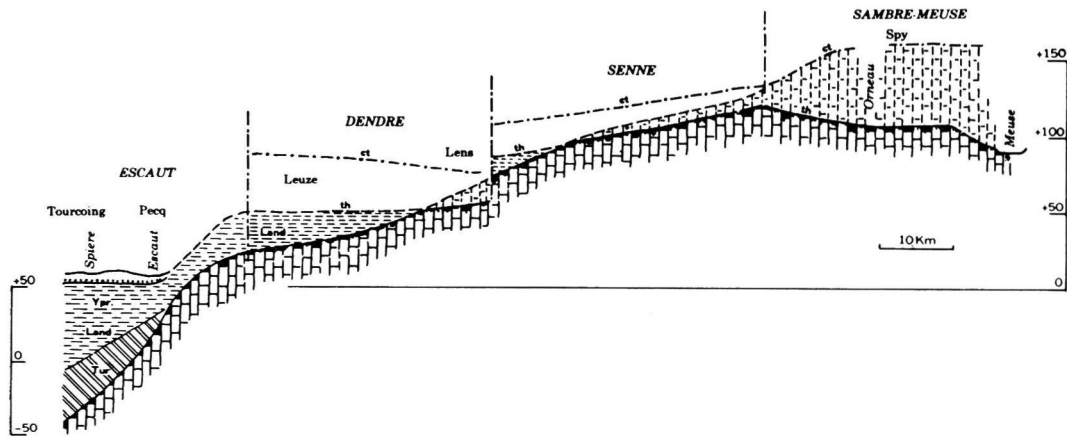
De carboonkalksteen die zich van de streek van Doornik tot aan de meridiaan van Namen uitstrekt en verder de Maasvallei volgt in de richting van Visé, vormt een belangrijk, vrijwel ononderbroken grondwaterreservoir.

Dit gebied behoort tot de noordelijke flank van het zogenaamde synclitorium van Namen. De lagen hellen tamelijk regelmatig naar het zuiden. De doorlatendheid van het gesteente is toe te schrijven aan een net van open diaclasen. Ook de aard zelf van de kalkstenen speelt hierbij een rol. Het CaCO₃-gehalte kan schommelen tussen 65 en 93 %. Sommige kalkstenen zijn zeer fijnkorrelig, andere hebben een grof korrelig textuur (crinoïdenkalkstenen). Daarenboven zijn de viseaanse kalkstenen gedeeltelijk gedolomitiseerd en soms volledig verkiezeld in het bovenste gedeelte.

Het oppervlak van de Kolenkalk vertoont vele onregelmatigheden als gevolg van de vorming van oplossingsholten die met oplossingsresten en wealdiaan-afzettingen (zanden, kleien en keien) opgevuld zijn. Plaatselijke kiezelkorsten kunnen lokale spanningszones doen ontstaan.

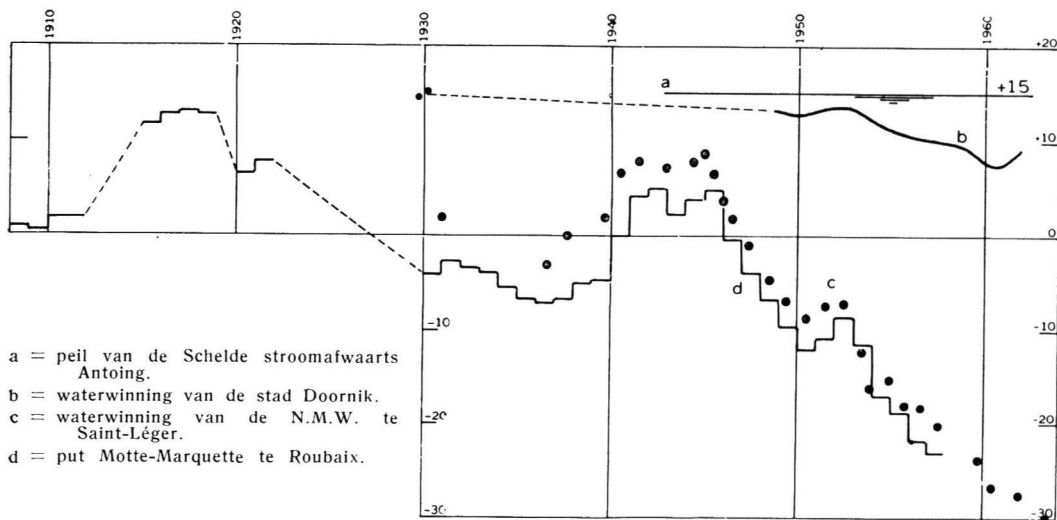
Uit deze verschillende omstandigheden volgt dat het debiet van de putten in kolenkalk zeer veranderlijk is. In gunstige gevallen kan men debieten van 100 m³/m/u en zelfs meer bekomen.

Men zou van een subkarstische circulatie kunnen gewagen. Maar in haar geheel beschouwd volgt de kolenkalkwaterlaag een betrekkelijk regelmatig regime en kan zij bij een eerste benadering althans, als een doorlopende waterlaag bestudeerd worden.



- ct = omhullende van het topografisch oppervlak.
- th = omhullende van de thalwegen.
- Ypr = Ieperiaan (klei).
- Land = Landenaan (± kleihoudend zand).
- Tur = Turoniaan (mergels).

Fig. 15. — Schematisch verloop van het topvlak van de Kolenkalk, langs de as van de ontsluitingszone Pecq-Namur. — Hydrografische bekken.



- a = peil van de Schelde stroomafwaarts Antoing.
- b = waterwinning van de stad Doornik.
- c = waterwinning van de N.M.W. te Saint-Léger.
- d = put Motte-Marquette te Roubaix.

Fig. 16. — Schommelingen van de grondwaterstanden in de Kolenkalk van het Doornikse.

Het doorzippelen van regenwater wordt plaatselijk gehinderd door de aanwezigheid van ieperiaanse klei en silt (het Landeniaan van de hier beschouwde streek is over 't algemeen hoofdzakelijk zandig) of van turoniaanse mergels. Bij het bepalen van de voedingszone moet nochtans aangenomen worden dat een gedeelte van het over de ieperiaanse klei afstromende water in de Kolenkalk dringt. Op vele plaatsen is de ondoorlatendheid van het Ieperiaan niet volledig.

Ten westen van de Schelde wordt deze kolenkalkwaterlaag uitgesproken artesisch.

Naar het zuiden toe duikt de kolenkalk onder het Namuriaan-Westfaliaan (Steenkolenformatie) en blijft er waterhoudend, maar deze watervoorraad is praktisch niet meer te ontginnen.

In de streek van Antoing-Doornik is de Kolenkalk doorsneden door de thalweg van de Schelde. Meer naar het oosten is deze kalksteen ingesneden door de bovenste bijrivieren van de Dender en de Zenne. Nog meer oostwaarts gebeurt de drainering naar de Samber langs de Pieton en de Orneau.

Het hydrografisch net wordt door een tamelijk groot aantal bronnen gevoed, die soms een belangrijk debiet hebben (2 000 tot 6 000 m³/d), namelijk te Thumaide, Sirault, Erbaut, Mignault, Casteau-Thieusies, Viesville, Onoz, enz.

Sommige putten gedolven in de alluviale vlakte kunnen opborrelend water geven.

In de streek van Doornik zijn de bronnen zeldzaam. De grondwaterstroming wordt er sterk beïnvloed door de aanwezigheid van verticale breuken die een afschermdende rol spelen.

Wanneer men rekening houdt met het algemeen verloop van het kolenkalkoppervlak onder de oorspronkelijke tertiaire bedekking (*fig. 15*), lijkt het waarschijnlijk dat buiten de plaatselijke drainages naar de verschillende thalwegen, een algemene stroming bestaat naar het Scheldebekken. Dit zou tevens de belangrijkheid kunnen uitleggen van het uit de Doornikse groeven gepompte watervolume.

Hieruit besluiten dat het water dat bijvoorbeeld in de omgeving van Namen in de kalksteen doorzippelt, gedeeltelijk tot in de omgeving van Doornik ondervloeit, zou nochtans al te simplistisch zijn.

Het water uit de Kolenkalk is zeer hard, min of meer gesulfateerd. Intensieve pompingen kunnen deze hardheid plaatselijk in sterke mate doen toenemen. Het water afkomstig uit de artesische zones is daarenboven gekenmerkt door de aanwezigheid van fluor.

Plaatselijk kan dit water ook agressief zijn, vooral wanneer de kalksteen sterk verkiezeld is, zoals in de waterwinning van de stad Doornik nabij « Les Emprises ».

AFTAPPINGEN. — VOORRADEN.

De waterlaag van de Kolenkalk wordt zeer intensief uitgebaat. Verscheidene winningen zijn gelegen nabij emergentiezones, onder meer te Erbaut, Lens, Casteau-Thieusies, Viesville, enz. Soms wordt water opgevangen uit groeven die nog in bedrijf zijn (Maffle) of worden verlaten groeven volledig als waterwinning ontgonnen (Neufvilles). Deze kunnen in sommige gevallen als reservoir voor overtollige debieten van andere herkomst gebruikt worden. Dit werd bijvoorbeeld door de C.I.B.E. te Ligny en te Ecaussines verwezenlijkt, waar spitsdebieten van onderscheidenlijk 30 000 m³ en 24 000³/dag kunnen geleverd worden.

De oude pyriet- en galenietmijn van Vedrin, waar de ertsaders viseaanse dolomieten snijdt, werd wegens moeilijk te bestrijden watertoevloed opgegeven. Nu wordt zij door de C.I.B.E. gebruikt, die er op dit ogenblik ongeveer 25 000 m³/dag uitpomp.

De gewone winningen worden over 't algemeen verwezenlijkt met putten van grote diameter (soms meer dan 500 mm).

Enkele gemeenten, met name Doornik, Antoing en Leuze, beschikken over een eigen waterwinning.

De N.M.W. bezit belangrijke winningen te Neufvilles-groeve (6 500 m³/dag), Chièvres (5 000 m³/dag), Montignies (5 500 m³/dag) Pecq-Saint-Léger (25 000 m³/dag) en Moeskroen (10 000 m³/dag).

De T.M.V.O. heeft onlangs waterwinningen in het boven-Denderbekken (Mainvault-Blicquy) in gebruik genomen. Zij zullen 30 000 m³/dag naar Oost-Vlaanderen afvoeren.

Op Frans grondgebied worden aanzienlijke hoeveelheden (ongeveer 110 000 m³/dag) afgenomen om de streek van Roubaix-Tourcoing van drink- en industriewater te voorzien.

De waterwinningen voor industriële doeleinden zijn op Belgisch grondgebied van betrekkelijk gering belang. Daarentegen moet men rekening houden met een sterke bemaling in de actieve steengroeven. Door deze bemaling wordt het grondwaterpeil in de Doornikse groeven ver beneden de bedding van de Schelde verlaagd. Alleen het feit dat deze bedding vermoedelijk sterk aangeslibd is, kan een verlies van Scheldewater beletten.

Het aantal actieve groeven is de jongste jaren merkkelijk verminderd, maar de exploitatie gebeurt nu op grotere diepte, wat plaatselijk een sterkere afpompings veroorzaakt.

Op Belgisch grondgebied heeft de Kolenkalk die niet door Westfaliaan bedekt is een oppervlakte van ongeveer 148 000 ha, waarvan nagenoeg 31 %, dit is ongeveer 46 000 ha, geen kleiige bedekking draagt.

Bij eerste benadering kan men zeggen dat de hier beschouwde waterlaag thans 280 000 m³/dag levert.

Het zwaartepunt van de afnamen bevindt zich in het bekken van de Schelde, tussen Doornik en Roubaix, waar de toestand onrustwekkend is. Het piëzometrisch vlak in de artesische zone ten westen van Doornik vertoont inderdaad een opzienbarende daling (2 m/jaar), die aan een overdreven aftapping te wijten is. Dit blijkt uit de snelle stijging van het peil na rustperioden (*fig. 16*). Tegelijkertijd snijdt de belangrijke afname in de Doornikse groeven (die eertijds 60 000 m³/dag bedroeg en 33 000 m³/dag in 1949) alle toevoer af langs de normale voedingszone van het Doornikse die zelf betrekkelijk beperkt is.

Deze toestand brengt niet alleen de industrie van de streek van Roubaix-Tourcoing in het gedrang, maar ook de watervoorziening van Zuid-Vlaanderen die momenteel van de winningen van Moeskroen, Pecq en Saint-Léger afhankelijk is.

G. — Thalweg van de Boven-Maas.

Tot even stroomafwaarts van Visé is de thalweg van de Maas helemaal in paleozoïsche formaties ingegraven.

Hij is gevuld met leem- en grindafzettingen, waarvan de totale dikte nooit 10 m overtreft en die zich uitstrekken over een zeer veranderlijke breedte (100 m tot 2 km). De grootste breedte wordt bereikt bij de insnijding van schieferachtige gesteenten. Door de plaatselijke intercalatie van kleihoudende zones of aaneenkittig van het grind wordt het stromingsbeeld van de waterlaag gedeeltelijk gewijzigd. Deze kan zich dan plaatselijk in twee schijnbaar geïsoleerde lagen scheiden, zoals in de waterwinning van Ougrée (*fig. 17*).

In normale toestand komt het grondwaterpeil in de geboorde putten boven de rivierspiegel te liggen. De aanvoer geschiedt door filtratie van rivierwater doorheen de bedding, percolatie van water dat langs de dalranden naar beneden stroomt en vermoedelijk ook door diepere ondergrondse stromingen wanneer de thalweg doorlatende gesteenten zoals dinantiaanse of devonische kalkstenen insnijdt.

De scheikundige samenstelling van het water houdt het midden tussen deze van het rivierwater en die van het water dat van de valleiranden afvloeit. Zij wordt sterk beïnvloed door de pompingen en de stand van het rivierpeil. De hardheid kan schommelen tussen 25° en 45°, terwijl men zeer grote onregelmatigheden in het ijzergehalte waarneemt.

De stagnerende zones van het diepere gedeelte van de waterlaag bevatten H₂S, dat een grotere oplosbaarheid van ijzer toelaat onder de vorm van bicarbonaat. Hierdoor geven zij sterker ijzerhoudend water dan de beluchte zones van de waterlaag.

In de nabijheid van de steenkolenformaties en de mijnbelten kan men ten slotte ook zeer gesulfateerd water aantreffen.

Het rendement der putten, die gewoonlijk geboord zijn met een grote diameter (300 - 1 000 mm), is eveneens veranderlijk (20 tot 200 m³/m/u).

Verscheidene belangrijke winningen voor waterleidingsnetten zijn gelegen in de alluviale vlakke van de Maas :

Anseremme (N.M.W.) : ± 800 m³/dag.

Yvoir-Champalle (C.I.B.E.) : ± 10 000 m³/dag (maximum capaciteit : 20 000 m³/dag).

Jambes (N.M.W., watervoorziening van Namen) : ongeveer 13 000 m³/dag.

Beez (N.M.W.) : ongeveer 6 000 m³/dag.

Ben-Ahin (C.I.B.E.) : ongeveer 17 000 m³/dag (maximum capaciteit : 35 000 m³/dag).

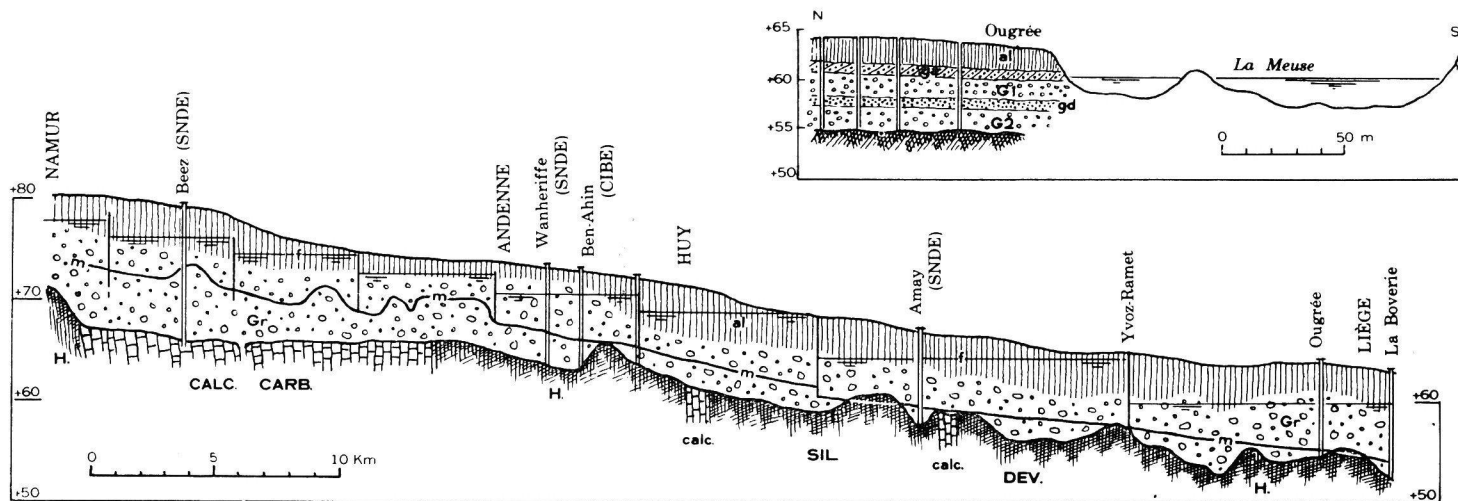
Amay (N.M.W.) : ongeveer 4 000 m³/dag.

Haccourt (N.M.W.) : ongeveer 900 m³/dag.

Enz.

Dit is in totaal nagenoeg 52 000 m³/dag.

Hierbij dient een betrekkelijk groot aantal geïsoleerde putten gevoegd, bestemd voor de plaatselijke industrie in de streek van Andenne, Hoi, Seraing, Luik en Visé.



m = rivierbodem.
 f = normale waterspiegel.
 al = alluviaal, soms grindhoudend leem.
 Gr = grind.

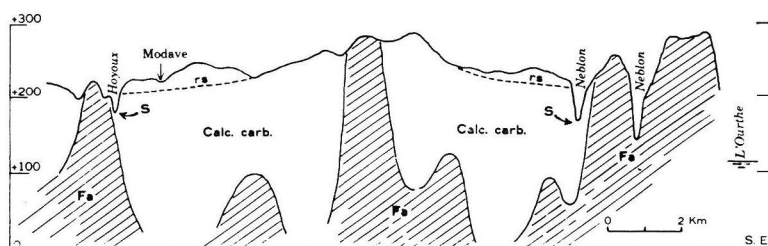
Detail van de winning van Ougrée }
 ga = kleihoudend grind.
 gd = hard, niet zeer doorlatend grind.
 G1, G2 = doorlatend grind.

Fig. 17. — Schematisch profiel volgens de thalweg van de Maas tussen Namen en Luik. — Ligging van enkele winningen.

H. — Kolenkalk van het Bekken van Dinant.

Het bekken van Dinant bezit een zeer bijzondere geologische structuur, gekenmerkt door een opeenvolging van min of meer regelmatige plooiën, tamelijk evenwijdig, die longitudinale op- en onderduikingen vertonen.

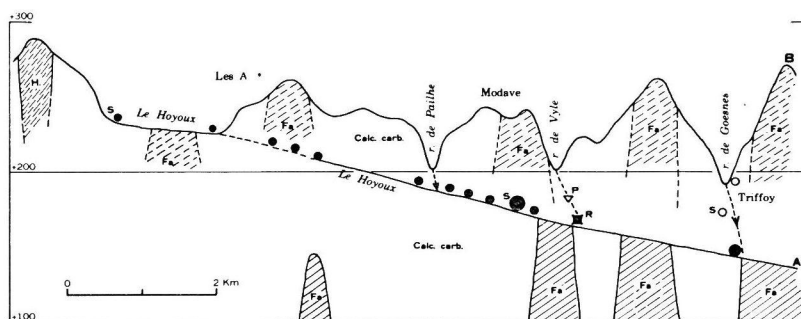
Deze structuur, die men in de topografie terugvindt, wordt gekenmerkt door een afwisseling van schiefers en zandstenen van het Fameniaan, kalkstenen van het Dinantiaan en schiefers van de Steenkolenformaties.



rs = droog dal.
s = brongebied.

N.B. — Het algemeen verloop der lagen werd eenvoudig gesuggereerd.

Fig. 18. — Schematisch profiel tussen Hoyoux en de Neblon.



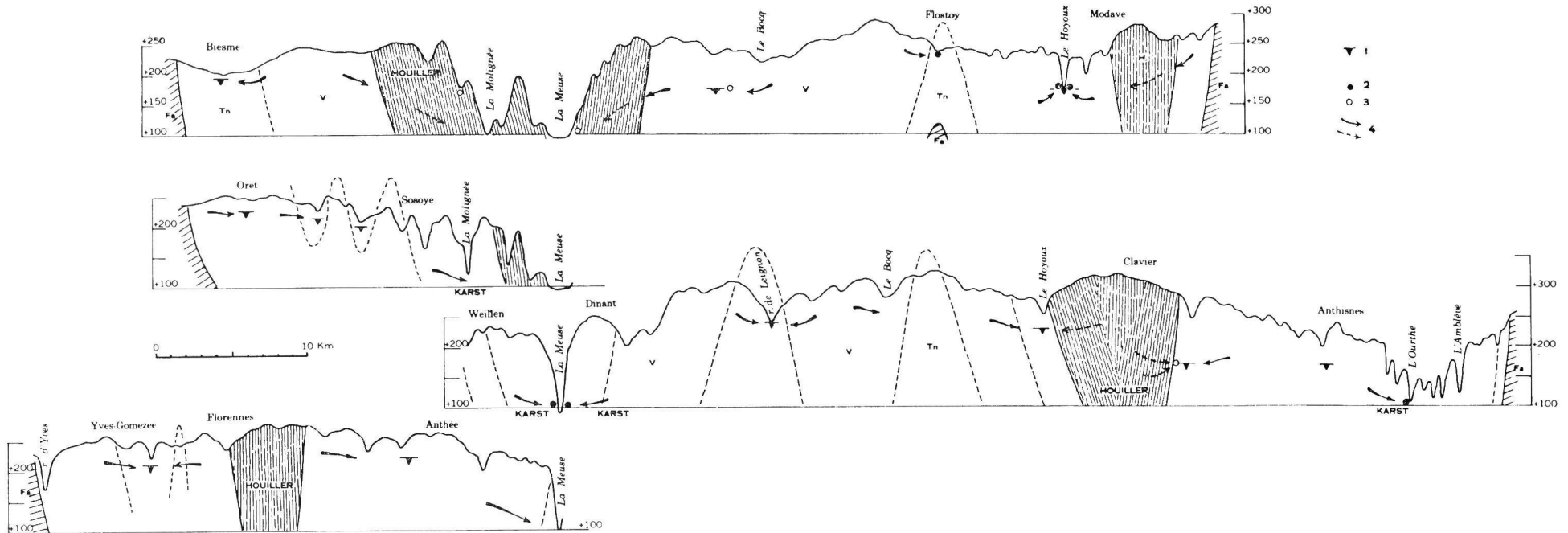
Fa = Fameniaan.
H = Steenkolenformatie.
Calc. carb. = Dinantiaanse kalkstenen (Kolenkalk).
Gemiddelde helling van de Hoyoux = 12,5 %.
van de bijrivieren = 7 %.
S = bronnen.
P = verlies.
R = resurgentie.

Fig. 19. — Profielen volgens de as van Hoyoux (A) en hiermede evenwijdig op 2,5 km ten westen (B).

De fameniaan-gesteenten, die men hoofdzakelijk op de kammen aantreft, hebben een betrekkelijk geringe bergingscapaciteit.

Het grondwater verzamelt zich bijna uitsluitend in de synclinale depressies, waar men de sterk gebarsten kalkstenen aantreft.

Aldus ontstaan langwerpige, komvormige waterreservoirs van zeer veranderlijke afmetingen. Enkele liggen geïsoleerd, maar de meeste staan met elkaar in verbinding, zodat plaatselijk vrij grote bekkens ontstaan, zoals in de streek van de Hoyoux, de Neblon en de Maas.



- 1 = peil van de waterlopen en brongebieden stroomafwaarts van het profiel.
- 2 = bronnen en resurgenties.
- 3 = bronnen buiten het profiel gelegen.
- 4 = vermoedelijk verloop van de grondwatercirculatie.

Fig. 20. — Doorsneden volgens de as van enkele kalksteensynclinalen van het bekken van Dinant.

Er worden talloze, soms zeer belangrijke bronnen aangetroffen, waarvan de ligging bepaald wordt door de wisselvalligheden van het stroomnet bestaande uit longitudinale en dwarsdalen. Deze laatste zijn soms zeer diep ingesneden.

Er bestaan eveneens droge dalen die dikwijls, maar niet noodzakelijk in verband staan met karstgebieden.

Bij de dwarsdalen is het niveauverschil tussen de vallei en het piëzometrisch oppervlak van de grondwaterlaag het grootst aan de stroomafwaartse rand van de kalksteensynclinalen. Op die plaatsen moeten bijgevolg de grootste debieten worden aangetroffen, wat in feite ook het geval is. Deze debieten worden zeer belangrijk wanneer omvangrijke bekkens er hun natuurlijke uitvloeiing vinden, zoals in de vallei van de Hoyoux te Modave en in de vallei van de Neblon.

Sommige bronnen komen ook voor nabij vernauwingen van de kalksteensynclinalen (bronnen van Flostoy).

Verscheidene bronnen ontsnappen aan een strenge classificatie, wegens de veranderlijkheid van de factoren die hun ontstaan bepalen (tectonische structuur, gespletenheid van het gesteente, topografische ligging, enz.).

Merkwaardig is het feit dat talloze bronnen water van gelijkblijvende samenstelling en temperatuur, met een ogenschijnlijk permanent debiet leveren.

Dit bijzonder regiem scheen destijds in strijd te zijn met de algemeen gangbare opvattingen en gaf dan ook aanleiding tot hevige discussies. Het kan echter verklaard worden door de volgende omstandigheden :

- 1° Het groot bergvermogen van de sterk gespleten kalkstenen, alsook de lange ondergrondse weg die een natuurlijke decantatie van het water bevordert;
- 2° Het feit dat de tournaïsaanse kalkstenen, die grotendeels uit resten van crinoïden opgebouwd zijn en tot 15 % onoplosbare bestanddelen bevatten, een min of meer filtrerend residu opleveren. E. Van Den Broeck, die een vurig verdediger was van de natuurlijke kwaliteit van het tournaïsaans water, heeft de term « gravier biologique filtrant » voorgesteld, aldus zinspelend op de aanwezigheid van een groot aantal crinoïdenbrokken vermengd met zand en klei in het oplossingsresidu. In werkelijkheid speelt dit crinoïdengrint een beperkte rol als filtrerend element;
- 3° Het verstoppingen van de barsten en spleten door overblijfsels van oligocene zandafzettingen;
- 4° De plaatselijke aanwezigheid van een lemige dekmantel, die in Condroz een dikte van 2 m kan bereiken.

Bij het graven van winningsgalerijen en tijdens waarnemingen in groeven, heeft men vastgesteld dat de tournaïsaanse kalkstenen geen grotten bevatten, maar wel een zeer dicht netwerk van barsten.

Er kan zich dus een werkelijke grondwaterlaag vormen.

Er bestaan nochtans ook echte resurgenties die in verband staan met oppervlaktewaterverliezen. Deze worden vooral aangetroffen in de viseaanse kalkstenen die soms zeer zuiver zijn, en in sommige dolomieten, bij voorkeur in de nabijheid van sterk ontwikkelde thalwegen waar de filtrerende deklagen meestal ontbreken, zoals langs de Maasvallei in de streek van Dinant en de Ourthevallei.

Anderzijds treft men emergenties aan die het midden houden tussen bronnen en resurgenties.

De ondervinding heeft aangetoond dat men elk geval in 't bijzonder moet bestuderen en dat beschermingsmaatregelen altijd noodzakelijk zijn.

Het zeer aanzienlijke debiet van sommige bronnen sluit een verafgelegen aanvoer in. Dit is het geval voor de bronnen van de Neblon en de Hoyoux, die ontspringen in de rivierbeddingen.

De namuriaanse schiefers in sommige synclinalen spelen wellicht een afschermdende rol bij de grondwatercirculatie.

De bronnen die aan de uiteinden van de synclinale bekkens gelegen zijn, worden misschien benadeeld door de longitudinale stromingen in de richting van de diepe, lager gelegen thalwegen.

Dit verklaart de verlaging van de grondwaterspiegel die men tengevolge van de plaatselijke aftappingen in de streek van Oret waargenomen heeft.

In de gebieden waar de lagen subhorizontaal verlopen kunnen tussenliggende kalkschiefers secundaire waterlagen doen ontstaan. Zo heeft men een hangende waterlaag aangetroffen 70 m boven de Maas in de streek van Dinant. Op verheven vlakten moet men nochtans gewoonlijk boren tot op het peil van de nabijgelegen rivier om de waterlaag te bereiken.

In de boring van Wepion heeft men op een diepte van 1 000 m karstzones aangetroffen in de viseaanse kalkstenen die de verlenging vormen van de kalkrotsen die in de Maasoevers ontsloten zijn. Het grondwater dat zij bevatten plaatste zich in hydrostatisch evenwicht met de Maas en was nauwelijks gemineraliseerd.

De debietveranderingen van de belangrijke bronnen volgen betrekkelijk goed de veranderingen van de winterneerslag en wel ongeveer in dezelfde verhoudingen.

AFTAPPINGEN. — VOORRADEN.

De belangrijkste voorraden en de voornaamste winningen bevinden zich in de streek ten oosten van de Maas.

Vermelden wij op de eerste plaats de winningen van de C.I.B.E. in de vallei van de Hoyoux nabij Modave (45 000 m³/dag) en in de vallei van de Bocq te Sovet-Spontin en te Crupet-Durnal (30 000 m³/dag).

De « Intercommunale des Eaux de l'Agglomération Liégoise » wint het water van het brongebied van de Neblon (30 000 m³/dag).

Er bestaan nog enkele winningen van minder belang, onder meer te Lisogne (N.M.W.) : 2 000 m³/dag en te Ciney (N.M.W.) : 2 400 m³/dag.

Ten westen van de Maas zijn de waterwinningen minder belangrijk. Vermelden wij de winningen van de N.M.W. te Yves-Gomezée (9 000 m³/dag), Fraire (3 600 m³/dag), Oret (3 600 m³/dag), die samen ongeveer 22 000 m³/dag opleveren.

De zeer belangrijke winningen van Modave, Néblon, Spontin en Yves-Gomezée werden verwezenlijkt door het uitgraven van galerijen in de rots, in de nabijheid van het brongebied en evenwijdig met de rivier. Zij zijn voorzien van vernauwingen en dienen tegen hoge rivierwaterstanden beschermd te worden. Te Modave werd de Hoyoux omgeleid in een kunstmatige, gebetonneerde bedding.

Het water dat op deze wijze gewonnen wordt, vloeit door de zwaartekracht naar de collectors.

Andere winningen bestaan uit putten in de brongebieden.

In totaal levert de Kolenkalk van het bekken van Dinant ongeveer 130 000 m³/dag voor de openbare watervoorziening.

De totale oppervlakte van de ontsloten zones bedraagt ongeveer 53 000 ha, waarvan 9 400 ha door geïsoleerde bekkens zijn ingenomen.

Als wij de oppervlakten van de voornaamste hydrografische bekkens met elkaar vergelijken, bekomen wij het volgende :

		<i>Oppervlakte van de kalksteen.</i>	
De Bocq	23 340 ha	7 260 ha	31 %
De Hoyoux (stroomopwaarts Marchin)	19 370 ha	13 355 ha	70 %
De Molinee	13 900 ha	5 400 ha	29 %
De Néblon	7 600 ha	4 020 ha	53 %
De Yves	8 800 ha	2 750 ha	31 %

De opbrengst van al deze vindplaatsen is zeer verschillend. Bovendien bevindt een tamelijk belangrijke oppervlakte zich in de karstzones aan weerszijden van de Maas, de Molinee, de Ourthe en moet dus als verloren beschouwd worden.

Men kan zich ook moeilijk een concreet denkbeeld vormen van de omvang van de voorraden in de diepte, omdat de bergingscapaciteit van het gesteente onder de valleien onbekend is.

Door het aanbrengen van ondergrondse afsluitingen zou men eventueel de bergingscapaciteit van sommige kalksteenbekkens kunnen benutten om er overtollig water van een ander herkomst in op te bergen. Maar in de huidige stand van onze technische mogelijkheden, is dit slechts een zuivere hypothese.

I. — Devoonkalksteen van het Bekken van Dinant.

Deze kalkgesteenten zijn slechts van secundair belang op hydrologisch gebied. In de streken waar zij goed ontwikkeld zijn, komen immers vaak karstverschijnselen voor. Dit staat gedeeltelijk in verband met de lithologische samenstelling van deze kalkgesteenten, die soms slechts 2 à 6 % onoplosbaar materiaal bevatten.

De oppervlakte waarover deze devonische kalkgesteenten verspreid liggen is niet onbelangrijk, maar de configuratie van de vindplaatsen leent zich niet goed tot grote aftappingen.

De mogelijkheid om het water uit deze gesteenten te gebruiken is dus zeer onzeker of zelfs uitgesloten wegens het besmettingsgevaar.

De couviniaanse kalkgesteenten komen voor onder een min of meer lensvormig facies, samen met kalkschiefers, zandstenen en schiefers. Zij zijn goed ontwikkeld in de streek van Petigny-Chimay, maar sterk « verkarst ».

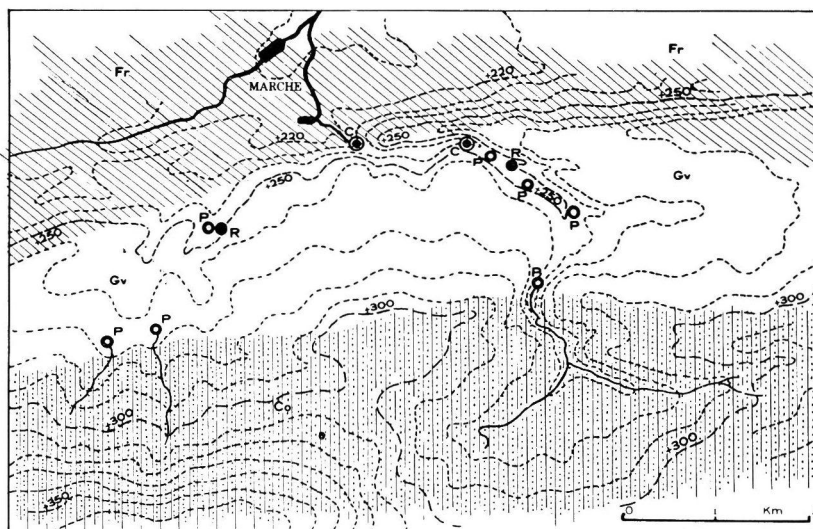
De frasnianse kalkgesteenten zijn zeer onregelmatig ontwikkeld, gedeeltelijk in geïsoleerde massieven.

De ontsluitingszone van het Frasniaan is tamelijk breed in de streek van Dourbes, waar men oude lood- en barytiummijnen aantreft die momenteel onder water staan. Het hydrologisch regime is essentieel karstisch. De N.M.W. beschikt over een winning in de oude mijn van Niverlee in het bekken van de Viroin, met een produktie van ongeveer 700 m³/dag.

De givetiaanse kalkgesteenten vormen daarentegen een doorlopende formatie, maar men treft er een groot aantal belangrijke grotten aan en bijna alle bronnen zijn resurgenties. Het is een bij uitstek gunstig terrein voor karstverschijnselen.

Sommige bronnen vertonen nochtans een regelmatiger regime, onder meer de bron Trudaine nabij Rochefort, maar gevaar voor besmetting blijft bestaan.

Een typisch voorbeeld van de ongunstige toestand door dat karstregime veroorzaakt is Marche. Deze stad werd vroeger van water voorzien door winningen geplaatst in een resurgentiezone. Deze bronnen vingen onderweg oppervlaktewater op dat sterk bezoedeld was en in kolkgeden gelegen tussen de winning en de voedingszone verdween. Deze gevaarlijke winning heeft men moeten opgeven (fig. 21).



Fr = Frasniaan.	P = verlies.
Gv = Givetiaan.	R = resurgentie.
Co = Couvinaan.	C = vroeger opgevangen resurgentie.

Fig. 21. — Hydrologische kaart van de omgeving van Marche.
(volgens E. Putzeys, 1908).

Al de waterwinningen in de devonische kalkgesteenten zijn van ondergeschikt belang en dienen meestal alleen voor de lokale drinkwatervoorziening.

De N.M.W. beschikt niettemin over enkele niet te verwaarlozen aftappings in de streek tussen Samber en Maas, namelijk te Montignies-Saint-Christophe (Frasniaan : 3 500 m³/dag) en te Momignies (Givetiaan : 2 000 m³/dag).

J. — Paleozoïsche zandstenen en schiefers.

De paleozoïsche formaties van België bestaan voor een groot deel uit zandstenen of kwartsieten. Deze zijn echter van bijkomend belang op hydrologisch gebied.

Waterlagen van beperkte capaciteit kunnen aangetroffen worden in de zandstenen van het Namuriaan, het Fameniaan, het Onder-Devoon en de cambrische massieven van de Ardennen.

De schiefers zijn over 't algemeen ongunstig, omdat de spleten van de rotsmassieven door de kleiige verweringsprodukten verstopt zijn.

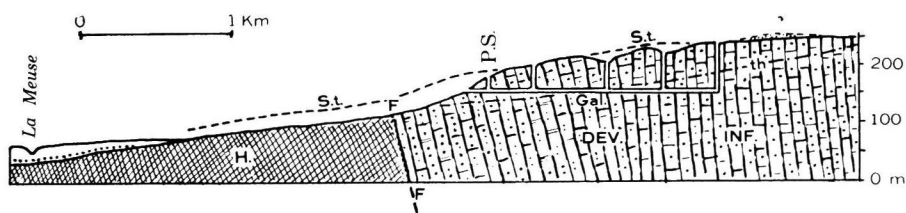
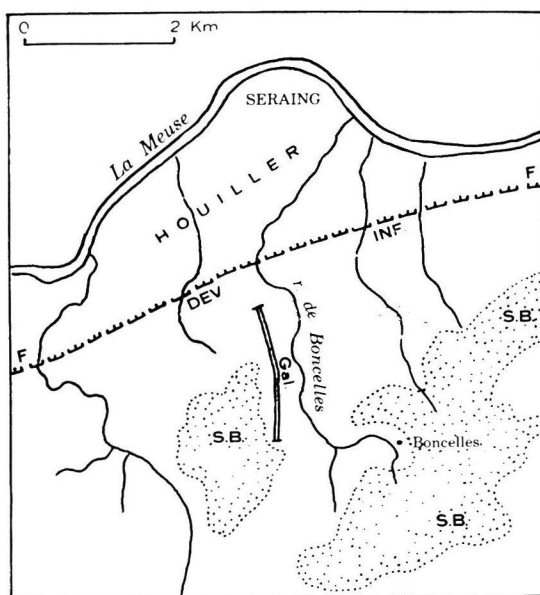
De gebieden met een essentieel schieferachtig substraat, zoals de Famenne, zijn hydrologisch volkomen steriel.

Men mag nochtans niet alle schieferachtige formaties à priori uitsluiten. Schiefers die een zekere graad van metamorfisme ondergaan hebben, kunnen wel in sommige omstandigheden een zekere bergingscapaciteit vertonen.

Er valt aan te stippen dat een groot gedeelte van het Devoon en het Cambrium uit afwisselende lagen schiefers en kwartsieten bestaat.

Waterwinningen in deze zandsteenachtige terreinen kunnen naar gelang van de plaatselijke omstandigheden, door galerijen, putten of door het eenvoudig opvangen van bronnen verwezenlijkt worden.

Enkele niet zeer belangrijke aftappingen komen voor in de *namuriaanse* zandsteen van Henegouwen en van het bekken van de Vesder.



- | | |
|---|---|
| S.t. = omhullende van het topografisch oppervlak. | H = steenkolenformatie. |
| th = geprojecteerde thalweg van de r. de Bonnelles. | DEV. INF. = zandstenen en schiefers van het Onder-Devoon. |
| P.S. = vernauwingsput. | F = overschuiving. |
| S.B. = tertiaire zandbedekking (z. van Bonnelles). | |

Fig. 22. — *Winning van Seraing. — Dwarse galerijen in het Onder-Devoon.*
(volgens P. Questienne, 1900).

De *fameniaanse* zandsteen is belangrijker. Tamelijk veel winningen voor lokale drinkwatervoorziening zijn aangelegd in het fameniaan van de streek van de Ourthe en de Vesder en ook in de Condroz.

De productiecapaciteit van deze werken gaat bijna nooit 400 m³/dag te boven.

Een interessant geval vormen de zandsteenmassa's van het *Onder-Devoon*, die over de zuidelijke rand van het bekken van Namen geschoven zijn. Deze terreinen doen zich onder de vorm van min of meer sterk hellende lagen voor, wat het doorsijpelen van het regenwater in het spletnet in de hand werkt. Enkele overblijvende tertiaire zandpakketten bedekken nog plaatselijk deze massieven en vergroten het bergingsvermogen (Boncelles, Nalinnes).

Waterwinningen door middel van galerijen loodrecht op de algemene strekking van de banken werden verwezenlijkt. Hun opbrengst blijft altijd klein en is zeer onderhevig aan seizoenschommelingen (nagenoeg $0,50 \text{ m}^3/\text{dag}/\text{meter}$ galerij).

K. — Grondwater in de Ardennen.

De schiefers en zandstenen van het *Onder-Devoon* en het *Cambrium* die de ondergrond van de Ardennen vormen, zijn tamelijk sterk gespleten, verweerd en bedekt met een detritische mantel (verweringsprodukten, colluvium) van veranderlijke dikte.

Op sommige plaatsen van de hoogvlakten heeft de verwerking zandige massa's doen ontstaan, die soms 20 m dik kunnen zijn.

Een zekere hoeveelheid regenwater kan zich in deze oppervlakkige zones verzamelen en bronnen voeden, waarvan het debiet meestal zeer klein is.

De winningen worden dikwijls verwezenlijkt door oppervlakkige draineringen, geplaatst op de rotsbodem, in de bronzones of in de valleihooften.

Men heeft gepoogd hogere opbrengsten te bekomen door galerijen te graven. Aanvankelijk kunnen deze galerijen het oorspronkelijke debiet van de natuurlijke uitvloeiingen merkkelijk opvoeren. Dit brengt echter de leefbaarheid van de winning zelf in gevaar, want daarna daalt het debiet zeer snel.

De Ardeense winningen zijn ook zeer sterk onderhevig aan seizoenschommelingen. Een droogte die enige tijd aanhoudt, laat zich onmiddellijk voelen.

Al deze feiten wijzen erop dat de bergingscapaciteit van deze terreinen zeer klein is.

Sommige gesteenten schijnen nochtans betrekkelijk gunstig te zijn, onder meer sterk geaderde kwartsieten, grofkorrelige zandstenen en conglomeraten. Zo geven de bronnen in de streek van Waimes op de zuidelijke helling van de Warche een opbrengst van ongeveer $2,20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{dag}$.

Bijna alle gemeenten van de Ardennen bezitten individuele waterwinningen, maar in de zomer zijn de debieten dikwijls ontoereikend.

Het water bevat altijd weinig opgeloste mineralen en is agressief. In de bewoonde kommen laat de natuurlijke bescherming tegen bezoedeling dikwijls te wensen over.

De grondwatervoorraden in de Hoge Venen, meestal boven het peil + 450 m gelegen, dienen speciaal te worden vermeld.

Deze gebieden zijn gekenmerkt door een zeer hoge regenneerslag en de aanwezigheid van een quasi ondoorlatende leem- of kleimantel rustend op een schieferachtige ondergrond die men op 2 à 3 m diepte kan bereiken.

De veengronden en het sphagnum die er gevormd zijn hebben een bergingsvermogen dat men op ongeveer $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ geschat heeft. Rondom deze hoogvlakten worden bronniveaus aangetroffen die men kan opvangen door drainering.

De stad Spa betreft water uit een reeks kleine winningen die samen iets meer dan $1\,000 \text{ m}^3/\text{dag}$ leveren. De N.M.W., die deze winningen overgenomen heeft, hoopte op een bepaald ogenblik dit cijfer tot $1\,800 \text{ m}^3/\text{dag}$ op te drijven.

De hoogvlakte van de Hoge Venen, die zich over ongeveer 26 000 ha uitstrekt, omvat ongeveer 2 500 ha turfvenen, die een gedeelte van het afvloeiingswater komende van de kammen en vervlakkingen (« setch-champs ») opvangen. De watermassa die regelmatig door deze veengronden kan geleverd worden heeft men op 35 000 000 m³/jaar geschat.

Door het debiet van de drains te hoog op te voeren, loopt men het gevaar de veengronden droog te leggen en meteen hun gunstige structuur te vernielen.

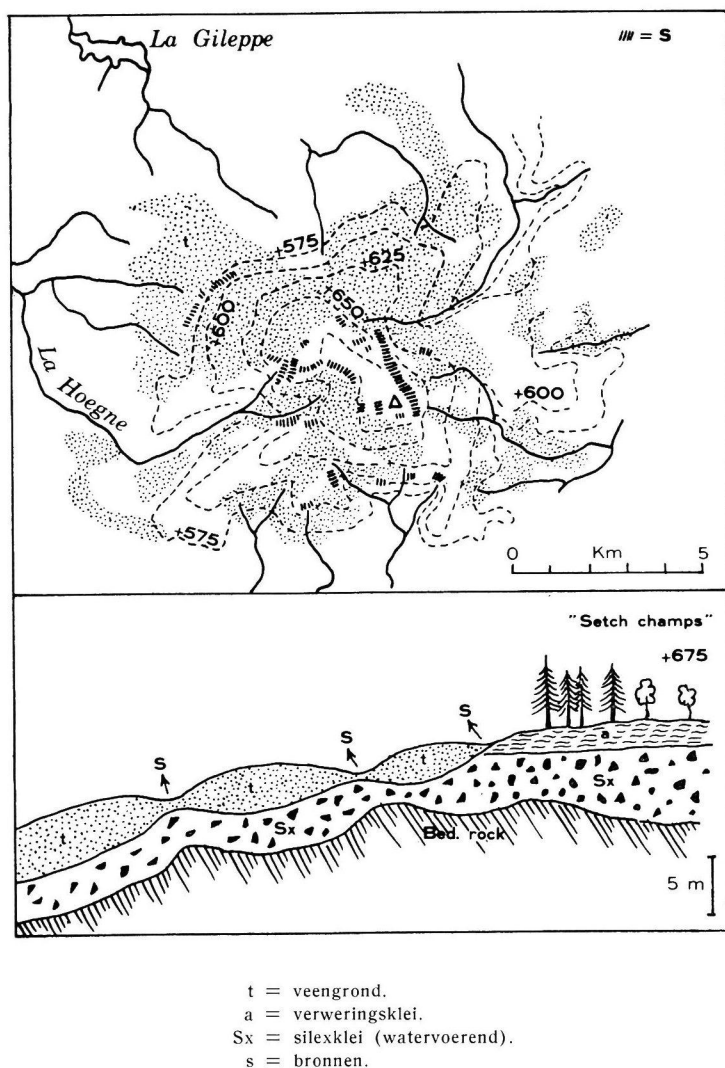


Fig. 23. — Hydrologie van de Baraque Michel (volgens R. Bouillenne, 1933).

Koolzuurgasbronnen van de Ardennen.

Op talloze plaatsen in 't noorden van de Ardennen, in het massief van Stavelot, worden bronnen met ijzerhoudend water beladen met koolzuurgas aangetroffen, alsook enkele CO₂-gas bronnen (droge mofetten).

Het water van deze bronnen, « pouhons » genaamd, is koud en van de oppervlakte afkomstig, maar men neemt aan dat het CO₂ van diepe herkomst is en misschien in verband staat met het vroegere vulkanisme van de Eifel. In de diepere, stilstaande zones van het grondwater wordt H₂S gevormd, wat de oplossing van ijzer onder de vorm van bicarbonaat in de hand werkt. Het gehalte aan Fe bedraagt dikwijls 15 à 30 mg/liter.

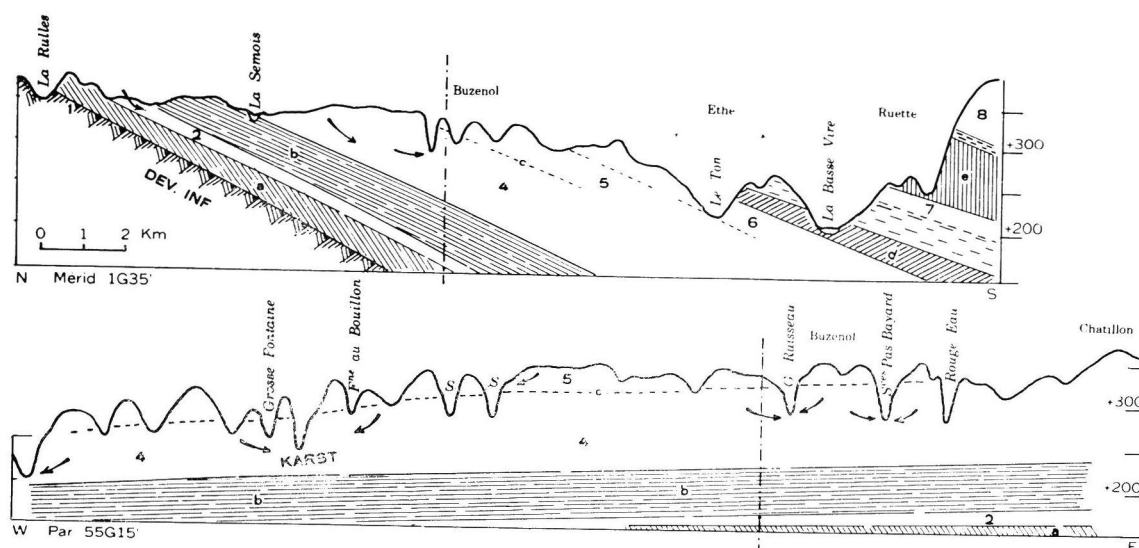
L. — Juragesteenten van Laag-Luxemburg (Belgisch Lotharingen).

De ondergrond van deze natuurlijke streek bestaat uit een afwisseling van doorlatende en ondoorlatende lagen uit de mesozoïsche tijd (Trias-Jura), die geleidelijk naar het zuid-westen hellen en het zandsteen- en schieferachtige substraat van het Devoon bedekken.

De erosie heeft aan het geheel een bijzonder morfologisch aspect gegeven, gekenmerkt door een reeks kammen die met de grenzen van bepaalde geologische formaties samenvallen en sterk ingesneden zijn door dwarsdalen.

Er bestaan ook verscheidene onafhankelijke grondwaterlagen, die een natuurlijke afvloeiing vinden in talloze bronnen.

Het water gaat naar de hydrografische bekkens van de Semois, de Chiers en de Sauer.



- | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---------------|----------------|
| Watervoerende formaties | } | 8 = kalksteen van Grandcourt (Bajociaan). | } VIRTONIAAN. | |
| | | 7 = zandige kalksteen van Aubange | | |
| | | 6 = zand en zandsteen van Virton | | } SINEMURIAAN. |
| | | 5 = zandige kalksteen van Orval | | |
| | | 4 = zandige kalksteen van Florenville | | |
| 2 = zand van Mortinsart (Rhetiaan). | | | | |
| Ondoorlatende formaties | } | e = mergel (Toarciaan). | | |
| | | d = kleischiefer van Etthe (Virtoniaan). | | |
| | | c = harde grensbank. | | |
| | | b = mergel van Warcq en van Jamoigne (Hettangiaan). | | |
| | | a = mergel (Keuper). | | |

Fig. 24. — Schematische profielen door Belgisch Lotharingen.

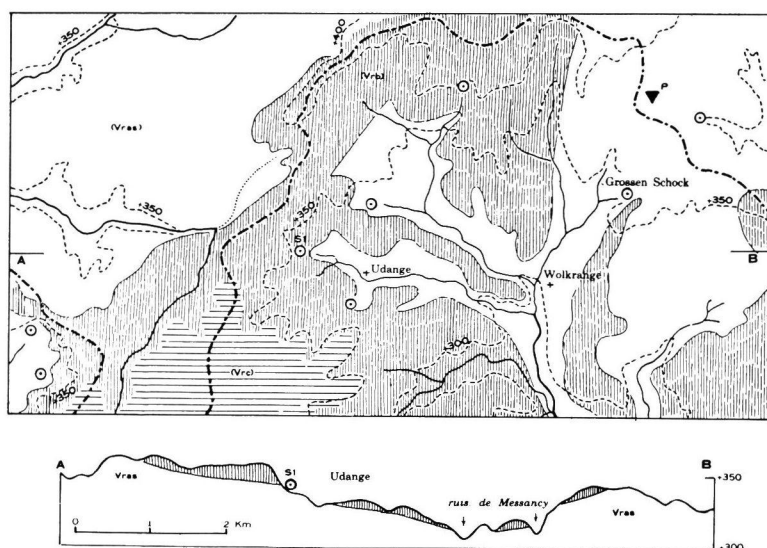
Bijna alle gemeenten van Laag-Luxemburg beschikken over een eigen waterwinning, die meestal in brongebieden gelegen is.

Slechts een gedeelte van de beschikbare reserves is in gebruik genomen; deze streek is één van de zeldzame gebieden in België die nog van dit voorrecht genieten.

De doorlatende formaties komen in de volgende stratigrafische volgorde voor (8) :

8. — Kalksteen van Grandcourt (Bajociaan);
7. — Zandige kalkstenen (« Macignos ») van Aubange en Messancy (Boven-Virtoniaan);
6. — Zand en zandsteen van Virton (Beneden-Virtoniaan);
5. — Zandige kalksteen van Orval (Boven-Sinemuriaan);
4. — Zandige kalksteen van Florenville (Beneden-Sinemuriaan);
3. — Zand van Metzert (Hettangiaan) = ontkalkt facies van de zand van Florenville;
2. — Zand van Mortinsart (Rhetiaan);
1. — Zand en conglomeraten (Trias of Keuper).

Hierbij dient rekening te worden gehouden met het feit dat sommige kalkzandformaties lateraal overgaan naar mergelige gesteenten.



Vrc = « macigno » en schiefer van Messancy.
 Vrb = schiefer van Ethe.
 Vra = zand en zandsteen van Virton.

Fig. 25. — Bronnen van de streek van Udange.

Enkel de Lias-formaties (Virtoniaan en Sinemuriaan) zijn van hydrologisch belang en zullen hierna besproken worden.

De virtoniaanse kalkzandsteen is in haar ontsluitingsgebied sterk gebarsten en doorlatend.

Men treft er een betrekkelijk groot aantal bestendige bronnen aan, waarvan de debieten schommelen tussen 100 en 500 m³/dag. Ze leveren meestal hard en ijzerhoudend water.

In de streek tussen Aarlen en Châtillon zijn deze gesteenten sterk ontkalkt. Men vindt er bijgevolg zeer zacht, soms agressief water (2°-5° hardheid).

Sommige verzakkingen in de streek van Waltzing zijn waarschijnlijk aan ondergrondse oplossingsverschijnselen toe te schrijven.

De verbrokkeling van de dekmantel gevormd door de kleiige schiefer van Ethe en de

(8) Wij behouden hier, ter vereenvoudiging voor de lezer, de legende van de geologische kaart op 1/40 000^e, hoewel hieraan verschillende wijzigingen dienen aangebracht te worden.

aanwezigheid van verschillende kleine breuken waarvan het verloop niet nauwkeurig bekend is, bemoeilijken de studie van de hydrogeologische structuur van deze streek.

Enkele belangrijke bronnen, waaronder de bronnen van Udange, schijnen « pseudo-resurgenties » te zijn (*fig. 25*). De bronnen van Grossen Schock, die in hetzelfde gebied voorkomen, kunnen ook beïnvloed worden door verliezen die iets meer noordwaarts gelegen zijn.

Ten westen van Châtillon sluiten de virtoniaanse zanden aan bij de sinemuriaanse zanden en kalkstenen. Het geheel vormt een groot waterreservoir. Dit reservoir is nochtans doorsneden door mergelachtige lagen en enkele tamelijk doorlopende zandsteenbanken, waardoor secundaire, hoog gelegen waterlagen ontstaan. Uit deze hogere waterlagen ontspringen enkele bronnen die min of meer permanent zijn. Sommige van deze bronnen, komende uit de zanden en kalkstenen van Orval, doen kalktuffformaties ontstaan, de zogenaamde « crons » van de streek van Buzenol.

De belangrijkste bronnen worden echter gevoed door de diepere zone van deze sinemuriaanse watermassa, opgehouden door de mergel van Jamoigne. Deze bronnen kunnen tot 3 000 m³/dag leveren.

In het Sinemuriaan doen zich ook ondergrondse oplossingsverschijnselen voor, waardoor een subkarstisch regime ontstaat. Dit blijkt uit bestaande verliezen en resurgenties, zoals die van de « Grosse Fontaine » (20 000 m³/dag).

De sinemuriaanse formaties hebben een oppervlakte van ongeveer 33 000 ha en worden grotendeels naar de Chiers gedraineerd, via de rechter bijrivieren van de Virton.

De bronnen en kleine bijrivieren behorende tot het zuidelijke bekken van de Semois zijn van weinig belang.

Ch. Guillaume heeft de aandacht gevestigd op het feit dat een gedeelte van het water van de Semois, stroomopwaarts van Etalle, in het Sinemuriaan sijpelt. Dit blijkt inderdaad uit het profiel van figuur 24, maar het volume dat op deze wijze afgevoerd wordt, kan men nog niet nauwkeurig bepalen. Ten westen van Etalle wordt deze doorzijpeling door de aanwezigheid van een mergelachtig substratum verhinderd.

Ook het bekken van de Sauer ontvangt langs verscheidene belangrijke bronnen water uit het sinemuriaans reservoir.

De stad Aarlen heeft een winning in deze formaties aangelegd, in de vallei van de Pall.

Stippen wij nog even aan dat deze waterlaag zich oostwaarts verder uitstrekt en ontwikkelt in het Groothertogdom Luxemburg, waar deze geologische formatie bekend staat onder de naam van « Grès du Luxembourg ».

V. — ALGEMENE BESLUITEN.

Wanneer men de verschillende ondergrondse watervoorraden kwantitatief vergelijkt, kan men de volgende besluiten trekken :

1° Naar de *uitgestrektheid van de bedekte oppervlakte* ingedeeld kunnen de waterlagen als volgt gegroepeerd worden :

	<i>Oppervlakte in 1 000 ha</i>	
	<i>totaal</i>	<i>afgedekt</i>
Kolenkalk van Henegouwen	148	46
Brusseliaan		134
Diestiaan (Nete en Demer r.o.)	150	51
Vlaamse vallei		80
Thalweg van de Maas :		
- stroomopwaarts van Visé		80
- Beneden-Maas		32
Moseaan (gedeeltelijk onder het Hoogterras)	160	82
Kolenkalk van Condroz		53
Krijt van Haspengouw (Jeker-Mehaigne)		48
Landeniaan (Gete)		47
Krijt van Henegouwen	36	20
Sinemuriaan		33
Bolderiaan		30

Aan te stippen valt dat de uitgestrektheid van enkele artesische lagen, hier niet vermeld, veel groter is. De nuttige zones van die lagen worden bepaald door de ligging van de verziltingsgrenzen.

2° De *produktiviteit van de vindplaatsen* is zowel van de doorlatendheid van het terrein als van de dikte der watervoerende lagen afhankelijk.

In fijne zanden bereikt de opbrengst nauwelijks 1 m³/u voor een neerslag van 1 m. De vrij grove zanden van het diestiaan, het moseaan en de thalwegopvullingen kunnen in gelijkwaardige omstandigheden 5 à 8 m³/u leveren. Het Maasgrind heeft plaatselijk 100 m³/u kunnen geven (9).

Zeer grote opbrengsten werden plaatselijk verkregen in de krijtformaties (10 à 120 m³/u) en in de dinantiaanse kalkstenen van Henegouwen (tot 100 m³/u).

De put te Pécrot (krijt op sokkel) is een uitzonderlijk geval, waar men ooit een specifiek debiet van 500 m³/u bereikt heeft.

In de freatische gebieden beschikt men meestal over een watervoerende zone van 20 à 50 m dikte. Soms is zij maar amper 10 m dik. In dit opzicht zijn de miocene zanden diestiaan van de noordelijke Kempen bijzonder gunstig. De produktieve zone is er immers 75 à 100 m dik.

(9) Wij nemen hier als maatstaf, filters van 5 m lengte en 500 mm buitendiameter.

3° Wat de afgetapte hoeveelheden voor de openbare watervoorziening betreft, kan men voor 1962, toen ongeveer 206 000 000 m³ grondwater geleverd werd (dit is een gemiddelde van ongeveer 600 000 m³/dag), de volgende verdeling opstellen :

Kolenkalk tussen Namen en Moeskroen	22 %	}	42 %
Kolenkalk van Condroz	20 %		
Krijt van Henegouwen	7,3 %	}	16,5 %
Krijt van Haspengouw en Limburg	9,2 %		
Thalweg van de Maas, stroomafwaarts Visé	8,7 %		
Brusseliaan	13,8 %		
Neogene zanden en grind van de Beneden-Maas	11,4 %		
Verscheidene	8,1 %		

Over de verspreide aftappingen voor particulier of industrieel gebruik zijn wij in dit opzicht onvoldoende ingelicht. Stippen wij enkel aan dat deze aftappingen betrekkelijk belangrijk zijn in sommige zones van de volgende formaties :

- de verschillende artesische lagen van Vlaanderen;
- het krijt in Limburg;
- de neogene zanden van de Kempen;
- de brusseliaanse zanden van het bekken van de Zenne;
- de krijtformaties van Henegouwen, het Maasgrind.

4° De criteria voor het bepalen van de *beschikbare voorraden* zijn afhankelijk van plaatselijke omstandigheden en in de huidige stand van onze kennis dikwijls moeilijk te omschrijven. In dat opzicht kunnen de verschillende lagen toch in drie categoriën gegroepeerd worden :

- a) Overontgonnen lagen gekenmerkt door een gevoelige en voortdurende daling van het evenwichtspeil. Dit is het geval voor het merendeel van de artesische lagen, waarvan de ontginning hoe langer hoe moeilijker wordt.
- b) Intens ontgonnen lagen, waarvan het natuurlijk evenwicht door een uitbreiding van de huidige aftappingen zou worden verbroken. Verscheidene freatische lagen schijnen zich in deze toestand te bevinden. Zelfs wanneer de theoretische capaciteit van de laag nieuwe winningen toelaat, stelt men dikwijls vast dat deze ten nadele van andere belangen uitvallen (uitdrogen van waterlopen of naburige landbouwgronden, vermindering van de opbrengst van naburige putten,...).

c) Onvolledig ontgonnen lagen.

Enkele waterlagen bevatten nog niet aangesproken voorraden die voor min of meer intense ontginning geschikt zijn, althans indien de bescherming van de natuurlijke begroeiing, van landbouwlagen, enz., geen beperkingen oplegt.

Men kan hier vermelden : het Sinemuriaan van Laag-Luxemburg, de Kolenkalk van de Vesder, sommige zones van het Brusseliaan van de Dijle, van de neogene zanden van de Kempen en van enkelē thalwegen (Schelde, Beneden-Maas).

VI. — CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN GRONDWATERS
EN ENKELE OPPERVLAKTEWATERS.

	Th tot	Th perm	TAC	CL ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ mg/l	CO ₂ libre (mg/l)	Fe (mg/l)	pH
Duinen en pleistoceen van de kustvlakte : Oostduinkerke	29°6	4°6	25°	44	43	33	4,6	
Duinen in verzilte zones : Oostende	240°	160°		1920				
Pleistoceen van de Vlaamse vallei :								
— Eeklo (NMW)	22°2	10°5	19°5	28		35	5,68	6,93
— Zele (NMW)	20°8		14°	36		33		6,90
Thalweg van de Schelde : Berchem bij Oudenaarde	28°5	12°5					2,10	
Paniseliaan van Varsenare : Snellegem (NMW)	6°8	4°3	2°5	28		57	12	6,2
Paniseliaan van de Vlaamse heuvels : Nederbrakel	18°	6°	23°4	28,4	60	12,5		
Ledo-paniseliaanse artesische laag :								
— Westkapelle	10°	0°	57°5	190	10		0,22	
— Zelzate	19°			890	72			6,6
— Temse	3°		59°	164	36		0,01	
Brusseliaan van het Zennebekken :								
— Zoniënwood (CIBE)	38°4	6°4	32°	21	50			
— Eigenbrakel (CIBE)	34°8	8°3	26°5	24	51			
Brusseliaan van het Dijlebekken :								
— Heverlee (NMW)	28°5	13°	18°	26		37		7,40
— Chaumont-Gistoux (NMW)	34°	3°	31°	22				
Brusseliaanse artesische laag : Rotselaar	20°	6°		18			x	
Landeniaanse artesische laag :								
— Diksmuide	2°8	0°	78°8	440	225		0,07	
— Kortrijk	3°8	0°	40°3	98	100		0,31	
— Rotselaar	24°	5°	19°	18	9,5	27	x	

Th tot = Totale hardheid in Franse graden (1° komt overeen met 10 mg CaCO₃).

Th perm = Blijvende hardheid in Franse graden (aan de aardalkalische sulfaten gebonden).

TAC = Totale alkaliteit in Franse graden (aan de carbonaten en bicarbonaten gebonden : 1° komt overeen met 12 mg HCO₃⁻)

HYDROGEOLOGIE.

	Th tot	Th perm	TAC	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	CO ₂ libre mg/l	Fe mg/l	pH
Artesische laag van de sokkel in Vlaanderen :								
— Oostende	7°2		57°5	1190	435			8,20
— Oudenaarde	2°6	0°	26°5	76	64		0	
Onder-Pleistoceen van de Kempen (Moseaan) :								
— Essen	3°	0°5	2°5	16	25		9,68	
— Mol	3°	2°		40	21		4,7	
Glauconietrijke miocene zanden (Diestiaan-Antwerpiaan) :								
— Turnhout	19°	0°	20°	30	4		1,8	
— Tessenderlo (NMW)	6°5		4°5	16		44	3,7	6,3
— Grobbendonk (PIDPA)	5°7	5°2		19	35	68	10,5	5,7
— Aarschot (NMW)	6°6	3°4	5°5	22		64	22	6,0
— Antwerpen-Noord	141°		46°4	781	210		xx	
Terrasgrind van de Kempen :								
— Neerpelt (NMW)	6°1		0°25	24		35	1,0	4,75
— As (NMW)	4°6		0°75	20		33	0,05	5,05
— Lanaken (NMW)	14°7		5°5	36		48	0	6,38
Bolderiaan van de Kempense Hoogvlakte : Lanklaar	2°			14	1,0		x	
Landeniaan van het Getebekken : Montenaken (NMW)	47°2		31°5	48			0,04	6,88
Landeniaan-Heersiaan van het Herkbekken : Hoepertingen (NMW)	48°4		32°	48		57	0,10	6,95
Krijt van Haspengouw :								
— Galerijen van de stad Luik	34°8	9°1	28°5	31	48,8			
— Borgworm (NMW)	32°	3°7	29°5	10		62	0,07	6,7
— Voort (NMW)	31°9		28°	12		56	0,88	
Maastrichtiaanse artesische laag :								
— Hasselt	17°	1°3	28°	12	59			7,2
— Dienst	6°5			920	86			
— Turnhout	57°6	15°6	42°	5200	460		7,48	
Krijt van Henegouwen :								
— Hautrage (TMWV)	27°-42°				79-220		x	
— Hornu (NMW)	35°	20°5	33°	85		55	0	7,48
— Bergen	51°			35,5	226		x	
— Grand-Reng (NMW)	29°2	10°6	27°	9		38		

	Th tot	Th perm	TAC	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	CO ₂ libre mg/l	Fe mg/l	pH
Kolenkalk van Henegouwen :								
— Moeskroen (NMW)	30°5		29°5	18		44	0,35	
— Doornik	49°		34°	46	122		2,70	6,98
— Neufvilles (NMW)	38°4	9°4	31°8	25		24	0,35	
— Seneffe (NMW)	25°4	22°2	23°5	10		30	1,98	
Kolenkalk van het bekken van Namen : Vedrin (CIBE)	45°	16°8	28°3	36	138		xx	
Thalweg van de Boven-Maas :								
— Anseremme (NMW)	34°2		27°	24		12		7,82
— Yvoir (CIBE)	21°-33°			15				
— Jambes (NMW)	25°2		20°	14		15		7,44
— Ben-Ahin (CIBE)	22°-34°			25-68			peu	
— Visé (NMW)	43°6		32°	72		70		6,94
Krijt van het Land van Herve : krijt : Mortier	34°5		26°	14		50		7,26
Krijt van het Land van Herve : aachense zanden : Hergenrath	4°6		1°5	10				5,80
Kolenkalk van het Condroz :								
— Yves-Gomezée (NMW)	30°	9°	28°	16		24		
— Modave (CIBE)	32°4	5°4	27°	16	30,7			
— Ciney (NMW)	27°		24°	8		22	0,2	7,18
Kolenkalk van het Vesderbekken :								
— Vaux-sur-Olne (resurgentie)	33°1		28°	12		70		6,92
— Pepinster (NMW)	21°4		19°	12		25	0,095	
Devonische kalkgesteenten :								
— Marche (NMW)	31°		25°	23		17		7,3
— Montignies-Saint-Christophe (NMW)	32°5	7°2	26°	26		6		7,12
— Beauraing (NMW)	27°7		22°	14		21		7,27
Fameniaan van het Ourthebekken : Anthisnes (NMW)	20°6		16°	10		70		7,3
Onder-Devoon van de opgeschoven massieven :								
— Ramet (NMW)	11°	7°	8°	23		18	0	6,8
— Sovimont (NMW)	8°2		4°	24		77	0,08	5,92
Onder-Devoon van de Hoge Ardennen : Manderfeld (NMW)	1°7		0°5	5		13	0,018	5,35
Freatisch grondwater van de Hoge Venen : Cockaifagne	1°8		1°	5		4,4	0,06	5
« Source de la Reine » te Spa	1°4			3	0		0,007	5,75
Water van het stuwmeer van de Gileppe	1°5		0°3			6,5	0,15	5
Thermale bron van Chaudfontaine : bron Fourmarier (1948)	25°6	7°	46°5	18	62			7
Jurassische zand- en kalksteen van Laag-Luxemburg :								
— Villers-devant-Orval (op 142 m diepte)	18°4	3°5		7				8
— Wolkrange (Grossen Schock) (NMW)	18°7		14°	10		13		7,28

VII. — BIBLIOGRAFIE.

- ACHTEN, M. — *L'utilisation rationnelle des ressources aquifères. Un exemple de réalisation récente avec réalimentation artificielle de la nappe.* Tech. de l'Eau, 1947, t. X.
- ACHTEN, M. — *Le captage des eaux souterraines des calcaires paléozoïques.* Technique de l'Eau, 1955.
- ANDRE, J.B. — *Enquête sur les eaux alimentaires.* Bruxelles, 1902, 465 pp, 1^o vol. Bruxelles, 1906, 505 pp, 2^o vol.
- VAN BENEDEN, G. — *Sur l'origine des eaux ferrugineuses carbo-gazeuses.* Technique de l'Eau, 1953.
- BIHET, O.L. — *L'utilisation des barrages pour la fourniture d'eau potable.* Trav. Centre Etudes Eaux, Liège, 1947.
- BOUILLENNE, R. — *Les Eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel.* A.S.G.B., t. 57, 1933-34, p.B. 79.
- BROUHON, L. — *Nouvelles installations de captage en Hesbaye.* Ville de Liège, Service des eaux, 1920.
- VAN DEN BROECK, E., MARTEL, E.A. et RAHIR, E. — *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique,* 1910, 2 vol.
- CHARLES, F. — *Introduction à l'étude de la nappe aquifère du gravier de la Meuse en vue de son utilisation systématique.* Technique de l'Eau, 1953.
- DEBLON, A. — *Les eaux alimentaires de l'agglomération bruxelloise, en 1903.* Ann. Trav. Publ., 1903.
- DELECOURT, J., GUILLEAUME, CH., LIÉGEOIS, P.G. — *Les ressources hydrologiques de la Belgique et leur utilisation.* Congrès 1947, Centenaire de l'A.I.Lg, Section Géologie, pp. 385-398.
- DELECOURT, J. — *La salure des eaux artésiennes de la Basse et de la Moyenne Belgique.* A.S.G.B., t. XLII (1924), XLIII (1925) et LI (1928).
- DELECOURT, J. — *Les eaux artésiennes salines du Bassin de Paris, de la Basse et de la Moyenne Belgique.* B.S.B.G., t. XLVI (1936), t. XLVII (1938), t. XLVIII (1939), t. XLIX (1940).
- DUMONT, A. — *Note sur une application de la géologie à la recherche d'eaux souterraines.* Bull. Acad. Roy. de Belgique, t. XVIII, (1851).
- DUVIGNEAUD, J. — *L'Ourthe supérieure.* Ann. Trav. Publ. Belgique, 1914-1919.
- FRANÇOIS, E. — *La théorie du captage des eaux souterraines dans les sables aquifères et son application aux eaux de la Campine.* Ann. Trav. Publ. Belgique, 1922.
- GUILLEAUME, CH. — *Hydrologie des formations secondaires du Luxembourg belge.* M.S.G.B., t. LX, 1937.
- GUILLEAUME, CH. — *L'alimentation de la Haute Ardenne en eau potable.* Technique de l'Eau, 1949.
- GUILLEAUME, CH. — *De la source des vallons aux réserves naturelles.* Technique de l'Eau, 1953.
- GULINCK, M. — *Le régime des nappes artésiennes de la Belgique.* Technique de l'Eau, juillet 1962.
- GULINCK, M. — *Caractéristique hydrologique du sondage de Turnhout.* Comm. Observ. Royal de Belgique, n^o 108, 1956.
- HALET, F. — *Quelques données nouvelles concernant la salinité de certaines nappes aquifères du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise.* B.S.B.G., t. XLIX, 1939.
- HALET, F. — *Note sur les variations du niveau des eaux dans le puits artésien de la ville de Renaix.* B.S.B.G. t. XLIX, 1939.
- HALET, F. — *Coupes géologiques de quelques sondages profonds exécutés depuis 1900 sur le territoire des planchettes de Bruxelles, Uccle, Hal, Lennik et Vilvorde.* B.S.B.G., t. XXI, M. pp. 483-500.
- HALET, F. — *Coupes géologiques et résultats hydrologiques de quelques puits nouveaux exécutés dans la Moyenne et Basse Belgique.* B.S.B.G., t. XXVI, 1912, M. pp. 49-118.

- HALET, F. — *Hydrologie de la région campinoise entre la ville d'Anvers et la frontière hollandaise*. II^e Congrès Nat. des Sciences, Bruxelles, 1935, vol. I, pp. 793-798.
- HALLEUX, A. — *Hydrologie souterraine d'une partie du Pays de Herve*. A.S.G.B., t. VIII, 1900-01, pp. B. 160-290.
- LIÉGEOIS, P.G. — *Les sources minérales gazeuses et ferrugineuses de l'Ardenne belge*. Ann. Inst. Hydrologie et Climatologie Collège de France, 1926.
- LIÉGEOIS, P.G. — *Le problème de l'alimentation en eau potable de la ville de Liège*. B.S.B.G., t. 41, 1931.
- MOULAN, C.T. — *Note sur l'utilisation des eaux du Dévonien quartzo-schisteux*. B.S.B.G., t. XV, 1901, M. pp. 99-109.
- VAN MEENEN, J. — *L'alimentation de l'armée belge en eau potable pendant la guerre*. Ann. Trav. Publics Belgique, 1924.
- MARLIÈRE, R. — *Les grandes nappes aquifères en Hainaut*. Centre belge Etude et Documentation des Eaux, 1959, pp. 164-173.
- PUTZEYS, E. — *Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq. Etude hydrologique*. B.S.B.G., t. VIII, 1894, pp. 6-43.
- PUTZEYS, E. — *Quelques réflexions au sujet de la distribution d'eau de la ville de Marche*. B.S.B.G., t. XXII, 1908, pp. P.V. 289-301.
- PONCELET, L. — *Aperçu sur les variations séculaires des précipitations en Belgique*. Technique de l'Eau, 1952.
- QUESTIENNE, P. — *Un captage d'eaux alimentaires par galerie à travers bancs dans les grès du Dévonien supérieur*. B.S.B.G., t. XXVIII, pp. B. 211.
- ROBERT, M. — *Etudes sur l'hydrologie des morts-terrains du Bassin de la Haine*. Public. Assoc. Ing. Ecole Mines de Mons, t. III, 1909.
- SANZOT, M. — *Pénétration des eaux fluviales dans les morts-terrains*. Bull. A.N.S.E.A.U., 1961, pp. 29-42.
- THIRIAR, E. — *Les pluies et la nappe aquifère de la Hesbaye*. Technique de l'Eau, octobre 1952.
- STASSEYNS-VASTIAU, M. — *L'hydrologie de la Belgique I-II. Bibliographica Belgica 81*. Brussel, Belgische Commissie voor Bibliografie, 1964.
- VALCKE, E. — *Le problème de l'eau en Belgique*. Min. Travaux publics, novembre 1964.
- VOLDERS, A. — *Les eaux d'infiltration et les pressions des terrains*. Inst. Nat. Industrie Charb., 1951.
- WALIN. — *Etude sur le régime hydrologique, sur l'importance et la nature des eaux dans les terrains calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse*. B.S.B.G., 1894, pp. 90-119.
- WALRAVENS, M. — *Site géologique et démergement de la Basse Vallée de la Haine*. Ass. Ing. Mons, 1958.
- Commission nationale pour l'Etude des problèmes que posent à la Belgique et aux territoires d'outre-mer les progrès des sciences et leurs répercussions économiques et sociales. — *Rapport sur la question des eaux en Belgique*, 1959.
- Belgisch Nationaal Comité voor de F.A.O. — *Monografie van bodem en water in België*, 1960.
- Nationale Maatschappij der Waterleidingen. 1958 (2 vol.).
- Nationale Maatschappij der Waterleidingen. — *Jaarverslagen*.
- Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux. — *Jaarverslagen*.
- Archieven van de Geologische Dienst van België.
- B.S.B.G. = *Bulletin de la Société belge de Géologie de Paléontologie et d'Hydrologie* (Bruxelles).
- A.S.G.B. = *Annales de la Société géologique de Belgique* (Liège).

LIJST VAN DE FIGUREN.

1. Doorsnede in het duingebied.
 2. Doorsnede van de Vlaamse vallei.
 3. Kaart van het zoutgehalte van de lediaanse laag.
 4. Hydrogeologisch profiel van het Zennedal bij Brussel.
 5. Isopiëzometrisch oppervlak van de freatische laag in de Kempen.
 6. N.Z. profiel in de Antwerpse Kempen.
 7. Doorsnede van de boring van Brasschaat.
 8. Doorsnede van de hoogvlakte van de oostelijke Kempen.
 9. Kaart en doorsnede van het landeniaanse bekken van de Gete.
 10. Doorsnede van het Krijtbekken van Haspengouw.
 11. Maastrichtiaanse artesische laag. Chemische samenstelling en piëzometrisch niveau.
 12. Doorsnede van de hoogvlakte van Herve.
 13. Langsdoorsnede van het bekken van de Haine.
 14. Dwarsdoorsnede van het bekken van de Haine en de Kolenkalk van de Dender.
 15. Schematisch profiel van de Kolenkalkoppervlakte tussen Namen en Doornik.
 16. Fluctuaties van de grondwaterstanden in de Kolenkalk van het Doornikse.
 17. Langsdoorsnede van de Maasvallei.
 18. Doorsnede van het massief Hoyoux-Néblon.
 19. Doorsnede volgens de as van de Hoyoux.
 20. Schematische doorsneden volgens de kalksteensynclinalen van Condroz.
 21. Hydrogeologische kaart van de omgeving van Marche.
 22. Wining in het Onder-Devoon te Seraing.
 23. Hydrologie van de Baraque Michel.
 24. Algemene profielen in Laag Luxemburg.
 25. Bron van Udange.
-

INHOUDSTAFEL.

	Bladz.
I. — Inleiding	3
II. — Oppervlaktewater	4
1. Regenneerslag	4
2. Hydrografie	5
3. Gebruik van oppervlaktewater	5
4. Afvloeïingswater. Vijvers en open groeven	6
5. Stuwmeren in Hoog-België	7
III. — Grondwater. — Algemeenheden	8
1. Aard van de watervoerende gesteenten. — Capaciteit van de winplaatsen	8
2. Topografische ligging en geologische structuur van de winplaatsen	9
3. Regime van het grondwater	10
4. Afvloeïingswater. Vijvers en open groeven	11
5. Ontginning van de grondwaterlagen	12
6. Kunstmatige voeding van de grondwaterlagen	13
7. De waterbedelingen in België	13
8. Reglementering van de waterwinningen	15
IV. — Beschrijving van de belangrijkste grondwatervindplaatsen	16
A. — <i>Zandige formaties van Vlaanderen en Brabant</i>	16
1. Kustvlakte (Duinen)	16
2. Kustbekken (Polders, IJzer, Waardamme)	17
3. Dalopvullingen van het Westelijk en Zuidelijk Scheldebekken	17
4. Vlaamse vallei	18
5. Tertiaire zandmassieven ten Westen van de Zenne	19
6. Brusseliaanse zanden	19
B. — <i>Artesische lagen in Vlaanderen en Brabant</i>	21
1. Rupeliaanse laag	22
2. Ledo-paniselianaanse en ledo-brusseliaanse laag	22
3. Ieperiaanse laag	22
4. Landeniaanse laag	22
5. Artesische laag in het Krijt	22
6. Artesische laag van de Cambro-Silurische sokkel	23
C. — <i>Het Kempens grondwaterbekken</i>	24
1. Miocene zanden (Diestiaan-Antwerpiaan-Bolderiaan)	25
2. Zanden van Mol en van Brasschaat (Moseaan)	27
3. De Kempense Hoogvlakte	28
4. Vlakte van de Beneden-Maas	29
5. Voorraden	29

D. — <i>Het Landeniaan-Heersiaan en het Krijt van Oost-België</i>	30
1. Landeniaan van het Getebekken	30
2. Heersiaan van het bekken van de Boven-Demer	31
3. Krijt van het bekken van de Jeker en het bekken van de Mehaigne	32
4. Het Krijt van de oostelijke rand van het massief van Brabant	34
5. Artesische laag van het Maastrichtiaan	34
6. Het Land van Herve	37
E. — <i>Het Krijt van het Bekken van de Haine</i>	39
F. — <i>Kolenkalk van Henegouwen en het Bekken van Namen</i>	40
G. — <i>Thalweg van de Boven-Maas</i>	44
H. — <i>Kolenkalk van het Bekken van Dinant</i>	46
I. — <i>Devoonkalksteen van het Bekken van Dinant</i>	50
J. — <i>Paleozoïsche zandstenen en schiefers</i>	51
K. — <i>Grondwater in de Ardennen</i>	53
L. — <i>Jurageesteenten van Laag-Luxemburg (Belgisch Lotharingen)</i>	55
V. — Algemene besluiten	58
VI. — Chemische samenstelling van grondwaters en enkele oppervlaktewaters	61
VII. — Bibliografie	64