

Le Viséen de la Petite Dendre et le captage de Ligne-Aubechies,

par RENÉ MARLIÈRE.

De 1948 à 1964, dans une région rurale où les terrains éocènes cachent entièrement le Calcaire carbonifère, la « Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor Waterbedeling (T.M.V.W.) » a fait exécuter dix forages à grand diamètre en vue de capter les eaux souterraines.

La réalisation de ce grand captage, suivie jour après jour, nous met en possession d'un grand nombre d'informations relatives à la nature du Viséen dans la région de la Petite Dendre et aux caractères hydrologiques des calcaires et dolomies. La T.M.V.W. a bien voulu permettre que géologues et hydrologues soient informés des résultats d'ensemble, ce dont je me hâte de la remercier très vivement.

I

STRATIGRAPHIE DU DINANTIEN DANS LE SOUS-SOL DE LIGNE À AUBECHIES.

Bien que le mode de forage (au trépan, en règle générale) ne donne pas les conditions idéales d'une analyse stratigraphique, le Calcaire carbonifère a pu être étudié dans de bonnes conditions et les diverses assises peuvent être reconnues.

Pratiquement, tout est neuf. Il faut se porter 12 km à l'Est pour atteindre le Viséen de la Dendre, ou 15 km à l'Ouest pour trouver les industries extractives du district de l'Escaut (Gaurain-Ramecroix); les carrières de Blaton et Basècles, 6 à 7 km au SSW, sont ouvertes à un niveau stratigraphique un peu plus élevé et se prêtent mal aux comparaisons précises, à cause de la monotonie des faciès dans le Viséen moyen.

On comprendra mieux encore l'apport géologique du captage de Ligne-Aubechies si l'on totalise les hauteurs en Calcaire carbonifère coupées par les puits.

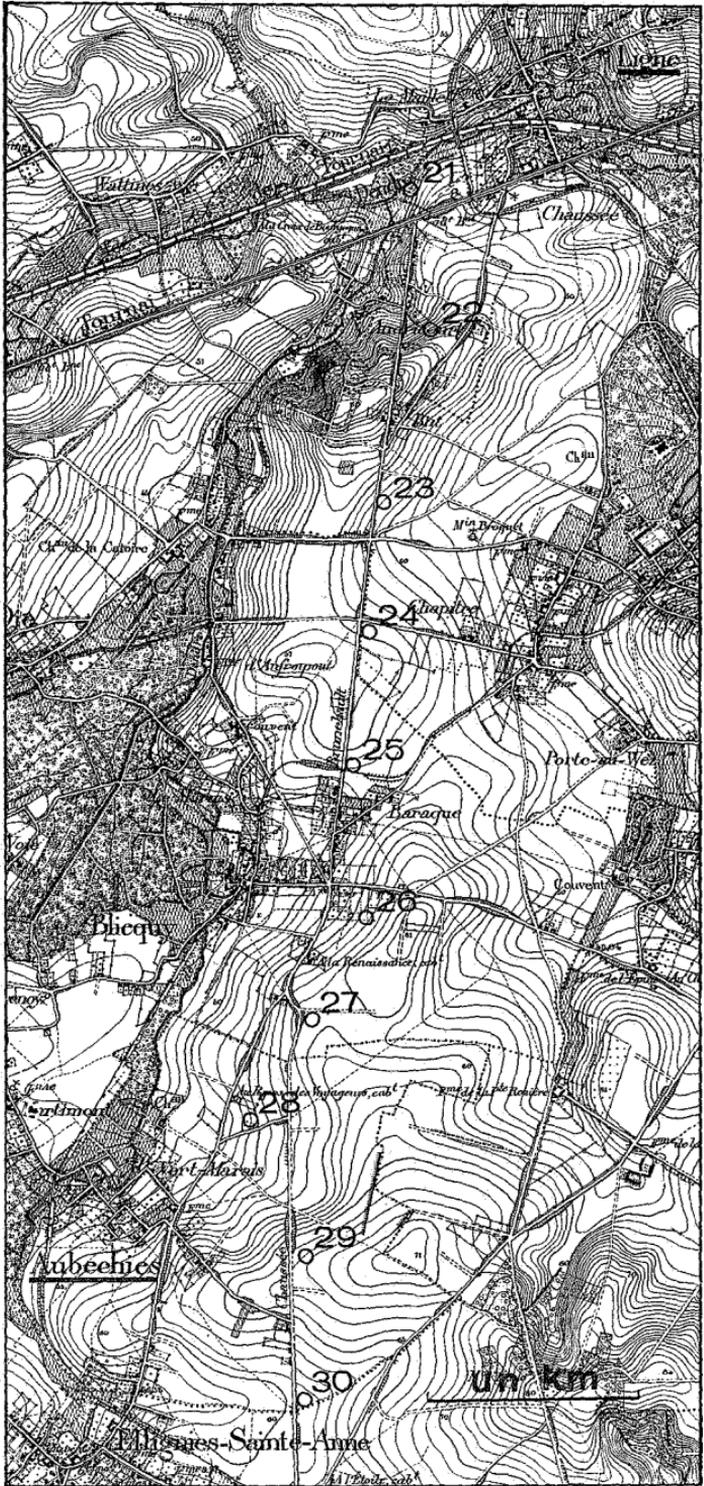


FIG. 1. — Plan de situation des puits.

Puits n° 21	de 11,20 à 60,50 m, soit	49,30 m;
Puits n° 22	de 19,15 à 97,64 m, soit	78,49 m;
Puits n° 23	de 16,40 à 90,96 m, soit	74,56 m;
Puits n° 24	de 19,75 à 95,00 m, soit	75,25 m;
Puits n° 25	de 14,30 à 91,60 m, soit	77,30 m;
Puits n° 26	de 20,00 à 92,05 m, soit	72,05 m;
Puits n° 27	de 15,80 à 99,50 m, soit	83,70 m;
Puits n° 28	de 6,00 à 81,35 m, soit	75,35 m;
Puits n° 29	de 22,00 à 150,60 m, soit	128,60 m;
Puits n° 30	de 14,40 à 111,40 m, soit	97,00 m;

Total 811,60 m.

Compte tenu de l'inclinaison des couches et des recouvrements stratigraphiques, la puissance est de l'ordre de 520 m dans le Viséen moyen, le Viséen inférieur et le Tournaisien le plus élevé.

L'interprétation géologique est ici basée sur une somme de faits, dont il convient de préciser la nature si l'on veut ensuite apprécier les conclusions :

a) L'alignement satisfaisant des forages et leur distribution presque équidistante est évidemment très favorable (voir plan de situation, fig. 1).

b) Bien que l'enfoncement ait été réalisé le plus souvent au trépan, le forage à rotation a permis le prélèvement de carottes, où les pendages ont été directement mesurés; ce sont :

· Puits n° 21 : inclinaison faible à la profondeur finale de 60,50 m.

· Puits n° 28 : inclinaison de 5 degrés, à la profondeur de 30,55 m.

· Puits n° 30 : inclinaison de 15 degrés dans les couches les mieux litées coupées entre 90,30 et 111,40 m.

La pente est présumée vers le Sud, comme il est de règle à l'Est et à l'Ouest dans toute la région.

c) Des « carottes » (ou au moins des tronçons épargnés par la rotation) ont été extraites aux emplacements ci-indiqués :

· Puits n° 21 : de 60 à 60,50 m dans un calcaire compact, à cherts en lits minces et presque horizontaux; on y cite *Orbiculoidea* (cf. *davreuxi*).

Puits n° 28 : de 28,70 à 81,35 m (la description détaillée des échantillons est transcrite dans les dossiers du Service géologique de Belgique, avec l'interprétation de M. LEGRAND).

Puits n° 29 : de 120 à 135,15 m dans des calcaires dolomitiques et des dolomies sombres, peu crinoïdiques, présentant de nombreux joints terreux (« terrasses ») et parfois des entre-lits schistoïdes; les cherts sont peu abondants et les fossiles fréquents : *Chonetes münsteri*, *Chonetes* sp. de grande taille, cf. *papilionaceus* abondants à 130 m, *Syringopora*.

Puits n° 30 : de 90,30 à 111,40 m dans des calcaires et calc-schistes accusant fréquemment des indices de stratification en milieu turbulent (miches calcaires emballées dans des calcaires argileux, stratifications faiblement entrecroisées) avec de très belles structures d'écoulement sous-marin (« slumping ») entre 100 et 102,80 m.

d) Les témoins du forage à percussion recueillis mètre par mètre sans injection ont été examinés au binoculaire afin de détecter les structures spéciales (oolithes, roches cariées, présence de cherts,...); ils ont été soumis mètre par mètre également à des analyses chimiques effectuées au laboratoire de la T.M.V.W. sous la direction de M. KINT; ces analyses ont permis de donner une valeur à des caractères lithologiques que l'œil n'est pas à même d'apprécier; le processus a consisté à calciner l'échantillon, pour en chasser S (des pyrites), CO₂ (des carbonates calciques et magnésiens), éventuellement les hydrocarbures potentiels; dans le résidu, on a dosé séparément CaO et MgO, ce qui permet une représentation des teneurs en carbonate de chaux, en Dolomite; par différence, on connaît globalement Silice, Alumine et Fer.

Les diagrammes chimiques sont reproduits à la planche I. On y lit les diverses teneurs en Dolomite, en résidu fixe et en carbonate de chaux.

e) Au point de vue paléontologique, la macrofaune a été d'un faible secours qui n'a pourtant pas été négligé; les niveaux à Paléchinides (*Palechinus*, *Archeocidaris*) ont été détectés facilement. D'autre part, M. CONIL a effectué de place en place des prélèvements de fragments calcaires et a reconnu, dans des conditions opératoires fort difficiles, les grandes divisions *V1a*, *V1b* et *V2a* par voie micropaléontologique. J'en sais tout particulièrement gré à M. CONIL, qui s'est acquis une remarquable

et habile qualification dans ce domaine. La « grille micropaléontologique » établie par ses soins est reproduite en annexe, avec les commentaires.

Ensemble, toutes ces recherches éclairent considérablement la **stratigraphie du Viséen** dans la zone du captage. Par le fait de l'inclinaison des bancs, les couches de tête à l'un des puits correspondent le plus souvent aux couches coupées au fond du puits situé à proximité Sud; les coupes voisines ont souvent entre elles plusieurs mètres en coïncidence stratigraphique et les corrélations s'en trouvent facilitées. Il faut pourtant rechercher et justifier celles qui paraissent les plus défendables : en procédant de haut en bas, nous nous aiderons de la planche I, qui reproduit les coupes et les diagrammes, dont la « somme stratigraphique » doit conduire à une reconstitution acceptable.

Les couches du puits 30 et du puits 29 peuvent être placées en superposition, assez sensiblement bout à bout; cela résulte :

a) des pendages relativement accentués (15 degrés), mesurés sur carottes dans les bancs bien lités de la partie inférieure du puits 30;

b) des microfossiles parmi lesquels M. CONIL reconnaît, au puits 30, une belle faune *V2a* des couches de Jurbise; au puits 29, un ensemble très proche qu'il attribue aux couches de Lens, immédiatement sous-jacentes.

Dans cet ensemble, les véritables dolomies ne se manifestent pas, bien que les analyses révèlent toujours un peu de magnésie; tout au plus peut-on mentionner de rares passages en calcaires dolomitiques (peu épais); les dolomies apparaissent seulement vers la base du puits 29 (de 128 à 134 m), immédiatement sous des calcaires noirs à entre-lits schisteux, riches en macrofaune (*Chonetes münsteri*, grands *Orthotetinae*).

Le puits 28, exécuté en 1948-1949, a fourni une longue suite de « carottes ». On note : un pendage de 5 degrés à la profondeur de 30 m; quelques lits de calcaires dolomitiques peu épais (à 24 et à 33 m); une macrofaune abondante sous 54 m; des calcaires et calcschistes à Orthothétinés à 62 m; enfin un niveau dolomitique carié et altéré entre 63 et 70 m. Cette succession lithologique répète celle de la moitié inférieure du puits 29 et permet une bonne corrélation.

Le puits 27 pénètre d'emblée, sous les sables landéniens, dans des dolomies envahies par des cherts de teinte bleu ciel dépourvus de pigments carbonés (de 17 à 24 m), typiques de la silicification de surface; il n'est pas à craindre de rapprocher ces dolomies (silicifiées secondairement) des dolomies non siliceuses coupées en profondeur aux puits 28 et 29, ce que la disposition géométrique impose d'autre part. Sous ces dolomies viennent immédiatement, ici et là, des calcaires à cherts noirs abondants.

Dès la profondeur de 38 m au puits 27 (mais pas au puits 28, en raison du pendage) on coupe des calcaires sombres, argileux, envahis par la pyrite (en veinules), très riches en cherts noirs et renfermant de très nombreux débris de *Palechinus* et d'*Archeocidaris*, moins de Crinoïdes. De 52 à 66 m des éboulements provenant des dolomies masquent le véritable aspect des roches; mais on retrouve les calcaires noirs et pyriteux à Paléchinides de 66 à 77 m. A cette dernière profondeur et par un contact franc, apparaissent des calcaires gris tout à fait différents, à peine magnésiens, pauvres en cherts et en débris organiques figurés. Ce même contact se retrouve au puits 26, à la profondeur de 37 m.

La partie inférieure du puits 26 et la partie supérieure du puits 25 coupent de vraies dolomies que l'on relie sans peine, bien que la décalcification d'origine superficielle ait éliminé une bonne partie du carbonate de chaux en tête du puits 25, y rendant la roche ébouleuse et envahie par les sables de la couverture (une poche y a été coupée jusqu'à la profondeur de 21 m).

La tête du Calcaire carbonifère est totalement dénaturée au puits 24, la réaction calcaire n'apparaissant pas avant une pénétration de 5 m; l'analyse chimique révèle d'ailleurs que tout y est « résidu » de décalcification. Mais dès 28 m apparaissent les Paléchinides (comme aux environs de 75 m, au puits 25) dans des calcaires dépourvus de Magnésie jusqu'à la profondeur de 46 m, ce qui est tout à fait exceptionnel dans l'ensemble étudié.

(Ces calcaires pyriteux à Paléchinides ne sont pas ceux qui ont été coupés dans les puits 26 et 27; ils sont moins épais; ils sont proches de la base de *V1b* et non pas proches du sommet.)

Dans les forages cités jusqu'à présent (du puits 30 au puits 24) la structure paraît simple; en tout cas, les tracés géométriques confirment et soutiennent les corrélations basées sur les faits

géologiques. Il en est de même, nous le montrerons, dans les puits 21, 22 et 23 formant le tronçon septentrional du captage. Mais entre ces deux groupes la jonction ne peut pas être effectuée sans intervention d'une faille, dans l'intervalle 23-24. La coupe d'ensemble (pl. II) fait comprendre la réalité et le rejet de cette faille, qui semble prolonger la Faille de Cambron dessinée en 1959 par R. CONIL (cf. pl. X) dans la région de la Dendre.

Les dolomies du puits 23 se rattachent sans peine aux dolomies du puits 22, à l'intervention d'un niveau remarquable de dolomie rose, coupé dans les deux forages.

Quant au puits 21, à l'extrême Nord du captage, à première vue il est assez malaisé de le relier à la coupe du puits 22. En effet, les témoins renferment une fraction calcaire souvent notable, alors qu'au puits 22 il y a peu de carbonate de chaux; pourtant cet argument n'est pas décisif, car un retombage important des dolomies a été constaté au puits 22 et peut avoir masqué la fraction calcaire. Un fait me paraît certain : c'est que le remarquable niveau oolithique (= dolomie oolithique des Montils) coupé à 37 m au puits 21 n'a pas été atteint au Sud, sauf éventuellement à l'extrême base du puits 22 (à 97 m) où une lame mince montre des oolithes fantômes perdues dans une masse silicifiée, qui représenterait, selon moi, le niveau des Montils.

Le puits de Ligne (21) s'achève dans des calcaires (d'âge Tournaisien) accusant une chute manifeste des teneurs en Dolomite.

En cours d'étude nous avons été amené à rechercher une **comparaison avec le Dinantien de la Dendre**, décrit déjà par maints auteurs. Les « Recherches stratigraphiques sur les terrains dinantiens dans le bord nord du Bassin de Namur », par M. RAPHAËL CONIL, parues en 1959 (*Mém. Acad. roy. de Belgique*, in-4°, t. XIV), sont venues bien à point dans les interprétations, surtout que les variations sont peu importantes de la Dendre à la Petite Dendre. On en juge aisément :

Dans la région de la Dendre, M. CONIL reconnaît environ 170 m en *V1a*, environ 160 m en *V1b* (soit 330 m pour le Viséen inférieur), et une épaisseur énorme de plusieurs centaines de mètres pour le *V2a* tout en calcaires (de Lens, de Jurbise, de Basècles, de Thieusies).

Nous trouvons ici 155 ou 170 m en *V1a* (selon la limite adoptée), environ 166 m en *V1b* (soit 321 ou 336 m pour le Viséen inférieur); les calcaires *V2a* sont coupés sur 171 m, mais le *V2a* supérieur n'apparaît pas. Il existe donc une indéniable analogie dans les épaisseurs des assises reconnues.

Mieux encore, les affleurements discontinus de la Dendre et la suite sans hiatus coupée dans le captage montrent une remarquable correspondance des grandes masses dolomitiques (*V1a*), des niveaux de calcaires noirs à cherts et à Paléchinides (dans *V1b*), des calcaires peu siliceux composant le *V2a*. Ces analogies invitent à pousser les comparaisons aussi loin qu'il est sage de le faire et permettent de reconstituer l'échelle stratigraphique continue comme suit, de haut en bas :

VISÉEN MOYEN : ASSISE DE NAMÈCHE (*V2*).

Partie inférieure (*V2a*).

V2a moyen : Couches de Jurbise.

Calcaires gris, légèrement magnésiens, subcompacts ou finement saccharoïdes, sans cherts (coupés sur 12 m), suivis de calcaires plus sombres, sans cherts ou montrant au plus des nodules siliceux diffus. Épaisseur approximative 52 m.

Calcaires sombres, souvent zonaires par alternances répétées de calcaire noir argileux et de calcaire subcompact; quelques bandes de cherts de place en place; indices fréquents de dépôt troublé: miches de calcaire grenu moulées dans le calcaire compact, glissements sous-marins typiques (*slumping*), parfois stratifications faiblement entrecroisées. Épaisseur approximative 14 m.

V2a inférieur : Couches de Lens.

Calcaires compacts sombres, toujours faiblement magnésiens, sans cherts. Épaisseur approximative 25 m.

Éventuellement, passées calcaires de même type avec de rares oolites très oblitérées (cf. atténuation du FACIÈS OOLITHIQUE DE LADEUZE). Épaisseur approximative 2 m.

Calcaires compacts ou finement saccharoïdes, gris sombre; peu ou pas de cherts. Épaisseur approximative 10 m.

Calcaires saccharoïdes gris clair, magnésiens à dolomitiques; peu de cherts, dans la moitié inférieure seulement. Épaisseur approximative 28 m.

Suite complexe de calcaires magnésiens, alternant avec des calcaires dolomitiques. Les quelque 20 m inférieurs sont riches en macrofaune (notamment *Chonetes münsteri*, cf. *Chonetes papilionaceus* abondant,

Productus) et montrent des joints nombreux (terrasses) et des entre-lits de schistes et calcschistes (ces couches correspondent au CALCAIRE DE LENS proprement dit, avec à la base, des bancs dolomitiques et des bancs à cherts (cf. CONIL, 1959, p. 91). Épaisseur approximative ... 40 m.

VISÉEN INFÉRIEUR : ASSISE DE DINANT (V1).

Partie supérieure (V1b).

DOLOMIES SUPÉRIEURES (8 m) : niveau peu épais (5 à 8 m) de dolomie grise saccharoïde (à plus de 50 % de Dolomite), celluleuse, peu ou pas crinoïdique, sans cherts. Épaisseur ... 5 à 8 m.

Calcaires saccharoïdes et faiblement magnésiens, très riches en cherts dans la moitié supérieure seulement. Épaisseur approximative .. 15 m.

Calcaires supérieurs à Paléchinides : calcaires sombres, très pyriteux (parfois pyrite en veinules), abondamment pourvus en cherts noirs et renfermant de très nombreux débris de Crinoïdes, de *Palechinus*, d'*Archaeocidaris* (CALCAIRE DE MONTIGNIES). Épaisseur approximative 37 m.

Calcaires gris finement saccharoïdes, peu silicifiés et apparemment azoïques (en forage). (Un seul banc dolomitique reconnu.) Épaisseur approximative 25 m.

DOLOMIES MOYENNES (35 m) : dolomies saccharoïdes, peu silicifiées, apparemment non crinoïdiques, celluleuses ou parfois pulvérulentes; les bancs dolomitiques (avec 50 à 70 % de Dolomite) semblent distribués en 3 niveaux, séparés par des calcaires magnésiens dolomitiques (à ces dolomies correspondrait la DOLOMIE DE CAMBRON). Épaisseur approximative 35 m.

Calcaires gris-noir à noirs, spathiques ou crinoïdiques; nombreux cherts dans la partie moyenne. Épaisseur approximative ... 22 m.

Calcaires inférieurs à Paléchinides : calcaires noirs très pyriteux, à Paléchinides (*Palechinus* abondant, *Archaeocidaris* exceptionnel), envahis par les cherts (d'après les analyses, absence totale de Mg, ce qui est tout à fait exceptionnel en dehors des calcaires pyriteux à Paléchinides). Épaisseur approximative ... 18 m.

Calcaire gris-noir saccharoïde, faiblement magnésien; quelques cherts; paraît riche en Crinoïdes, Paléchinides; en outre : *Zaphrentis* sp. et plusieurs Ostracodes. Épaisseur approximative .. 6 m.

Partie inférieure (V1a).

Calcaires dolomitiques gris-noir, saccharoïdes à crinoïdiques et peu magnésiens, sans cherts; débris de Crinoïdes et de Paléchinides. Localement, largement veiné de calcite. Épaisseur approximative ... 35 m.

DOLOMIES INFÉRIEURES (111 m) (= DOLOMIE CRINOÏDIQUE DE BRUGELLETTE) comportant :

c) Dolomies grises ou gris-noir saccharoïdes et crinoïdiques, sans cherts; plusieurs niveaux de dolomies sombres poudreuses; un niveau remarquable de dolomie rose, saccharoïde à spathique sans encrines; sous ce niveau, les dolomies sont moins crinoïdiques. Épaisseur approximative 80 m.

b) Dolomies saccharoïdes gris sombre, silicifiées et abondamment pourvues de cherts; vers la base (sur 5 m), roche cariée et crinoïdique avec veinules de quartz et de pyrite 16 m.

a) Complexe dolomitique (dolomies sombres saccharoïdes, calcaires dolomitiques) toujours plus ou moins silicifié, avec cherts spécialement abondants vers le bas 15 m.

Niveau oolithique : Roche entièrement formée de pseudo-oolithes mal calibrées, entièrement silicifiées et noyées dans un ciment quartzueux épigénétique (= OOLITHE DES MONTILS) environ 1 m.

TOURNAISIEN SUPÉRIEUR : ASSISE DE CELLES (Tn3).

Partie supérieure (Tn3c).

Calcaire magnésien ou dolomitique, sombre, saccharoïde ou pulvérulent et caverneux, à cherts plus ou moins abondants (attribution douteuse au Tn3c, à défaut de faune reconnue, l'Oolithe des Montils marquant assez conventionnellement la base du Viséen) 15 m.

Calcaire gris-noir, finement saccharoïde et calcaire sombre en petits bancs, avec minces rubans de cherts (carotte à la base, avec *Orbiculoidea* sp.) = CALCAIRE A CHAUX HYDRAULIQUE DE MÉVERGNIES sur 7 m.

Commentaires. — Les couches les plus élevées ont été coupées au puits 30, et d'emblée datées V2a. Les carottes prélevées de 90,30 à 111,40 m contiennent de magnifiques structures sédimentaires, typiques de glissements sous-marins (slumping), dont le Dinantien de la Dendre n'a pas encore révélé d'équivalent. Par contre, des structures sédimentaires de même type, moins nettes, se rencontrent de place en place dans le « Marbre de Basècles », également Viséen moyen. Ces faits sont

généralement mis en relation avec une subsidence active, qui accentue les pentes sur les fonds envasés et peut ainsi rompre les équilibres pénécontemporains du dépôt; cette même idée trouve pleine confirmation dans l'extraordinaire épaissement des sédiments : 1.000 m environ en V2 dans la zone de Blaton-Thieusies (du Bassin de Namur) contre 170 m environ plus à l'Est ou dans le bord nord du Bassin de Dinant.

Lithologiquement, les calcaires V2a des puits 30 et 29 sont très monotones (toujours peu magnésiens et compacts, sans cherts en règle générale); les analyses chimiques en rendent compte.

Les faciès oolithiques de Ladeuze, dont on sait qu'ils se présentent en passées oolithiques et plus ou moins magnésiennes, ne sont pas clairement identifiés, sauf éventuellement au puits 29 (vers 33 m) sous la forme de rares oolithes très oblitérées.

Les dolomies retiennent l'attention, non seulement à cause des incidences sur le comportement technique et hydraulique du captage, mais par leur distribution stratigraphique.

Elles sont ici toutes dans le Viséen inférieur V1, sous le Calcaire de Lens, et les puissances vont nettement en augmentant vers le bas. Nous distinguerons :

Les Dolomies supérieures (5 à 8 m), immédiatement surmontées par des calcaires à joints stylolithiques, à entre-lits schisteux, très fossilifères du Calcaire de Lens, base régionale du V2a.

Les Dolomies moyennes (35 m) ou Dolomies de Cambron, comprises, comme dans la région de la Dendre, entre un niveau supérieur de calcaires à Paléchinides (= Calcaire de Montignies) et un niveau inférieur à Paléchinides (= Calcaire de la Rochette, du Pont de Lens, du parc de Brugelette). Entre ces deux niveaux à Paléchinides, G. VELGE plaçait les « Grandes Dolomies de la Dendre » dont il estimait la puissance à 100 m. Ici, l'intervalle est ramené à 80 m et les dolomies, encadrées par des calcaires peu magnésiens, occupent seulement 35 m, ce qui indiquerait une atténuation marquée du faciès dolomitique vers l'Ouest, à ce niveau.

Les Dolomies inférieures, très épaisses (110 m). M. CONIL y voit 3 niveaux dans la Dendre, le plus bas englobant la Dolomie oolithique des Montils (Brugelette) reconnue, écrit-il, « non seulement à Cambron, mais aussi à Montignies, à Mévergnies,

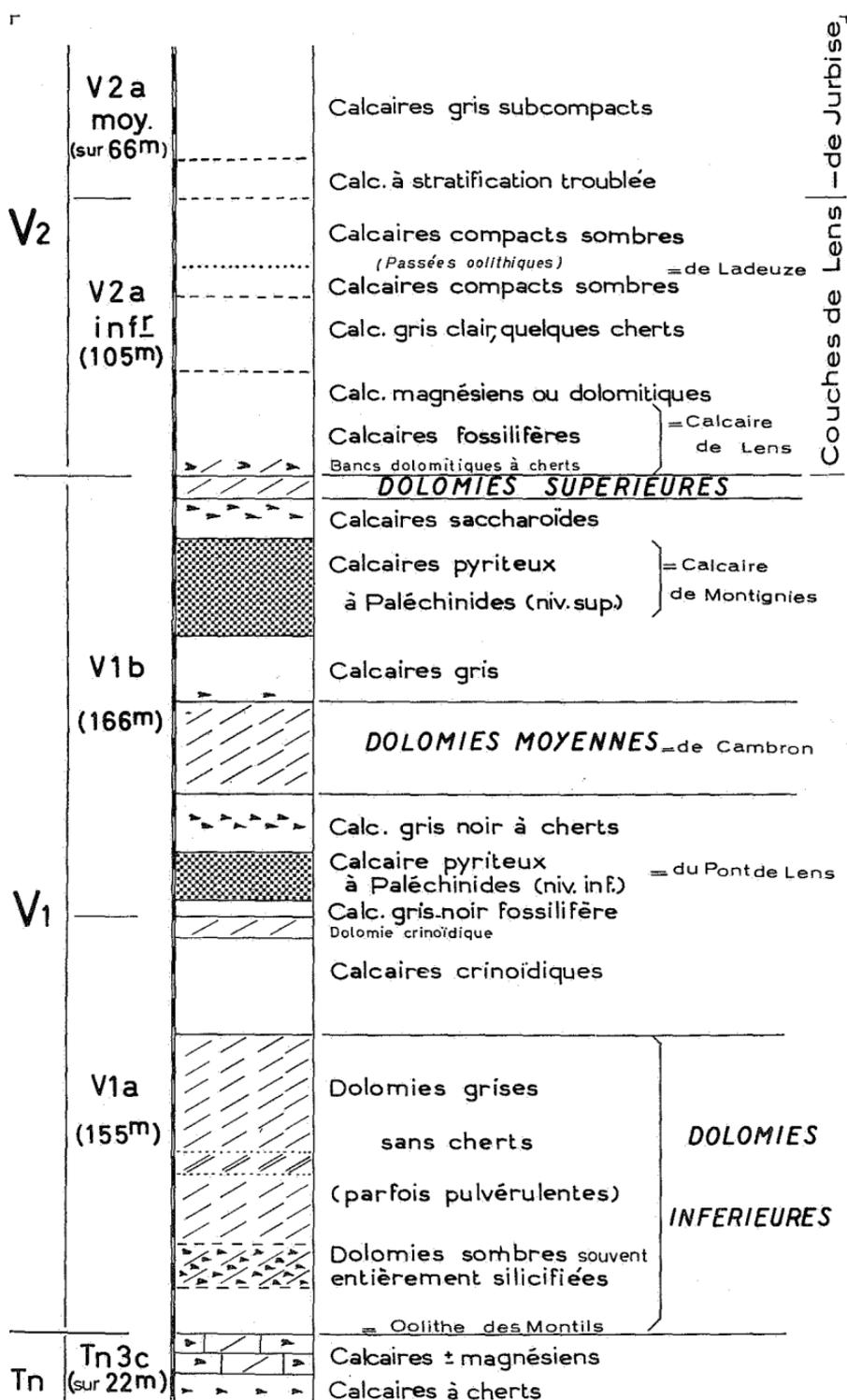


Tableau stratigraphique résumé.

à Attre et à Arbre » (CONIL, 1959, p. 84); à cela, ajoutons : au puits 21, avec netteté à la profondeur de 37 m.

Sous l'oolithe des Montils viennent alors des calcaires dolomitiques puis des calcaires noirs à rubans de cherts avec *Orbiculoidea* sp. On est fondé à y voir le sommet du Tournaisien (*Tn3c*), c'est-à-dire l'équivalent des calcaires de Mévergnies (coupés sur 22 m d'épaisseur).

II

LE CAPTAGE DE LIGNE-AUBECHIES.

Les considérations qui, dès 1947, ont guidé la « Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor Waterbedeling (T.M.V.W.) » dans le choix de l'emplacement Ligne-Aubechies sont essentiellement les suivantes :

a) Le Calcaire carbonifère, tout spécialement dans les niveaux dolomitiques, paraissait susceptible de fournir de grandes quantités d'eau, même par un faible rabattement de la nappe;

b) En disposant les puits dans un alignement Nord-Sud, on devait rencontrer différentes assises, et assurer ainsi la meilleure utilisation des ressources aquifères, tout en conservant l'avantage de situer le nouveau captage à proximité immédiate de la conduite de refoulement qui, déjà, canalise les eaux du Crétacé depuis Hainin-Hautrage vers le réservoir de mise en charge situé à Mainvault;

c) En prévoyant un nombre relativement élevé de puits (10 en tout) on devait réduire l'importance du rabattement et limiter ainsi les incidences fâcheuses pour les utilisateurs riverains;

d) Les terrains tertiaires (argiles yprésiennes et sables landéniens) couvrant entièrement la région, on prévoyait une bonne protection contre les risques de pollution superficielle, moyennant des précautions élémentaires.

La réalisation (en seize années) s'est déroulée en deux temps :

1° En 1948-1949 ont été creusés à diamètre définitif les puits 21 et 28, aux deux bouts de la ligne de captage; il s'agis-

sait d'une reconnaissance, complétée par quelques forages à petit diamètre, et suivie par des pompages d'essai.

2° De 1957 à 1964 furent creusés les 8 autres puits, chacun donnant lieu aux essais et aux aménagements nécessaires (acidifications, pompages,...).

LE SITE GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE.

La coupe géologique réunissant les 10 puits (pl. II) donne une représentation de la structure d'ensemble.

Le recouvrement comporte :

a) Des limons loessiques et limons de pente très fins, non calcarifères, localement indurés par des nodules ou des plaquettes d'aliôs; les cailloutis sont très rares, sauf dans les alluvions couvrant le thalweg de la Petite Dendre (à Ligne, puits 21). Lorsqu'ils reposent sur l'argile yprésienne, les limons superficiels retiennent abondamment les précipitations, ce qui rend les accès impraticables en période pluvieuse; le creusement manuel des avant-puits s'est toujours trouvé arrêté à proximité des argiles, par l'accumulation des eaux issues des limons, et dont le régime hydrologique est essentiellement déterminé par les influences saisonnières.

b) Des argiles yprésiennes, formant de petites collines; elles sont plus ou moins finement sableuses (silts) et accompagnées de minces couches de sables fins (1 m d'épaisseur); la base est toujours soulignée par un lit de sable argileux, roux, mal calibré, renfermant des grains ovoïdes ferrugineux et hydroxydés (ce faciès permet de repérer aisément la base de la formation). Dans leur ensemble, ces couches yprésiennes sont imperméables. La base est faiblement et très régulièrement inclinée vers le Nord (0,15 m pour 100 m).

c) Des sables landéniens fins et bien calibrés (grains de 0,3 à 0,4 mm), peu argileux, faiblement glauconifères; le puits 29 y a coupé d'abondants granules et quelques nodules de Marcassite, partiellement hydroxydés. A la base des sables existent des accumulations caillouteuses plus ou moins continues, parfois en poches vraisemblablement. Les sables sont presque entièrement en zone de saturation et souvent « boullants », ce qui a imposé des précautions spéciales, pour éviter notamment le

soutirage des sables lors de la mise en service des puits. Les eaux y ont, comme on peut s'y attendre et dans la mesure où on en peut juger par une seule analyse (au puits 29), une composition différente des eaux du calcaire, notamment par une déficience en Ca et Mg, entraînant une réduction de la dureté (8 à 9 degrés). Pourtant rien ne semble devoir isoler efficacement la nappe dans le Landénien de la nappe dans le Calcaire carbonifère; en effet, après tubage et cimentation, l'eau de la nappe profonde se stabilise, au repos, au niveau où l'eau du Landénien avait été rencontrée (à quelques centimètres près).

Les épaisseurs du recouvrement sont données, puits par puits, dans le tableau ci-après :

	21	22	23	24	25
	m	m	m	m	m
Limons	11,20	4,50	3,00	3,00	3,00
Yprésien	—	5,50	7,00	7,00	4,00
Landénien	—	9,25	6,40	9,75	7,30
Total	11,20	19,25	16,40	19,75	14,30
Cote du sol	+41,13	+50,71	+52,76	+55,17	+53,08

	26	27	28	29	30
	m	m	m	m	m
Limons	4,00	2,00	1,60	1,50	6,00
Yprésien	6,60	8,50	—	10,50	0,50
Landénien	9,40	5,30	4,60	10,00	7,90
Total	20,00	15,80	6,20	22,00	14,14
Cote du sol	+58,15	+60,90	+54,15	+67,72	+61,44

Le Calcaire carbonifère, coupé sur une hauteur totale de 811,60 m pour l'ensemble des puits, a fait l'objet d'examen détaillés mètre par mètre, en sorte que la coupe géologique du réservoir aquifère peut être proposée comme il est indiqué sur la planche II.

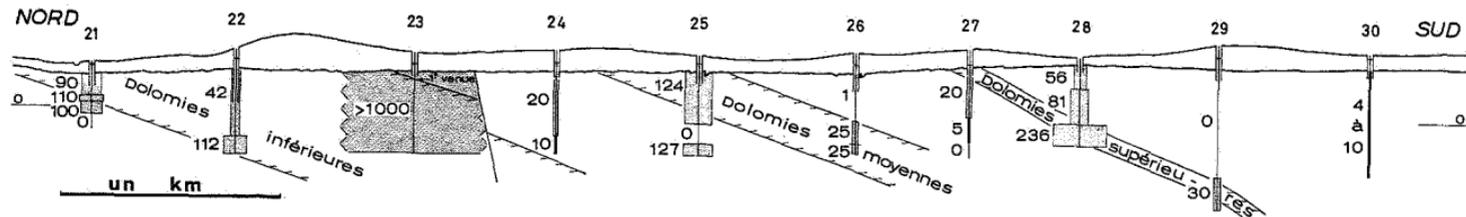


FIG. 2. — Coupe-diagramme des débits spécifiques, avant toute acidification.

Le diagramme exprime en m^3/h et pour un mètre de rabattement sous le niveau hydrostatique (débit spécifique) les débits mesurés et les gains éventuellement réalisés en cours de creusement, à des profondeurs étagées, dans les conditions aussi proches que possible de l'état naturel. Le rôle des niveaux dolomitiques est ainsi nettement mis en évidence.

Les couches plongent vers le Sud, très faiblement dans l'extrême Nord (Ligne), d'une manière un peu plus accentuée dans la région médiane (5 degrés environ), puis très nettement dans les puits méridionaux (15 degrés); les puits coupent ainsi des calcaires plus ou moins compacts (peu aquifères), des calcaires dolomitiques, des dolomies.

La distribution stratigraphique des dolomies et des calcaires a les plus importantes conséquences sur les caractéristiques hydrologiques (et sur la nature des opérations purement techniques lors des forages) :

Les puits 21, 22 et 23 reçoivent leurs eaux des puissantes dolomies très aquifères du *V1a* (les Dolomies inférieures); aux puits 25 et 26, les principales venues se manifestent dans les Dolomies moyennes; les puits 28 et 29 sont aussi alimentés par le niveau (pourtant réduit en épaisseur) des Dolomies supérieures.

Opposons à ces exemples le cas du puits 29 avant qu'il ait atteint les dolomies et le cas du puits 30 dans des calcaires compacts; ces roches se sont avérées fort peu ou non aquifères et ont nécessité des opérations répétées et prolongées avant de donner un résultat satisfaisant.

Nous avons recherché des valeurs numériques susceptibles d'exprimer les conditions naturelles de débit en fonction de la nature des roches traversées, en utilisant pour cela les résultats des pompages d'essai (d'une durée minimale de 24 heures consécutives), effectués après cimentation du tubage supérieur, mais avant toute acidification ou opération quelconque qui eût modifié les propriétés de l'aquifère. En pompant en cours de creusement à des profondeurs étagées, on peut estimer les débits spécifiques par tranches successives, ce qui est très édifiant (voir le diagramme, fig. 2).

Exemple : au puits 28, un tout premier essai eut lieu lorsque le puits avait atteint la profondeur de 28,70 m; le débit spécifique (pour 1 m de rabattement sous le niveau d'équilibre) était alors de 56 m³/h; un deuxième essai, à la profondeur de 60,90 m, a donné un débit spécifique de 137 m³/h, c'est-à-dire un gain de 81 m³/h apporté par la tranche comprise entre 28,70 et 60,90 m; un troisième essai, à la profondeur finale de 81,35 m, a porté le débit spécifique à 373 m³/h, par un nouveau gain de 236 m³/h.

L'approfondissement des autres puits n'a pas toujours apporté une augmentation du débit; le gain est parfois nul.

Résumons les particularités de chacun des essais de débit :

Puits 21. — Amélioration constante jusqu'à la profondeur de 48,20 m (dans les dolomies et calcaires dolomitiques); pas d'amélioration entre 48,20 m et le fond (dans les calcaires).

Puits 22. — Amélioration continue avec l'approfondissement, entièrement dans les Dolomies inférieures.

Puits 23. — La nappe du Landénien ayant été isolée par la cimentation du tubage étanche à la profondeur de 21,60 m, le puits ne contenait alors plus d'eau; la première venue s'est manifestée entre 25,80 et 26 m dès que furent touchées les dolomies; le niveau s'est alors subitement établi à +42,16 m. Il n'a pas été fait de pompages en cours de creusement, mais à profondeur finale le débit était énorme sous un rabattement tellement faible (de 12 à 18 cm) qu'il est difficile d'apprécier le débit spécifique (environ 1.000 m³/h). Toute l'eau vient ici des Dolomies inférieures, puisque les calcaires du sommet ne sont pas aquifères.

Puits 24. — Les calcaires pyriteux à cherts, complètement altérés et pourris, ont abandonné un abondant résidu de boues noires (absolument comparables à des schlammes) jusqu'à la profondeur de 46 m, puis par retombage jusqu'à 52 m environ; le premier essai à 77,40 m donne un débit spécifique faible, de 20 m³/h; à profondeur finale on obtenait environ 30 m³/h (soit un gain spécifique de 10 m³/h seulement). Le forage ne coupe pas de dolomies.

Puits 25. — Ce puits pénètre d'emblée dans les Dolomies moyennes et permet, à la profondeur de 61,32 m, un débit spécifique de 124 m³/h. Par contre, un essai à la profondeur de 79,86 m n'a plus donné que 113 m³/h (soit perte 11 m³/h). A la profondeur finale le débit spécifique est remonté à environ 230 m³/h (gain 127 m³/h).

Puits 26. — Le débit spécifique est insignifiant à 61,65 m (1 m³/h); il est monté à 26 m³/h (gain 25 m³/h) puis à 51 m³/h (nouveau gain 25 m³/h) dans les Dolomies moyennes.

Puits 27. — Donne :

à 62,64 m un débit spécifique de 20 m³/h;

à 85,12 m un débit spécifique de 25 m³/h (gain 5);

à 90,50 m un débit spécifique de 25 m³/h (gain nul).

Puits 28. — Les valeurs ont été données déjà, à titre d'exemple; ce sont encore une fois les dolomies, si peu épaisses soient-elles, qui apportent les riches venues profondes.

Puits 29. — La compacité des calcaires est telle en ce point que le débit du forage est resté pratiquement nul aux essais effectués à 32,97 et 100,50 m. Jusqu'à la profondeur de 58 m, il était nécessaire de verser de l'eau dans le forage pour le travail des outils; à cette profondeur, le niveau a monté lentement jusqu'à la cote +53,50 environ. Après de multiples acidifications, le débit spécifique, toujours faible, est cependant monté à 10 m³/h à 120 m et 30 m³/h à 150 m. Au total 5 acidifications et 7 pompages au compresseur, de 3 à 4 jours chacun, ont été nécessaires pour « sauver » ce puits rétif.

Puits 30. — Ici encore, les débits sont restés insignifiants, en dépit des approfondissements successifs :

à 41,07 m débit spécifique 0,67 m³/h;

à 60,84 m débit spécifique 0,52 m³/h;
à 90,30 m débit spécifique <13 m³/h;
à 111,40 m débit spécifique 2 à 4 m³/h.

Pourtant, après 3 acidifications importantes, 3 pompages au compresseur, 4 pompages prolongés, on a pu élever le débit spécifique à 25 m³/h et envisager l'équipement du puits.

Le caractère éminemment aquifère des divers niveaux de dolomies est partout mis en évidence, dans le tronçon septentrional du captage (puits 21, 22 et 23), dans la partie moyenne (puits 25, 26 et 28), même en profondeur (puits 28 et 29). Par contre, les calcaires compacts des deux puits méridionaux (29 et 30) sont peu encourageants et n'ont été « sauvés » qu'au prix d'efforts répétés.

La seule nappe mise à contribution est alimentée, on sait, par les affleurements lointains du Calcaire carbonifère; elle est ici puissante, libre (non captive), abritée dans les réseaux de cassures et dans les vides des couches dolomitiques, notamment.

La mise en service du captage s'étant effectuée par étapes successives, il est impossible d'indiquer la position d'un équilibre hydrostatique observé intact à un seul et même temps, bien que la dépression à un puits n'ait pas une influence marquée sur les puits voisins (distants de 500 m et plus, jusqu'à 800 m). Cette réserve admise, nous baserons l'appréciation du niveau hydrostatique libre sur les mesures effectuées aux dates indiquées, après cimentation du tube étanche placé à la tête du calcaire, la nappe étant à l'équilibre du moment; on en tire le tableau ci-après :

	21	22	23	24	25
Niveau hydrostatique le plus élevé .	+38,63	+41,66	+42,66	+44,07	+45,08
Mois/année	3/57	4/63	11/62	1/59	9/59
Niveau hydrostatique le plus bas ...	+37,90	+41,11	+41,26	+43,82	+44,08
Mois/année	10/58	1/63	12/63	3/60	12/59
Amplitude de la variation (en mm) .	73	55	140	25	100

	26	27	28	29	30
Niveau hydrostatique le plus élevé .	+46,83	+46,00	+46,97	+56,12	+57,34
Mois/année	4/59	9/59	3/58	6/61	3/58
Niveau hydrostatique le plus bas ...	+45,66	+44,98	+46,27	+53,72	+55,54
Mois/année	10/59	3/60	1/57	9/60	10/58
Amplitude de la variation (en mm) .	117	102	70	240	180

Ces chiffres font apparaître 3 zones :

Dans l'extrême Nord, au puits 21 et d'une façon atténuée au puits 22, la nappe est naturellement drainée et vigoureusement rabattue sous l'influence de la Petite Dendre, dont les cailloutis alluviaux viennent largement au contact même du calcaire et des dolomies.

Dans toute la région médiane, du puits 22 au puits 28 ⁽¹⁾, sur une distance de 3.900 m, la surface d'équilibre se relève très graduellement et aussi très faiblement, avec une pente moyenne de $\frac{5,31 \text{ m}}{3.900 \text{ m}}$ ou $\frac{5,16 \text{ m}}{3.900 \text{ m}} = 0,138 \%$.

Dans le Sud, aux puits 29 et 30, l'équilibre s'établit soudain beaucoup plus haut (comme s'il s'agissait d'une nappe distincte) : 10 m plus haut à 7,50 m plus haut, selon les périodes, ce qui est énorme et se réalise dans l'intervalle des puits 28 et 29, soit sur une distance inférieure à 700 m; dans cette même zone sud, les écarts mesurés entre niveau élevé et niveau bas sont exceptionnellement importants (2,40 m et 1,80 m) et ne représentent sans doute pas encore toute l'amplitude des variations saisonnières.

Du seul point de vue des isopièzes c'est donc comme s'il existait deux nappes, alors que de toute évidence il s'agit du double comportement d'une même nappe, plate et librement distribuée à la faveur des complexes dolomitiques, brusquement relevée de 7 à 10 m (dans la région sud) précisément là où les calcaires sont compacts et exempts de dolomies.

⁽¹⁾ En mars 1949, le puits 28 ayant atteint seulement la profondeur de 28,70 m, le niveau hydrostatique était à la cote +46,75; ce niveau était pratiquement inchangé en 1957 et 1958, en dépit du surcreusement à 81,35 m.

En fin de compte, que l'on interroge les niveaux piézométriques régionaux ou les débits mesurés dans les tranches verticales, le fait stratigraphique conditionne le régime hydrologique. Ce n'est certes pas le moindre enseignement à dégager.

NATURE DES EAUX.

Les eaux captées sont irréprochables au point de vue bactériologique.

La nature des sels dissous, peu significative au moment du forage ou des premiers pompages, est plus fidèlement exprimée après la mise en service des puits. Dans la période 1963-1965, les analyses obligeamment communiquées par la « T.M.V.W. » montrent que la salinité varie entre les valeurs extrêmes indiquées ci-après, dans les puits 23 à 29 :

		Amplitude de la variation.
<i>m</i> CO ₃ H	de 5,75 à 6,20	0,45
<i>m</i> SO ₄	de 1,17 à 1,55	0,38
<i>m</i> Cl	de 0,47 à 0,78	0,31
<i>m</i> Ca	de 5,64 à 6,42	0,78
<i>m</i> Mg	de 0,93 à 1,53	0,60
<i>m</i> Na	de 0,40 à 0,58	0,18

Ces eaux sont nettement carbonatées calciques (et magnésiennes), beaucoup moins sodiques que les eaux de Roubaix-Tourcoing (*m* Na > 3) provenant de la même grande nappe.

En valeur absolue les variations sont faibles; calculées proportionnellement à un total de 100 milliéquivalents, les variations des concentrations ioniques centésimales s'expriment comme suit :

pour CO ₃ H	2,6 %	pour Ca	4,6 %
pour SO ₄	2,2 %	pour Mg	3,4 %
pour Cl	1,8 %	pour Na	1,0 %

Ces variations ne semblent pas être systématiques, tant il est vrai qu'il s'agit d'une seule et même nappe, dont le comportement hydraulique est pourtant influencé par la nature des roches : les eaux des puits 23 et 24 sont absolument comparables, sauf une chute en Mg au puits 24 qui ne coupe pas les

dolomies; par contre, les eaux issues des dolomies ne sont pas spécialement magnésiennes dans les puits 24 et 25. Autre exemple : les ions SO_4 accusent des maxima aux puits 25, 26 et 27, ce qui pourrait être dû aux calcaires pyriteux à Paléchinides coupés par ces 3 puits; mais cela ne se vérifie pas au puits 24.

La dureté de l'eau varie peu, entre 35,2 et 39,9 degrés français pour l'ensemble du captage.

QUELQUES ASPECTS TECHNIQUES.

On conçoit aisément que de telles entreprises n'aillent pas sans difficultés d'ordre technique et que la réalisation d'ouvrages importants, qui doivent durer tout en conservant le meilleur rendement, impose des aménagements qui nécessitent un examen attentif. Il serait trop long de narrer l'histoire de chaque forage, l'une n'étant jamais tout à fait celle du voisin. Nous mentionnerons simplement quelques aspects parmi les plus dignes d'intérêt.

A. — Dès l'étude préalable du projet, il était prévu que chaque puits serait garni à sa tête par un tubage plein, cimenté à sa base, destiné à éviter les éboulements du recouvrement et à isoler les venues superficielles; ce tubage devait pénétrer de 5 m au moins dans les roches non altérées du calcaire, afin que les sables meubles du Landénien ne soient pas sollicités vers le bas et « soutirés » par les pompages (ce qui eût pu occasionner de graves déboires : ensablement du puits, mise hors d'usage des pompes, affaissement du tubage,...).

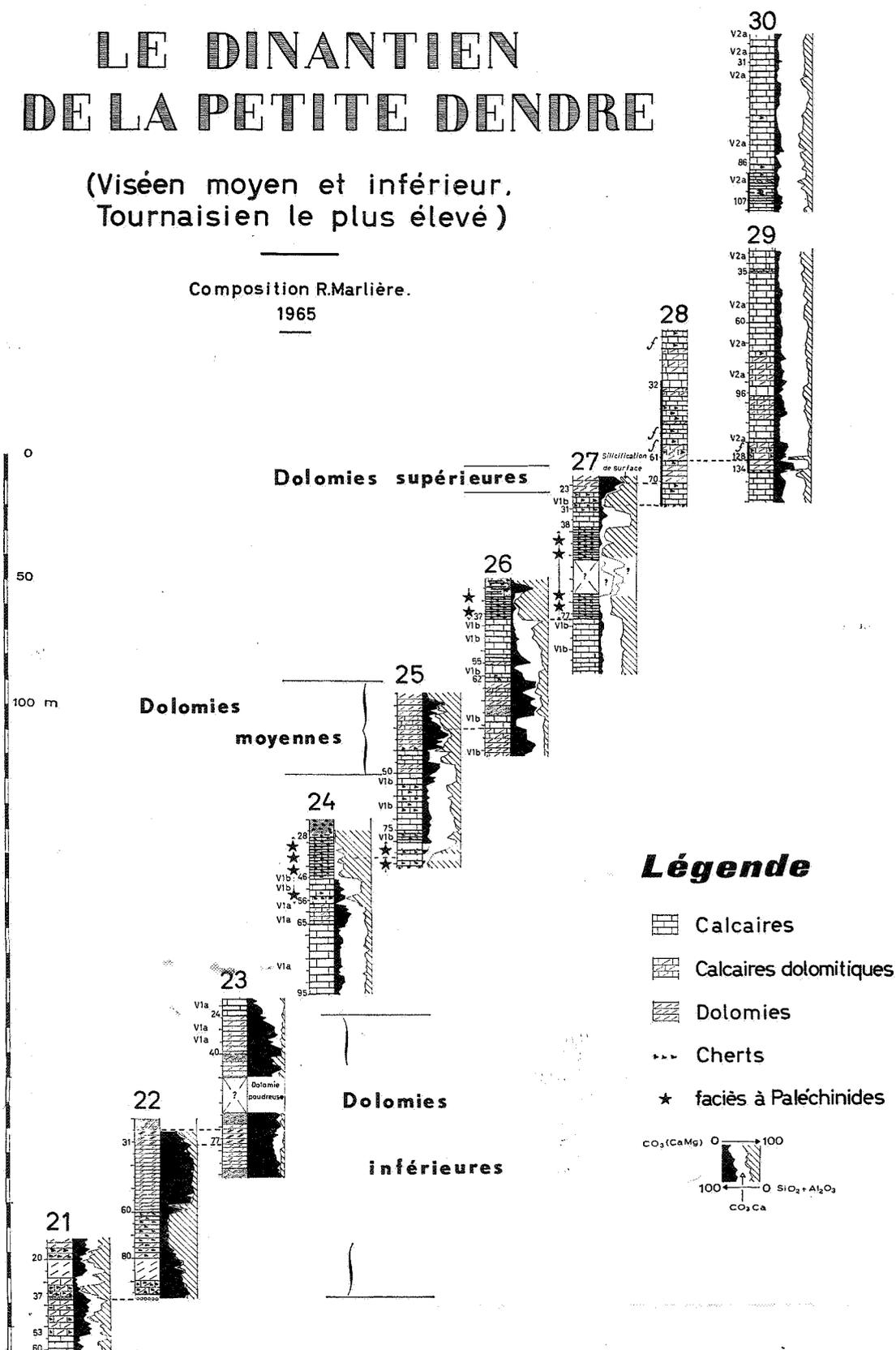
Ces prescriptions sévères ont été respectées pour 5 des puits, dans les conditions prévues. Dans d'autres cas, l'étude géologique dévoilant la nature des roches a imposé de descendre le tubage beaucoup plus profondément, soit à cause de sables infiltrés en poches à la tête du Primaire (dans les dolomies sur 10 m au puits 25, dans les calcaires pyriteux sur 15,76 m au puits 26), soit parce que dolomies et calcaires altérés rendus plus ou moins pulvérulents coulaient dans le forage (sur 13,17 m au puits 21, sur 30,27 m au puits 22, sur 11 m au puits 29).

B. — Dans les calcaires compacts et les calcaires non dolomitiques, le forage a pu rester libre, sans éboulement, durant toutes les opérations; typiques sont les puits 28, 29 et 30.

LE DINANTIEN DE LA PETITE DENDRE

(Viséen moyen et inférieur,
Tournaisien le plus élevé)

Composition R.Marlière.
1965



Légende

- Calcaires
- Calcaires dolomitiques
- Dolomies
- Cherts
- faciès à Paléchinides

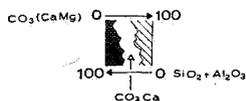
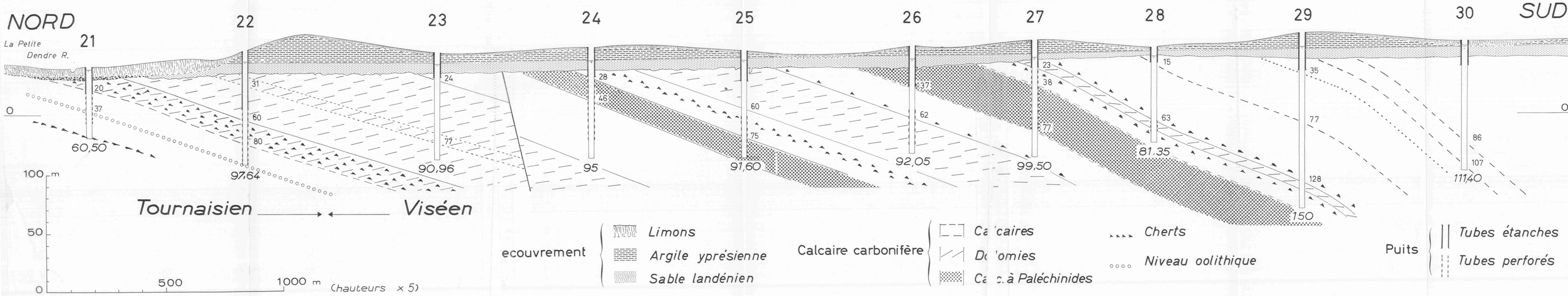


PLANCHE I. — Échelle stratigraphique reconstituée.

Après réduction pour tenir compte de l'inclinaison des couches, les coupes de chacun des puits sont placées côte à côte, avec les recouvrements éventuels (justifiés dans le texte).

A gauche des colonnes sont mentionnées les attributions stratigraphiques (V1a, V1b, V2a) reconnues par M. CONIL, à l'examen des microfossiles.

A droite, les diagrammes expriment les teneurs en Dolomite, en résidu (silice, alumine, fer) et, par différence, en carbonate de chaux (Analyste M. KINT, « T.M.V.W. », Gand).



Par contre, à la seule exception du puits 23 qui atteint sans tubage la profondeur de 90,96 m au diamètre final de 400 mm, la traversée des couches dolomitiques ou des calcaires pyriteux à cherts a imposé la pose de colonnes perdues perforées, destinées à contenir les éboulements (sans masquer les venues); le puits 22 est protégé de haut en bas, soit par un tube plein, soit par un tube perforé.

Les niveaux dolomitiques, si avantageux pour l'obtention de gros débits, ne sont pas sans une désagréable contrepartie : éboulements fréquents à contenir, premières eaux de pompage chargées ou troubles.

C. — Parmi les « imprévus », nous mentionnerons la silicification massive (carapace siliceuse) de la tête du calcaire; elle n'est pas constante, mais elle a été coupée :

sur 5 m au puits 22 (dans les dolomies);

sur 4 m au puits 24 (dans les calcaires);

sur 2,50 m au puits 28, après 3 essais successifs infructueux en vue de trouver enfin le point où la carapace pouvait être franchie.

*
**

Avant le point final, je me fais un devoir de rappeler avec émotion le souvenir de LAURENT COUNE, Directeur général de la « Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor Waterbedeling », qui a tant donné de sa personne au cours de la réalisation du captage de Ligne-Aubechies. Lui-même jusqu'en 1962 et M. le Directeur général ROGER BOONE ensuite m'ont toujours témoigné la plus entière confiance et ont largement facilité mes recherches, dans un intérêt réciproque, je crois.

M'ont été bien précieuses les innombrables indications numériques, scrupuleusement et méthodiquement recueillies par M. J. HELDERWEIRT, de la « T.M.V.W. », avec le dévouement dû à ce que l'on aime, et aussi les conversations et discussions fructueuses avec un confrère et ami, le regretté JULES DELECOURT, qui était chargé de l'exécution des travaux.

Que tous soient ici bien justement remerciés.