

ROYAUME DE BELGIQUE

COMITE NATIONAL DE GEOGRAPHIE

COMMISSION DE L'ATLAS NATIONAL

ATLAS DE BELGIQUE

(PLANCHES 16^A et 16^B)

HYDROGÉOLOGIE

PAR

M. GULINCK



1966

Sorti des presses
de l'Institut Géographique Militaire
Abbaye de La Cambre — Bruxelles

Texte original remis à la Commission de l'Atlas le 1^{er} octobre 1965.

Le Comité national de Géographie et la Commission de l'Atlas laissent aux auteurs l'entière responsabilité des opinions émises dans les articles destinés aux Commentaires de l'Atlas de Belgique.

HYDROGÉOLOGIE

(PLANCHES 16^A et 16^B)

I. — INTRODUCTION.

Les deux cartes ont pour but essentiel de montrer les relations existant entre la structure géologique du sous-sol de la Belgique et les diverses caractéristiques des ressources aquifères qu'il contient : répartition, profondeur, capacité, qualité des eaux, modes d'exploitation, etc.

Certains renseignements relatifs aux captages d'eau de surface sont également donnés.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur le fait que l'échelle réduite des cartes nous a forcé de schématiser divers aspects en estompant certains détails locaux, qui ne sont d'ailleurs pas toujours parfaitement connus.

La capacité des gisements aquifères est indiquée, de façon qualitative, par l'intensité relative des teintes correspondantes. Elle se marque d'ailleurs par la présence éventuelle de captages plus ou moins importants.

On a, en règle générale, retenu les captages qui livrent en moyenne plus de 1 000 m³/jour, et sont destinés à une distribution publique.

L'absence d'informations précises au sujet du volume enlevé par les captages industriels ou privés, ne nous a pas permis d'en faire mention sur nos cartes. Ces prélèvements, parfois considérables, se font presque uniquement au lieu d'utilisation, généralement en complément de livraisons faites par les réseaux publics.

On rencontre dans les régions à structure tabulaire, plusieurs gisements aquifères superposés. Les cartes n'indiquent en principe que la première nappe relativement importante rencontrée. Lorsque celle-ci est captive, la teinte correspondante est marquée par des bandes alternées.

La planche I se rapporte aux gisements aquifères liés aux terrains primaires et secondaires, tandis que la planche II concerne plus particulièrement les gisements des terrains plus récents. Ces derniers se trouvent presque tous au nord du sillon Haine-Sambre-Meuse.

Cette distinction, imposée par des raisons d'ordre pratique, est artificielle, car il y a localement des interconnexions entre les gisements aquifères contenus dans les formations géologiques différentes.

Les coupes transversales de la planche II permettront de mieux saisir la répartition en profondeur des divers gisements aquifères.

L'une des constatations générales qui s'imposent immédiatement, est que le territoire de la Belgique contient des gisements aquifères très variés à divers points de vue et que les gisements importants sont assez inégalement répartis.

De nombreuses régions à forte densité de population urbaine et industrielle ne peuvent pas trouver sur place les ressources indispensables et sont de ce fait obligées de faire appel à des captages souvent fort éloignés.

On peut dire que, dans l'ensemble, toutes les ressources aquifères pratiquement utilisables, sont actuellement connues.

Celles qui sont relatives aux eaux souterraines sont déjà largement mises à contribution, quelquefois même au-delà de leur capacité.

Cependant, les besoins en eau industrielle, en eau potable, et en eau d'irrigation, ne cessent de croître et ne peuvent pas toujours être satisfaits simultanément.

A l'heure actuelle, la consommation moyenne d'eau distribuée journalièrement s'élève à 110 litres par habitant, mais on estime que dans un avenir relativement proche, elle atteindra 200 litres.

La plus grande partie des eaux distribuées actuellement provient de prises d'eau souterraine, qui offrent généralement les meilleures garanties au point de vue de la qualité et de la protection contre les pollutions extérieures.

Pour faire face aux besoins futurs de l'industrie et de l'agriculture, il apparaît nécessaire de mobiliser de larges quantités d'eaux de surface, actuellement non utilisées.

Tous les pays fortement industrialisés et où l'agriculture prend un caractère intensif, même ceux où la pluviosité dépasse les limites souhaitées par le public, ont à résoudre de sérieux problèmes de l'emploi rationnel et de la mise en valeur de leurs ressources aquifères. Celles-ci doivent d'autre part être protégées contre toutes les formes de pollution.

Ces problèmes ne sont pas sans incidence sur l'évolution économique et sociale des diverses régions du pays.

L'existence et la nature des gisements aquifères, ainsi que les moyens de les mettre en valeur, sont liés à diverses circonstances : pluviosité, réseau hydrographique, présence de terrains perméables, leur position topographique, le régime même des eaux souterraines, la protection naturelle contre les pollutions, la qualité naturelle des eaux, la possibilité d'une réalimentation artificielle, etc.

Dans les pages qui suivent, nous examinerons d'abord et de façon sommaire les ressources en eau de surface. La description des principaux gisements d'eau souterraine forme néanmoins, le principal objet de cette note. Elle sera précédée par quelques considérations hydrogéologiques d'ordre général, basées sur l'expérience acquise en Belgique.

II. — LES EAUX DE SURFACE.

1. Pluviosité.

Les valeurs moyennes des précipitations relevées en Belgique sont comprises entre 700 mm par an près de la côte et 1 400 sur les plateaux de l'Ardenne. Il en résulte que le bassin mosan recueille nettement plus d'eau pluviale que celui de l'Escaut.

Cependant, dans les régions à pluviosité maximale, le sous-sol ne se prête guère au stockage naturel de réserves appréciables, ce qui explique en partie le débit très irrégulier des cours d'eau qui y circulent.

On ne peut oublier que la pluviosité subit dans le temps d'assez grandes fluctuations qui se répercutent immédiatement, non seulement sur le rendement agricole des terres, mais aussi sur les quantités d'eau disponibles requises par l'industrie, l'alimentation des réseaux publics et la navigation.

Il existe un certain déphasage entre les pluies et le débit des sources et des cours d'eau, fonction de l'importance des réserves souterraines, de la couverture végétale et de diverses autres conditions climatiques et géographiques.

En général, seules les pluies prolongées tombant sur un sol saturé, profitent à l'alimentation des nappes souterraines. Les pluies d'été, étant en grande partie évaporées ou absorbées par la végétation, sont de ce point de vue, peu utiles.

Dans le bassin mosan belge, la tranche annuelle d'eau évaporée a été estimée à 500 mm.

Des périodes de gel prolongées sont également défavorables car elles empêchent la percolation des eaux dans le sol.

La complexité des facteurs mis en jeu ne permet généralement pas d'établir un rapport simple entre le régime des eaux souterraines, des eaux courantes et la variation de la pluviosité.

Ce sujet ne rentre d'ailleurs pas dans le cadre de notre étude.

Signalons seulement que, au cours de la sécheresse de 1959, le total des précipitations prélevées à Uccle, entre avril et novembre 1959, n'atteignait que 66 % de la valeur normale. Cette sécheresse a fait tomber de moitié et même davantage, le débit des cours d'eau et de certains captages importants.

2. Hydrographie.

Le territoire de la Belgique appartient aux cinq bassins hydrographiques suivants :

Meuse : 14 630 km² (bassin hydrographique total en amont de Liège : 20 800 km²);

Escaut : 12 240 km² (bassin hydrographique total en amont du Rupel : 19 300 km²);

Bassins côtiers : 2 230 km²;

Moselle-Rhin : 871 km²;

Oise-Seine : 73 km².

Il faut tenir compte du fait que les deux fleuves importants ont déjà parcouru un assez long trajet avant de pénétrer en Belgique et qu'ils trouvent leur embouchure aux Pays-Bas.

Aussi, l'utilisation de leurs eaux peut, dans certaines circonstances, être soumise à quelques sujétions.

Le régime des eaux courantes est encore mal connu. Le jaugeage des cours d'eau n'est d'ailleurs pas une opération facile. De plus, il est indispensable de disposer à cet effet de mesures continues étalées sur au moins une décennie (1).

Voici, à titre indicatif, quelques renseignements généraux.

Bassin de la Meuse.

Les mesures faites au barrage de Monsin, près de Liège, donnent, en m³/sec, les débits suivants :

annuel moyen	273.
minimum moyen	80.
minimum extrême	30 (années très sèches).

Bassin de l'Escaut.

moyen à Anvers	80 (valeurs estimées).
minimum à Anvers	20 (valeurs estimées).
minimum à Gand	5 (valeurs estimées).

Bassin côtier.

Débit d'étiage presque nul, et absence quasi totale de réserves d'eau souterraine.

(1) Ces études relèvent de la compétence de l'Administration des Voies Hydrauliques (Ministère des Travaux Publics). Les jaugeages des cours d'eau non navigables et non flottables sont effectués, par les Services Techniques provinciaux, ceux de l'Hydraulique Agricole et certaines Sociétés de Distribution d'Eau.

3. Utilisation des eaux courantes.

Anciennement, certaines eaux courantes étaient plus ou moins propres à la consommation. Au début du siècle dernier, on considérait comme potable l'eau de la Sambre, et les habitants de la côte s'alimentaient par prélèvement dans certains canaux.

Actuellement l'industrie fait un large usage de l'eau des rivières et canaux, éventuellement après traitement approprié, soit comme eau de consommation, soit comme eau de réfrigération.

On estime que l'industrie lourde a utilisé en 1960, environ 1,1 milliard de m³ d'eau de rivière.

Les possibilités d'emploi des eaux courantes des bassins côtiers, du bassin de l'Escaut, de certains affluents de la Meuse, sont cependant fortement réduites, soit à cause d'une salure trop élevée, c'est le cas de l'Escaut inférieur, du Rupel, du canal Gand-Terneuzen, soit à cause d'une pollution excessive, ou encore par suite d'une forte élévation de la température causée par des déversements d'eau de réfrigération, comme sur le canal de Charleroi, à Clabecq, sur la Sambre, etc.

Une réglementation sévère a été établie afin de freiner ces pollutions. Les eaux courantes sont ou seront classées en trois catégories, d'après le taux de pollution admissible.

Il est toutefois certain qu'il faut tenir compte de la limite des charges que peuvent supporter les industries riveraines et qu'il est de plus, indispensable de fixer d'avance la « vocation » de chaque cours d'eau.

Le *Canal Albert* présente un cas très particulier. Il est apparu que les eaux de la Meuse, qui alimentent ce canal, fortement polluées à la sortie du bassin industriel de Liège, subissaient au cours de leur long cheminement, une décantation et une auto-épuration naturelle.

Celle-ci est suffisante pour que l'on puisse, après traitement complémentaire, utiliser l'eau du canal pour l'alimentation.

La différence des hauteurs d'éclusage de la dernière écluse de Wijnegem (5,70 m) et de celles situées en amont (10,00 m) permet de récupérer environ 300 000 m³/jour.

Il existe une prise d'eau au canal à Viersel et une station d'épuration à Walem, livrant actuellement environ 130 000 m³/jour dont la ville d'Anvers et quelques communes avoisinantes, sont entièrement tributaires. 41 % de ce volume sont utilisés par l'industrie (2).

Autrefois, la ville d'Anvers devait se contenter de l'eau prise dans la Nèthe à marée basse.

Mentionnons encore une prise d'eau au canal de l'Ourthe en amont de Liège, au lieu-dit « Les Grosses Battes ».

Signalons enfin que la Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux a établi le projet d'une prise directe d'eau de Meuse à Tailfer.

4. Les eaux de ruissellement. — Etangs. — Carrières à ciel ouvert.

Les eaux de drainage des wateringues sont évacuées en pure perte mais pourraient, du moins en principe, être récupérées.

Ceci est actuellement réalisé en Zeelande qui reçoit de plus, à titre temporaire, des eaux provenant de la Isabella watering en Flandre orientale.

On examine la possibilité d'appliquer ces méthodes en Flandre orientale dans les régions de Kluzen et de Moerbeke, ainsi que dans le bassin de l'Yser, ce qui permettrait en même temps d'assainir les régions périodiquement submergées (« waterzieke gronden »).

La Société nationale des Distributions d'Eau espérait pouvoir ainsi recueillir un débit total d'environ 220 000 m³/jour, dont 100 000 m³ pour le bassin de l'Yser.

(2) Une nouvelle usine d'épuration vient d'être construite à Oelegem pour renforcer ces installations.

Ces eaux de drainage sont cependant fortement polluées ou très sulfatées et leur stockage dans des réservoirs artificiels soulève de sérieux problèmes techniques et financiers. On pourrait profiter de certaines argilières abandonnées à Stekene notamment, mais la capacité de celles-ci n'est pas suffisante.

Les eaux des divers étangs situés en Basse-Belgique, qui tous ont été creusés artificiellement à Hofstade, le Blanckaert, etc., se sont souvent avérées impropres à la consommation à cause de la pollution et d'une réalimentation insuffisante.

Cependant, les étangs de Zonnebeke et de Zillebeke recueillant les eaux de ruissellement provenant des collines de la région de Kemmel fournissent l'eau nécessaire à l'alimentation de la ville d'Ypres, soit environ 650 000 m³ d'eau en 1962.

Signalons ici que la ville de Spa utilise comme eau d'appoint les eaux du lac de Waarfaz. Les dangers de pollution rendent celles-ci impropres à la consommation.

On capte actuellement des eaux dans certaines carrières abandonnées, excavées dans des calcaires, notamment à Ligny, Ecaussinnes, Neufvilles. Ces carrières recueillent des eaux pluviales, mais sont surtout alimentées par la nappe souterraine contenue dans ces calcaires.

Il existe encore de nombreuses carrières inondées, entre autre dans la région de Tournai, mais des prises directes dans celles-ci n'ont jusqu'à présent été envisagées qu'avec réticence (danger de pollution).

5. Les barrages-réservoirs de la Haute-Belgique.

Le bassin oriental de la Meuse est considéré comme représentant la dernière réserve aquifère potentielle importante de la Belgique.

Divers projets prévoient, soit la création de nouveaux barrages soit une prise directe dans le cours supérieur de la Meuse (notamment à Tailfer).

La réalisation de grands barrages-réservoirs entraînerait des investissements énormes, auxquels il faut ajouter, le cas échéant, ceux relatifs aux conduites d'adduction et au traitement de l'eau.

Actuellement, on dispose des ouvrages suivants :

Barrage de La Gileppe, alimentant l'agglomération verviétoise.

Le lac, situé à la côte + 281, peut contenir 13 000 000 m³ et permet de livrer en moyenne 40 000 m³/jour.

On a envisagé le rehaussement de ce barrage, afin de pouvoir recevoir les eaux de la Soor, conduite par tunnel. La capacité s'élèverait alors à 27 000 000 m³ avec un débit distribuable de 73 000 m³/jour.

Barrage de la Vesdre, à Eupen.

Altitude : + 361 m. Capacité : 25 000 000 m³.

Prélèvement possible : 80 000 m³/jour.

Les eaux qui sont fortement agressives, renferment des sels de fer et de manganèse et des matières humiques. Elles doivent subir un traitement particulier. Elles seront amenées par conduite jusqu'à Seraing.

Barrages de la Warche à Butgenbach et Robertville.

Ces deux barrages alimentent des centrales hydroélectriques et ne sont pas conçus pour la fourniture d'eau potable ou industrielle. Toutefois une prise d'eau sur la conduite forcée, en aval du barrage de Robertville, approvisionne la ville de Malmédy.

Les deux lacs se trouvent respectivement à la côte + 546 et + 496 et ont une capacité respective de 11 000 000 m³ et 8 200 000 m³.

Barrage de l'Ourthe à Nisramont.

Altitude : + 275. Capacité : 3 000 000 m³. Débit possible : 12 000 m³/jour.

Ce barrage avait été construit en vue d'un grand barrage sur l'Ourthe, devant accumuler 250 000 000 m³.

On aménage actuellement un petit barrage sur le *Ry de Rome*, près de Couvin, et un barrage de faible capacité pour une centrale hydroélectrique sur la *Vierre*, affluent de la Semois.

A noter que les eaux de tous ces barrages, provenant du ruissellement sur des terrains schisto-gréseux couverts de bois ou de fagnes, sont très acides et fort peu minéralisées.

D'autre part, la contenance des barrages est fortement influencée par les fluctuations des pluies. Ainsi, en octobre 1959, cette contenance était réduite à 1/3 de la capacité normale pour le barrage de La Gilleppe et à 1/2 pour le barrage d'Eupen.

Citons quelques-uns des sites de barrages éventuels et leur capacité possible en millions de mètres cubes.

la Semois, en amont de Bouillon	967
la Lesse, à Daverdisse	195
l'Aisne, à Roche à Frène	420
la Hoëgne, à Polleur	50
l'Eau d'Heure, à Silenrieux	25
le Hermeton	40.

Récemment, l'attention a été attirée sur les possibilités offertes par le barrage de la Semois. Celui-ci, éventuellement jumelé avec le barrage de la Lesse, pourrait servir à régulariser le débit de la Meuse en assurant à celle-ci, un débit minimum de 67 m³/sec, même après deux années sèches consécutives.

Le barrage de Silenrieux devra alimenter le canal de Charleroi en régularisant le débit de la Sambre, actuellement insuffisant.

Nous signalerons également que l'Administration de l'Hydraulique agricole envisage la construction de petits barrages de retenue sur divers cours d'eau secondaires, destinés à fournir de l'eau d'irrigation.

III. — LES EAUX SOUTERRAINES.

Généralités.

1. Nature des terrains aquifères. — Capacité des gisements.

Les possibilités aquifères des formations géologiques sont conditionnées par leur perméabilité, dont dépend le rendement spécifique des captages, par le volume de la masse aquifère, c'est-à-dire des réserves accumulées, et par les possibilités de réalimentation naturelle.

Il faut faire une distinction entre les réserves séculaires ou statiques accumulées en profondeur, qui peuvent être énormes, et les tranches supérieures qui sont soumises à des fluctuations climatiques.

Un certain équilibre s'établit entre les quantités percolées et le volume évacué par les sources, le drainage souterrain et les captages.

Il est certain qu'une bonne gestion de ce capital aquifère ne permet d'utiliser qu'une partie de l'apport pluvial. Il faut en effet, laisser aux cours d'eau, un débit d'étiage minimum et on ne peut, du moins dans certaines circonstances, rabattre le plan d'eau souterrain au-delà d'une certaine limite, sans nuire à la qualité agricole des terres.

Certains terrains sont perméables par eux-mêmes : sables, graviers, calcaires friables, dolomies. D'autres ne le sont que dans certaines conditions, notamment par la présence d'un réseau de fissures.

C'est ainsi que la craie et les roches du même type, peuvent livrer de gros débits à proximité des zones d'affleurements où elles sont fortement fracturées. Cependant, à partir d'une certaine profondeur, ces mêmes roches se présentent sous forme de masses compactes, ne livrent que peu ou pas d'eau.

On peut d'ailleurs par acidification, augmenter considérablement le débit initial des puits creusés dans les terrains très calcaires.

Signalons par ailleurs que les zones naturellement décalcifiées de certaines formations sablo-calcaires (Bruxellien) ont acquis de ce fait une meilleure perméabilité.

Les terrains paléozoïques : quartzites, grès, schistes, calcaires massifs ou stratifiés, roches éruptives, sont plus ou fortement diaclasés près de la surface, mais ce caractère s'atténue ou disparaît en profondeur. L'approfondissement de sondages dans le socle primaire des Flandres par exemple, s'est souvent révélé infructueux.

On peut toutefois rencontrer à de très grandes profondeurs, des dolomies cavernueuses renfermant d'énormes quantités d'eau sursalées (notamment à 2 200 m au sondage de Turnhout).

2. Position topographique des gisements aquifères.

Du point de vue de leur position topographique, qui conditionne l'alimentation et le mode de captage, les terrains aquifères peuvent se présenter comme suit :

- a) Massifs isolés, avec soubassement imperméable, situé au-dessus du niveau des thalwegs environnants, jalonnés au pourtour par des sources plus ou moins bien marquées.

C'est notamment le cas des collines tertiaires des Flandres, des plateaux fangeux de l'Ardenne, de certains lambeaux tertiaires ou crétaciques reposant sur un socle primaire imperméable;

- b) Massifs poreux tabulaires sub-horizontaux, reposant sur un substratum imperméable situés en dessous du fond des thalwegs adjacents. L'importance des sources associées aux échancrures du terrain dépend en grande partie de l'accentuation du relief général.

Le gisement aquifère des sables bruxelliens appartient en partie à ce type;

- c) Massifs tabulaires inclinés, à relief accusé, généralement caractérisés par une forte dissymétrie des bassins hydrographiques dans lesquels on peut s'attendre à rencontrer des drainages de fond, comme dans le massif crétacé de la Hebye et dans les massifs sinémuriens du Bas-Luxembourg;

- d) Gisements synclinaux ou en fond de cuvette, souvent caractérisés par une mise en charge suivant l'axe du gisement. C'est le cas du bassin crétacé de la Haine et des synclinaux calcaires du Condroz;

- e) Massifs poreux étalés, dans une région à relief insignifiant, à gradient hydraulique très faible : la vallée flamande et les sables de la Campine en sont un exemple. L'exploitation de tels gisements ne peut généralement se faire que par batterie de puits fil-trants;

- f) Fonds de thalwegs creusés dans un substratum imperméable, formant dans ce cas des gisements isolés ou dans des terrains perméables. Dans ce dernier cas, la nappe des

thalwegs profite d'une alimentation par des courants de fond, issus du substratum perméable;

- g) Nappes captives en continuité avec la nappe phréatique qui s'établit dans la zone d'alimentation, c'est-à-dire celle où les terrains réservoirs viennent affleurer;
- h) Gisements aquifères contenus dans des formations perméables incorporées dans des terrains étanches. De tels gisements peuvent, au début, fournir des débits jaillissants, mais dont la permanence n'est pas assurée. On les rencontre parfois accidentellement lors de travaux souterrains.

3. Régime des nappes souterraines.

Tout massif poreux, recevant par percolation directe une fraction d'eau pluviale, se sature complètement à partir d'une certaine profondeur et devient le siège d'une *nappe phréatique*.

La proportion des eaux pluviales alimentant ces nappes dépend de plusieurs facteurs : relief, couverture végétale, nature du sol, température, caractère de la pluie, etc.

Peu d'études systématiques à ce sujet ont été faites en Belgique et on doit souvent se contenter de simples estimations.

L'allure de la surface délimitant la nappe dépend du relief du sol et de la direction de l'écoulement souterrain. Elle subit en outre des variations saisonnières variables d'un point à l'autre.

Dans le cas d'un massif perméable important, en principe homogène, des sables bruxellois et du plateau de la Campine, par exemple, la surface de la nappe reflète dans une certaine mesure, l'allure générale du sol naturel.

Dans ces conditions, les lignes de crêtes topographiques délimitant les bassins hydrographiques se superposent très sensiblement aux lignes isopiézométriques de la nappe phréatique.

Dans les régions à relief accusé, où les couches présentent de plus une pente régulière comme dans le bassin crétacé du Geer ou le bassin sinémurien de la Semois, il se produit généralement un drainage souterrain du bassin hydrographique le plus élevé vers le bassin contigu, associé au même gisement.

La plupart des captages importants destinés à l'alimentation des réseaux publics sont implantés dans des nappes phréatiques.

Celles-ci sont généralement accessibles à de faibles profondeurs et leur réalimentation naturelle se fait automatiquement, pour autant que les prélèvements ne dépassent pas les limites correspondant à leur équilibre naturel.

Un régime particulier s'établit dans certains calcaires et dolomies paléozoïques et parfois aussi, dans une faible mesure, dans des calcaires sableux sinémuriens. Il s'agit du régime dit « *karstique* ».

La circulation des eaux s'y fait suivant des chemins privilégiés. Les eaux superficielles s'engouffrent dans des « pertes » et réapparaissent sous forme de « résurgences ». Il y a de nombreux « vallons ou ravins secs », vestiges d'anciens cours d'eaux ainsi absorbés.

L'établissement de ce régime implique des roches à faible résidu insoluble, c'est-à-dire des calcaires relativement purs, l'absence de couverture filtrante, comme des limons et sables. Il s'accroît à proximité des thalwegs fortement encaissés.

Une nappe est dite *captive* lorsqu'elle est maintenue sous pression par une couverture imperméable. Ses eaux peuvent, lors du creusement des puits, être jaillissantes ou non, suivant les conditions topographiques. Lorsque leurs eaux sont jaillissantes, les puits sont dits « *artésiens* » et les nappes aquifères correspondantes, artésiennes.

Cette dénomination est souvent appliquée, dans le langage courant, à n'importe quel puits plus ou moins profond.

En réalité, la notion de nappe captive est assez subjective, car les critères de perméabilité et d'imperméabilité sont eux-mêmes relatifs. C'est surtout la différence de perméabilité des terrains en contact qui détermine l'état « captif ».

On est ainsi amené à introduire les notions de couche semi-perméable et de nappe semi-captive.

La présence d'un manteau limoneux sur des sables, des craies ou d'autres terrains perméables, n'empêche pas, mais freine simplement, la percolation des eaux pluviales vers la nappe phréatique sous-jacente.

Ce même limon entrave l'évacuation naturelle du trop plein de la nappe vers les points bas qui peut parfois s'y mettre sous pression. On peut de ce fait, obtenir des puits jaillissants en perçant les alluvions limoneuses de certains thalwegs.

Il faut donc plus correctement parler de zones captives et de zones phréatiques d'une nappe souterraine.

La présence de lentilles ou bancs imperméables intercalés dans des masses poreuses, modifie localement les conditions de l'écoulement souterrain. Il se forme alors suivant les circonstances, soit des nappes phréatiques isolées, généralement temporaires, ce sont des nappes dites perchées, soit des zones localement captives.

Les nappes captives sont particulièrement bien développées dans les régions à structure tabulaire de la Basse et Moyenne Belgique. Elles sont connues sous le nom des formations géologiques qui les renferment, et qui présentent sur d'assez grandes étendues, un faciès lithologique sensiblement constant.

Des variations dans l'épaisseur et le caractère lithologique des formations argileuses séparant ces nappes, atténuent leur caractère captif ou parfois les connecteront indirectement.

C'est ainsi que plusieurs nappes captives distinctes du Brabant et des Flandres, les nappes du socle, du Crétacé, du Landénien, ont une zone d'alimentation commune dans le Brabant méridional, où le socle primaire est immédiatement surmonté par le sable bruxellien.

4. Composition des eaux souterraines.

La qualité naturelle des eaux souterraines ainsi que celle des eaux de ruissellement, dépend essentiellement de la nature des terrains traversés. Il faut, toutefois, faire une distinction entre les nappes phréatiques et les nappes captives.

On peut classer les *nappes phréatiques* et certaines eaux de surface en catégories :

- a) Eaux peu minéralisées, acides, associées soit aux terrains schisto-gréseux de l'Ardenne, soit aux sables quartzeux du plateau de la Campine;
- b) Eaux ferrugineuses, plus ou moins acides, provenant par exemple des terrains glauconifères de la Campine ou de certaines zones des gaviers de la Meuse;
- c) Eaux calcaireuses (dures), ayant percolé à travers des limons calcarifères ou contenues dans des sables calcaireux, craies ou calcaires. Une grande partie des eaux de distribution sont de ce type;
- d) Eaux chlorurées provenant de la région maritime et des polders de l'Escaut.

On constate que dans les *nappes captives*, les eaux changent graduellement de composition chimique lorsqu'on s'écarte des zones phréatiques contiguës, et que la profondeur de la nappe augmente.

Les eaux d'abord généralement dures, se transforment en eaux douces, chargées de carbonates sodiques, par suite d'un échange d'ions Ca et Na, se produisant dans le terrain aquifère.

Plus loin les eaux deviennent de plus en plus chlorurées et reprennent une dureté élevée.

Les eaux provenant des sondages très profonds ou de l'exhaure de mines peuvent atteindre une salinité triple de celle de l'eau de mer actuelle sans que l'on puisse admettre des infiltrations de celle-ci.

L'explication de ce phénomène dépasse le cadre de notre exposé. Signalons simplement qu'il a pour conséquence de rendre inutilisable les eaux des nappes captives en dessous d'une certaine profondeur.

Nous avons illustré ce phénomène sur les deux cartes hydrogéologiques par le tracé de quelques lignes isochlores et isocalciques relatives à certaines nappes typiques, de Lédien, du Landénien, du Crétacé et du socle.

5. Mode de captage des eaux souterraines.

Le mode de captage dépend en particulier de la nature du terrain et de la position de la prise d'eau par rapport aux lieux de distribution.

Un lieu de captage favorable est la zone d'émergence naturelle d'une nappe aquifère où se rassemble et s'écoule le trop plein d'un vaste bassin. Ce lieu est particulièrement favorable s'il est plus haut que le point de départ d'une distribution, car l'eau peut être conduite par gravité.

Les principaux types de captages réalisés en Belgique sont les suivants :

- a) Puits filtrants isolés, notamment dans des sables aquifères sur une forte épaisseur du Diestien, du Bruxellien et autres;
- b) Batteries de puits filtrants de faible section, dans des sables et graviers peu épais ou faiblement perméables;
- c) Puits de grand diamètre de plus de 0,500 m, forés dans des calcaires fissurés, et puits cuvelés ou maçonnés dans des craies, certains sables. Dans certains cas, ces puits sont prolongés par des tronçons de galeries horizontales;
- d) Galeries captantes à écoulement gravitaire ou avec refoulement, dans les calcaires du Condroz, les craies de Hesbaye, les grès dévonien, les sables bruxelliens et d'autres.

Ces galeries sont généralement munies de serremments, c'est-à-dire de dispositifs permettant de régler à volonté l'écoulement des eaux en fonction des besoins. Ceci permet de maintenir en réserve les excédents temporaires qui, lorsque ces mesures ne sont pas prises, se perdent dans les cours d'eau proches des exutoires;

- e) Carrières souterraines et mines abandonnées, le plus souvent en terrain calcaire (c'est la prise d'eau de Vedrin), parfois dans des craies, comme à Grez-Doiceau.

Il existe un grand nombre de gisements de ce type, non utilisés, ou non utilisables par suite de la composition défavorable des eaux;

- f) Carrières à ciel ouvert, permettant à la fois de drainer certaines nappes importantes et le cas échéant de stocker les excédents temporaires provenant d'autres captages (comme dans les carrières de Ligny, d'Ecaussinnes);
- g) Drains superficiels, procédé souvent utilisé lorsqu'on veut capter de petites sources superficielles formant une tête de vallon, notamment en Ardenne;
- h) Prise directe à l'émergence, au moyen de dispositifs simples appropriés.

6. Réalimentation des nappes souterraines.

Les circonstances ne semblent guère favorables, en Belgique, à la réalimentation des nappes souterraines par le déversement d'eaux de surface.

Les conditions idéales requises sont en effet : la proximité de massifs perméables importants et de cours d'eau à gros débit.

De plus, ce procédé soulève de nombreux problèmes techniques, et il faut éviter ou remédier au colmatage des massifs filtrants. Les eaux infiltrées doivent répondre à certaines conditions restrictives.

On a suggéré d'enrichir la nappe de la craie de Hesbaye par des eaux de Meuse et essayé, sans succès, de filtrer des eaux d'exhaure à travers des graviers de terrasse de la Meuse à Herstal.

L'ancien projet de captage à Hofstade, non réalisé, comportait une réalimentation par l'eau du canal de Louvain-Malines.

Au captage d'Yvoir-Champalle, une certaine quantité d'eau de Meuse est repassée directement à travers les graviers de la plaine alluviale.

J. Delecourt a émis l'idée de réalimenter certaines nappes captives fortement déficitaires, par des eaux de surface. Ce projet semble dans les circonstances particulières à la Belgique, être d'une efficacité douteuse. Mieux vaudrait distribuer ces eaux de surface éventuellement disponibles après traitement.

On pourrait, semble-t-il, utiliser les capacités de stockage de certains massifs sableux (dans les dunes, dans les sables du Bruxellien, sur le plateau de la Campine, etc.), dans des synclinaux calcaires du Condroz, mais le résultat pratique de ces projets reste pour le moins hypothétique.

Le succès du stockage dans certaines carrières, celles de Ligny-Ecaussinnes, est dû à des circonstances particulièrement favorables : la proximité de grands feeders et la qualité appropriée des eaux stockées.

7. Les distributions d'eau en Belgique.

L'organisation de la distribution d'eau en Belgique est diverse.

Un grand nombre de communes, principalement en Haute-Belgique, possèdent un réseau de distribution propre d'eau captée sur le territoire de la commune ou en dehors de celui-ci.

Ailleurs, plusieurs communes se sont groupées pour fonder des intercommunales de distribution utilisant un captage commun, ou achetant l'eau à d'autres services de distribution.

L'alimentation des gros centres urbains est assurée, soit par des sociétés intercommunales, soit par des services exploitant en régie des installations autonomes.

Une place spéciale a été prise par la Société nationale des Distributions d'Eau, qui exploite des captages et réseaux de distributions répartis dans tout le pays.

Tous les réseaux transportent de l'eau propre à la consommation, mais dont une bonne partie est utilisée à des fins industrielles, notamment là où les ressources locales sont insuffisantes.

Les réseaux de distribution se sont développés graduellement, suivant l'évolution des besoins et d'une manière plus ou moins indépendante.

Il en est quelquefois résulté des situations assez peu rationnelles au point de vue de l'exploitation efficiente des gisements aquifères et de la distribution.

L'établissement de nouveaux captages et réseaux impose des investissements considérables, dépassant généralement les capacités financières des communes ou sociétés intéressées.

Ces travaux sont toutefois subsidiés dans une large mesure par le Ministère de la Santé publique.

De nombreuses communes ne sont pas encore raccordées à des réseaux de distribution, de sorte qu'il reste un gros effort à faire. La situation au 1^{er} janvier 1962 se présentait comme suit (nombre de communes et population non desservies) :

Anvers	55	227 495
Brabant	96	133 946
Flandre occidentale	148	249 210
Flandre orientale	180	344 059
Hainaut	90	70 611
Liège	40	28 117
Limbourg	46	91 520
Luxembourg	8	5 067
Namur	30	14 445
	693	1 164 470

Voici quelques données relatives aux quantités distribuées en 1962 par les principales sociétés et régies, se rapportant aux gisements d'eau souterraine les plus importants.

Signalons que ces chiffres varient parfois assez fortement d'une année à l'autre.

Société nationale des Distributions d'Eau (S.N.D.E.).

Calcaire carbonifère du bassin de l'Escaut et de la Dendre supérieure	18 844 986 m ³
Calcaire carbonifère de l'Entre-Sambre-et-Meuse	7 371 379 m ³
Crétacé du Hainaut	4 617 850 m ³
Crétacé de la Hesbaye	1 162 875 m ³
Bruxellien du Bassin de la Dyle	9 981 504 m ³
Thalweg de la Meuse supérieure	1 634 910 m ³
Vallée flamande	3 340 482 m ³
<i>Total distribué en 1962</i>	<i>70 375 621 m³</i>

Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux (C.I.B.E.).

Bruxellien	14 555 349 m ³
Calcaire carbonifère du Condroz (Bocq-Hoyoux)	35 292 000 m ³
Calcaire carbonifère de Vedrin	11 685 000 m ³
Calcaires divers des bassins de la Senne et de la Sambre	2 295 200 m ³
Thalweg de la Meuse supérieure	3 165 885 m ³
<i>Total distribué en 1962</i>	<i>73 398 215 m³</i>

Tussengemeentelijke Maatschappij voor Waterbedeling van de beide Vlaanderen (T.M.W.V.).

Calcaire carbonifère du Bassin de la Dendre	5 667 562 m ³
Crétacé du Hainaut	3 779 244 m ³
(Cette société a reçu en outre 16 161 315 m ³ provenant des captages de la C.I.B.E. cités plus haut.)	

Antwerpse Waterwerken Maatschappij (A.W.M.).

Prise d'eau au canal Albert à Viersel	53 000 000 m ³
---	---------------------------

Service des Eaux de la ville de Liège.

Craie de la Hesbaye	13 550 858 m ³
-------------------------------	---------------------------

Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération liégeoise.

Calcaire carbonifère du Néblon	10 863 000 m ³
Prise d'eau dans l'Ourthe à Angleur	527 000 m ³

Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen (P.I.D.P.A.).

Sables miocènes	5 804 000 m ³
---------------------------	--------------------------

Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht.

Dunes	1 100 000 m ³
-----------------	--------------------------

Association intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

Calcaire carbonifère et divers	5 230 100 m ³
--	--------------------------

Régie des Eaux de Jumet et environs.

Calcaire carbonifère	5 536 000 m ³
--------------------------------	--------------------------

Citons ensuite, parmi les communes qui possèdent une distribution et des captages autonomes :

<i>Mons</i>	craies à Spiennes	2 520 000 m ³
<i>Tournai</i>	calcaire carbonifère	2 044 200 m ³
<i>Hasselt</i>	Maastrichtien	1 300 000 m ³
<i>Turnhout</i>	sables néogènes	1 350 000 m ³
<i>Tienen</i>	Landénien et Crétacé	1 300 000 m ³
<i>Leper</i>	eaux de surface	660 000 m ³
<i>Arlon</i>	Sinémurien	801 000 m ³
<i>Oudenaarde</i>	Socle primaire et sources	—
Etc.		

8. Réglementation des prises d'eau.

Il peut être utile de dire ici quelques mots au sujet des divers organismes officiels chargés de l'étude des problèmes relatifs à l'utilisation de l'eau.

Les questions concernant la distribution des eaux potables, l'octroi des subsides, la surveillance de la qualité des eaux, les problèmes relatifs à la pollution des eaux de surface, à la protection des eaux captées pour les distributions, etc., sont de la compétence du Ministère de la Santé publique.

Ces divers problèmes sont examinés par le Conseil supérieur des Distributions d'Eaux, groupant les représentants de ce ministère, des sociétés distributrices, des services techniques provinciaux, du Ministère des Travaux publics, de l'Agriculture et des Affaires économiques.

Les études hydrogéologiques proprement dites sont du domaine du Service géologique (Ministère des Affaires économiques) à qui incombe également l'application de la réglementation concernant les prises d'eau souterraine.

Depuis 1947, et cela à l'exemple d'autres pays, toute prise d'eau souterraine à usage public ou privé dépassant les besoins domestiques, de même que les rabattements prolongés, sont soumis à une autorisation préalable que doit accorder le Ministre des Affaires économiques.

Cette mesure a été prise à la suite du fléchissement inquiétant de certaines nappes et vise à protéger les nappes contre une exploitation inconsidérée qui risquerait de détruire les réserves existantes.

L'application de cette législation se heurte à certaines difficultés pratiques et théoriques, notamment du fait que le principe légal de la propriété est encore régi par des conceptions périmées, selon lesquelles les eaux du sous-sol appartiennent au propriétaire de la surface.

Il y aurait intérêt, semble-t-il, à modifier cette situation, notamment en soumettant à concession les prises d'eaux souterraines, et cela tout au moins dans certains cas particuliers et pour certaines nappes importantes.

La protection des eaux souterraines contre les pollutions extérieures n'est pas encore convenablement assurée; cependant des dispositions légales en la matière ont déjà été proposées.

Entretemps un arrêté royal du 1^{er} juillet 1965 vient de préciser les conditions que doit remplir une eau « potable ».

Tout récemment, le Gouvernement a nommé un Commissaire royal au problème de l'eau, chargé de lui faire rapport sur les travaux qui s'imposent afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable et industrielle du pays.

IV. — DESCRIPTION DES PRINCIPAUX GISEMENTS D'EAU SOUTERRAINE (3).

A. — Formations sableuses des Flandres et du Brabant.

1. Plaine maritime (dunes).

On trouve sous la plaine maritime, une formation sableuse très perméable (assises de Calais et d'Ostende), surtout dans les zones des sédiments grossiers de la base, avec intercalations limoneuses plus ou moins bien développées.

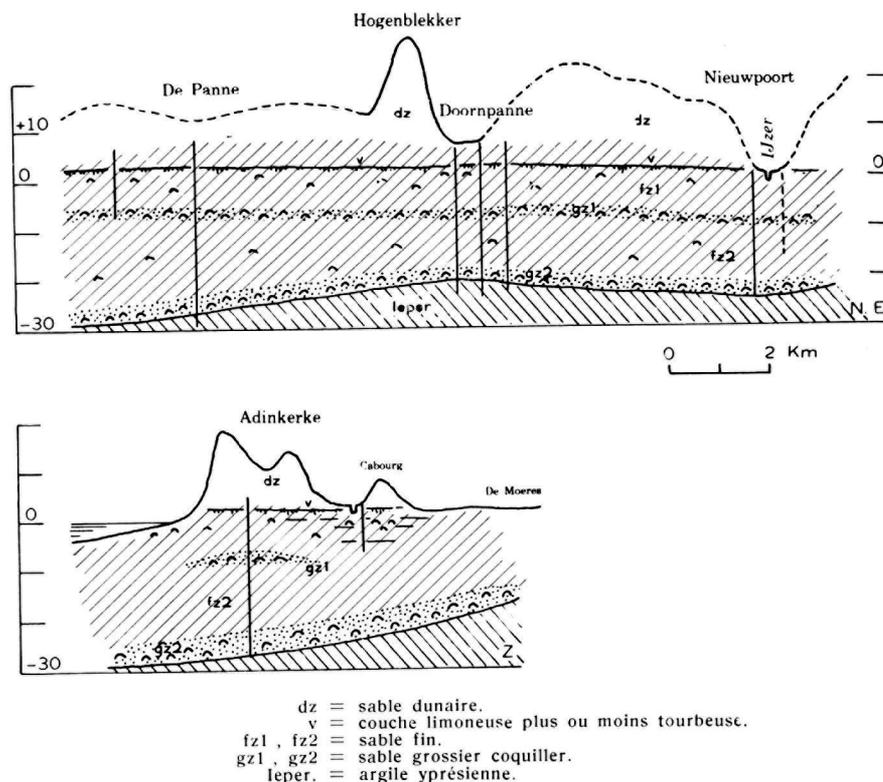


Fig. 1. — Profils schématiques dans la région des dunes à l'ouest de l'Yser.

(3) Les lieux de captages et les volumes d'eau captées inscrits sur les cartes, et mentionnés dans les pages qui suivent, se rapportent généralement à la situation existant en 1962.

Ces sables renferment, sous la couverture dunale, des eaux plus ou moins désalées.

Le massif dunaire le plus important se trouve entre l'estuaire de l'Yser et la frontière, où il couvre une surface d'environ 2 500 ha; l'ensemble des dunes côtières s'étend sur environ 4 400 ha.

La tourbe holocène y est pratiquement absente et les couches limoneuses, très minces, ne gênent guère la percolation des eaux pluviales.

Une partie du gisement est exploité par l'« Intercommunale Maatschappij voor Waterbedeling van Veurne-Ambacht » qui y prélève de 1 700 à 7 500 m³/jour.

Le captage, situé à Saint-André (Oostduinkerke) se fait par batterie de puits filtrants.

Les eaux sont dures (Th = 28°6) et ferrugineuses (7,5 mg Fe/litre).

Des captages moins importants existent dans les autres dunes, notamment à Middelkerke, Bredene, Wenduine, Heist, Knokke.

Au total, ces divers gisements dunaires ont livré environ 3 200 000 m³ en 1962.

L'ancien captage de Cabourg, exécuté par l'armée belge en 1914-1918 dans le petit massif de dunes anciennes d'Adinkerke, n'est utilisé que temporairement par suite de l'accroissement de la salinité.

Près des centres habités, la nappe des dunes est souvent polluée.

Les eaux des zones salées de la même nappe en d'autres endroits de la plaine maritime, à Nieuwpoort, à Oostende et ailleurs peuvent être utilisées par des industries locales et le sont en certains endroits.

2. Bassin côtier (polders, IJzer, Waardamme).

On peut trouver de très petites quantités d'eau relativement peu salées dans les chenaux sableux de la plaine maritime.

L'armée belge en avait tiré profit en 1914-1918 et installé plusieurs points d'eau donnant environ 25 m³/jour.

De très faibles possibilités existent dans le bassin de l'Yser; un petit captage provisoire de Diksmuide, actuellement abandonné (S.N.D.E.) donnait 500 m³/jour d'une eau très dure renfermant plus ou moins 180 mg Cl par litre.

Dans la région de Bruges, la nappe phréatique est fortement polluée. La présence du sel est très sensible aux abords du canal maritime.

Les massifs sableux au sud de Bruges, formés par des sables paniséliens fins et des sables de couverture, renferment un gisement aquifère ayant donné localement lieu à de faibles niveaux sourciers.

La S.N.D.E. exploite actuellement de façon intensive un gisement de ce type dans la région de Varsenare-Loppem, proche de l'autoroute et couvrant environ 5 400 ha qui livre plus ou moins 6 000 m³/jour.

La perméabilité des sables y est très faible et le rendement spécifique médiocre (qs = 0,50-1,80). Les eaux de ce gisement sont douces, agressives et ferrugineuses.

Un gisement de même type, encore inexploité, d'environ 11 000 ha se trouve dans la région de Beernem.

Les sables yprésiens proprement dits, coiffés par les argiles et sables argileux paniséliens, renferment une nappe captive de faible capacité, utilisée pour les besoins locaux, notamment dans la région de Bruges.

3. Thalwegs du bassin occidental et méridional de l'Escaut.

L'Escaut supérieur, la Lys, la Dendre, la Senne et quelques-uns de leurs affluents ont creusé des dépressions de 10 à 20 m dans un soubassement essentiellement argileux.

Les couches sablo-graveleuses de base des dépôts de comblement renferment une nappe aquifère qui se trouve ainsi strictement localisée, sans alimentation latérale.

En certaines régions, ces dépôts pléistocènes prennent une assez grande extension, que ne reflète pas le réseau hydrographique superficiel, notamment dans la région de Templeuve, au nord de Vilvorde, au sud de Gand, et ailleurs.

L'étendue couverte par ces divers dépôts de thalweg est mal connue. Nous avancerons provisoirement les chiffres suivants (exprimés en ha) : Lys en amont de Gand : 35 000; Escaut en amont de Gand : 21 000; Dendre : 10 000; Senne : 8 000 et Rupel : 16 000.

La capacité de toutes ces nappes est faible et la qualité des eaux laisse souvent à désirer.

Elles sont localement fortement mises à contribution pour les besoins domestiques et industriels.

Certains tronçons du thalweg de l'Escaut sont cependant encore peu exploités, mais les possibilités y sont vraisemblablement limitées.

4. Vallée flamande.

L'ancienne dépression pléistocène qui s'étale au nord de Gand est connue sous le nom de « Vallée flamande ». Elle est limitée à l'est par le soubassement argileux du Pays de Waas et se relie à l'ouest aux dépôts similaires de la plaine maritime.

La nappe contenue dans les sables de comblement est délimitée à la base par l'argile bartonienne, mais communique vers le sud de la vallée, avec la nappe lédo-panisélienne.

La surface de la nappe se trouve à faible profondeur, mais les prélèvements se font par batteries de puits filtrants dans la partie inférieure, sablo-graveleuse du dépôt.

Une couche limoneuse irrégulièrement développée intercalée dans la masse assure une certaine filtration des eaux percolées à partir des couches sableuses supérieures. La nappe est donc, tout au moins en partie, du type semi-phréatique.

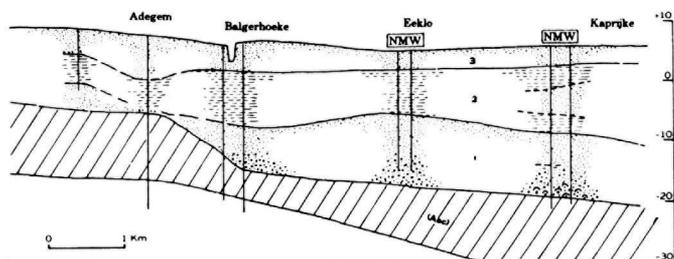


Fig. 2. — Coupe partielle WE de la vallée flamande au nord d'Eeklo. — Captages (NMW).

- 3 = sable de couverture.
- 2 = limons avec intercalations sableuses.
- 1 = sable, graveleux à la base.
- Asc = argile d'Asse.

Les meilleurs rendements s'obtiennent dans la zone axiale de la vallée, c'est-à-dire dans la région d'Eeklo, où le soubassement argileux se trouve à 24 m de profondeur. Les débits spécifiques captés par la S.N.D.E. sont de l'ordre de 5 m³/heure.

Les eaux sont assez dures (plus ou moins 20°), ferrugineuses et parfois agressives. A proximité des gros centres urbains, la nappe peut être polluée. Des infiltrations d'eau salée sont à craindre au voisinage de certains canaux.

La Société nationale prélève actuellement par jour environ 6 000 m³, dans la région d'Eeklo et 4 000 m³ dans la région Zele-Berlare. D'autres captages sont projetés à Wachtebeke et Moerbeke, certains d'entre eux avec réalimentation éventuelle de la nappe par des eaux de surface.

Les industries nouvellement créées dans la zone du canal Gand-Terneuzen feront aussi largement appel à ces ressources.

Les réserves pourraient être considérées comme importantes vu l'étendue de la surface réceptrice, mais l'épaisseur utile de la zone aquifère productive est faible, au maximum 8,00 m.

La S.N.D.E. compte sur un rendement moyen de 1 m³ par ha et par jour, pour une surface globale de 100 000 ha, ce qui permettrait un prélèvement total d'environ 100 000 m³/jour.

Ce sont là des estimations provisoires que l'expérience pratique devra vérifier. On ne pourrait d'ailleurs pas disposer de la totalité de cette surface. De plus, des prélèvements importants nécessitent un large étalement des captages, surtout si l'on veut éviter que des rabattements trop accusés, compromettent le rendement agricole des régions avoisinantes.

5. **Massifs sableux tertiaires à l'ouest de la Senne.**

Les petits massifs sableux ledo-paniséliens, fortement découpés par le réseau hydrographique, renferment sporadiquement quelques faibles réserves aquifères. On rencontre çà et là de petits niveaux sourciers, parfois captés comme à Nederbrakel et Oudenaarde.

Les sables yprésiens renferment une faible nappe qui présente une certaine continuité et devient captive sous l'argile panisélienne.

Il existe, au sud de Gand, un ancien captage par galerie creusé dans ces sables; il est depuis longtemps abandonné.

On avait envisagé anciennement, de capter les eaux du Panisélien de la région d'Anderlecht.

Un autre captage par galerie a fonctionné jadis dans la région de Laken.

Partout où l'argile yprésienne est mise à découvert, il n'existe aucune réserve d'eau phréatique, mais les couches limoneuses de couverture se saturent au contact de l'argile.

6. **Sables bruxelliens.**

La nappe contenue dans la masse des sables bruxelliens s'étend en zone d'alimentation, sur une surface totale d'environ 1 340 km², (sans compter les lambeaux isolés). Cette surface est presque entièrement drainée vers l'Escaut par le versant est de la Senne, dont la surface d'alimentation utile est 300 km², le versant ouest de la Gette (dont la surface d'alimentation utile est 150 km²) et de la Dyle (dont la surface d'alimentation utile, en amont de Louvain, est 860 km²).

Le bassin hydrographique complet de la Dyle en amont de Louvain couvre environ 1 010 km².

La partie méridionale de ce massif, qui couvre environ 40 km² est drainée vers la Haine et vers la Meuse par le Piéton, l'Orneau et la Méhaigne.

La présence d'un manteau limoneux, épais en beaucoup d'endroits, assure une protection naturelle des eaux d'infiltration.

Dans les zones interfluviales, le Bruxellien est localement coiffé par des terrains qui freinent également la percolation ou déterminent de petites nappes perchées (sables oligocènes et argile bartonienne).

Le Bruxellien repose soit sur les sables yprésiens fins, soit sur le Landénien sablo-argileux, soit directement sur le socle primaire.

Dans ce dernier cas, le Bruxellien joue en quelque sorte le rôle d'une éponge qui alimente les nappes contenues dans les fissures des terrains primaires et dans les sables landéniens, nappes qui se différencient plus au nord en prenant chacune un caractère captif.

Les vallées sont souvent fortement incisées, ce qui donne lieu à la formation de nombreuses zones sourcières qui débitaient initialement jusque près de 5 000 m³/jour.

Sur le sommet des crêtes et des plateaux, la nappe doit être recherchée à des profondeurs pouvant dépasser 40 m. L'épaisseur de la zone aquifère utile du Bruxellien est elle-même très variable. Elle peut atteindre 35 m.

Sur le versant est de la vallée de la Senne, le niveau de la nappe descend sous la surface de contact du Bruxellien sur l'Yprésien.

Dans ce cas, les prélèvements doivent se faire dans la masse des sables yprésiens très fins, peu perméables. Quelques captages ont néanmoins été réalisés dans ces sables, notamment dans la région de Tubize et de Halle.

Un drainage souterrain de la nappe peut se faire naturellement par les fonds des thalwegs, où elle est tenue sous pression sous les alluvions. Dans les captages de la vallée de la Voer, l'eau a jailli à 1,50 m au-dessus de la surface du sol.

Dans le nord du Brabant, le relief s'aplanit et l'allure de la nappe phréatique devient plus régulière. Cette nappe prend un caractère définitivement captif au-delà de l'axe Dyle-Démer, c'est-à-dire à partir de l'endroit où l'argile bartonienne forme une couche continue.

Le rendement des captages dépend de la granulométrie des sables bruxelliens, qui est assez variable et est en outre influencé par l'état de décalcification. On a remarqué par exemple, que les captages par galeries dans la Forêt de Soignes, donnent des débits plus élevés que ceux de la région de Braine-l'Alleud, où les sables sont très calcareux et sillonnés de bancs assez continus de grès. Ces bancs créent en outre des zones localement captives.

Notons que la décalcification est souvent totale à proximité des thalwegs importants, surtout dans le bassin de la Dyle.

Les eaux du Bruxellien possèdent une dureté généralement supérieure à 30°, atteignant localement 42°, mais pouvant aussi descendre jusqu'à 20°-24°.

Dans les faciès des sables fins des zones méridionales, la présence de sulfates et de nitrates se fait marquer.

CAPTAGES.

Les captages réalisés dans le Bruxellien sont de type varié :

captages à l'émergence à Vieux-Genappe : 4 000 m³/jour;

puits de gros diamètre à Waterloo : 4 000 m³/jour;

puits filtrants à la vallée de la Voer : 6 000 m³/jour;

galeries à serrements à Braine-l'Alleud : 10 000 m³/jour.

Signalons ici que c'est dans la Forêt de Soignes que l'on a réalisé pour la première fois des galeries à serrements dans des sables meubles.

La C.I.B.E. dispose d'un grand nombre de captages implantés presque entièrement dans le bassin hydrographique de la Senne, et qui totalisent environ 45 000 m³/jour.

Le bassin occidental de la Dyle est mis en valeur par la S.N.D.E. qui possède des captages au sud de Louvain, à Bertem, à Heverlée, à Korbeek-Dijle, dans la vallée de l'Ysse du Train et ailleurs. Tous ces captages donnent actuellement environ 35 000 m³/jour.

Les prélèvements dans les autres parties de la nappe bruxellienne et dans les petits gisements isolés du sud, sont beaucoup moins importants.

Au total, l'ensemble du gisement livre environ 90 000 m³/jour pour l'alimentation en eau potable.

A cela il faut ajouter le volume assez important, mais mal connu, pris par des puits particuliers.

RESERVES.

Il semble bien que les petits gisements liés aux bassins de la Haine, de la Sambre et aussi le gisement du bassin de la Senne, soient, à peu de choses près, exploités au maximum.

En partant d'un prélèvement moyen possible de 3 m³ par ha et par jour, on peut évaluer la capacité du bassin de la Senne, en amont de Bruxelles, à 90 000 m³/jour, alors que les prélèvements actuels atteignent vraisemblablement plus de 60 000 m³/jour.

Le bassin de la Dyle renferme certaines réserves théoriquement disponibles. Il existe en effet plusieurs sources non captées mais dont l'exploitation est déjà prévue par la S.N.D.E.

Actuellement l'ensemble des prises ne dépasse peut être pas 50 000 m³/jour en amont de Louvain. Le bassin de la Dyle pourrait théoriquement livrer $86\,000 \times 3 = 240\,000$ m³/ jour. La S.N.D.E. admet même le chiffre de 350 000 m³.

Notons que le débit d'étiage de la Dyle relevé à Louvain, en 1956, s'élève à 320 000 m³ par jour, après une période relativement sèche. Des mesures anciennes faites en 1884, avaient donné 427.000 m³.

B. — Nappes captives des Flandres et du Brabant.

Il existe plusieurs nappes captives dans le sous-sol des Flandres et du Brabant. Leur capacité est limitée, et l'industrie locale en a souvent tiré un volume exagéré, qui a provoqué un fléchissement croissant de leur niveau d'équilibre.

Il n'est pas impossible, qu'au rythme actuel des prises, l'épuisement de certaines nappes rendra celles-ci pratiquement inutilisables à bref délai, dans vingt ans ou moins encore.

En partant du nord vers le sud, on rencontre successivement les nappes suivantes :

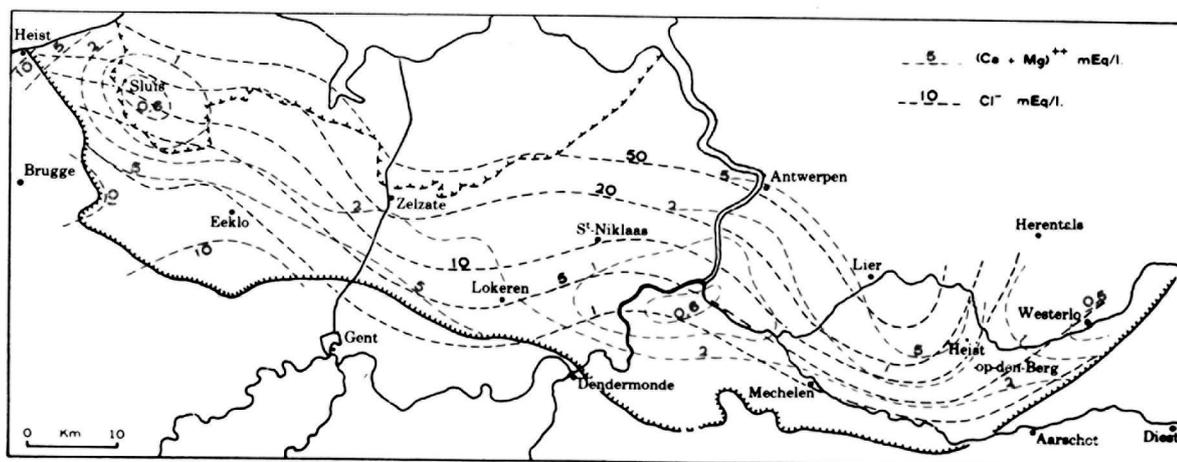


Fig. 3. — Composition chimique de la nappe lèdo-panisélienne en zone captive.

1° Nappe rupélienne.

Elle est contenue dans une couche sableuse peu épaisse, située sous l'argile de Boom. Elle est exploitée dans le Pays de Waas, dans la région du Rupel et, plus à l'est, dans la région du Démer.

Les puits donnent un rendement d'environ 0,40 à 2,00 m³ par heure pour un rabattement de 1,00 m.

2° Nappe lédo-panisélienne ou lédo-bruxellienne.

La nappe lédo-panisélienne est intercalée entre l'argile bartonienne et les argiles paniséliennes. De nombreux puits y sont creusés dans la région qui s'étend de Westkapelle au Rupel.

Le débit spécifique des captages varie entre 0,50 et 2,50 m³/heure.

La nappe est actuellement fortement déprimée dans la région de Zelzate et de Hoboken.

La salinité augmente rapidement en direction du nord. On trouve en effet des teneurs en chlore dépassant 1 800 mg/l dans la région Anvers-Lierre. Les eaux sont douces (dans une zone d'échange des bases), au sud du Pays de Waas.

Cette nappe se relie à celle des sables lédiens et bruxelliens que l'on exploite en zone captive jusque dans la région de Aarschot-Diest-Geel.

3° Nappe yprésienne.

Contenue dans les sables yprésiens très fins, intercalée dans l'argile yprésienne et les argiles paniséliennes. On l'utilise dans la région de Bruges, Gand et Termonde. Le rendement des puits est généralement inférieur à 1,00 m³/h/m.

4° Nappe landénienne.

Cette nappe s'étend grandement. Elle est contenue dans une couche de plus ou moins 10 m de sables fins et ne peut donner que de très faibles débits, nécessitant souvent de forts rabattements (rendement spécifique moyen de 0,10 à 0,70 m³/m/h). C'est néanmoins une des principales ressources en eau souterraine d'une grande partie des Flandres.

Les eaux du Landénien offrent la particularité de ne posséder partout qu'une très faible dureté, de 2° à 10°.

5° Nappe du Crétacé.

Les craies du sous-sol des Flandres ne sont pas aquifères. Cependant les formations turoniennes, comprenant des craies glauconifères avec concrétions siliceuses (rabots) et des calcaires grossiers, que l'on rencontre dans le sud des Flandres, sont perméables.

Ce Turonien peut ou a pu livrer des débits relativement intéressants, notamment dans la région de Renaix, Oudenaarde, Mouscron, Diksmuide.

De nombreux puits captent simultanément les eaux du Crétacé et du Socle. Il est dès lors souvent difficile de préciser les caractéristiques individuelles des deux nappes.

Des constatations curieuses ont été faites dans certains puits de l'agglomération bruxelloise pénétrant dans le socle et ayant recoupé des craies aquifères. La composition chimique des eaux varie au cours du pompage. Ceci est du à la différence de perméabilité des craies et du socle, renfermant des eaux de composition différente.

En allant plus à l'est on atteint l'importante nappe captive du Maastrichtien qui sera décrite plus loin.

6° Nappe du socle Cambro-Silurien.

Cette nappe est connue sous le nom de « Grand Courant », car on s'imaginait que l'enfoncement graduel de la surface du socle donnait naissance à un courant souterrain très lent en direction de l'ouest et du nord.

Il est cependant impossible de prouver la réalité d'un tel courant, car la surface piézométrique originelle est déformée par les pompages. Il faut en outre tenir compte d'une densité plus élevée des eaux profondes salines dans l'interprétation des niveaux d'équilibre.

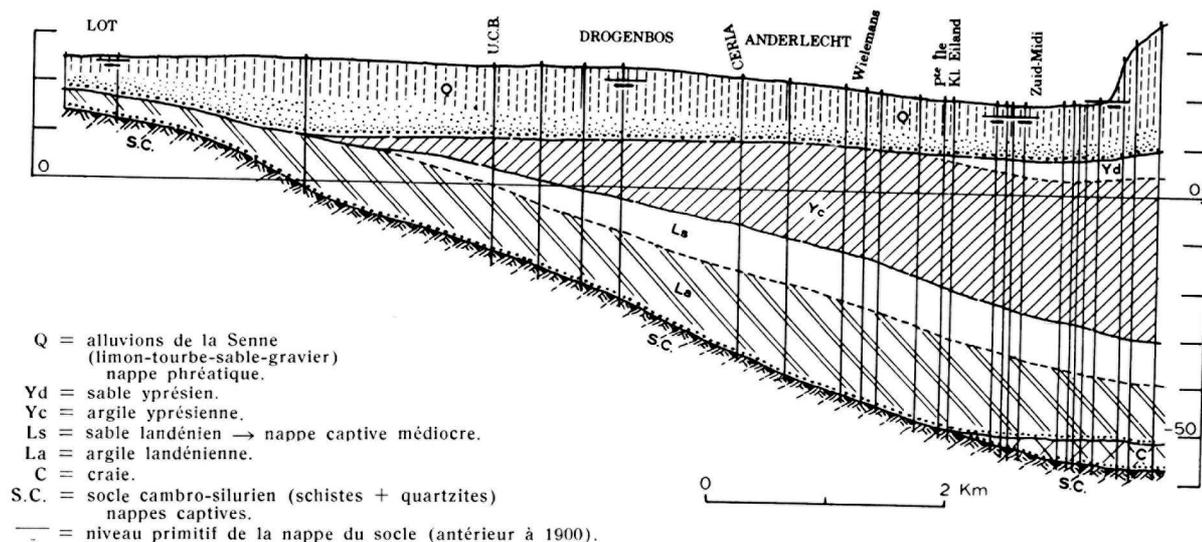


Fig. 4. — Coupe suivant la vallée de la Senne dans l'agglomération bruxelloise.

L'eau de cette nappe est contenue dans les fissures du substratum primaire et le cailloutis de base du Landénien ou du Crétacé.

La capacité de la nappe est très variable et souvent très faible. On note des débits spécifiques allant de 0,01 à 1,00 m³/h/m. Seuls des rabattements poussés permettent d'obtenir localement plus ou moins 20 m³/h.

La zone d'alimentation se trouve dans le bassin supérieur de la Dendre et dans le Brabant méridional où la couverture yprésienne ou landénienne vient à disparaître.

Les eaux du socle sont remarquablement douces, bicarbonatées, sodiques, dans la zone d'échange des bases, dans une région qui s'étend de Courtrai au sud d'Alost.

La situation est très complexe dans l'agglomération bruxelloise où l'on a constaté depuis longtemps, en certains endroits, une salinité localement anormalement élevée. Ce phénomène est dû à des particularités inhérentes à la nappe, mais s'accroît par les pompages intensifs.

La nappe du socle cambro-silurien est fortement rabattue par les pompages. Ceci se constate dans le Courtrais, la région de Renaix et l'agglomération bruxelloise, et se fait sentir jusqu'au puits d'Ostende.

Le cas de Renaix est typique car l'épuisement des nappes captives de la région a failli mettre en péril l'industrie textile locale (4).

(4) L'industrie renaisienne est actuellement alimentée par un captage dans la nappe captive du calcaire à Dergneau.

C. — Le Bassin aquifère de la Campine.

La masse des diverses formations sableuses qui constituent le sous-sol de la Campine et des régions avoisinantes, est un énorme réservoir aquifère qui se prolonge vers le nord, jusque dans le Brabant néerlandais.

Le drainage se fait vers le sud par l'ensemble du réseau hydrographique de la Nêthe et des affluents de droite du Démer, vers le nord et l'est par divers affluents secondaires de la Meuse (Marck-Aa-Dommel).

Le substratum de la masse néogène est formé par l'argile de Boom qui plonge assez régulièrement vers le N.-E. Cette argile est localement ravinée par les sables néogènes, notamment dans la région d'Averbode, ce qui établit une certaine communication entre la nappe aquifère néogène et celle des sables éocènes, laquelle est normalement captive dans la province d'Anvers.

Les argiles de la Campine, les sables argileux du Scaldisien, les couches sablo-argileuses de la partie supérieure du Diestien, déterminent un certain compartimentage dans l'ensemble de la masse aquifère néogène.

Les diverses nappes captives ou subcaptives ainsi formées se relaient toutefois latéralement.

La ligne de séparation des bassins de l'Escaut et de la Meuse se superpose à la ligne de crête de la surface piézométrique de la nappe phréatique.

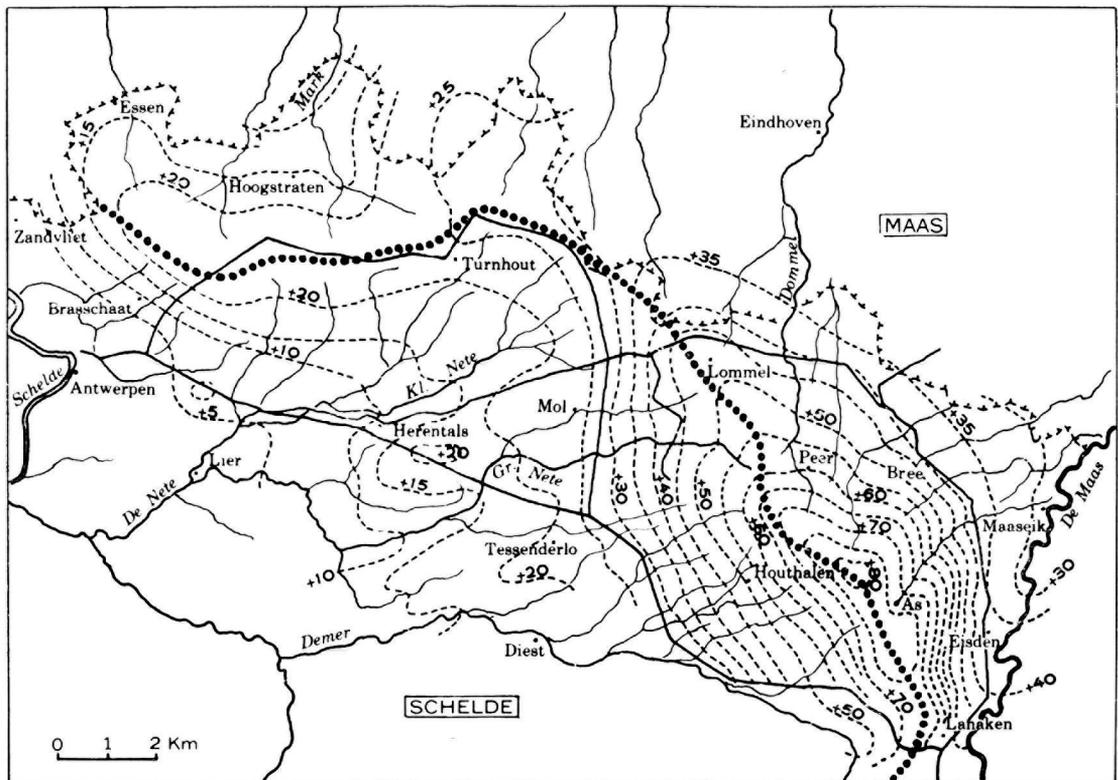


Fig. 5. — Allure générale de la nappe phréatique de la Campine.
Crête de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut.

Il y a donc une sorte de barrage hydrologique entre les eaux souterraines des deux bassins.

On constate en outre que les niveaux d'équilibre des nappes captives ou subcaptives superposées, s'intègrent assez bien dans l'allure générale de la nappe superficielle.

Les thalwegs du bassin de la Nèthe et du Démer ne renferment pas de nappe individuelle. Ce sont toutefois des sites favorables pour capter le trop plein de la nappe générale des sables miocènes.

La faible pente générale du Démer et l'absence d'un courant souterrain important, empêchent l'évacuation rapide des eaux provenant des régions élevées de la Campine; ce qui provoque le submergement saisonnier de certaines parties de la vallée, notamment dans la cuvette de Halen-Schulen.

1. Sables miocènes (Diestien-Anversien-Boldérien).

Aucune formation argileuse n'isole ces trois formations sableuses, qui renferment une nappe continue s'étendant sur tout l'ensemble de la Campine.

Le développement respectif et les propriétés hydrologiques de ces différents sables sont variés, de sorte qu'il faut distinguer plusieurs zones dans cette nappe miocène.

Dans l'agglomération anversoise, un assez grand nombre de puits s'alimentent dans la nappe contenue dans les sables anversiens très glauconieux.

Ils livrent assez facilement 10 à 40 m³/heure.

Les eaux sont ferrugineuses et subissent l'influence de la salure de l'Escaut dans le nord de l'agglomération et la région portuaire.

Dans le nord de la province d'Anvers, cette nappe prend un caractère captif ou semi-captif sous les sables argileux scaldisiens.

A partir du moment où se développent les sables diestiens, ceux-ci jouent le rôle principal au point de vue hydrologique.

Ces sables diestiens se présentent en partie sous des faciès relativement grossiers quoique défavorisés par le mauvais calibrage du matériau. Les zones à perméabilité maximum peuvent atteindre une épaisseur de 75 m dans le centre de la Campine (Mol-Beringen).

Certains puits à gros diamètre peuvent livrer jusqu'à 100 m³/heure.

Dans la région méridionale (Herentals-Aarschot-Beringen) le Diestien affleure sous une mince couche de sable de couverture.

Il n'y a donc aucune protection contre la pollution superficielle, de sorte que les captages pour eau potable doivent se tenir à l'écart des centres habités et des zones industrielles.

Au sud du Démer, une faible partie du Diestien est noyée par la nappe phréatique. Il n'y présente donc aucun grand intérêt au point de vue hydrologie, d'autant plus que la qualité des eaux est généralement très défectueuse.

Les puits creusés dans le thalweg du Démer donnent des eaux faiblement jaillissantes dépassant de 1,00 à 1,50 le niveau de la vallée. Elles sont tenues en captivité par les alluvions superficielles et mises en charge par le drainage du versant sud-ouest du plateau de la Campine.

Le débit spécifique des puits peut y atteindre 8 m³/m/h (au captage de Messelbroek de la S.N.D.E.).

Dans la région de Mol, Lommel, Bree, le Diestien est recouvert par les sables quartzeux de Mol, mais est plus ou moins isolé de ceux-ci par une zone sablo-argileuse, inégalement développée, qui joue le rôle d'un écran semi-perméable.

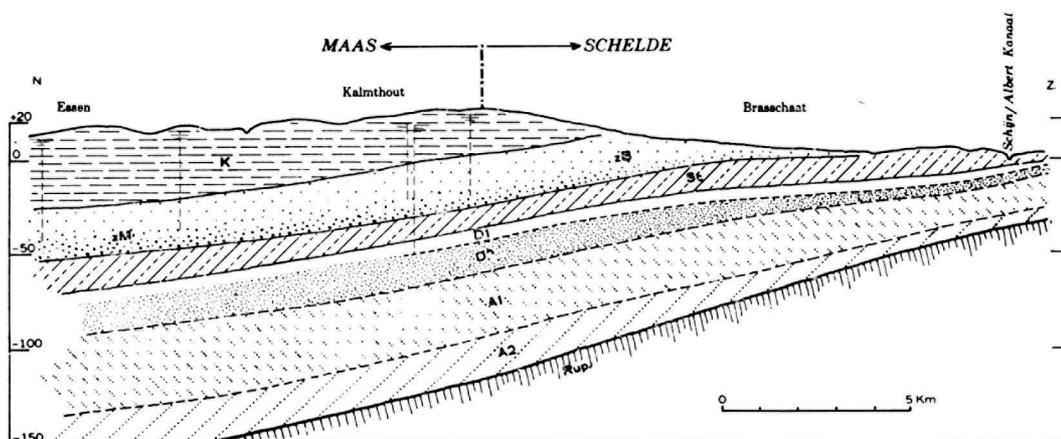


Fig. 6. — Coupe à l'est d'Anvers, suivant le méridien 0G10.

- K = argile et silt de la Campine
 - zB = sables de Brasschaat
 - zM = sables grossiers de Merksplas
 - Sc = sable, sable argileux, banc coquiller
 - D1 = sable fin
 - D2 = sable glauconifère ± grossier
 - A1 = sable glauconieux
 - A2 = sable glauconieux ± argileux
 - Rup = argile de Boom
- } PLIO-PLEISTOCENE.
 SCALDISIEN
 ex. DIESTIEN
 ANVERSIEN
 RUPELIEN.

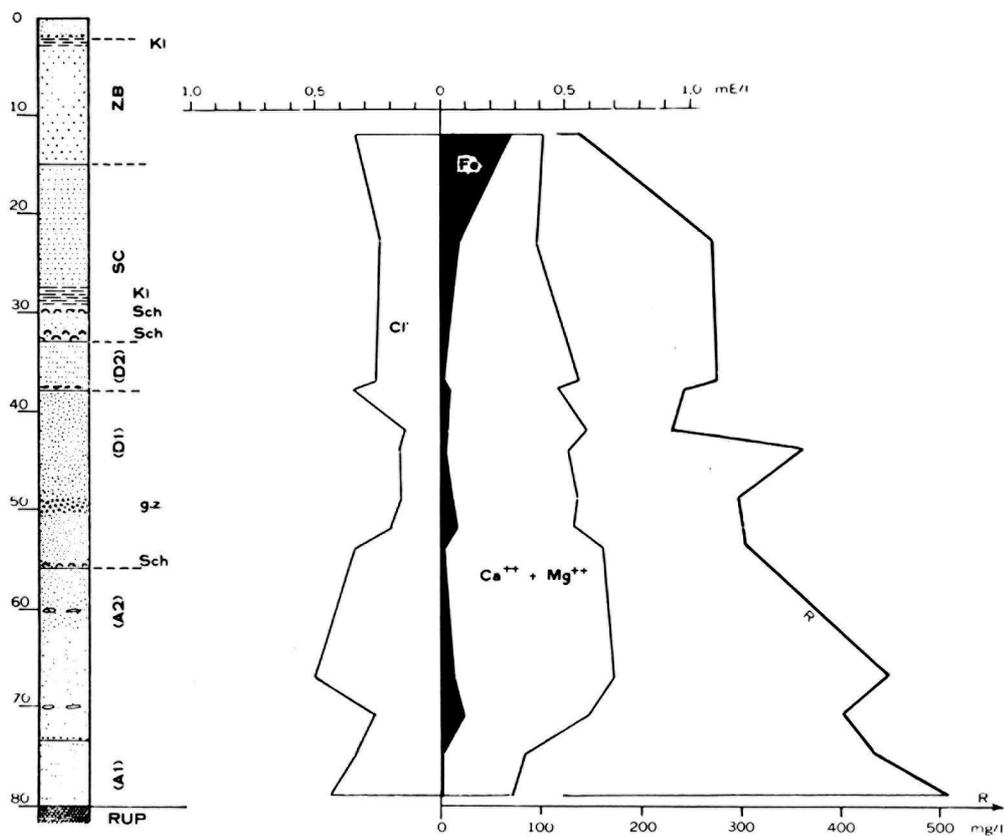


Fig. 7. — Coupe du sondage Den Anker à Brasschaat.
 (Captage de la P.I.D.P.A.) — Composition chimique des eaux avant les pompages
 Cl-, Fe++, (Ca + Mg)++ en milliég./l. — Résidu sec R en mg/l.

- KI = zone argileuse.
 - Sch = bancs coquilliers.
 - gz = sable grossier.
- (Voir fig. 6.)

N.B. — La zone de plus grande perméabilité se trouve entre 40-60 m et coïncide avec une teneur minimale en chlore.

Les deux nappes ont un régime différent, ce qui n'exclut pas, tout au moins localement, une communication par percolation lente à travers la couche argilo-sableuse.

L'alimentation en eau potable de la province d'Anvers est assurée par la P.I.D.P.A. qui possède plusieurs captages dans les sables diestiens, notamment à :

Grobbendonk (7 000 m³/jour); Schoten (3 200 m³/jour); Brasschaat (3 500 m³/jour); Putte-Kapellen, Herentals, Westerloo.

D'autres captages sont en cours d'exécution à Hoogstraten.

En province du Brabant, dans le sud du bassin, des prélèvements sont faits par la S.N.D.E., notamment à Tessenderlo (2 000 m³/j) et dans la région du Démer (Aarschoot : 2 000 m³/j, Zichem, Messelbroek).

Les prélèvements industriels, déjà très importants en certains endroits, notamment à Balen, à Lommel, à Overpelt, à Tessenderlo, à Olen, à Geel, etc., ont tendance à s'amplifier suite au développement industriel de ces régions.

Toutes les eaux recueillies dans les sables miocènes glauconieux sont très ferrugineuses et souvent agressives. Dans les zones profondes de la nappe, la dureté peut atteindre 14°-20°. Près de la surface on trouve généralement une dureté d'environ 6°.

Dans le sud-est de la Campine, les sables diestiens disparaissent et sont remplacés par des *sables boldériens* comme réservoir aquifère.

Cette formation est très hétérogène. On y rencontre, associées à des sables quartzeux non glauconifères, des zones argilo-ligniteuses et, plus bas, des sables fins argileux ligniteux.

Seule la partie supérieure, sur un maximum de 40 m, est donc hydrologiquement utile.

Les eaux sont agressives et souvent de qualité médiocre, influencées par des matières ligniteuses.

Les principaux prélèvements se font dans la région des charbonnages, aux environs de Genk, où les puits creusés donnent un débit spécifique variant entre 4-10 m³/m/h.

2. Sables de Mol et de Brasschaat (Moséen) (5).

Dans la région de Mol-Retie, la nappe aquifère s'établit à faible profondeur, dans la formation des sables de Mol (Plio-Pléistocène).

Ces sables, très quartzeux, sont parfois relativement grossiers jusqu'à 15 m de profondeur et sont alors très perméables. Ils passent plus bas à des sables fins du faciès Casterlien, jusqu'au contact de la zone argilo-sableuse du sommet du Diestien.

Les eaux de cette nappe superficielle sont très agressives. Elles sont actuellement surtout utilisées pour les besoins locaux et domestiques.

Les sables de la région de Brasschaat, qui forment le prolongement des sables de Mol, renferment également une nappe superficielle. Les eaux correspondantes sont généralement polluées.

On a envisagé au début de ce siècle l'implantation de captages par puits filtrants dans la région de Mol-Lommel, en vue d'assurer un complément d'alimentation pour l'agglomération bruxelloise.

Le site présentait certains avantages, notamment par l'étendue du bassin d'alimentation. Le projet a cependant été abandonné pour diverses raisons, surtout à cause des difficultés que

(5) Nous reprenons ici, pour des raisons de commodité, le terme moséen utilisé dans la carte géologique (planche 8) de l'*Atlas de Belgique*, quoique le vocable n'ait pas reçu de consécration officielle.

présentaient à cette époque le traitement de ces eaux et des rendements insuffisants obtenus. D'autre part, l'importance des rabattements était limité par le niveau de flottaison imposé au canal de la Campine.

Dans la partie nord de la province d'Anvers, les puits doivent percer un complexe argilo-silteux (argiles de la Campine) avant d'atteindre la nappe des sables quartzeux, qui se relie, hydrologiquement du moins, aux sables de Mol et de Brasschaat et deviennent très grossiers à la base (sables de Merksplas).

Dans la région de Essen et Hoogstraten, ces puits sont creusés jusqu'à 40 à 60 m de profondeur. Leur rendement varie entre 3 et 15 m³/m/h.

Le captage de la ville de Turnhout est implanté dans cette formation aquifère, mais atteint également les sables aquifères miocènes situés plus bas.

3. Plateau de la Campine.

Tout le plateau oriental de la Campine est recouvert par des graviers de la Haute Terrasse mosane, surmontant soit la formation des sables de Mol, soit celle des sables diestiens, ou des sables quartzeux boldériens.

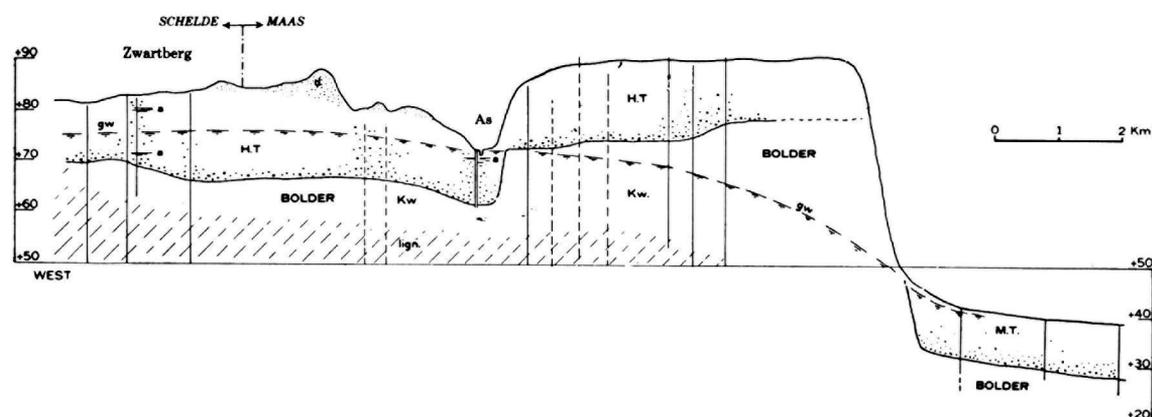


Fig. 8. — Profil W.E. du plateau de la Campine. — Allure de la nappe phréatique (gw). (N.B. On n'a pas tenu compte des remaniements faits à l'ancienne surface topographique.)

Crête de partage Escaut-Meuse. — Captage de la S.N.D.E. à As.

- d = dunes.
- HT = graviers de la Haute Terrasse avec intercalations argilo-limoneuses (a).
- MT = graviers de la plaine de la Basse-Meuse.
- BOLDER. = sables boldériens.
- Kw = sables quartzeux blancs.
- lign. = sables ligniteux.

Les graviers ne sont aquifères que dans les zones où la nappe se place à faible profondeur comme à Lommel, Neerpelt, Brée, dans la région de As.

Le gradient hydraulique est très grand sur les versants du Plateau, notamment du côté est, où l'on rencontre quelques zones de sources dans les échancrures de celui-ci.

Les rendements des captages dans les graviers sont très divers, à cause en partie de l'hétérogénéité de ces dépôts, mais aussi de la perméabilité inégale des sables sous-jacents et de la valeur variable du gradient hydraulique local.

En fait, ce dépôt de gravier joue un rôle assez subsidiaire au point de vue hydrologique. Les eaux sont fortement agressives, assez peu minéralisées, généralement ferrugineuses.

4. Plaine de la Basse-Meuse.

Cette plaine, qui s'étend au-delà de la plaine alluviale actuelle vient buter contre le versant abrupt du plateau de la Campine.

La nappe phréatique s'installe dans les dépôts graveleux pléistocènes et les sables néogènes sous-jacents que l'on rencontre entre 10 et 20 m de profondeur.

Vers le nord, au-delà de Bocholt, la dénivellation s'atténue et il n'y a plus de discontinuité hydrologique avec le Plateau de la Campine.

La S.N.D.E. possède des captages à Brée (1 200 m³/j), Lanaken (2 000 m³/j) et Eisdén (24 000 m³/j).

Le rendement de certains puits est parfois très élevé (localement plus de 200 m³/m/h) pour une section de 800 mm aux captages de Lanaken et Eisdén.

Les affaissements miniers dans la région d'Eisdén, ont provoqué des dénivellations de plus ou moins 4 m et donné ainsi naissance à une zone sourcière importante. Les prélèvements qui y sont faits assurent en même temps le démergement de la région.

Il est curieux de noter que les eaux des captages de Brée, Lanaken et Eisdén sont peu ferrugineuses. Par contre, à Maaseik, dans la plaine alluviale de la Meuse, les eaux sont extrêmement ferrugineuses.

5. Réserves.

La capacité du bassin aquifère de la Campine peut sembler à première vue illimitée, tenu compte notamment de l'étendue des zones d'alimentation.

Il ne faut toutefois pas se méprendre car le rendement hydrologique des diverses formations sableuses est inégal et la qualité des eaux est parfois très défavorable.

Si ce gisement peut être considéré comme quantitativement important, seule une étude sérieuse, tenant compte des divers impératifs locaux, peut en donner une estimation valable.

Nous pensons donc qu'il est actuellement imprudent d'avancer des chiffres. Toutefois, l'ensemble des prélèvements actuellement effectués est loin d'avoir atteint la capacité globale du gisement.

A titre d'information, voici quelques chiffres concernant l'étendue approximative de la zone d'alimentation de ces gisements exprimée en kilomètres carrés.

	<i>Bassin de l'Escaut.</i>		<i>Bassin de la Meuse.</i>	
« Moséen »	Escaut	130	Dommel	210
	Petite Nèthe	340	Aa	54
	Grande Nèthe	84		
Idem en zone subcaptive			780.	
Casterlien	Petite Nèthe	92		
	Grande Nèthe	138		
	Démer r. droite	28		30
Diestien	Petite Nèthe	76		
	Grande Nèthe	325		
	Démer r. droite	255		20
Anversien	Escaut	51		
	Nèthe	120		
Boldérien	Démer r. droite	170		138
Basse-Meuse en aval de Lanaken				325
Zone aquifère de la Haute Terrasse sur les sables de Mol				102
Zone aquifère de la Haute Terrasse sur les sables miocènes				100

D. — Terrains landéniens-heersiens et crétacés de la Belgique orientale.

1. Landénien du Bassin de la Gette.

Dans le bassin supérieur de la Gette, la nappe phréatique s'établit principalement dans les « sables et tuffeaux landéniens ». Ces derniers y sont fortement diaclasés et possèdent une « perméabilité en grand ».

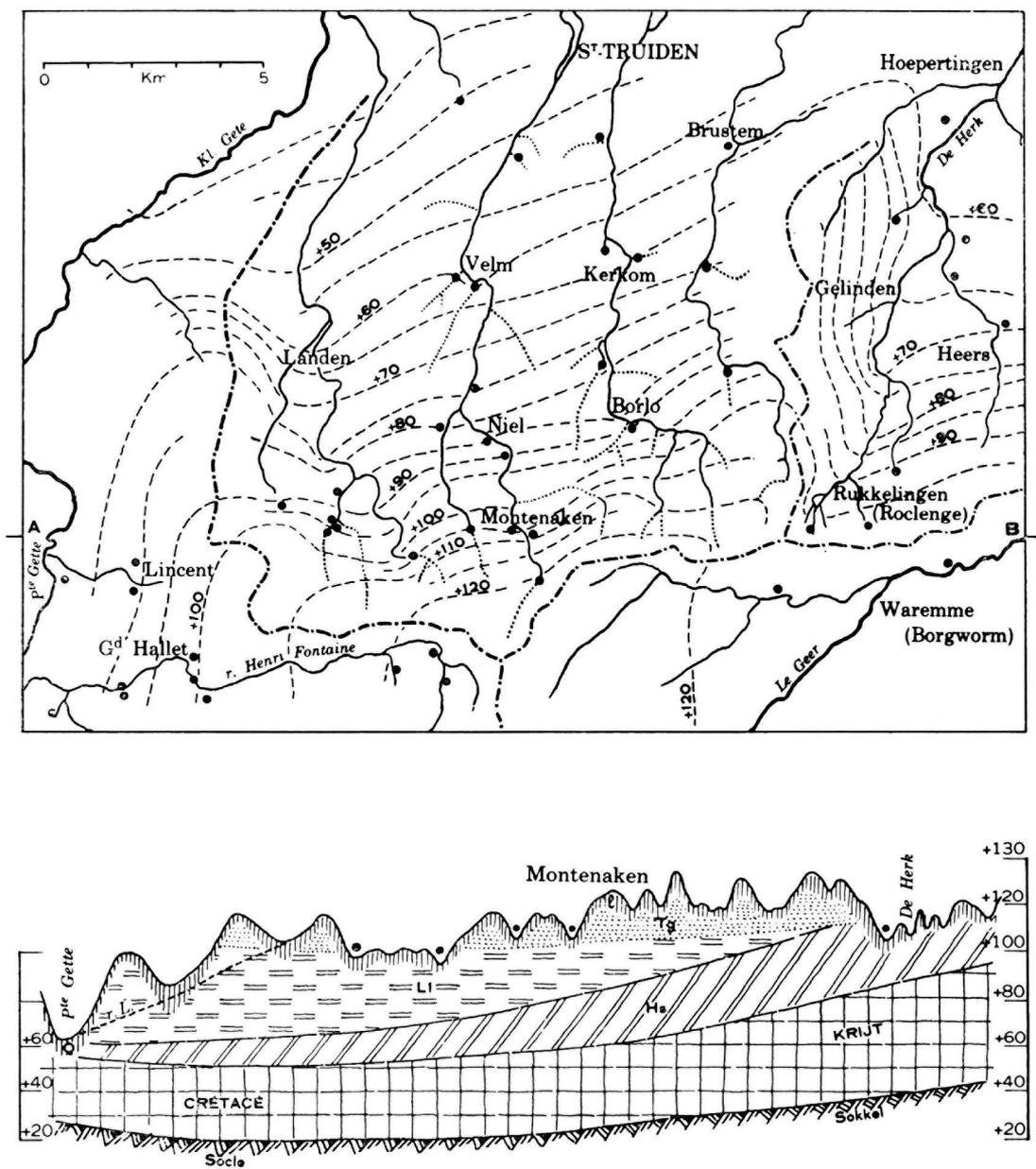


Fig. 9. — Carte et coupe du bassin landénien de la Gette.
 Courbes enveloppes de la surface des thalwegs. — Sources et vallons secs.
 Crêtes de partage.

- Coupe AB :
- l = loess.
 - Q = alluvions.
 - Tg = sable très fin plus ou moins argileux (Tongrien)
 - L1 = tuffeau de Lincent et sables argileux (Landénien).
 - Hs = marnes crayeuses (Heersien).
 - rL = projection du ruisseau de Lincent.

En dehors de cette zone d'affleurement, qui couvre environ 47 000 ha, les tuffeaux landéniens perdent assez rapidement leur perméabilité.

Les limons de couverture sont souvent épais. Des sables tongriens, très fins et partiellement argileux, coiffent en outre le Landénien dans les zones interfluviales.

Ce massif landénien est entaillé par plusieurs vallées sensiblement parallèles, aux abords desquelles existent plusieurs sources dont le débit peut dépasser 2 000 m³/jour, telles que les sources de Velm et de Montenaken. Ces sources se trouvent souvent en aval de longs ravins secs.

L'épaisseur de la zone aquifère n'est pas très considérable et ces sources semblent drainer de larges surfaces. Leur débit est sujet à d'assez fortes variations.

Le débit d'étiage des affluents de la Gette est d'ailleurs relativement faible (rendement moyen : 1,22 m³/ha/j. pour le Molenbeek, la Cicindria, le Veertsbeek).

Le volume total des sources, jaugées en 1943-1945 s'élève à environ 7 400 m³/j. La S.N.D.E. possède plusieurs captages, à Montenaken et Grand Hallet, placés dans les zones d'émergences. Elle croit pouvoir compter sur une capacité totale d'environ 10 000 m³/j.

Signalons encore que la ville de Saint-Trond a capté une source à Velm.

Les eaux du Landénien du bassin de la Gette sont très dures, parfois ferrugineuses, ce qui peut occasionner le colmatage partiel de certains captages. La teneur en chlorures y est relativement élevée.

2. Heersien du bassin supérieur du Démer.

Les marnes heersiennes se comportent comme des craies : elles sont fortement diaclasées en zones d'affleurement et peuvent fournir des débits appréciables. Elles sont hydrologiquement découvertes sur une surface d'environ 10 000 ha.

Par suite du caractère argileux que prennent les couches inférieures du Landénien dans la région de Saint-Trond et Zoutleuw, la nappe contenue dans les marnes heersiennes y prend un caractère artésien.

Elle alimente de nombreux puits privés dans cette région, dont le rendement varie entre 4 et 10 m³/m/h.

Cette eau qui récemment encore jaillissait a été pompée avec excès, gaspillée; sa pression a baissé.

Quelques sources assez importantes se trouvent dans le bassin de la Herk, notamment à Hoepertingen (plus ou moins 2 000 m³/j) et à Groot-Gelmen (plus ou moins 400 m³/j).

Il est probable que la nappe du Heersien est reliée à celle du tuffeau maastrichtien situé plus bas. Aucune couche argileuse continue n'isole ces deux terrains. Elle s'alimente vraisemblablement aussi à la nappe landénienne contiguë.

Des constatations curieuses ont été faites dans la région de Wellen, lors du tremblement de terre de 1936. Plusieurs puits creusés dans le Heersien ont vu brusquement diminuer leur débit, tandis que ceux qui atteignaient le Maastrichtien n'étaient guère influencés.

Cela tient manifestement au caractère fissuré des marnes en opposition à la perméabilité intrinsèque des tuffeaux maastrichtiens.

La situation hydrogéologique dans le Limbourg méridional est parfois obscure, car les renseignements souvent incomplets fournis par les puits creusés dans cette région, ne permettent pas toujours de préciser le rôle respectif des terrains aquifères (Landénien - Heersien - Maastrichtien) que l'on y rencontre.

3. Crétacé du Bassin du Geer et du Bassin de la Méhaigne.

Les terrains crétacés de ces régions comprennent les tuffeaux et les craies grenues à silex du Maastrichtien, des craies blanches, avec à la base une marne grise imperméable (smectique) qui isole la nappe aquifère des terrains paléozoïques sous-jacents.

Le Maastrichtien ne se rencontre que dans la partie nord-est du bassin du Geer. Il possède une perméabilité intrinsèque, tandis que celle des craies est due à la présence d'un réseau serré de diaclases. On peut observer, dans les galeries de captage de la ville de Liège, des diaclases atteignant 1 cm d'ouverture.

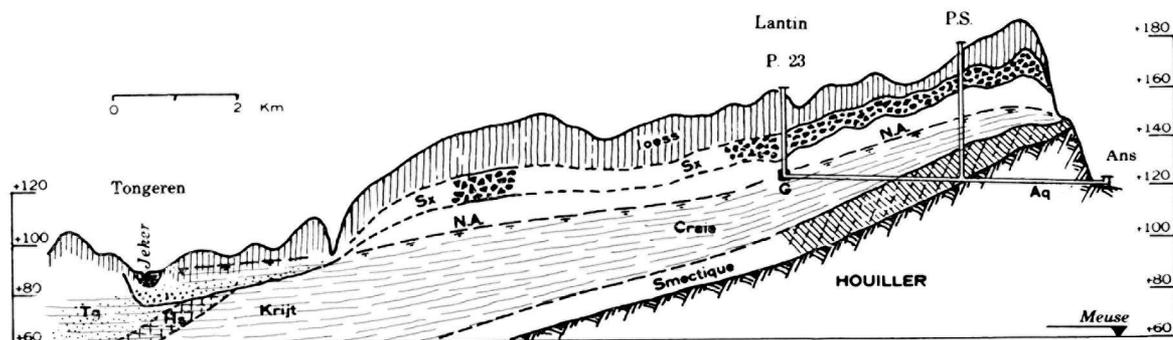


Fig. 10. — Profil à travers le plateau de la Hesbaye.

Captages de la ville de Liège (anciennes installations).

- Sx = argile à silex.
- Tg = sable tongrien.
- Hs = Heersien.
- N.A. = surface de la nappe aquifère.
- Aq = aqueduc - galerie d'aménée.
- G = débouché des galeries captantes Est et Ouest.
- P.S. = puits serrement.

La grande perméabilité de ces terrains crétacés s'est notamment manifestée par de fortes venues d'eau dans les anciennes exploitations de phosphate du sud de la Hesbaye.

La présence de bancs de silex parfois subcontinus et d'autres bancs durs (entre autre le « hard-ground » séparant le Maastrichtien du Campanien sous-jacent), doit influencer le mode de circulation des eaux souterraines, mais le rôle hydrologique précis de ces niveaux peu perméables est mal connu.

On a toutefois pu constater, avant l'exécution des nombreux captages, que la nappe s'y trouvait localement sous pression.

Tous ces terrains crétacés sont recouverts par des couches peu perméables : limons épais (10 m et davantage), sables fins et argiles oligocènes, argile à silex, atteignant une épaisseur totale d'environ 20 m dans la zone des captages de la ville de Liège.

La filtration des eaux pluviales à travers ce manteau est extrêmement lente (deux ans et demi d'après certaines mesures). On constate de plus un déphasage de plusieurs mois entre les fluctuations de la pluviosité et des débits.

Comme, d'autre part, les pertes par évaporation et absorption par les cultures intensives sont importantes, l'alimentation de la nappe se trouve quelque peu diminuée.

La protection contre les pollutions superficielles est en principe excellente, mais il faut éliminer les causes de contamination par les puits abandonnés qui sont d'ailleurs repérés.

Sous le plateau, la nappe se place à un niveau parfois fort bas sous le sommet de la craie, parfois 40 m. L'épaisseur maximum de la zone saturée atteint plus ou moins 20 m.

La région est d'ailleurs caractérisée par l'absence d'un réseau hydrographique important et la présence de plusieurs vallons secs très évasés.

Le drainage de la nappe se fait surtout en direction du Geer. Les sources du versant méridional sont peu importantes, tandis que l'on rencontre plusieurs sources, actuellement captées, débitant initialement 1 000 à 3 000 m³/j sur le versant en bordure du Geer.

Il faut remarquer que le Geer ne reçoit pratiquement rien de son versant nord, qui est extrêmement réduit. Au contraire, par suite du pendage vers le nord des couches aquifères, de leur substratum imperméable et de l'allure du relief qui s'y superpose, une partie des eaux souterraines du bassin du Geer doit être soutirée vers le bassin du Démer.

La nappe du Crétacé, dans la région au nord du Geer, est d'ailleurs nettement captive. On y trouve quelques sources importantes et certains puits, creusés dans les vallées donnent une eau jaillissante.

PRELEVEMENTS. — RESERVES.

Le massif crétacé de la Hesbaye était idéalement situé pour alimenter la ville de Liège. Les premiers travaux de captage par galeries profondes, permettant d'amener l'eau par simple gravité, ont été réalisés par G. Dumont, en 1863, qui avait repris une suggestion de son père, le célèbre géologue André Dumont.

Les galeries de la ville de Liège, placées en majeure partie perpendiculairement à la pente générale de la nappe, atteignent un développement total de 30 km et livrent 30 000 à 40 000 m³/j.

Leur rendement unitaire de 1 m³/m/j est donc relativement faible, mais varie suivant les zones. Il est notamment plus élevé près des versants, où il a atteint 3-4 m³/m/j à Hollogne-aux-Pierres; il est plus faible sur le plateau.

On a relevé des variations de niveau d'environ 5 m entre les périodes sèches et humides.

Des appoints supplémentaires sont fournis par les puits d'Awans et de Voroux-Goreux.

Ces eaux sont dures (plus ou moins 32°) mais cette dureté varie en fonction inverse de la pluviosité.

La partie nord du gisement est exploitée par la S.N.D.E. qui possède plusieurs captages; les plus nombreux par puits, et généralement implantés dans des sites sourciers, notamment à Thys (3 500 m³/j); Wonck (= Bassenge) (2 600 m³/j); Heure-le-Tiexhe (1 200 m³/j); Waremme (4 000 m³/j).

Le rendement de ces puits varie entre 30 et 100 m³/m/h.

La ville de Tongres possède un captage dans le site sourcier de Lauw.

Il existe en outre un assez grand nombre de puits privés, surtout dans la région de Waremme.

Le volume total des prélèvements dans le bassin crétacé du Geer doit vraisemblablement dépasser 60 000 m³/j; ce qui pour une surface d'alimentation de 340 km² correspond à une moyenne de près de 1,8 m³/ha/jour.

Signalons que le débit du Geer, mesuré en 1855, en période sèche, à Glons, avant les prélèvements massifs, s'élevait à 167 000 m³/jour. Ceci représente environ 5,30 m³/j/ha.

Certains auteurs ont évalué les possibilités totales du gisement à 6 m³/ha/j, soit 170 000 m³, mais il serait imprudent de vouloir atteindre ce plafond.

On a suggéré d'alimenter artificiellement la nappe par des eaux pompées dans la Meuse, mais ce projet s'est avéré peu efficace et trop coûteux.

Le bassin hydrologique de la Méhaigne se soude à celui du Geer. Les terrains crétacés y couvrent une surface d'environ 135 km² mais les possibilités d'emmagasinement y sont beaucoup plus faibles que dans le bassin du Geer.

On rencontre cependant encore des zones sourcières intéressantes (la source d'Avin donne environ 1 000 m³/j) dont quelques-unes sont captées.

4. Crétacé en bordure du massif du Brabant.

Quoique ne représentant pas des unités hydrologiques isolées, les deux zones suivantes des formations crétacées se terminant en biseau contre le bord nord-est du massif du Brabant, méritent un intérêt particulier.

- 1° Le Crétacé de la région de Wavre renferme une nappe captive fournissant de très gros débits unitaires, surtout dans la zone caillouteuse au contact du socle. Les eaux provenant de cette dernière zone se relie en fait à la nappe contenue dans le sommet du socle.

Plusieurs industries locales s'alimentent dans cette nappe. Assez récemment, la S.N.D.E. a mis en exploitation un captage dans la vallée de la Dyle (captage de Pécrot), qui au début du forage donnait par jaillissement naturel 4 000 m³/j.

Des sources très importantes (La Motte : 4 300 m³/j; Marbaise : 6 000 m³/j) (jaugeages de la S.N.D.E.), proviennent du trop-plein de la nappe.

Enfin, la S.N.D.E. aménage l'ancienne carrière souterraine de craie à Grez-Doiceau.

Malgré ces gros rendements, la zone d'alimentation naturelle n'est pas fort étendue. Il serait dès lors peut être téméraire de pousser à l'extrême l'exploitation du gisement.

- 2° Le Crétacé du bassin de la Gette, qui affleure dans la région de Jauche et Orp, sur une surface d'environ 2 250 ha, présente également une excellente perméabilité, en particulier à cause de son faciès spécial. Il existe plusieurs sources près de la Gette et ses affluents, donnant jusqu'à 5 000 m³/j en grande partie non encore captées.

Il est possible que ces sources profitent en partie de la nappe installée dans le Landénien du bassin supérieur de la Gette (*voir fig. 9*).

5. Nappe captive du Maastrichtien.

Le Crétacé et plus spécialement le Maastrichtien, que l'on rencontre dans le sous-sol du nord-est de la Belgique, renferme une nappe captive fort étendue, particulièrement intéressante, d'un intérêt vital pour toute la région du Démer.

D'autre part, la minéralisation reste faible jusqu'à une distance assez considérable de la zone d'alimentation directe. On peut en effet trouver encore des eaux potables dans la région de Beringen-Heusden.

La nappe maastrichtienne offre un des meilleurs exemples du phénomène d'échange des bases et de la salinité croissante des eaux artésiennes en profondeur. Ceci est illustré par la figure 11 qui montre en particulier que l'augmentation de la salinité suit une loi logarithmique.

La zone d'alimentation de la nappe maastrichtienne se trouve dans la région des sources du Démer et de la Herk, ainsi que dans l'échancrure de la région de Orp-Jauche (vallée de la Gette).

Cette nappe est utilisée pour l'alimentation en eau potable d'un grand nombre de communes et de villes du Limbourg. Certaines d'entre elles possèdent leur captage propre : Hasselt (plus ou moins 3 700 m³/j), Saint-Trond, Tirlémont et Zoutleeuw.

De plus, des prélèvements importants sont faits par de nombreux puits à usages domestiques ou industriels.

Les eaux du Maastrichtien sont généralement d'excellente qualité mais elles peuvent localement être ferrugineuses, et cela d'une manière assez sporadique. Il est possible que la proximité des sables verts, pyriteux de la base du Heersien en soit la cause.

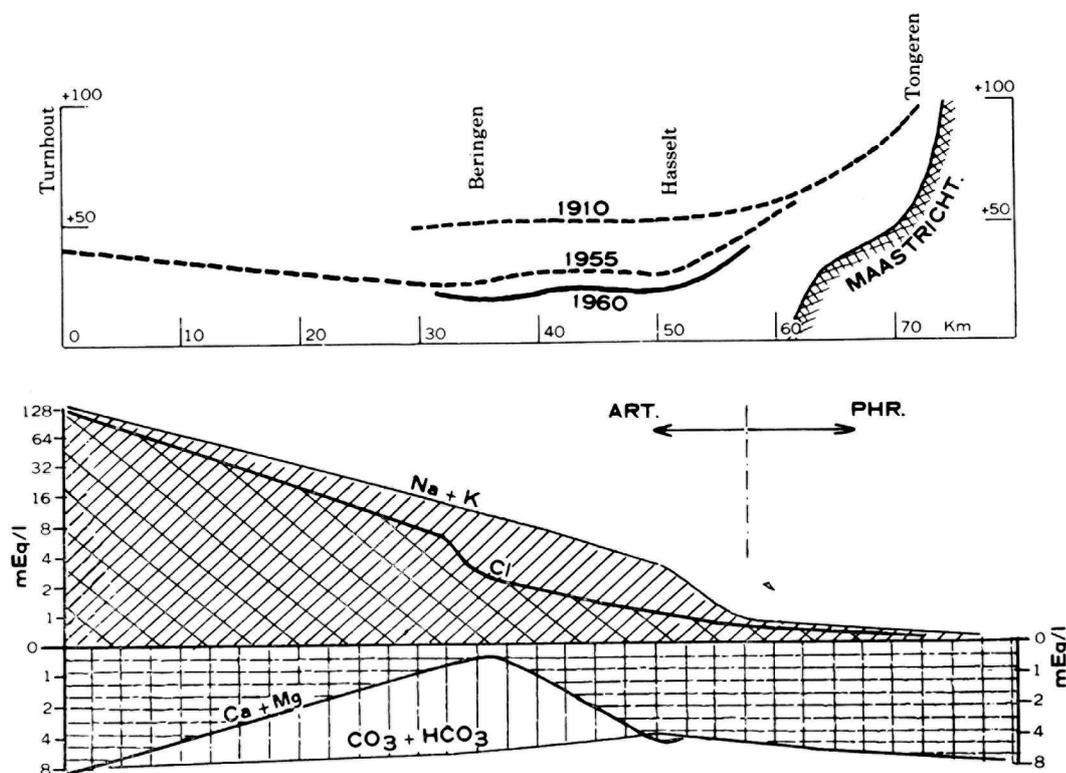


Fig. 11. — Nappe maastrichtienne.
 Evolution du niveau piézométrique et composition chimique (en milliéquivalents/litre)
 suivant un profil Tongres-Turnhout.

Allure du toit du Maastrichtien. — Zones artésiennes et phréatiques.

Le Maastrichtien présente une bonne perméabilité, mais les rendements obtenus au cours des essais de pompage peuvent varier de 1,00 à 10,00 m³/m/h.

On constate, depuis un certain temps, un fléchissement inquiétant du niveau d'équilibre de la nappe maastrichtienne, surtout à proximité des grosses agglomérations, celles de Tirlémont, de Hasselt, etc., ainsi que dans la zone des charbonnages (fig. 11). On a observé que d'importantes coups d'eau dans des chantiers de charbonnages provenaient des cassures provoquées par les affaissements miniers.

Il est donc vraisemblable que des charbonnages pompent un volume important d'eau de cette nappe et l'on ne voit actuellement pas comment on pourrait l'éviter.

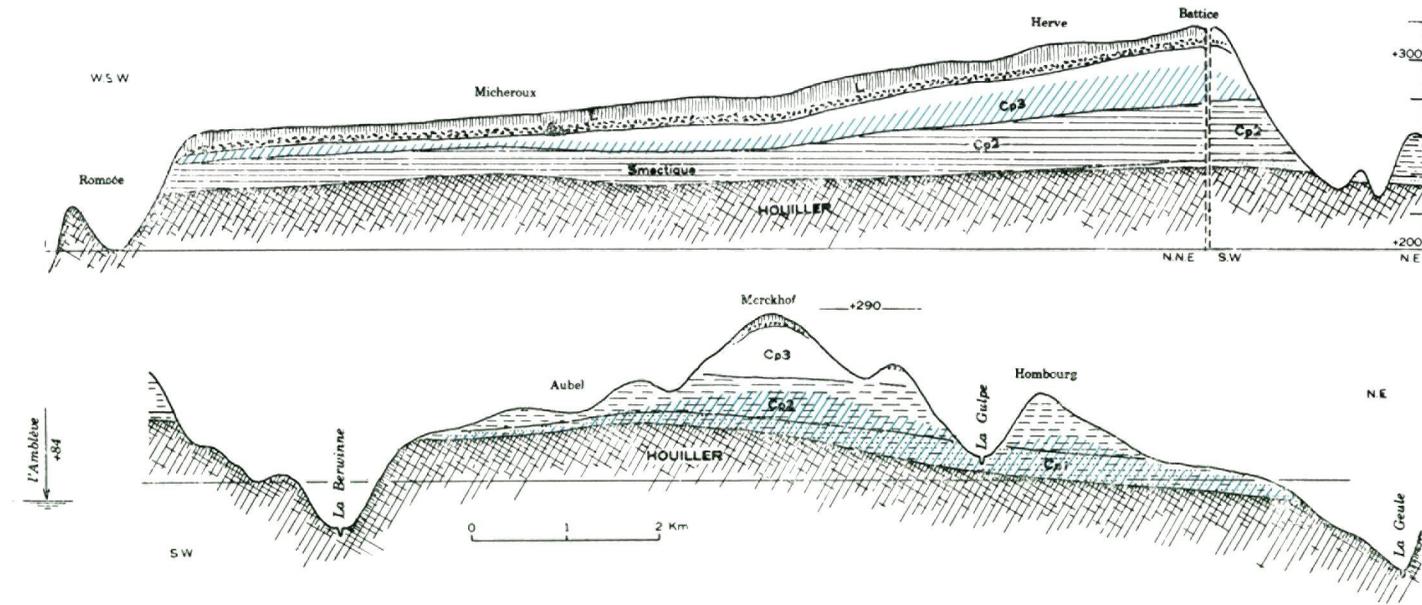


Fig. 12. — Coupes du crétacé du Pays de Herve.

- l = limon.
- Sx = argile à silex.
- Cp3 = craie blanche.
- Cp2 = smectique, sable argileux de Vaals (HERVIEN).
- Cp1 = sables fins d'Aix-la-Chapelle (AACHENIEN).

6. Le Pays de Herve.

Les principales ressources aquifères de la région encadrée par la Meuse et la Vesdre, c'est-à-dire du Pays de Herve, sont contenues dans le Crétacé — et tout particulièrement dans les craies qui recouvrent les plateaux de cette région.

Ces massifs crétacés sont fortement déchiquetés par l'érosion et l'on rencontre, dans les diverses échancrures un grand nombre de sources. Plusieurs de celles-ci sont captées pour les besoins locaux. Les captages peuvent, en moyenne, livrer jusqu'à 400 m³/jour.

Les craies sont fortement fissurées et très perméables. La nappe qui s'y trouve est bloquée à la base par la smectique de Herve, comme sur le plateau de la Hesbaye.

Cependant, des cassures dues à l'exploitation minière ont localement rompu l'étanchéité de cette couche.

L'épaisseur de la zone aquifère des craies ne dépasse pas 20 m. L'étendue totale couverte par les craies de cette région peut être estimée à 95 km², dont environ 35 km² pour le bassin hydrographique de la Berwinne. D'après l'inventaire donné par la S.N.D.E., l'ensemble des sources captées et puits destinés à la distribution publique, livre environ 2 300 m³/j, soit un prélèvement d'environ 0,65 m³/ha/j.

Vers l'est, la smectique passe à des silts et des sables argileux (sables de Vaals), eux-mêmes superposés aux sables d'Aix-la-Chapelle.

Les ressources de ces derniers terrains sont peu importantes et d'intérêt purement local.

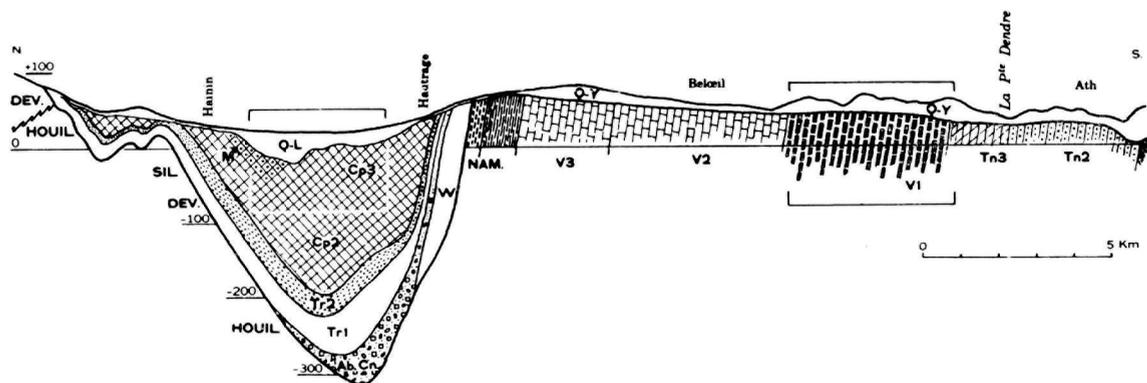


Fig. 13. — Sites géologiques des captages de la T.M.V.W. dans le crétacé du bassin de la Haine et le calcaire carbonifère.

- Q-L = quaternaire de la Haine et Landénien.
- Q-Y = limons - Yprésien - Landénien.
localement relativement peu perméable.
- M = « tuffeaux » Montien et Maastrichtien.
- Cp3-Cp2 = craies blanches.
- Tr2 = craie de Maisières et Rabots.
- Tr1 = marnes.
- Ab.Cn = « meules » (sables - grès - poudingues)
- W = argile wéaldienne.
- NAM = grès et phanites namuriens
- V3 = calcaire de Blaton
- V2 = calcaire de Basècles
- V1 = dolomies.
- Tn3-Tn2 = calcaires tournaisiens.

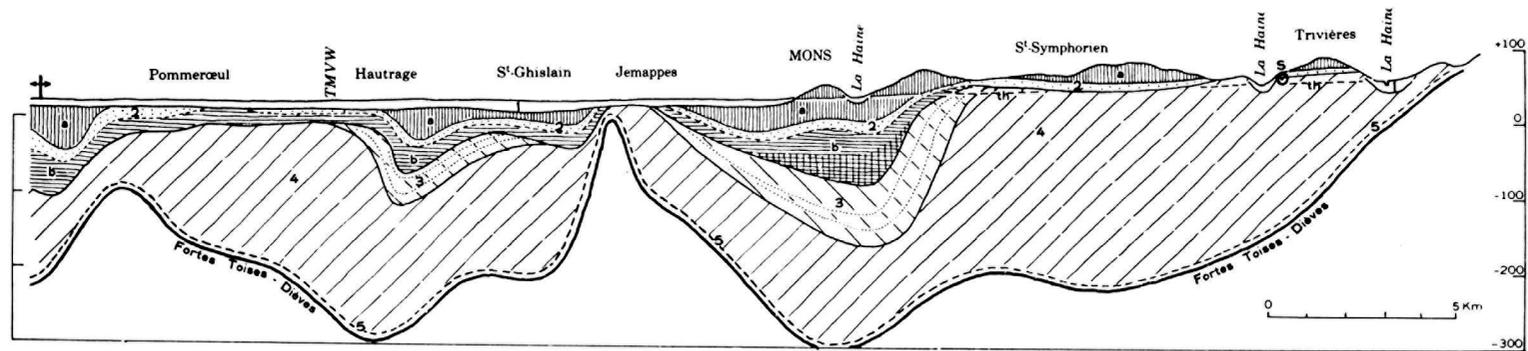


Fig. 14. — Coupe longitudinale de la vallée de la Haine.

- | | |
|--|---|
| 1 = alluvions. | a = argile yprésienne. |
| 2 = sables landéniens. | b = argiles landiennes et marnes montiennes |
| 3 = calcaires, tuffeaux (Montien-Maastrichtien). | S = source. |
| 4 = craies blanches. | th = thalweg de la Haine projeté. |
| 5 = craies glauconifères et rabots. | |

E. — Crétace du Bassin de la Haine.

La dépression à caractère synclinal du bassin de la Haine, où l'on rencontre localement plus de 300 m de terrains crétaciques comprenant plus ou moins 200 m de craie, donne lieu à la formation d'un gisement aquifère très important.

Ce sont les tuffeaux montiens et maastrichtiens, les craies sénoniennes, la craie glauconifère et les « Rabots » turoniens qui permettent, grâce à leur perméabilité souvent très grande, l'accumulation des réserves souterraines.

Les terrains sablo-graveleux et calcareux des « Meules » rencontrés dans les parties inférieures du Crétacé de la Haine, sont également gorgés d'eau (on l'a constaté notamment lors du creusement des puits de mine), mais ne constituent pratiquement pas un gisement utilisable.

La perméabilité des tuffeaux est constante, tandis que celle des craies est très variable. A proximité des vallons et sous le thalweg de la Haine, les craies sont fortement fendillées parfois « bréchoïdes » et possèdent alors une très grande perméabilité.

On a constaté cette perméabilité dans le chantier de l'ancienne écluse d'Obourg, lorsqu'il a fallu en exhaurer 58 000 m³/j, dans les anciennes phosphatières de la Malogne, où la venue d'eau était de 28 000 m³/j et dans le charbonnage de Maurage où l'on pompait 19 000 m³/j d'eau de cette nappe.

Toutes ces anciennes exhaures avaient d'ailleurs asséché les puits et sources avoisinantes.

Certaines sources naturelles donnaient également, à l'origine des débits considérables, dépassant parfois 10 000 m³/j.

Les puits creusés dans la craie peuvent donner des rendements allant jusqu'à 100 m³/m/h.

L'existence d'un gradient hydraulique suivant l'axe du bassin doit, du moins théoriquement, susciter un courant souterrain ou une mise en charge en direction de l'ouest.

Toutefois, le régime de la nappe ainsi que le rendement des captages sont fortement influencés par l'allure irrégulière du fond de la cuvette crétacique donnant lieu à la formation de seuils ou d'étranglements (comme à Hautrage et à Jemappes).

Dans la zone axiale du bassin, à l'aval de Saint-Symphorien, la présence de sédiments yprésiens et landéniens à caractère argilo-silteux, confère à la nappe un caractère captif. Elle peut être jaillissante sous les alluvions comme au captage de Hainin-Hautrage.

La nappe se prolonge en France, où elle est captive dans la région de Lille; elle possède encore une importante zone d'alimentation dans la région de Cambrai-Valenciennes.

A proximité des bords de la plaine alluviale, le trop-plein de la nappe de la craie peut venir se déverser par-dessus les argiles yprésiennes.

PRELEVEMENTS. — RESERVES.

La nappe de la craie du Hainaut contribue à l'alimentation de la région et à celle des Flandres et de l'agglomération bruxelloise.

Citons parmi les principaux captages destinés à la distribution publique :

- le captage d'Hainin-Hautrage de la T.M.W.V. (débit maximum prévu : 30 000 m³/j) pour l'alimentation des Flandres;
- le captage de Hornu (6 000 m³/j), de Bray (5 000 m³/j), de Grand-Reng (5 000 m³/j), de la S.N.D.E., servant aux besoins locaux;
- le captage des sources de Spiennes (15 000 m³) pour la ville de Mons.

La C.I.B.E. projette des prélèvements importants à Nimy-Maisières (25 000 m³/j), par puits, elle a également envisagé de prendre de l'eau dans d'anciennes exploitations souterraines de La Malogne et de Saint-Symphorien. Tout récemment, des captages ont été entrepris dans la région de Ghlin.

Un volume encore important est perdu parce qu'il est épuisé par des charbonnages dans la région du Centre et les ouvrages du démergement dans les zones sujettes à des affaissements miniers. Les eaux d'exhaure des charbonnages sont souvent inutilisables mais celles du démergement devraient être récupérées. Des travaux visant à remédier à cette situation sont d'ailleurs en cours d'exécution par l'Association intercommunale I.D.E.A. Des pompages d'environ 70 000 m³/j ont été prévus.

La surface du bassin hydrographique de la Haine, en aval du seuil de Jemappes, atteint 56 200 ha, et à la frontière française 109 000 ha. La zone d'alimentation des craies en territoire belge représente 20 000 ha, soit 18 % du bassin hydrographique total. La zone en régime captif, à l'aval de Saint-Symphorien, couvre environ 13 400 ha.

On a évalué de différents côtés les réserves disponibles de l'eau de la craie; on a parlé de 300 000 m³/j, mais il s'agit de simples évaluations sans bases précises.

Signalons toutefois que le débit de la Haine, en période d'étiage, s'élève à environ 270 000 m³/j à la frontière française, ce qui correspond à environ 39 % de la pluviosité ou un rendement de 2,5 m³/ha/j pour l'ensemble du bassin hydrographique.

On a de plus estimé à environ 120 000 m³/j le volume minimum des eaux qui à un moment donné, s'écoulaient par les sources et était enlevé par les exhaures.

Une étude poussée de la nappe de la craie a été faite en 1913 par M. Robert. Il semble qu'au moins dans les zones « riches », celles de Obourg-Harmignies, il n'y ait pas de fléchissement notable à signaler par rapport à l'ancienne situation.

Par contre, dans les zones à régime captif du nord de la France, la baisse du niveau d'équilibre est très sensible, elle est d'environ 5 m/an dans la région de Lille.

F. — Calcaire carbonifère du Hainaut et du Bassin de Namur.

La bande de calcaire carbonifère qui s'étend depuis la région de Tournai jusqu'au méridien de Namur et qui suit plus loin la vallée de la Meuse en direction de Visé, renferme un gisement aquifère continu.

Les couches ne sont pas déformées et penchent assez régulièrement vers le sud. La perméabilité de la roche est due à la présence d'un réseau de diaclases ouvertes. Certains joints stratigraphiques, notamment le « Gras Délit », créent des niveaux aquifères intermédiaires.

La nature même des calcaires joue également un rôle, dans le degré de fissuration de la roche. On rencontre des calcaires titrant de 65 à 93 % de CaCO₃; certains sont de nature crinoïdique, d'autres à grain fin. De plus, les calcaires viséens sont partiellement dolomités et parfois complètement silicifiés à la partie supérieure.

L'allure de la surface du calcaire présente de nombreuses irrégularités dues à la formation de poches de dissolution, colmatées par des résidus de dissolution et des sédiments wealdiens (sables - argiles - cailloux). On peut, dans ce cas, rencontrer des zones aquifères localement emprisonnées sous une croûte siliceuse.

Par suite de ces diverses circonstances, le rendement des puits creusés dans les calcaires dinantiens est très variable et l'on pourrait parfois parler de circulation subkarstique.

Dans les circonstances favorables, on peut obtenir des rendements de 100 m³/m/h et même davantage.

Cependant, dans l'ensemble, le régime aquifère correspond bien à celui d'une véritable nappe, dont le niveau d'équilibre présente une allure assez régulière.

Les travaux dans les carrières ont parfois donné lieu à d'énormes coups d'eau entraînant l'abandon du gisement. Les exploitations doivent faire face à des exhaures plus ou moins importantes.

La percolation des eaux pluviales est localement freinée ou arrêtée par la présence d'argiles et silts yprésiens, ou de marnes turoniennes. Le Landénien de la région est généralement essentiellement sableux.

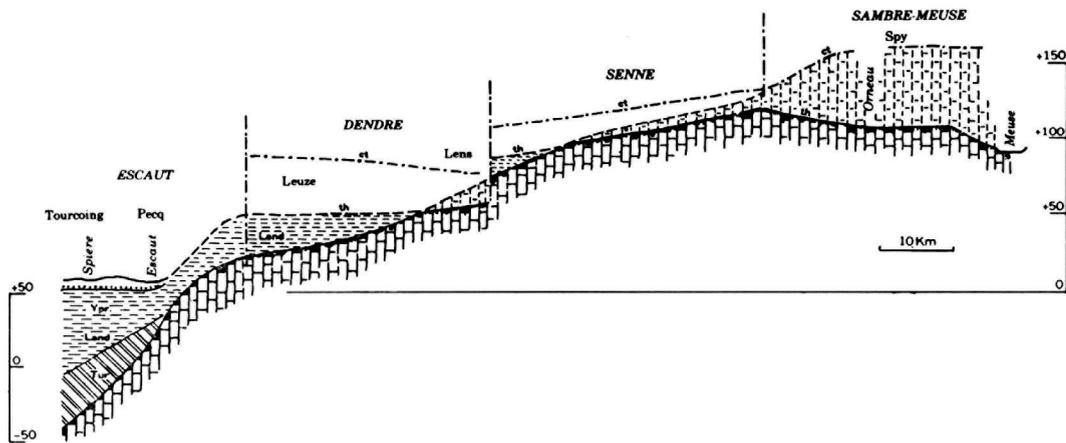


Fig. 15. — Allure schématique de la surface du calcaire carbonifère. suivant l'axe de la zone d'affleurement Pecq-Namur. — Bassins hydrographiques.

- ct = enveloppe de la surface topographique.
- th = enveloppe de la surface des thalwegs.
- Ypr = Yprésien (argile).
- Land = Landénien (sable plus ou moins argileux).
- Tur = Turonien (marnes).

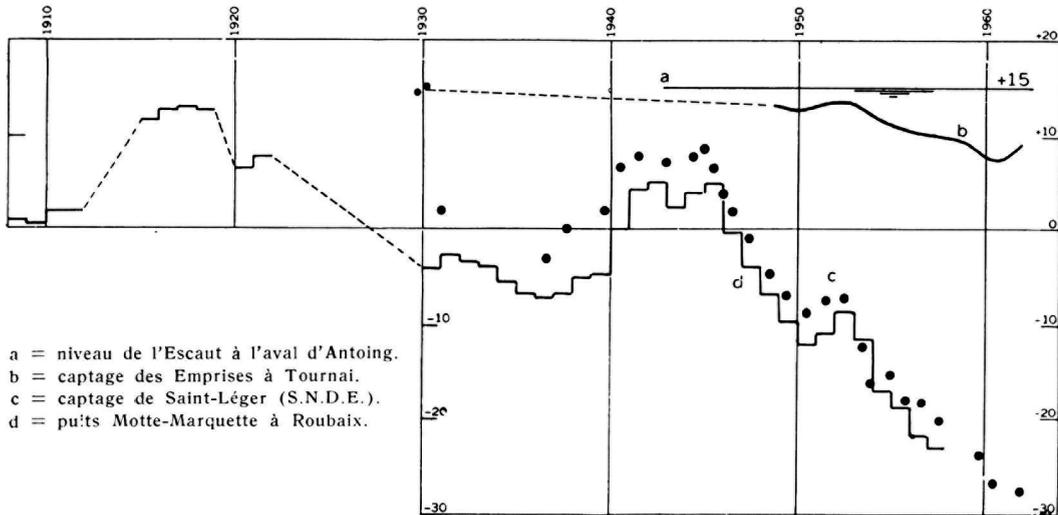


Fig. 16. — Evolution du niveau d'équilibre de la nappe du calcaire carbonifère du Tournaisis (zone captive).

Il est possible qu'une partie des eaux ruissellant sur les régions à couverture yprésienne dont l'imperméabilité n'est peut-être pas absolue, pénètrent encore dans la masse calcaire.

A l'ouest de l'Escaut, la nappe du calcaire prend un caractère franchement captif.

Vers le sud, le calcaire plonge sous les terrains houillers et y reste aquifère, mais le gisement correspondant n'est pratiquement plus exploitable.

La surface du calcaire est recoupée en cluse par le thalweg de l'Escaut dans la région Antoing-Tournai. Vers l'est, elle est entaillée par les affluents supérieurs de la Dendre et de la Senne.

Plus loin, le drainage se fait vers la Sambre par le Piéton et l'Orneau.

Le réseau hydrographique est jalonné par un assez grand nombre de sources, parfois importantes, 2 000 à 6 000 m³/j, notamment à Thumaide, Sirault, Erbaut, Mignault, Casteau-Thieusies, Viesville, Onoz, etc.

Certains puits creusés dans les plaines alluviales peuvent rencontrer des eaux jaillissantes.

Dans la région de Tournai, les sources sont rares. La circulation des eaux souterraines y est en outre compliquée par la présence de failles formant écran.

Il est probable, tenant compte de l'allure générale de la surface du calcaire sous la couverture tertiaire initiale (*fig. 15*) qu'il existe, en dehors des drainages locaux vers les différents thalwegs un courant de fond général vers le bassin de l'Escaut. Ceci pourrait de toute façon expliquer l'importance des volumes soutirés par l'exhaure des carrières du Tournaisis.

Il serait toutefois trop simpliste de penser que les eaux percolées dans la région de Namur par exemple, viennent finalement aboutir en partie dans le Tournaisis.

Les eaux du calcaire carbonifère sont très dures, plus ou moins sulfatées et ce caractère se renforce parfois à la suite des pompages. Celles qui proviennent des zones captives sont en outre caractérisées par la présence de fluor.

Localement ces eaux peuvent être agressives, notamment lorsque le calcaire est fortement silicifié, comme dans le captage des Emprises de la ville de Tournai.

PRELEVEMENTS. — RESERVES.

Le gisement aquifère contenu dans le calcaire carbonifère est très largement mis à contribution.

Plusieurs captages sont faits près des zones d'émergences à Erbaut, Lens, Casteau - Thieusies, Viesville, etc.

On peut parfois capter des venues d'eau localisées dans des carrières actives, comme à Maffle, ou disposer de certaines carrières abandonnées, comme à Neufvilles.

Celles-ci peuvent, dans certains cas, servir également de réservoirs d'emmagasinement des débits excédentaires provenant d'autres adductions.

Les captages de la C.I.B.E. dans les anciennes carrières de Ligny et des Ecaussinnes sont capables de livrer respectivement des débits de pointe de 30 000 m³/j et 24 000 m³/j.

L'ancienne mine de pyrite et galène de Vedrin, où le filon recoupe des calcaires dolomités, abandonnée par suite des difficultés d'exhaure, a été reprise et aménagée par la C.I.B.E. qui y soutire actuellement environ 25 000 m³/j.

Les captages ordinaires se font généralement par puits de grand diamètre de 500 mm et davantage.

Quelques communes captent elles-mêmes de l'eau, comme Tournai, Antoing et Leuze.

La S.N.D.E. capte d'importants volumes d'eau, notamment dans les carrières à Neufvilles (6 500 m³/j), à Chièvres (5 000 m³/j), à Montignies (5 500 m³/j), à Pecq-Saint-Léger (25 000 m³/j), et à Mouscron (10 000 m³/j).

La T.M.W.V. a récemment mis en service des prises d'eau dans le bassin supérieur de la Dendre, à Mainvault-Blicquy, destinés à fournir 30 000 m³/j pour l'alimentation des Flandres.

Des quantités considérables sont prélevées par l'industrie française et l'alimentation en eau potable de la région Roubaix-Tourcoing, environ 110 000 m³/j.

Les captages à destination industrielle en territoire belge sont beaucoup plus faibles.

A cela il faut ajouter une exhaure encore importante non utilisée dans les carrières actives. Cet exhaure rabat la nappe fort en dessous du fond de l'Escaut. Cependant, le colmatage de celui-ci empêche les pertes qui, autrement, seraient inévitables. Actuellement le nombre de carrières actives est fort réduit, mais elles sont plus profondes et provoquent des rabattements localement plus accentués.

La surface totale du gisement, en dehors du recouvrement houiller, couvre en Belgique environ 148 000 ha, dont près de 31 %, soit environ 46 000 ha, ne sont pas coiffés par des dépôts argileux.

On peut admettre, en première approximation que la nappe des calcaires considérée ici livre actuellement quelque 280 000 m³/jour.

Le centre de gravité des prélèvements se place dans le bassin de l'Escaut, entre Tournai et Roubaix. La situation y est gravement compromise.

Le niveau de la nappe captive à l'ouest de Tournai, montre en effet un fléchissement inquiétant de près de 2 m/an, réellement provoqué par l'exagération des prélèvements, comme le montre la remontée rapide du niveau après les périodes d'arrêt momentané (*fig. 16*). En même temps, l'exhaure importante dans le Tournaisis, qui atteignait anciennement 60 000 m³/j (33 000 m³ en 1949) coupe tout apport venant de la zone d'alimentation normale du Tournaisis, elle-même relativement peu étendue.

Cette situation compromet non seulement l'industrie de la région Roubaix-Tourcoing, mais aussi l'alimentation du sud des Flandres, qui est actuellement tributaire des captages de Mouscron, Pecq, Saint-Léger.

G. — Thalweg de la Meuse supérieure.

Le thalweg de la Meuse est, jusqu'un peu en aval de Visé, entièrement creusé dans des terrains paléozoïques.

Il est comblé par des dépôts limoneux et graveleux dont l'épaisseur totale ne dépasse jamais 10 m et qui s'étalent sur une largeur très variable de 100 m à 2 km, généralement maximum à la traversée de zones schisteuses.

La présence locale de zones argilo-sableuses ou de graviers consolidés dans la masse modifie partiellement l'écoulement de la nappe qui peut accidentellement se scinder en deux nappes partiellement isolées, comme le montre le captage d'Ougrée.

Le niveau de la nappe dans les puits se place normalement au-dessus du plan d'eau de la rivière.

Il y a apport latéral d'eau de ruissellement venant des coteaux et en même temps percolation d'eau de rivière. On peut de plus admettre une alimentation par courants de fonds lorsque le thalweg est entaillé dans des terrains perméables comme les calcaires dinantiens.

La composition chimique de l'eau est généralement intermédiaire entre celle de la rivière et de l'eau des plateaux. Elle peut varier entre de larges limites et est influencée par les pompes.

La dureté est comprise entre 25° et 45°. On constate de très grandes irrégularités dans la teneur en fer.

Les zones stagnantes de la partie profonde de la nappe renferment H₂S dissolvant par conséquent plus de fer sous forme de bicarbonate. Leurs eaux sont de ce fait, nettement plus ferrugineuses que celles des zones « aérées » de la nappe.

On peut enfin rencontrer des eaux très sulfatées à proximité des terrains houillers ou de terrils.

Le rendement des puits, généralement de grand diamètre, de 300 et 1 000 mm, est également très variable, compris entre 20 et 200 m³/m/h.

Plusieurs captages importants destinés à l'alimentation de réseaux de distribution, sont implantés dans certaines zones de la plaine alluviale, notamment à :

Anseremme (S.N.D.E.) : plus ou moins 800 m³/.

Yvoir-Champalle (C.I.B.E.) : plus ou moins 10 000 m³/ (capacité maximum : 20 000 m³/j).

Jambes (S.N.D.E., pour l'alimentation de Namur) : plus ou moins 13 000 m³/j.

Beez (S.N.D.E.) : plus ou moins 6 000 m³/j.

Ben-Ahin (C.I.B.E.) : plus ou moins 17 000 m³/ (capacité maximum : 35 000 m³/j).

Amay (S.N.D.E.) : plus ou moins 4 000 m³/j.

Haccourt (S.N.D.E.) : plus ou moins 900 m³/j.

Etc.

Soit au total près de 52 000 m³/j en moyenne.

Il faut y ajouter un assez grand nombre de puits isolés utilisés par l'industrie locale, dans la région d'Andenne, Huy, Seraing, Liège et Visé.

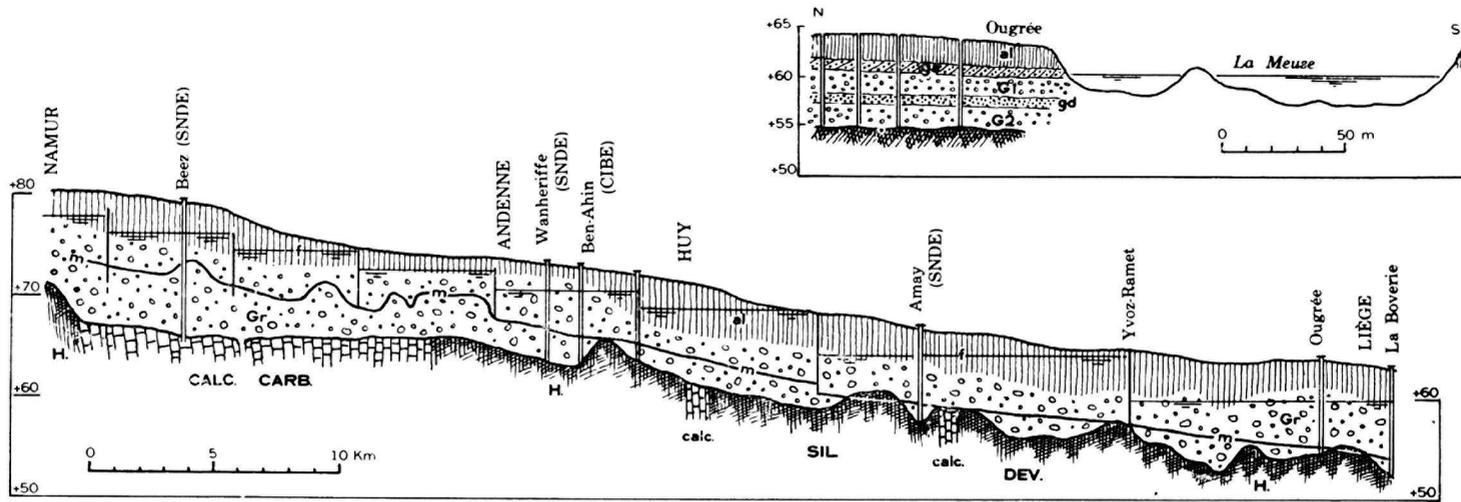


Fig. 17. — Coupe schématique suivant le thalweg de la Meuse de Namur à Liège. — Emplacements de quelques captages.

m = fond du fleuve.
 f = niveau de flottaison normale.
 al = alluvions limoneuses (localement caillouteux).
 Gr = masse graveleuse

Détails du captage d'Ougrée }
 ga = gravier argileux.
 G1, G2 = gravier perméable.
 gd = gravier durci peu perméable.

H. — Calcaire carbonifère du Bassin de Dinant.

Le bassin de Dinant présente une structure géologique très particulière, caractérisée par la succession de plis plus ou moins réguliers, sensiblement parallèles, présentant localement des ennoyages et des redressements longitudinaux.

Cette structure, qui se reflète dans la topographie, se marque par l'alternance de zones inégalement développées où affleurent soit des grès et schistes famanniens, soit des calcaires dinantiens, soit des schistes houillers.

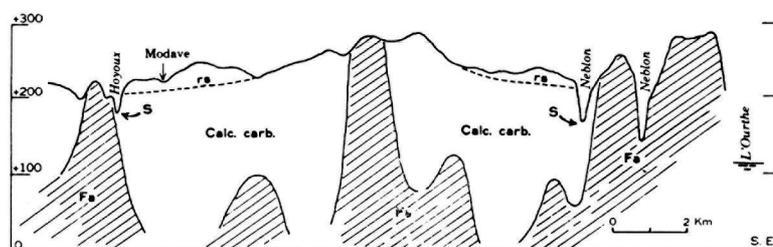


Fig. 18. — Coupe schématique du Hoyoux au Néblon.

N.B. — L'allure générale des couches est simplement suggérée.

rs = ravin sec.
s = site sourcier.

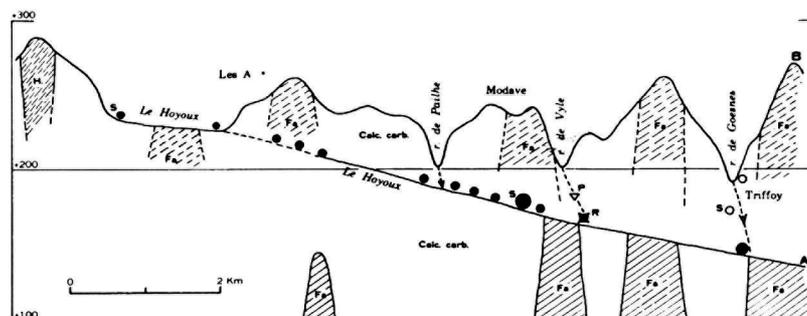


Fig. 19. — Profils suivant l'axe du Hoyoux (A)
et à 2,5 km à l'ouest (B).

Fa = Famennien.
H = Houiller.
Calc. carb. = calcaires dinantiens.
Pente moyenne du Hoyoux = 12,5 ‰.
des affluents = 7 ‰.
S = sources.
P = pertes.
R = résurgence.

Les calcaires sont très fortement fissurés et ont une capacité d'emmagasinement largement supérieure à celle des roches famanniennes, que l'on rencontre principalement sur les crêtes.

Les gisements aquifères sont groupés presque exclusivement dans une série de bassins en forme de cuvettes allongées, de dimensions très diverses. Quelques-uns sont isolés, mais la plupart se soudent en donnant ainsi localement lieu à la formation de gisements relativement vastes, notamment dans la région du Hoyoux, du Néblon et de la Meuse.

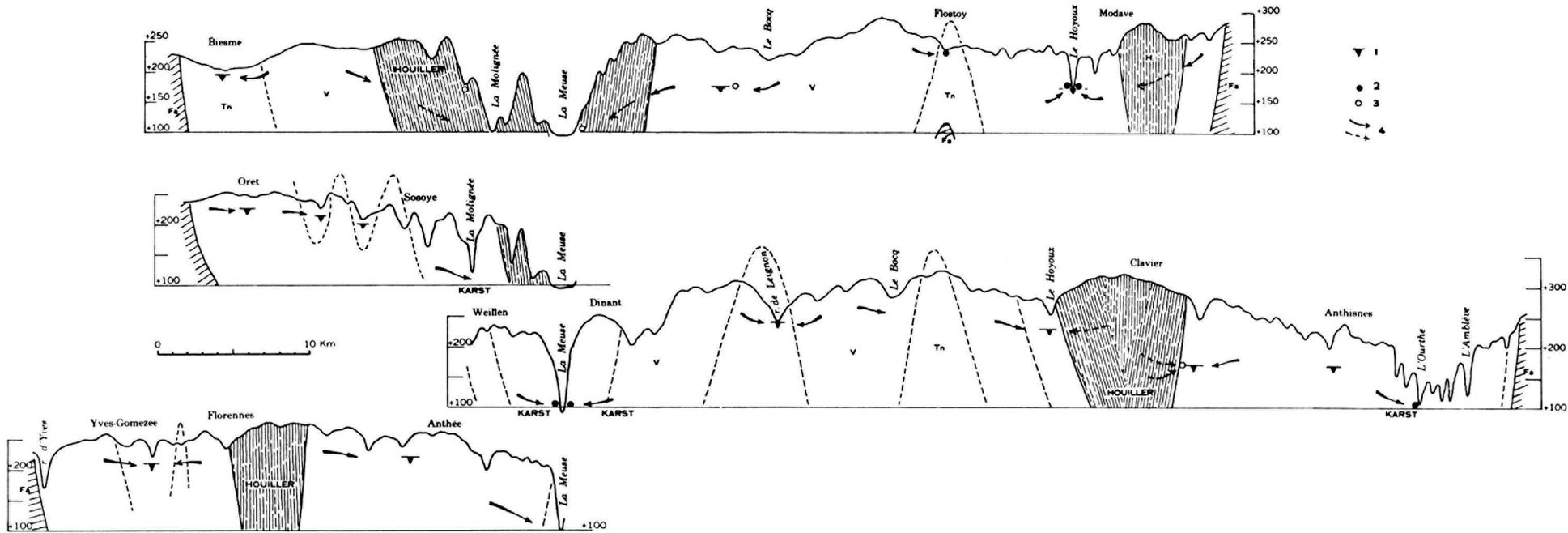


Fig. 20. — Coupes suivant l'axe de quelques synclinaux calcaires du Bassin de Dinant.

- 1 = niveau aval des cours d'eau et des zones d'émergence.
- 2 = sources et résurgences.
- 3 = sources et résurgences en dehors des coupes.
- 4 = sens présumé de la circulation des eaux souterraines.

Les caprices du réseau fluvial qui entaille soit transversalement, et alors souvent profondément, soit longitudinalement les bassins calcaires, ont donné naissance à des sources ou des sites sourciers parfois très importants.

Il existe également plusieurs vallons secs qui sont souvent — mais pas nécessairement — liés à des zones karstiques.

Dans les vallées transversales, la différence de niveau entre la vallée et la surface piézométrique de la nappe souterraine, augmente vers l'aval. Le débit naturel des émergences, fonction de cette différence de niveau, doit donc être maximum à l'aval. C'est ce que l'on constate effectivement.

Le débit des sources d'aval devient très élevé lorsqu'elles drainent des bassins importants, par exemple ceux du Hoyoux à Modave et du Neblon.

Certaines sources se trouvent près des étranglements des synclinaux calcaires, comme la source de Flostoy.

Bon nombre de sources échappent à toute règle précise, par suite de la variabilité de l'état de fissuration de la roche, des facteurs tectoniques, topographiques et autres, qui les conditionnent.

Plusieurs des sources issues des calcaires dinantiens sont remarquables par la constance apparente de leurs débits, de la température et de la qualité des eaux.

Le régime de ces sources qui, au début, semblait aberrant et a donné lieu à d'âpres discussions peut s'expliquer :

- 1° Le volume considérable du magasin aquifère formé par le réseau de fissures ainsi que le long cheminement souterrain provoque une décantation naturelle;
- 2° Le fait que les calcaires tournaisiens, en grande partie crinoïdiques, donnent un résidu insoluble plus ou moins filtrant, car ces calcaires renferment parfois 15 % de matières insolubles.

E. Van Den Broeck qui s'était fait le défenseur passionné de la qualité naturelle des eaux du Tournaisien, a lancé le terme de « gravier biologique filtrant » faisant allusion à la présence d'un grand nombre d'articles de crinoïdes dans le résidu de dissolution mêlés à des éléments sablo-argileux d'origine diverse.

Il faut toutefois ramener à de plus justes proportions les propriétés particulières de ce « gravier »;

- 3° Les fissures sont colmatées par des restes de dépôts sableux oligocènes;
- 4° La présence éventuelle d'un manteau limoneux qui peut atteindre localement 2,00 m d'épaisseur dans le Condroz.

On a constaté, lors du creusement des galeries de captage et par des observations faites en carrière, que les calcaires tournaisiens ne renferment pas de grottes, mais bien un réseau très serré de fissures.

Il y a donc formation d'une réelle nappe aquifère.

Cependant, il existe aussi de véritables résurgences en relation avec des pertes. Celles-ci se rencontrent principalement dans les calcaires viséens, qui sont parfois très purs, et dans certaines dolomies, de préférence à proximité des thalwegs fortement développés, où la couverture meuble filtrante est pratiquement absente, comme dans la vallée de la Meuse aux environs de Dinant, et dans la vallée de l'Ourthe.

On connaît d'autre part des émergences qui forment des cas intermédiaires entre les sources et les résurgences.

L'expérience acquise a montré qu'il faut étudier chaque cas en particulier et que des précautions sont toujours indispensables.

Le débit très considérable de certaines sources implique des apports lointains. C'est le cas des sources du Néblon et du Hoyoux, qui venaient sourdre dans le lit de la rivière.

Les synclinaux houillers doivent jouer le rôle d'écran dans la circulation des eaux souterraines.

Cette circulation souterraine peut, dans d'autres cas, défavoriser certains sites sourciers situés par exemple vers les extrémités des bassins synclinaux, d'où une partie des eaux peut s'écouler vers les thalwegs profonds situés en contrebas. Le fléchissement de la nappe que l'on a constaté par exemple dans la région d'Oret pourrait s'expliquer de cette manière.

Il peut s'établir des niveaux aquifères secondaires dans la masse des calcaires, par suite de l'intercalation de zones de calcschistes lorsque les couches sont subhorizontales. C'est ainsi que l'on a rencontré une nappe « perchée » située à 70 m au-dessus de la Meuse dans la région de Dinant. Cependant, lorsque l'on se trouve sur les plateaux il faut normalement forer jusqu'au niveau de la rivière proche pour atteindre la nappe.

Au sondage de Wépion, on a rencontré vers 1 000 m de profondeur des zones karstiques dans des calcaires viséens se trouvant en continuité avec les calcaires similaires affleurant sur les rives de la Meuse. L'eau souterraine qui s'y trouvait contenue se mettait en équilibre hydrostatique avec la Meuse et était à peine minéralisée.

Les fluctuations des débits des sources importantes suivent assez bien les variations de la pluviosité hivernale et cela à peu près dans les mêmes rapports respectifs.

PRELEVEMENTS. — RESERVES.

Les gisements les plus importants et les principaux captages se trouvent à l'est de la Meuse.

Il faut citer en premier lieu les captages de la C.I.B.E. dans la vallée du Hoyoux, près de Modave (45 000 m³/j), dans la vallée du Bocq, à Sovet-Spontin et Crupet-Durnal (30 000 m³/j)

L'Intercommunale des Eaux de l'Agglomération liégeoise a capté le site des sources du Néblon (30 000 m³/j).

Il existe encore quelques autres captages beaucoup moins importants à Lisogne 2 000 m³/j, à Ciney 2 400 m³/j (S.N.D.E.), etc.

A l'ouest de la Meuse les captages sont plus modestes. Signalons ceux de la S.N.D.E. à Yves-Gomezée (9 000 m³/j), Fraire (3 600 m³/j) et Oret (3 600 m³/j), totalisant environ 22 000 m³/j.

Les captages très importants de Modave, Néblon, Spontin, Yves-Gomezée etc., sont réalisés par galeries creusées dans le rocher, à proximité des sites sourciers, parallèlement à la rivière. Ces captages sont munis de serrements et doivent être protégés contre les crues. A Modave, le cours de la rivière a été détourné sur un lit artificiel bétonné.

Les eaux ainsi recueillies sont conduites par gravité vers les collecteurs.

Les autres captages sont effectués par puits implantés dans les sites sourciers.

Au total, les calcaires dinantiens du bassin de Dinant livrent environ 130 000 m³/jour pour les distributions publiques.

La surface totale des zones d'affleurement s'élève à environ 53 000 ha, dont 9 400 ha pour les petits bassins isolés.

On peut comparer les superficies des principaux bassins hydrographiques qui y sont associés et l'étendue du calcaire.

		<i>Surface des calcaires.</i>	
Le Bocq	23 340 ha	7 260 ha	31 %
Le Hoyoux (en amont de Marchin)	19 370 ha	13 355 ha	70 %
La Molignée	13 900 ha	5 400 ha	39 %
Le Néblon	7 600 ha	4 020 ha	53 %
Le ruisseau d'Yves	8 800 ha	2 750 ha	31 %

La productivité de tous ces gisements est très inégale. Une surface relativement importante de ceux-ci se trouve en zone karstique sur les versants de la Meuse, de la Molignée et de l'Ourthe et n'est donc guère profitable.

Il est aussi difficile de se faire une idée précise de l'importance des stocks accumulés en profondeur, car on ne connaît pas l'état de fissuration de la roche sous le niveau des vallées.

Toutefois, ce n'est que la portion située au-dessus du niveau des émergences qui est disponible.

On pourrait éventuellement mettre à profit la capacité d'emmagasinement de certaines cuvettes calcaires pour y stocker des eaux excédentaires de rivières, en réalisant des rideaux d'étanchéité. Toutefois, dans l'état actuel de notre technique, ceci n'est qu'une possibilité non éprouvée.

Les calcaires dinantiens du bassin de la Vesdre semblent renfermer de grosses réserves, témoin l'importance des venues d'eau rencontrées dans les anciennes mines de Moresnet-Bleiberg.

Ces ressources ne sont toutefois que très localement utilisées. Les modalités de réalimentation naturelle ne sont pas très bien connues.

I. — Calcaires dévoniens du Bassin de Dinant.

Ces calcaires ne présentent au point de vue hydrologique, qu'un intérêt secondaire et toujours local, car dans les régions où ils sont bien développés, les phénomènes karstiques sont fortement accusés. Ceci est dû essentiellement à la teneur souvent très faible en matières insolubles (2-6 %).

La surface totale occupée par ces calcaires est relativement importante, mais la configuration des gisements est peu favorable à des prélèvements massifs. D'autre part, l'utilisation des eaux qui en proviennent est souvent très aléatoire ou même exclue par suite des dangers de pollution.

Les *calcaires couviniens* se présentent sous un faciès lenticulaire, en association avec des calcschistes, des grès et schistes.

Ils sont bien développés dans la région de Pétigny et de Chimay, mais alors fort karstifiés.

Les *calcaires frasniens* sont très irrégulièrement développés; partiellement en massifs isolés.

La bande frasnienne est assez large dans la région de Dourbes où l'on rencontre d'anciennes mines de plomb et de barytine, actuellement noyées. Le régime hydrologique est essentiellement karstique. La S.N.D.E. possède un captage dans une ancienne mine à Niverlée, dans le bassin du Viroin : 700 m³/j.

Les *calcaires givetiens* se développent de façon beaucoup plus continue, mais forment le terrain d'élection des phénomènes karstiques. On y rencontre en effet de nombreuses grottes importantes, et presque toutes les sources sont des résurgences.

Certaines sources présentent néanmoins un régime plus régulier, comme celle de Trudaine près de Rochefort, mais les dangers de pollution existent toujours.

Un cas typique de la situation défavorable causée par ce régime karstique est celui de Marche. Cette ville était anciennement alimentée par des captages dans des zones de résurgences. Ces sources recueillaient en cours de route des eaux de surface fortement polluées, engouffrées dans des aiguilleois situés entre le captage et les zones d'alimentation. Ces captages défectueux ont d'ailleurs dû être abandonnés (*fig. 21*).

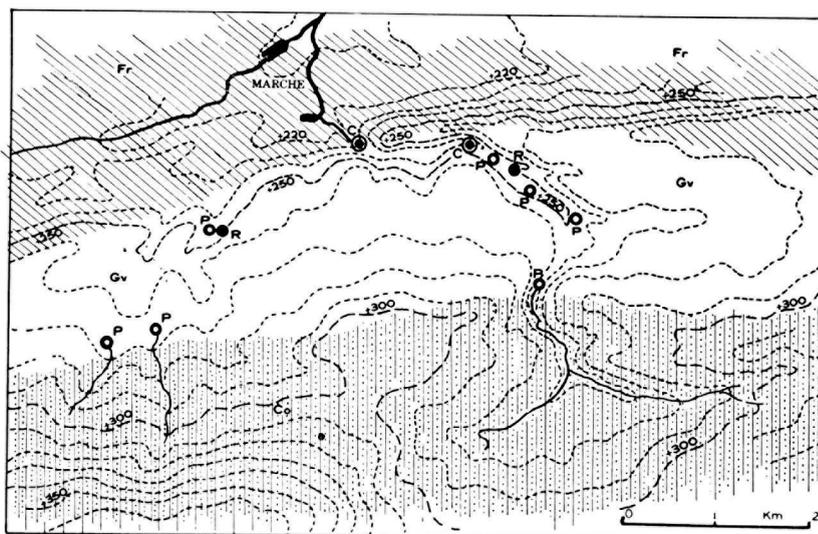


Fig. 21. — Carte hydrogéologique de la région de Marche
(d'après E. Putzeys, 1908).

Fr = Frasnien.	P = perte.
Gv = Givetien.	R = résurgence.
Co = Couvinién.	C = résurgence anciennement captée.

Tous les captages réalisés dans les calcaires dévoniens au profit des distributions publiques sont de faible importance.

La S.N.D.E. possède néanmoins des prises non négligeables dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, notamment à Montignies-Saint-Christophe, dans le Frasnien : 3 500 m³/j, à Momignies, dans le Givetien : 2 000 m³/j.

J. — Terrains paléozoïques grésoschisteux.

Les formations paléozoïques de la Belgique sont pour une bonne partie, composées de terrains gréseux ou quartzitiques. Ceux-ci ne présentent qu'un intérêt secondaire au point de vue hydrologique.

Des gisements aquifères de capacité restreinte peuvent se rencontrer dans les grès namuriens, les grès famenniens, ceux du Dévonien inférieur et des massifs cambriens de l'Ardenne.

Les schistes sont généralement défavorables, car leurs produits d'altération argileux, colmatent les fissures.

Les régions à substratum essentiellement schisteux, comme la Famenne, sont de ce fait hydrologiquement stériles.

On ne pourrait toutefois pas jeter une exclusive absolue sur toutes les formations schisteuses. Certains schistes fortement évolués peuvent localement contenir dans leurs fissures, une faible quantité d'eau souterraine.

Il faut noter en outre qu'une bonne partie des terrains dévoniens et cambriens est formée par des alternances de schistes et de quartzites.

Les captages dans ces terrains gréseux peuvent se faire, suivant les circonstances locales, par galeries, puits ou simples prises à l'émergence.

On peut signaler des prélèvements peu importants dans les grès *namuriens* du Hainaut et ceux du bassin de la Vesdre.

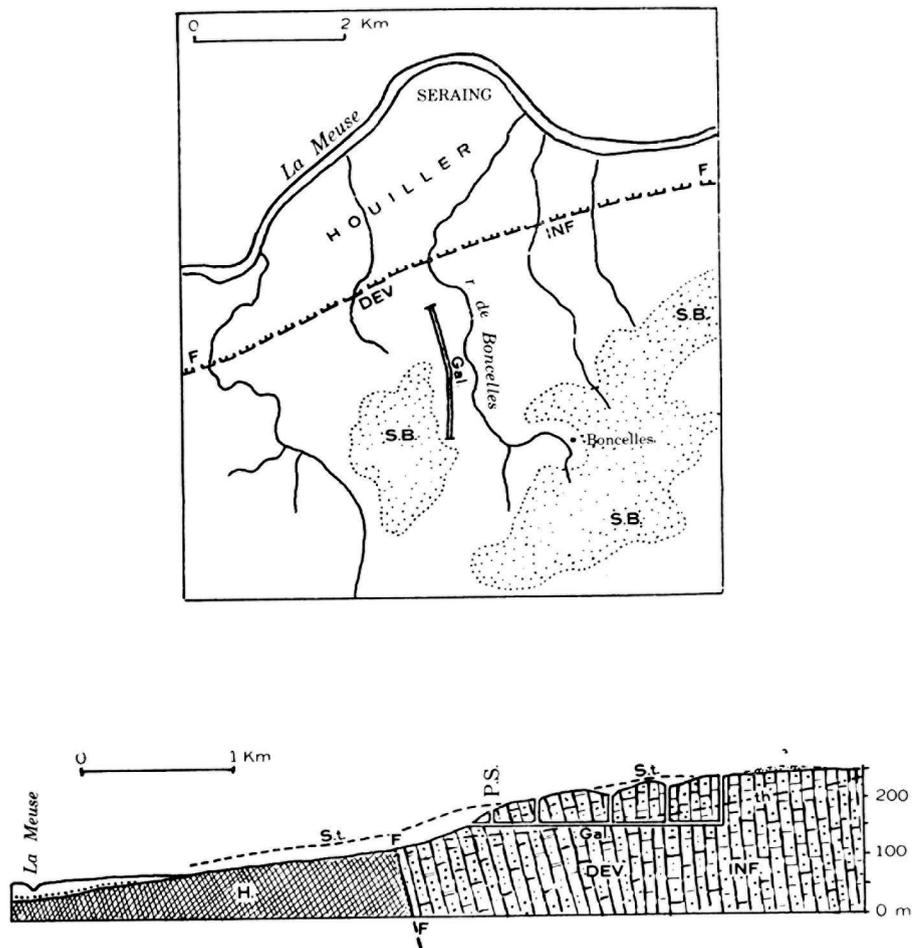


Fig. 22. — Galerie à travers bancs de Seraing
(d'après P. Questienne, 1900).

- | | |
|---|---|
| S.t. = surface topographique enveloppe. | H = houiller. |
| th = thalweg du r. de Boncelles, projeté. | DEV, INF. = grès et schistes du Devonien inférieur. |
| P.S. = puits - serrement. | FF = faille eifélienne. |
| S.B. = lambeaux sableux tertiaires (s. de Boncelles). | |

Les grès *famenniens* sont plus intéressants. D'assez nombreux captages destinés à l'alimentation en eau potable des communes voisines, ont été implantés dans le Famennien de la région de l'Ourthe et de la Vesdre et quelquefois aussi du Condroz proprement dit.

La capacité de ces ouvrages ne dépasse cependant guère 400 m³/jour.

Un cas intéressant est celui des masses gréseuses du *Dévonien inférieur*, charrié sur le bord du bassin de Namur.

Ces terrains se présentent en couches plus ou moins inclinées, favorisant la percolation des eaux pluviales à travers le réseau de fissures. Quelques lambeaux sableux tertiaires résiduels coiffent encore localement ces masses gréseuses et augmentent alors, dans une certaine mesure, la capacité de rétention, comme à Bonnelles et à Nalines.

Des captages ont été réalisés par galeries perpendiculaires à la direction générale des bancs. Leur rendement reste toujours faible et sensible aux fluctuations saisonnières. L'ordre de grandeur est de 0,50 m³/jour/mètre de galerie.

K. — Eaux souterraines de l'Ardenne.

Les terrains schisto-gréseux du *Dévonien inférieur*, qui forment le sous-sol de l'Ardenne, sont plus ou moins fissurés, désagrégés et recouverts d'un manteau détritique de résidus d'altération et de colluvions d'épaisseur variable.

En certains points des plateaux, la désagrégation des grès a donné lieu à la formation de poches sableuses atteignant parfois 20 m d'épaisseur.

Une certaine quantité d'eau pluviale peut s'infiltrer et s'emmagasiner dans ces zones superficielles et alimenter des sources dont le débit est généralement faible.

On capte souvent l'eau par des drains superficiels placés sur le bed-rock, dans les zones d'émergence ou les têtes de vallons.

On a essayé d'obtenir des rendements plus élevés en creusant des galeries, mais souvent sans succès. Initialement ces galeries peuvent donner des débits supérieurs à celui des venues naturelles, mais ils diminuent ensuite rapidement.

Les captages et les sources ardennaises sont très sensibles aux variations de la pluviosité. Une sécheresse quelque peu prolongée se fait immédiatement sentir.

Tous ces faits montrent que la capacité d'emmagasinement de ces terrains est très faible.

Certains terrains semblent toutefois être relativement productifs, comme les poudingues, les grès grossiers et les quartzites avec filons de quartz. Ainsi par exemple, les sources de la région de Waismes, sur le versant sud de la Warche, donnent un rendement d'environ 2,20 m³/ha/jour.

Presque toutes les communes de l'Ardenne possèdent des captages individuels, mais les débits en périodes sèches sont souvent déficitaires.

Les eaux sont toujours très peu minéralisées et agressives. La protection naturelle contre les pollutions, dans les zones habitées, est souvent insuffisante.

Une mention spéciale doit être faite des réserves aquifères existant sur les plateaux fangeux, généralement au-dessus de la cote + 450.

Ces régions sont caractérisées par une pluviosité très forte et la présence d'une couverture limono-argileuse quasi imperméable sur un sous-sol essentiellement schisteux que l'on peut atteindre à 2 ou 3 m de profondeur.

Les tourbières et les sphaignes qui s'y sont formées possèdent une capacité de rétention que l'on a évalué à environ 400 m³/ha. Il se forme autour de ces plateaux, des niveaux sourciers, dont on peut capter l'eau par drains.

La ville de Spa est notamment alimentée par une série de petits captages qui donnent au total un peu plus de 1 000 m³/j. La S.N.D.E. a repris ces captages et espère pouvoir en obtenir jusqu'à 1 800 m³/j.

Le plateau des Hautes Fagnes qui s'étend sur environ 26 000 ha comprend environ 2 500 ha de fagnes tourbeuses qui recueillent une partie de l'eau ruisselant à partir des crêtes et replats (setch-champs). On a évalué à 35 000 000 m³/an la masse d'eau livrée régulièrement par ces tourbières.

Il faut se garder de forcer le débit recueilli par drains, car on risquerait alors d'assécher les tourbes et de détruire leur structure favorable.

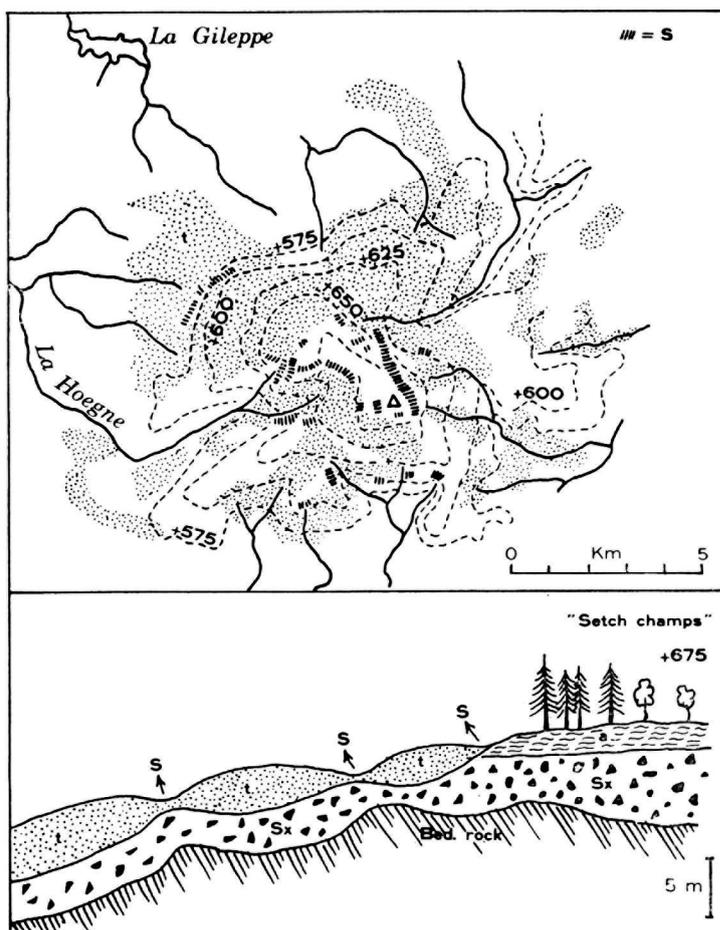


Fig. 23. — Hydrologie de la Baraque Michel

(d'après R. Bouillenne, 1933).

- t = tourbe.
- a = argile d'altération.
- Sx = argile à silex (aquifère).
- s = niveaux de source.

Sources carbo-gazeuses de l'Ardenne.

On rencontre en de nombreux points du nord de l'Ardenne, dans le massif de Stavelot, des sources d'eau ferrugineuses, chargées d'anhydride carbonique, connues sous le nom de *pouhons*, ainsi que quelques venues de gaz carbonique (mofettes sèches).

Les eaux des pouhons sont froides et d'origine superficielle, mais on admet que le CO₂ est d'origine profonde, lié peut-être à l'ancien volcanisme de l'Eifel. Il se forme H₂S dans les parties inférieures, stagnantes, de l'eau souterraine, qui facilite la dissolution du fer sous forme de bicarbonate. L'eau des pouhons renferme souvent 15 à 30 mg Fe au litre.

L. — Terrains jurassiques de la Gaume.

Le sous-sol de cette région naturelle est formé par un paquet de couches d'âge triasique et jurassique, plongeant régulièrement vers le sud-est, qui recouvrent le substratum dévonien schisto-gréseux.

L'érosion lui a donné un modelé particulier caractérisé par une série de crêtes topographiques coïncidant avec la limite des formations géologiques, fortement entaillées par les vallées transversales.

L'alternance de couches perméables des calcaires, des sables et des grès, et imperméables, des marnes et argiles schisteuses, donne lieu à la formation de plusieurs nappes indépendantes qui trouvent leur exutoire naturel dans de très nombreuses sources.

L'ensemble appartient aux bassins hydrographiques de la Semois, de la Chiers et de la Sure.

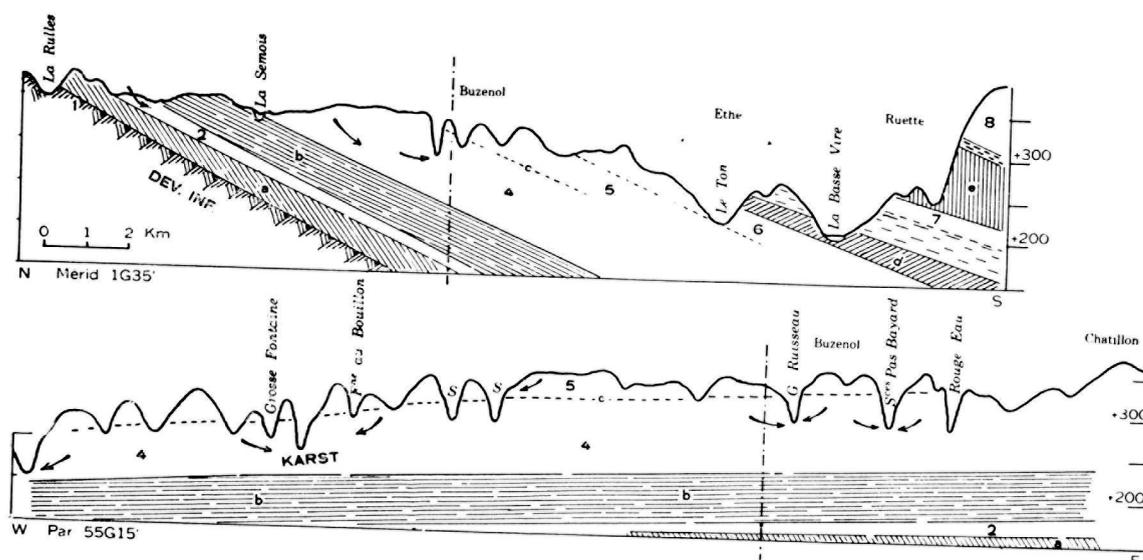


Fig. 24. — Coupes schématiques à travers le Pays Gaumais.

- | | | | | |
|-------------------------|---|--|--------------|---------------|
| Formations aquifères | } | 8 = calcaire de Grandcourt (Bajocien). | } Virtonien. | |
| | | 7 = maci quo d'Aubange. | | |
| | | 6 = sables et grès de Virton. | | } Sinémurien. |
| | | 5 = calcaires sableux d'Orval. | | |
| | | 4 = calcaires sableux de Florenville. | | |
| | | 2 = sables de Mortinsart (Rhétien). | | |
| S = sources. | | | | |
| Formations imperméables | } | e = marnes (Toarcien). | | |
| | | d = schistes de Ethe (Virtonien). | | |
| | | c = banc dur limite. | | |
| | | b = marnes de Warcq et de Jamoigne (Hettangien). | | |
| | | a = marnes (Keuper). | | |

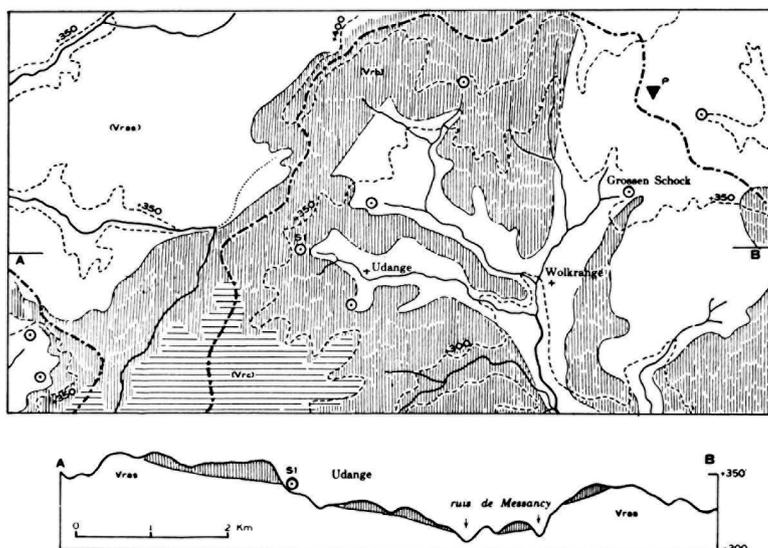
La plupart des communes de la Gaume possèdent leur captage propre, généralement dans des sites sourciers.

Une partie seulement des réserves disponibles est utilisée et la Gaume est une des rares régions de la Belgique qui possède encore le privilège d'une certaine abondance et ubiquité de l'eau.

Les formations perméables sont, dans l'ordre de succession stratigraphique (6) :

8. — Calcaire de Grandcourt (Bajocien);
7. — Macignos d'Aubange et de Messancy (Virtonien supérieur);
6. — Sables et grès de Virton (Virtonien inférieur);
5. — Calcaires sableux d'Orval (Sinémurien supérieur);
4. — Calcaires sableux de Florenville (Sinémurien inférieur);
3. — Sables de Metzert (Hettangien) = faciès de décalcification des calcaires sableux de Florenville;
2. — Sables de Mortinsart (Rhétien);
1. — Sables et poudingues (Triasique ou Keuper).

La situation est quelque peu compliquée du fait que l'on observe des passages latéraux de faciès marneux à des faciès sablo-calcaires.



Vrc = macignos et schistes de Messancy.
 Vrb = schiste de Ethe.
 Vra = sable et grès de Virton.

Fig. 25. — Sources de la région d'Udange.

Seuls les terrains liasiques du Virtonien et du Sinémurien présentent un intérêt hydrologique. Nous pouvons nous y arrêter ici.

Les macignos (calcaires gréseux) du Virtonien sont fortement fissurés en zone d'affleurement, ce qui les rend perméables et aquifères.

On y rencontre un assez grand nombre de sources, souvent pérennes, mais dont les débits varient entre 100 et 500 m³/j, livrant généralement des eaux dures et ferrugineuses.

Les sables et grès de Virton sont profondément décalcifiés dans la région comprise entre Arlon et Châtillon. On y rencontre de ce fait des eaux très douces (2°-5°), agressives par endroits.

La dissolution souterraine est probablement à l'origine de certains effondrements que l'on a constaté dans la région de Waltzing.

Le morcellement de la couverture argileuse des schistes d'Ethe, et la présence de failles dont le tracé est mal connu, compliquent la situation hydrologique de cette région.

(6) Nous conservons ici, pour la facilité du lecteur, la légende de la carte géologique au 40 000^e, quoique celle-ci ait été ultérieurement modifiée.

Certaines sources importantes, celles d'Udange, semblent être des « pseudo-résurgences » (fig. 25). Les sources de Grossen Schock pourraient aussi être influencées par des pertes situées un peu au nord.

A l'ouest de Châtillon, les sables et grès virtoniens se soudent plus ou moins à la masse des sables et calcaires gréseux sinémuriens. L'ensemble forme alors un vaste réservoir aquifère, toutefois entrecoupé par des couches marneuses et des bancs gréseux subcontinus, qui créent des niveaux aquifères supérieurs alimentant quelques sources à caractère plus ou moins permanent.

Les sources supérieures sortant des calcaires sableux d'Orval sont très dures et donnent lieu à la formation de tuf calcaire, les « crons » de la région de Buzenol.

Les venues importantes proviennent d'un drainage profond de la masse aquifère arrêtées sur les marnes sous-jacentes, celles de Jamoigne, qui alimente de nombreuses sources donnant jusqu'à 3 000 m³/jour.

La dissolution souterraine des terrains sinémuriens a provoqué localement une circulation subkarstique, se manifestant par des pertes et des résurgences, comme par exemple la Grosse Fontaine (20 000 m³/jour).

La grande masse des terrains sinémuriens, qui couvre environ 33 000 ha, est en majeure partie drainée vers la Chiers, par l'intermédiaire des affluents de droite du Virton.

Les sources et petits affluents du versant sud de la Semois sont de peu d'importance.

Ch. Guillaume a attiré l'attention sur le fait qu'une partie des eaux de la Semois, en amont d'Etalle, filtre dans cette masse sinémurienne. Cela apparaît en effet sur la coupe de la figure 24, mais on ne peut encore fixer avec précision le volume réellement évacué. A l'ouest d'Etalle, cette percolation est empêchée par la présence d'un substratum marneux.

Dans le bassin de la Sure, le massif aquifère sinémurien alimente plusieurs sources importantes.

La ville d'Arlon possède un captage dans ces terrains, dans la vallée du Pall.

Signalons que ce gisement aquifère se prolonge et se développe à l'est dans le Grand-Duché de Luxembourg, où la formation géologique est connue sous le nom de « Grès de Luxembourg ».

V. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Si l'on envisage les divers gisements d'eau souterraine au point de vue de leur importance quantitative, on peut dégager les conclusions suivantes :

1° Classés d'après l'étendue de la surface couverte, qui exprime en quelque sorte l'importance de l'alimentation naturelle, les gisements se groupent comme suit :

Niveau géologique	Superficie en milliers d'hectares	
	totale	découverte
Calcaire carbonifère du Hainaut . . .	148	46
Bruxellien		134
Diestien (Nèthe et Démer, rive droite)	plus de 150	51
Vallée flamande		80
Thalweg de la Meuse :		
a) en amont de Visé		80
b) Basse-Meuse		32
« Moséen » (partiellement coiffé par la Haute Terrasse).	160	82
Calcaire carbonifère du Condroz . . .		53
Crétacé de la Hesbaye (Geer-Méhaigne).		48
Landénien (Gette)		47
Boldérien		30
Crétacé du Hainaut	36	20
Sinémurien		33

A noter que l'étendue de certaines nappes captives est beaucoup plus étendue. Les zones utiles de celles-ci sont déterminées par la position des limites de salure.

2° La *productivité des gisements* dépend à la fois de la perméabilité du terrain et de l'épaisseur de la zone aquifère.

Dans les sables fins, les rendements atteignent parfois difficilement 1 m³/h pour un rabattement de 1 m.

Les sables plus ou moins grossiers du Diestien et du Moséen, et les dépôts de thalwegs peuvent livrer dans des conditions similaires (7), de 5 à 8 m³/h.

Les graviers de la Meuse ont localement pu donner jusqu'à 100 m³/h.

De très gros rendements peuvent être fournis par les craies, soit 10 à 120 m³/h, et les calcaires dinantiens du Hainaut, parfois 100 m³/h.

Un cas tout à fait exceptionnel est celui du puits de Pécrot, dans la craie sur socle, où l'on aurait obtenu un rendement de 500 m³/h.

La hauteur des zones aquifères, captées en zone phréatique atteint parfois à peine 10 m, mais varie le plus souvent entre 20 et 50 m.

(7) Nous prenons ici comme exemple des puits équipés d'un filtre de 5 m de longueur et 500 mm de diamètre extérieur.

De ce point de vue, un des cas les plus favorables est donné par les sables miocènes du Diestien, de la Campine septentrionale où la zone aquifère productive peut atteindre 75 à 100 m d'épaisseur.

3° En ce qui concerne l'importance des prélèvements effectués par les distributions d'eau publiques, on peut noter que, sur un total d'environ 206 000 000 m³ d'eau souterraine livré en 1962 (soit en moyenne environ 570 000 m³/jour, la répartition par gisements se présente approximativement comme suit :

Calcaire carbonifère, entre Namur et Mouscron	22 %	} 42 %
Calcaire carbonifère du Condroz	20 %	
Crétacé du Hainaut	7,3 %	} 16,5 %
Crétacé de la Hesbaye et du Limbourg	9,2 %	
Sables bruxelliens	13,8 %	
Graviers de la Meuse (en amont de Visé)	12,2 %	
Sables néogènes, graviers de la Basse-Meuse	11,4 %	
Divers	4,6 %	

Nous sommes mal informés sur les prélèvements particuliers ou à usage industriel. Signalons toutefois que ces prélèvements sont relativement importants dans certaines zones des formations suivantes :

- les diverses nappes captives des Flandres;
- le Crétacé du Limbourg;
- les sables néogènes de Campine;
- les sables bruxelliens du bassin de la Senne;
- les craies du Hainaut
- les graviers de la Meuse.

4° Les critères à appliquer en vue de déterminer les réserves disponibles sont fonctions des circonstances locales et souvent difficiles à préciser dans l'état actuel de nos connaissances. Toutefois, on peut, de ce point de vue, grouper les divers gisements en trois catégories :

a) Gisements surexploités, caractérisés par un abaissement sensible non stabilisé du niveau d'équilibre de la nappe.

C'est le cas de la plupart des nappes captives dont l'exploitation devient de plus en plus difficile.

b) Gisements intensément exploités, pour lesquels l'extension des prélèvements actuels pourrait compromettre l'équilibre de la nappe.

Un grand nombre de gisements en zone phréatique semblent se trouver en cet état.

Même lorsque la capacité théorique de la nappe permet de nouveaux prélèvements, on constate souvent qu'ils se font fatalement au détriment d'autres intérêts : ils assèchent des cours d'eaux et terrains avoisinants, et ils diminuent le rendement des puits voisins;

c) Gisements incomplètement exploités.

Quelques gisements offrent des réserves non entamées, susceptibles cependant d'être exploitées d'une façon plus ou moins intense, à moins qu'il ne faille en restreindre l'exploitation pour sauvegarder des sites naturels et respecter certains intérêts agricoles.

On peut signaler à ce propos : les calcaires sableux sinémuriens de la Gaume, le calcaire carbonifère de la Vesdre, certaines zones du Bruxellien de la Dyle, des sables néogènes de Campine, des thalwegs de la Basse-Meuse et de l'Escaut.

**VI. — COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX SOUTERRAINES
ET DE QUELQUES EAUX DE SURFACE.**

	Th tot	Th perm	TAC	CL ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ mg/l	CO ₂ libre (mg/l)	Fe (mg/l)	pH
Dunes et pleistocène de la plaine maritime : Oostduinkerke	29°6	4°6	25°	44	43	33	4,6	
Dunes et pleistocène en zone de salure : Oostende	240°	160°		1920				
Pleistocène de la vallée flamande :								
— Eeklo (SNDE)	22°2	10°5	19°5	28		35	5,68	6,93
— Zele (SNDE)	20°8		14°	36		33		6,90
Thalweg de l'Escaut : Berchem-lez-Oudenaarde	28°5	12°5					2,10	
Paniselien de Varsenare : Snellegem (SNDE)	6°8	4°3	2°5	28		57	12	6,2
Paniselien des collines des Flandres : Nederbrakel	18°	6°	23°4	28,4	60	12,5		
Nappe captive ledo-paniseliennne :								
— Westkapelle	10°	0°	57°5	190	10		0,22	
— Zelzate	19°			890	72			6,6
— Temse	3°		59°	164	36		0,01	
Bruxellien du bassin de la Senne :								
— Forêt de Soignes (CIBE)	38°4	6°4	32°	21	50			
— Braine l'Alleud (CIBE)	34°8	8°3	26°5	24	51			
Bruxellien du bassin de la Dyle :								
— Heverlee (SNDE)	28°5	13°	18°	26		37		7,40
— Chaumont-Gistoux (SNDE)	34°	3°	31°	22				
Nappe bruxelienne captive : Rotselaar	20°	6°		18			x	
Nappe landenienne captive :								
— 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 perm . . . = Titre hydrométrique (dureté), total en degrés français (1 degré correspond à 10 mg de CaCO₃).

Th tot . . . = Titre hydrométrique partiel (dureté permanente), total en degrés français (lié aux sulfates alcalino-terreux).

TAC = Titre alcalimétrique total en degrés français (lié aux carbonates et bicarbonates; 1 degré correspond à 12 mg de HCO₃⁻)

HYDROGÉOLOGIE.

	Th tot	Th perm	TAC	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	CO ₂ libre mg/l	Fe mg/l	pH
Nappe captive du socle des Flandres :								
— Oostende	7°2		57°5	1190	435			8,20
— Oudenaarde	2°6	0°	26°5	76	64		0	
Pleistocène inférieur de la Campine (Moséen) :								
— Essen	3°	0°5	2°5	16	25		9,68	
— Mol	3°	2°		40	21		4,7	
Sables miocènes (Diestien-Anversien) glauconieux :								
— Turnhout	19°	0°	20°	30	4		1,8	
— Tessenderlo (SNDE)	6°5		4°5	16		44	3,7	6,3
— Grobbendonk (PIDPA)	5°7	5°2		19	35	68	10,5	5,7
— Aarschot (SNDE)	6°6	3°4	5°5	22		64	22	6,0
— Anvers-Nord	141°		46°4	781	210		xx	
Graviers des terrasses de la Campine :								
— Neerpelt (SNDE)	6°1		0°25	24		35	1,0	4,75
— As (SNDE)	4°6		0°75	20		33	0,05	5,05
— Lanaken (SNDE)	14°7		5°5	36		48	0	6,38
Bolderien du plateau de la Campine : Lanklaar	2°			14	1,0		x	
Landenien du bassin de la Gette : Montenaken (SNDE)	47°2		31°5	48			0,04	6,88
Landenien-Heersien de la Herk : Hoepertingen (SNDE)	48°4		32°	48		57	0,10	6,95
Crétacé de la Hesbaye :								
— Galeries de la ville de Liège	34°8	9°1	28°5	31	48,8			
— Wareme (SNDE)	32°	3°7	29°5	10		62	0,07	6,7
— Voort (SNDE)	31°9		28°	12		56	0,88	
Nappe maastrichtienne captive :								
— Hasselt	17°	1°3	28°	12	59			7,2
— Diest	6°5			920	86			
— Turnhout	57°6	15°6	42°	5200	460		7,48	
Crétacé du Hainaut :								
— Hautrage (TMWV)	27°-42°				79-220		x	
— Hornu (SNDE)	35°	20°5	33°	85		55	0	7,48
— Mons	51°			35,5	226		x	
— Grand-Reng (SNDE)	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
Calcaire carbonifère du Hainaut :								
— Mouscron (SNDE)	30°5		29°5	18		44	0,35	
— Tournai	49°		34°	46	122		2,70	6,98
— Neufvilles (SNDE)	38°4	9°4	31°8	25		24	0,35	
— Seneffe (SNDE)	25°4	22°2	23°5	10		30	1,98	
Calcaire carbonifère du bassin de Namur : Vedrin (CIBE)	45°	16°8	28°3	36	138		xx	
Thalweg de la Meuse supérieure :								
— Anseremme (SNDE)	34°2		27°	24		12		7,82
— Yvoir (CIBE)	21°-33°			15				
— Jambes (SNDE)	25°2		20°	14		15		7,44
— Ben-Ahin (CIBE)	22°-34°			25-68			peu	
— Visé (SNDE)	43°6		32°	72		70		6,94
Crétacé du Pays de Herve, craies : Mortier	34°5		26°	14		50		7,26
Crétacé du Pays de Herve, sables aacheniens : Hergenrath	4°6		1°5	10				5,80
Calcaire carbonifère du Condroz :								
— Yves-Gomezée (SNDE)	30°	9°	28°	16		24		
— Modave (CIBE)	32°4	5°4	27°	16	30,7			
— Ciney (SNDE)	27°		24°	8		22	0,2	7,18
Calcaire carbonifère de la Vesdre :								
— Vaux-sur-Olné (résurgence)	33°1		28°	12		70		6,92
— Pepinster (SNDE)	21°4		19°	12		25	0,095	
Calcaires dévoniens :								
— Marche (SNDE)	31°		25°	23		17		7,3
— Montignies-Saint-Christophe (SNDE)	32°5	7°2	26°	26		6		7,12
— Beauraing (SNDE)	27°7		22°	14		21		7,27
Famennien de l'Ourthe : Anthisnes (SNDE)	20°6		16°	10		70		7,3
Dévonien inférieur des massifs charriés :								
— Ramet (SNDE)	11°	7°	8°	23		18	0	6,8
— Sovimont (SNDE)	8°2		4°	24		77	0,08	5,92
Dévonien inférieur de la Haute Ardenne : Manderfeld (SNDE)	1°7		0°5	5		13	0,018	5,35
Nappe superficielle des Fagnes : Cockaifagne	1°8		1°	5		4,4	0,06	5
Source de la Reine à Spa	1°4			3	0		0,007	5,75
Eaux du barrage de la Gileppe	1°5		0°3			6,5	0,15	5
Source thermique de Chaudfontaine : source Fourmarier (1948)	25°6	7°	46°5	18	62			7
Sables et grès jurassiques de la Gaume :								
— Villers-devant-Orval (à 142 m prof.)	18°4	3°5		7				8
— Walkrange (Gr. Schock) (SNDE)	18°7		14°	10		13		7,28

VII. — BIBLIOGRAPHIE.

- 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 les puits artésiens de la ville de Renaix*. B.S.B.G., t. XXX, 1920.
- HALET, F. — *Coupes géologiques de quelques sondages profonds exécutés depuis 1900 sur le territoire des planchettes de Bruxelles, Uccle, Hal, Lennick 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 Docum. 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.
- SAUZOT, M. — *Pénétration des eaux fluviales dans les morts-terrains*. Bull. A.N.S.E.A., 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*.
- Comité belge de F.A.O. — *Monographie de l'eau et du sol en Belgique*. Bruxelles, 1960.
- Société nationale des Distributions d'Eau. — *Mémoires 1958* (2 vol.).
- Société nationale des Distributions d'Eau. — *Rapports annuels*.
- Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux. — *Rapports annuels*.
- Archives du Service géologique de Belgique.

LISTE DES FIGURES.

1. Coupe dans les dunes.
2. Coupe de la vallée flamande.
3. Carte de salinité du Lédien.
4. Coupe hydrologique de la vallée de la Senne à Bruxelles.
5. Surface isopiézométrique de la nappe phréatique en Campine
6. Coupe N.S. de la Campine anversoise.
7. Coupe du forage de Brasschaat.
8. Coupe du plateau oriental de la Campine.
9. Coupe et carte du bassin landénien de la Gette.
10. Coupe du bassin crétacé de la Hesbaye.
11. Nappe captive du Maastrichtien. Variations de la salinité.
12. Coupe du Plateau de Herve.
13. Coupe longitudinale du Bassin de la Haine.
14. Coupe transversale du Bassin de la Haine et du calcaire carbonifère de la Dendre.
15. Coupe schématique de la surface du calcaire de Tournai à Namur.
16. Variations du niveau d'équilibre de la nappe du calcaire du Tournaisis.
17. Coupe longitudinale de la vallée de la Meuse.
18. Coupe du massif calcaire Hoyoux-Néblon.
19. Coupe suivant l'axe du Hoyoux.
20. Coupes schématiques suivant les synclinaux calcaires du Condroz.
21. Carte de la région de Marche.
22. Captage dans le Dévonien inférieur à Seraing.
23. Hydrologie de la Baraque Michel.
24. Coupes générales du Bas-Luxembourg.
25. Source d'Udange.

TABLE DES MATIERES.

I. — Introduction	3
II. — Eaux de surface	4
1. Pluviosité	4
2. Hydrographie	5
3. Utilisation des eaux courantes	6
4. Eaux de ruissellement	6
5. Barrages-réservoirs	7
III. — Eaux souterraines, — Généralités	8
1. Nature des terrains aquifères	8
2. Position topographique des gisements aquifères	9
3. Régime des nappes souterraines	10
4. Composition des eaux souterraines	11
5. Mode de captages des eaux souterraines	12
6. Réalimentation des nappes souterraines	13
7. Les distributions d'eau en Belgique	13
8. Réglementation des prises d'eau	15
IV. — Description des principaux gisements d'eau souterraine	16
A. — Formations sableuses des Flandres et du Brabant	16
1. Plaine maritime (Dunes)	16
2. Bassin côtier	17
3. Thalwegs du Bassin de l'Escaut	18
4. Vallée flamande	18
5. Massifs sableux tertiaires à l'ouest de la Senne	19
6. Sables bruxelliens	19
B. — Nappes captives des Flandres et du Brabant	21
1. Nappe rupélienne	22
2. Nappe lédo-panisielienne	22
3. Nappe yprésienne	22
4. Nappe landénienne	22
5. Nappe du Crétacé	22
6. Nappe du socle Cambro-Silurien	23
C. — Le Bassin aquifère de la Campine	24
1. Sables miocènes	25
2. Sables moséens	27
3. Plateau de la Campine	28
4. Plaine de la Basse-Meuse	29
5. Réserves	29

D. — <i>Terrains landéniens-heersiens et crétacés de la Belgique orientale</i>	30
1. Landénien du Bassin de la Gette	30
2. Heersien du Bassin supérieur du Démer	31
3. Crétacé du Bassin du Geer et de la Méhaigne	32
4. Crétacé en bordure du massif du Brabant	34
5. Nappe captive du Maastrichtien	34
6. Le Pays de Herve	37
E. — <i>Crétacé du Bassin de la Haine</i>	39
F. — <i>Calcaire carbonifère du Hainaut et du Bassin de Namur</i>	40
G. — <i>Thalweg de la Meuse supérieure</i>	44
H. — <i>Calcaire carbonifère du Bassin de Dinant</i>	46
I. — <i>Calcaires dévoniens du Bassin de Dinant</i>	50
J. — <i>Terrains paléozoïques grésoschisteux</i>	51
K. — <i>Eaux souterraines de l'Ardenne</i>	53
L. — <i>Terrains jurassiques de la Gaume</i>	55
V. — Conclusions générales	58
VI. — Composition chimique des eaux souterraines et de quelques eaux de surface	61
VII. — Bibliographie	64

