

# ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

DES

## PUITS ARTÉSIENS DE LA VILLE DE MALINES

ET DE SES ENVIRONS (1)

PAR

**F. HALET**

Ingénieur attaché au Service géologique,  
Membre collaborateur de la Carte géologique de Belgique.

Il y a quelques années, nous avons publié la coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie, à Malines (2). Depuis cette époque, plusieurs puits profonds ont été exécutés dans la ville de Malines et ses environs, et nous avons pu, grâce à l'étude des échantillons provenant de ces puits, connaître l'allure exacte et définitive des terrains sous cette localité, ainsi que le débit et la qualité des diverses nappes aquifères qui s'y trouvent.

Dans ce nouveau travail, nous allons examiner en détail successivement les points suivants :

- I. La géologie du sous-sol de Malines ;
- II. Le débit et la qualité des nappes aquifères ;
- III. Le creusement des puits.

### I. — Géologie du sous-sol de Malines

Dans la ville de Malines, une cinquantaine de puits artésiens ont été forés, à notre connaissance ; la plupart de ces puits ont été construits par des sondeurs qui ne s'occupaient guère de recueillir des

(1) Mémoire présenté à la séance de mars 1910.

(2) F. HALET, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906, Mém., pp. 61-69.

échantillons, et l'on peut dire que jusqu'à ces dernières années, personne ne connaissait très exactement l'allure et la nature des terrains depuis la surface du sol jusqu'à la profondeur de 50 mètres.

Plusieurs auteurs, notamment le baron van Ertborn, MM. Vincent, Rutot et van den Broeck, ont décrit la coupe du sondage, d'une profondeur de 130 mètres, creusé en 1878 à la brasserie de la Dyle, mais les échantillons jusqu'à la profondeur de 52 mètres n'ayant pas été conservés, ces coupes, comme on le verra plus loin, ne donnaient qu'une idée approximative des terrains rencontrés.

En 1901, M. Rutot a publié une note intitulée : *Le nouveau puits artésien de l'arsenal de Malines* (1). L'auteur, dans cette note, fait ressortir que pour ce qui concerne les terrains supérieurs, il lui est impossible de tirer aucun parti des renseignements écrits ou en nature fournis pour les premiers 48<sup>m</sup>70.

Tout ce que l'on peut retirer des mauvais échantillons provenant de ce puits, c'est que le terrain crétaé aurait été rencontré à Malines à la profondeur de 220 mètres et n'aurait qu'une épaisseur de 4<sup>m</sup>50; le terrain primaire aurait été rencontré à 224<sup>m</sup>50.

Des résultats basés sur des renseignements et des échantillons absolument mauvais ne permettent pas d'être fixé sur la nature du sous-sol de la ville de Malines au delà de 130 mètres de profondeur, et nous pensons qu'il faut attendre un nouveau sondage pour être définitivement fixé sur la profondeur réelle du Crétaé et du Primaire à Malines.

Nous avons été trop de fois induits en erreur par les agissements et les dires de certains sondeurs; aussi, à défaut d'une série complète d'échantillons prélevés au moins de mètre en mètre, ce qui permet de déceler rapidement une erreur dans le prélèvement des échantillons, nous aimons mieux nous abstenir de publier des documents qui ne peuvent qu'induire en erreur et nous estimons que, dans l'intérêt de la science, il vaut mieux aucun renseignement que de faux renseignements.

Heureusement, dans les dernières années, une série de puits nouveaux ont été construits à Malines, et le Service géologique ayant été prévenu du commencement des travaux d'un certain nombre de ceux-ci, nous avons pu prendre toutes les dispositions pour que les échantillons soient recueillis et conservés méthodiquement.

(1) A. RUTOT, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV, 1901, Proc.-verb., pp. 97-107.

Nous croyons bon de rappeler ici que, depuis environ sept ans déjà, M. Mourlon, directeur du Service géologique, a pris l'initiative de faire suivre tous les travaux de puits et de sondages qui s'effectuent en Belgique par des agents spéciaux, qui ont pour mission de s'aboucher avec le chef sondeur et de faire son instruction au point de vue de la prise méthodique et exacte des échantillons. C'est en grande partie grâce à ce système que nous pouvons réunir en ce moment au Service géologique la coupe exacte du plus grand nombre des sondages et puits qui s'exécutent en Belgique.

Comme on le verra dans la série des sondages que nous publions dans ce travail, il y en a deux qui ont été exécutés pour le compte de l'administration du génie militaire, notamment à la caserne d'artillerie et à l'hôpital militaire de Malines. Ces deux sondages, qui nous ont été renseignés par le major du génie Trocmez, et forés sous sa direction, ont donné les résultats les plus sûrs et les meilleurs, tant au point de vue du nombre que de la qualité des échantillons recueillis. Nous aimons à profiter de l'occasion pour le remercier de nouveau bien vivement de l'empressement qu'il a toujours mis à nous aider dans notre travail d'échantillonnage ainsi que pour les nombreux et intéressants documents qu'il a bien voulu nous communiquer concernant l'hydrologie des couches du sous-sol de la ville de Malines.

### **Puits artésiens et sondages.**

A notre connaissance, huit puits de plus de 100 mètres de profondeur ont été construits à Malines et dans ses environs immédiats. Ces puits sont, dans l'ordre des dates :

Le puits de la brasserie de la Dyle, le puits de la brasserie Van Diepenbeek, le puits de l'Arsenal, le puits de la caserne d'artillerie, le puits de l'hôpital militaire, le puits de la fabrique de conserves « Le Lion », le puits de la blanchisserie Opdebeek, le puits du château de M. Empain, à Battel.

Nous avons en outre pu obtenir la coupe d'un certain nombre d'autres puits d'environ 50 mètres de profondeur et la coupe géologique d'une série de sondages exécutés le long du chemin de fer de Malines à Anvers par les soins de l'Administration des Chemins de fer.

Avant d'entreprendre l'examen détaillé des différents terrains du sous-sol de la ville de Malines, nous allons donner en détail la coupe

géologique de chacun des puits au sujet desquels nous avons pu obtenir quelques renseignements précis.

Nous avons cru utile de mentionner, pour chacun de ces puits, le cas échéant, le débit en eau, le niveau de cette dernière sous le sol et l'analyse des eaux, nous réservant toutefois de revenir sur chacun de ces points dans un paragraphe spécial à la fin de ce travail.

Nous avons fait suivre ces coupes géologiques d'une série de renseignements concernant des puits qui ont été creusés à Malines, mais dont nous ne possédons pas de coupe géologique.

Afin de rendre notre travail aussi complet que possible, nous avons reproduit quelques coupes déjà publiées en les interprétant d'après les données récentes que nous possédons.

Comme on le verra dans la série des puits et sondages qui suivent, nous avons donné à chacun un numéro d'ordre qui correspond à celui qu'ils portent dans les dossiers du Service géologique.

La planche IV annexée à ce travail permettra de se rendre compte de l'emplacement de chacun des puits et sondages renseignés. Ces puits et sondages sont indiqués par un rond noir et portent chacun leur numéro respectif.

**Remarque.** — Avant de donner la coupe de chacun des puits forés à Malines et dans les environs, nous tenons à faire remarquer que la grande majorité des renseignements concernant les niveaux d'eau et les débits des puits, ainsi que la plupart des analyses, nous ont été fournis par les sondeurs et les propriétaires des puits. Il nous a été très difficile de vérifier les documents et les chiffres qui nous ont été fournis, et nous serions très heureux si l'on pouvait nous signaler des erreurs qui se seraient glissées dans ce travail par suite de faux renseignements.

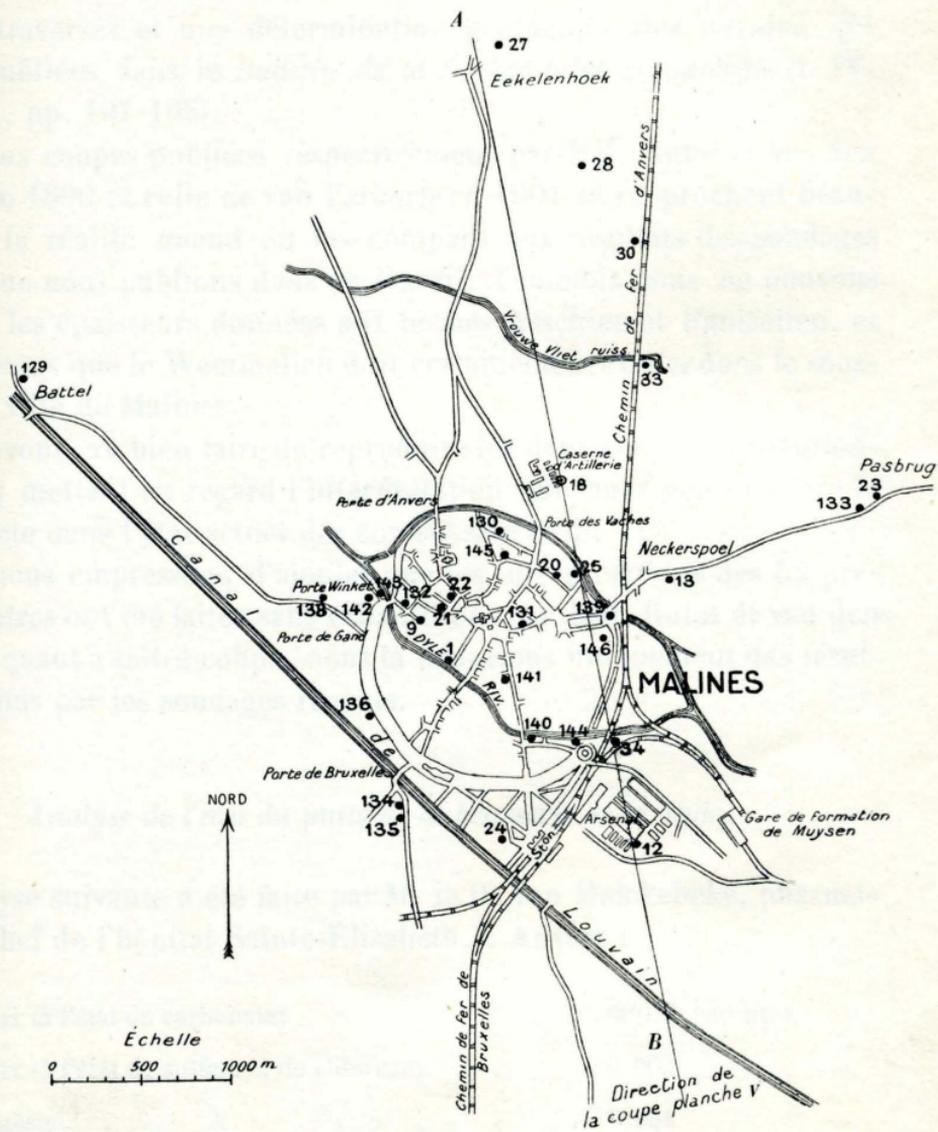
---

#### N° 1. — Puits ARTÉSIEN DE LA BRASSERIE DE LA DYLE, A MALINES.

Foré par O. van Ertborn en l'année 1879.

La coupe de ce puits a déjà été publiée par différents auteurs et interprétée de façons différentes par chacun d'eux.

Van Ertborn, dans son texte explicatif de la planchette de Malines en 1880, page 47, y donne une première coupe; le même auteur en a



publié une coupe tout à fait remaniée dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* (t. XXVIII, 1901, Mém., p. 166).

En 1878, MM. Rutot et G. Vincent ont donné une simple description des terrains traversés, sans interprétation.

En 1890, MM. Rutot et van den Broeck ont donné une coupe des terrains traversés et une détermination géologique des terrains qui ont été publiées dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie* (t. IV, Pr.-verb., pp. 197-198).

Les deux coupes publiées respectivement par MM. Rutot et van den Broeck en 1890 et celle de van Ertborn en 1901 se rapprochent beaucoup de la réalité quand on les compare aux résultats des sondages récents que nous publions dans ce travail. Toutefois nous ne pouvons admettre les épaisseurs données aux termes Asschien et Panisélien, et nous pensons que le Wemmélien doit certainement exister dans le sous-sol de la ville de Malines.

Nous avons cru bien faire de reproduire les deux coupes susmentionnées en y mettant en regard l'interprétation que nous pensons être la plus exacte dans l'état actuel des connaissances (p. 54).

Nous nous empressons d'ajouter que les interprétations des 52 premiers mètres ont été faites sans échantillons par MM. Rutot et van den Broeck ; quant à notre coupe, nous la déduisons uniquement des résultats obtenus par les sondages récents.

#### *Analyse de l'eau du puits de la brasserie de la Dyle.*

L'analyse suivante a été faite par M. le Dr Van Melckebeke, pharmacien en chef de l'hôpital Sainte-Élisabeth, à Anvers :

Chaux (à l'état de carbonate) . . . . .	0 <sup>rs</sup> 012	par litre.
Chaux (à l'état de sulfate et de chlorure) . . . . .	0.000	—
Magnésie . . . . .	0.004	—
Chlore (à l'état de chlorure) . . . . .	0.106	—
Acide sulfurique (à l'état de sulfate) . . . . .	0.050	—
Ammoniaque, acide nitreux, acide nitrique. . . . .	0.000	—
Acide carbonique (à l'état de carbonate de Ca) . . . . .	0.090	—
Sodium (à l'état de chlorure) et silice . . . . .	0.338	—
	<hr/>	
TOTAL.	0.600	—

**PUITS ARTÉSIEN DE LA BRASSERIE DE LA DYLE. (Cote + 8.)**

COUPE DE MM. RUTOT ET VAN DEN BROECK, 1890.		COUPE DE M. FR. HALET, 1910.		COUPE DE VAN ERTBORN, 1901.	
QUATERNAIRE : Sable bouillant	9m00	QUATERNAIRE	9m00	QUATERNAIRE	9m00
Sable fin un peu argileux . . . . .	9m00	RUPELIEN INFÉRIEUR ( <i>Rib</i> ).	9.00	ASSCHIEU? Sable fin un peu argileux	9.00
Argile sableuse bléâtre . . . . .	10.00	Argile sableuse ( <i>Asd</i> ) . . . . .	10m00	Argile sableuse . . . . .	10m00
Argile bleue (à 37m70, une pierre de 9m15) . . . . .	40.00	Argile bleue ( <i>Asc</i> ) . . . . .	40.00	Argile bleue . . . . .	40.00
Sable glauconifère, vert, aquifère.	2.00	Sable glauconifère ( <i>Asb-a</i> ) . . . . .	2.00	Sable glauconifère . . . . .	2.00
ÉTAGE ASSCHIEU.	34.00	WEMMELIEN : Sable argileux mêlé de rognons de grès . . . . .	9.00	LE DIEN / Sable argileux avec grès . . . . .	9m00
Sable argileux mêlé de rognons de grès . . . . .	9m00	Sable concrétionné . . . . .	3m00	Sable concrétionné . . . . .	3.00
Couche pierreuse . . . . .	3.00	Sable avec <i>Nammulites laevigata</i> roulées à la base . . . . .	5.00	LAEKENIEN : Sable avec <i>Nammulites laevigata</i> roulées à la base . . . . .	12.00
ÉTAGE LAEKENIEN : Gros sable blanc avec gravier renfermant <i>Nammulites laevigata</i> , <i>Nammulites scabra</i> , <i>Grenaster poritoides</i> , <i>Pecten Plebetus</i> , <i>Terebratula Kickxi</i> , le tout roulé ou brisé . . . . .	5.00	Argile grise ( <i>Pzn</i> ) . . . . .	5.00	Argile grise . . . . .	5m00
ÉTAGE PANISELIEN : Argile grise de teinte assez foncée, fine, dure, plastique, se polissant sous l'ongle, sans fossiles . . . . .	5.00	Sable argileux. } <i>Pld-c</i> . . . . .	24.00	Sable argileux . . . . .	3.00
Sable un peu argileux, gris-vert, glauconifère . . . . .	3m00	Sable . . . . .	Argile grise ( <i>Pzm</i> ) . . . . .	Sable . . . . .	4.00
Sable meuble, glauconifère, un peu aquifère . . . . .	4.00	Argile grise ( <i>Pzm</i> ) . . . . .	29.00	Argile grise . . . . .	20.00
Argile grise, sableuse, avec traces de fossiles . . . . .	20.00	Sable à <i>Nammulites planulata</i> ( <i>Vd</i> ) . . . . .	4m00	Sable à <i>Nammulites planulata</i> de la cote — 80 à — 84 . . . . .	4m00
Sable fin, gris, glauconifère, avec <i>Nammulites planulata</i> , <i>Pecten cornuus</i> var. <i>Laudunensis</i> , <i>Anomyma?</i> et autres lamelli-branches indéterminables : niveau aquifère . . . . .	4.00	Argile ypresienne ( <i>Yc</i> ) . . . . .	41.00	Argile ypresienne percée sur . . . . .	41.00
Argile grise, pâle, avec lit de concrétions assez dures . . . . .	40.00	TOTAL . . . . .	131m00	TOTAL . . . . .	131m00
TOTAL . . . . .	130m00				

Niveaux aquifères : Deux niveaux aquifères ont été constatés; ce sont : celui du sable vert asschieu, entre 38 et 40 mètres de profondeur, et celui du sable fin ypresien, n. vers 89m50. Niveau hydrostatique : La nappe ypresienne donne de l'eau jaillissante à 1 mètre au-dessus du sol. Débit : Le débit de la deuxième nappe a été évalué à 40 litres par minute par écoulement naturel à 1 mètre au-dessous du sol.

## N° 9. — Puits de la Brasserie Bernaerts, rue A-B, n° 8, à Malines.

(Foré en 1872, cote de l'orifice + 6.)

La coupe de ce puits a été publiée par le baron van Ertborn, en 1874, dans le tome I<sup>er</sup> des *Annales de la Société géologique de Belgique*.

Sur la Carte géologique au 40 000<sup>e</sup>, levée par M. M. Mourlon, ce sondage a été indiqué comme suit :

3 50 *Alm.*20.30 *Asd.*25.00 *Asc.**Le.*

D'après les terrains rencontrés dans les nouveaux sondages, nous croyons devoir changer cette interprétation et la remplacer par la coupe suivante :

		Profondeur.	Épaisseur.
REMANIÉ 0 <sup>m</sup> 45	} 1. Terrain rapporté . . . . .	0.00 à 0.45	0.45
ALLUVIONS <i>Alm.</i> 3 <sup>m</sup> 05		0.45 à 0.70	0.25
	} 3. Argile d'alluvion jaunâtre . . . . .	0.70 à 3.50	2.80
OLIGOCÈNE. RUPELIEN 12 <sup>m</sup> 30		3.50 à 15.80	12.30
ASSCHIEEN <i>Asd.</i> 9 mètres.	} 5. Argile bleue sableuse . . . . .	15.80 à 24.80	9.00
<i>Asc.-a.</i> 20 <sup>m</sup> 20		24.80 à 49.80	25 00
WEMMELIEN ET LEDIEN <i>Le.</i> 4 <sup>m</sup> 80	} 7. Sable blanc très glauconifère avec rognons de grès, Numulites, etc.	49 80	

Nous avons été obligé de mettre la base de l'Asschien (*Asc.*), le Wemmélien et le Ledien sous la même rubrique, car nous sommes persuadé que le sommet du Ledien ne peut pas commencer plus bas qu'un maximum de 45 mètres à l'emplacement de ce sondage, et ce dernier a dû être arrêté à la rencontre de la nappe aquifère, qui se trouve dans le terrain ledien.

## N° 12. — SONDAGE DE L'ARSENAL, A MALINES.

Creusé, vers 1898, par M. Van den Bossche, de Wetteren.

Ce puits ayant été foré au système à injection d'eau, on peut dire qu'aucun échantillon de quelque valeur n'a été recueilli. Malgré la lamentable collection d'échantillons en sa possession, le très savant géologue M. Rutot a pu reconstituer une coupe qui nous a permis d'être fixé approximativement sur les niveaux du Crétacé et du Primaire à Malines, si toutefois les échantillons qui ont été remis à M. Rutot provenaient réellement du puits de l'Arsenal.

Il est inutile de refaire la coupe de ce puits qui a été publiée par M. Rutot dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie* (t. XV, 1901, pp. 97 à 107).

Nous reproduisons ci-après la coupe probable de ce puits, puisque nous désirons, dans ce travail, fournir la coupe de tous les puits profonds de Malines; nous renvoyons le lecteur pour tous détails à la brochure de M. Rutot intitulée : *Le nouveau puits artésien de l'Arsenal de Malin's*.

## Quaternaire :

		Profondeur.
FLANDRIEN.	Sable meuble jaune de . . . . .	0.00 à 4.00
CAMPINIEN.	Sable graveleux gris de. . . . .	4.00 à 7.00

## Tertiaire :

ÉTAGE RUPELIEN.	Sable gris un peu argileux . . . . .	7.00 à 17 00
ÉTAGE ASSCHIEEN.	Sable argileux verdâtre . . . . .	} 17.00 à 38 00 (env. 23 m.)
	Argile grise . . . . .	
ÉTAGES WEMMELIEN. LEDIEN et LAEKENIEN	Argile sableuse glauconifère . . . . .	} 38 00 à 55.00
	Sable fin gris avec grès glauconifères . . . . .	
ÉTAGE PANSELIEN.	Sable et argile verdâtre . . . . .	55.00 à 85.00
ÉTAGE YFRESIEN.	Sable fin . . . . .	} 85.00 à 201 00
	Argile grise . . . . .	
ÉTAGE LANDENIEN.	Sable . . . . .	} 201.00 à 204 70
	Argile avec lits de psammites . . . . .	
CRAIE SÉNONIENNE . . . . .		204.70 à 220 00
TERRAIN PRIMAIRE.	Argile bleue . . . . .	} 220 00 à 224.50
	Pyrites . . . . .	
		224.50 à 228 10
		228.10 à 228.60

## N° 18. — Puits de la Caserne d'Artillerie.

Creusé par MM. Detroye frères, en l'année 1905.

Cote du sol + 6.70.

N <sup>os</sup> des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
1-2	Sable demi-fin, limoneux, brunâtre	0 00	1.20	1.20	Flandrien. q4. 5m50.
3-5	Sable demi-fin, limoneux, aggloméré	1.20	5.00	3 80	
6	Limon grisâtre, fin	5 00	5.50	0 50	
7	Sable gris jaunâtre, assez grossier, glauconifère, avec petits graviers de quartz roulés.	5.50	7 00	1.50	
8-9	Sable gris jaunâtre, finement glauconifère et quartzeux	7.00	9.00	2.00	Campinien. q2n. 4m50.
10-12	Sable grossier gris jaunâtre avec petits cailloux de quartz et silix roulés.	9.00	10.00	1 00	
13-15	Sable fin, très légèrement argileux, brunâtre, finement micacé et glauconifère	10.00	12.60	2.60	QUATERNAIRE.
16-20	Argile sableuse brunâtre, finement micacée	12.60	17.50	4.90	
21-22	Sable gris foncé, demi-fin, finement glauconifère, avec traces de coquilles	17 50	19 50	2 00	
23	Sable gris foncé, demi-fin, avec assez grands débris de coquilles paraissant être des <i>Cytherea</i>	19.50	20 50	1.00	
24-25	Sable gris brunâtre, fossilifère (débris de <i>Cytherea</i> )	20.50	22 50	2.00	Oligocène. Rupélien inf. R1b. 15m70.
26-29	Sable gris demi-fin, finement micacé	22.50	25.70	3.20	
30	Argile grise, plastique, très pailletée de mica	25.70	27 00	1.30	
31-35	Argile plus ou moins sableuse, gris verdâtre, finement micacée	27.00	32 00	5.00	
					TERTIAIRE.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
36-37	Sable argileux, gris verdâtre, à grains de sable assez rude, finement glauconifère	32.00	33.60	1.60	Éocène. Asschien. Asd. 13 <sup>m</sup> 30
38-42	Sable gris verdâtre, demi-fin, finement glauconifère.	33.60	38.00	4.40	
43	Sable argileux, gris verdâtre, finement glauconifère	38.00	29.00	1 00	
44-45	Argile grise, plastique, finement micacée	39.00	41.00	2.00	Asc. 6 mètres.
46-49	Argile grise, plastique, pointillée de glauconie	41.00	45.00	4.00	
50	Sable argileux gris, très glauconifère	45.00	46.00	1.00	Asb-a. 2 mètres.
51	Sable gris, très glauconifère, légèrement argileux, avec petits graviers de quartz, <i>Nummulites Wemmelensis</i> et débris de <i>Pecten</i> paraissant roulés.	46.00	47.00	1.00	
51-53	Sable fin, gris, glauconifère, avec <i>Nummulites Wemmelensis</i>	47.00	49.00	2.00	
54	Sable légèrement argileux, gris, très glauconifère, pétri de <i>Nummulites Wemmelensis</i> et débris de <i>Pecten</i> ?	49 00	50.00	1.00	Wemmélien. 8 mètres.
55	Sable fin, gris, finement glauconifère, avec quelques <i>Nummulites Wemmelensis</i> et rares <i>Nummulites variolaria</i>	50.00	51.00	1.00	
56-59	Sable fin, gris, finement glauconifère	51.00	55.00	4.00	
60	Idem avec nombreuses <i>Nummulites variolaria</i> .	55.00	55.80	0.80	Ledien. 7 <sup>m</sup> 50
61	Grès blanchâtre fossilifère, avec <i>Nummulites variolaria</i>	55 80	56.70	0 90	
62-68	Sable fin, gris blanchâtre, avec <i>Nummulites variolaria</i> et un grès blanc de la profondeur de 60 <sup>m</sup> 90 à 61 <sup>m</sup> 10.	56.70	62.50	5.80	

TERTIAIRE.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
69	Grès blanchâtre avec nombreuses <i>Nummulites lævigata</i> et <i>scabra</i> , <i>Terebratula Kickxi</i> , <i>Ostrea</i> et <i>Ditrupa</i> roulées ainsi que quelques petits grains de quartz roulés	62.50	62.70	0.20	Laekénien. 3 <sup>m</sup> 85?
70	Sable fin, gris, avec petits débris de grès et quelques <i>Nummulites</i> .	62.70	63.40	0.70	
71	Grès perforés.	63.40	63.55	0.15	
72-73	Sable grisâtre, finement glauconifère, avec <i>Ditrupa</i> , <i>Nummulites scabra</i> , etc., roulées et petits graviers de quartz translucides	63.55	66.05	2.50 <sup>(1)</sup>	Panisélien. <i>P1n.</i> 5 <sup>m</sup> 95
74	Sable argileux, gris verdâtre, glauconifère	66.05	67.00	0.95	
75-76	Argile plastique schistoïde.	67.00	71.00	4.00	
77	Argile sableuse, gris verdâtre, glauconifère	71.00	72.00	1.00	
78	Sable demi-fin, gris verdâtre, très glauconifère.	72.00	73.00	1.00	
79-80	Argile sableuse grise, glauconifère	73.00	75.00	2.00	
81	Sable demi-fin, gris verdâtre, très glauconifère.	75.00	76.00	1.00	
82-84	Sable demi-fin, gris verdâtre, glauconifère, avec débris de coquilles	76.00	79.00	3.00	
85-86	Sable argileux gris, avec petits bancs de grès friables	79.00	80.70	1.70	
87	Grès glauconifère fossilifère, avec quelques traces de <i>Cardita</i> ?	80.70	80.95	0.25	
88-89	Sable assez fin, gris verdâtre, glauconifère, avec petits débris de grès	80.95	83.00	2.05	TERTIAIRE.
90	Argile plastique schistoïde.	83.00	84.00	1.00	
91-93	Argile sableuse, gris verdâtre, glauconifère	84.00	87.00	3.00	
94-97	Sable fin, gris verdâtre, glauconifère et micacé	87.00	91.00	4.00	
98-99	Argile sableuse, gris verdâtre.	91.00	93.00	2.00	

(1) Nous avons des raisons de croire que ces 2<sup>m</sup>50 sont des éboulis et que le Panisélien commencerait vers 63<sup>m</sup>55 au lieu de 66<sup>m</sup>05.

Nos des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
100-104	Argile plastique schistoïde, grise	93.00	98.00	5.00	} P/m. 5 mètres. Yprésien. Yd. 1 mètre. } TERTIAIRE.
105-106	Sable très fin, gris verdâtre, glauconifère, avec quelques <i>Nummulites planulata</i> . . .	98.00	99.00	1.00	

*Débit.* — Une première source a été rencontrée dans les sables et grès lediens, mais on n'en a pas établi le débit.

La deuxième nappe a été rencontrée au sommet des sables yprésiens; cette nappe est jaillissante et donne un débit de 600 litres par heure à 1<sup>m</sup>25 au-dessus du sol; au ras du sol, le débit est d'environ 15 mètres cubes par jour.

Le débit au compresseur est de 10 000 à 12 000 litres à l'heure.

*Hauteur piézométrique des nappes aquifères rencontrées.*

	Cote.
Nappe superficielle . . . . .	+ 5.00
Nappe ledienne . . . . .	+ 3.75
Nappe yprésienne . . . . .	+ 11.00

*Analyse chimique et bactériologique des eaux provenant des sables yprésiens du puits de la caserne d'artillerie.*

ANALYSE DE L'EAU.

L'eau est incolore, limpide et d'une saveur agréable.

Degré hydrotimétrique . . . . .	4
Résidu par litre à 110° . . . . .	0gr85
Acide nitrique . . . . .	0
Acide sulfurique . . . . .	0gr032
Chlore . . . . .	0gr090
Ammoniaque . . . . .	0
Acide nitreux . . . . .	0
Matières organiques réductibles par le permanganate de potasse (évaluées en acide oxalique) par litre . . . . .	0gr009

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE.

## Analyse quantitative :

Nombre de colonies par centimètre cube . . . . . 90

## Analyse qualitative :

Espèces saprophytes dominantes . . . . . Bactéries subtiles.  
 Espèces pathogènes . . . . . Néant  
 Espèces indéterminées . . . . . 0

Conclusions : bonnes.

L'eau fournie au jaillissement contient un peu de sable très fin micacé; la température est de 12° C.

N° 20. — Puits de M. JULES JANSSENS, FABRICANT DE MEUBLES,  
 RUE FOSSÉ-AUX-POILS, A MALINES.

Foré en 1906 par MM. Behiels frères, de Wetteren.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau, et aucun échantillon n'a été recueilli.

Le carnet du sondeur nous donne les renseignements suivants :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR		AGE.
		de	à	
1	Terrains divers . . . . .	0 <sup>m</sup> 00	53 <sup>m</sup> 00	Rupelien, Asschien, Wemmelien, Ledien. 53 mètres.
2	Grès . . . . .	53.00	53.50	
3	Sable fin . . . . .	53.50	53.85	Ledien. 2 <sup>m</sup> 65.
4	Grès . . . . .	53.85	54 15	
5	Sable fin . . . . .	54.15	55 65	

Profondeur totale : 55<sup>m</sup>65.

Niveau de l'eau sous le sol : au repos, 3 mètres; en pompant, 4 mètres.

Débit du puits : 3 500 mètres (par le compresseur).

Usage : industriel.

N° 21. — Puits de M. Coenen, fabricant de meubles,  
rue de la Mélanne, à Malines.

Foré par MM. Behiels frères, de Wetteren, en l'année 1906.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau et aucun échantillon de terrain n'a été recueilli.

A l'aide du carnet du sondeur, nous avons pu dresser la coupe suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR		AGE.
		de	à	
1	Sable et sable argileux . . . . .	0 <sup>m</sup> 00	35 <sup>m</sup> 00	Flandrien. <i>q4.</i> Campinien. <i>q2n.</i> Rupélien. <i>R1b.</i> Asschien. <i>Asd.</i> 35 mètres
2	Argile plastique schistoïde . . . . .	35 00	42 75	
3	Sable argileux . . . . .	42.75	43.40	<i>Asb - a.</i> 0 <sup>m</sup> 65.
4	Sable fin, jaune (banc durci) . . . . .	43.40	44 65	Wemmelien et Ledien. 2 <sup>m</sup> 10.
5	Grès . . . . .	44.65	44 90	
6	Sable fin, jaune . . . . .	44.90	45 10	
7	Grès . . . . .	45 10	45.50	
8	Sable fin, jaune . . . . .	45 50		

Niveau de l'eau sous le sol : 1<sup>m</sup>50.

Débit : environ 3 000 litres à l'heure.

N° 22. — Puits de M. ADRIANSENS, BRASSEUR-MALTEUR,  
RUE DE LA MÉLANNE, A MALINES.

Foré par M. Van Dyck, sondeur à Stabroek lez-Anvers, en l'année 1906.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau ; les échantillons ont été remis au Service géologique.

Le sondeur n'ayant recueilli que neuf échantillons pour une profondeur de 44 mètres, nous avons pu en déduire la coupe approximative suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR		ÉPAISSEURS	AGE.
		de	à		
—	Remblai ou remanié . . .	0 00	1 00	1 00	
1	Sable limoneux grisâtre	1.00	5 00	4.00	Flandrien. q4. 4 mètres.
2	Sable gris, grossier, graveleux, avec petits cailloux de quartz roulés . . .	5.00	9.00	4.00	Campinien. q2n. 4 mètres.
3	Sable gris légèrement quartzeux . . . . .	9.00	11.25	2.25	
4	Sable grossier avec gravier (échantillon de lavage). .	11 25	22 85	11 60	Oligocène. Rupélien. R1b. 13m85.
5	Sable gris . . . . .	22 85	30.20	7.35	
6	Idem . . . . .	30.20	37.00	6.80	Eocène. Asschien. Asd. 14m15.
7	Argile plastique gris verdâtre.	37.00	42 00	5 00	Asc. 5 mètres.
8	Grès blanchâtre . . . . .	42 00	42 50	0 50	
9	Sable fin gris . . . . .	42.50	44.00	1 50	Wemmélien et Ledien. 2 mètres

QUATERNAIRE.

TERTIAIRE.

Niveau de l'eau sous le sol : 4 mètres.

Débit à la pompe à vapeur : 7 000 à 8 000 litres à l'heure.

Eau brunâtre non potable.

N° 23. — PUIITS DE LA FABRIQUE DE PRODUITS ALIMENTAIRES « LE SOLEIL »,  
A PASBRUG, PRÈS MALINES.

Foré par MM. Detroye frères, sondeurs à Cureghem-Bruxelles, vers 1890.

La description des terrains de ce puits nous a été communiquée par M. Rutot, mais nous n'avons pu examiner aucun échantillon.

La détermination géologique des terrains a été faite d'après la description de ces derniers et en se basant sur les données fournies par les autres puits de la ville de Malines et en comparant les résultats fournis par le nouveau puits creusé en 1910 pour la même fabrique.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
1	Alluvions . . . . .	0.00	2.00	2.00	Alluvions modernes. <i>Alm.</i> 3 mètres.
	Tourbe noire pure . . . . .	2.00	2.50	0.50	
2	Sable noir-brun, très tourbeux . . . . .	2.50	3.00	0.50	
3-4	Sable gris-jaune, meuble, assez grossier, noirâtre, humide . . . . .	3.00	4.50	1.50	Flandrien. <i>Q<sub>4</sub></i> 1 <sup>m</sup> 50.
5	Idem avec gravier de quartz blanc, de silex, de grès bruxelliens, etc . . . . .	4.50	5.50	1.00	
6	Sable meuble, assez grossier, gris très foncé . . . . .	5.50	6.00	0.50	Campinien. <i>Q<sub>2n</sub></i> 6 mètres.
7	Limon sableux stratifié, gris foncé, avec linéoles tourbeuses . . . . .	6.00	7.00	1.00	
8	Sable meuble, gris moins foncé, grossier . . . . .	7.00	8.00	1.00	
9	Sable gris très grossier, graveleux, avec petits cailloux de silex, de quartz et pelotes de limon gris . . . . .	8.00	9.00	1.00	
10	Idem très meuble, gris, plus graveleux . . . . .	9.00	9.05	0.05	
11	Limon très sableux à grains fins, gris foncé, pur . . . . .	9.05	9.25	0.20	
12	Mélange de limon gris foncé, de sable grossier et de nombreux petits galets de quartz blanc . . . . .	9.25	10.50	1.25	

QUATERNAIRE.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.	
		de	à			
13-16	Limon sableux assez fin, gris foncé . . . . .	10.50	14.50	4.00	Rupelien inférieur. <i>R1b.</i> 16 <sup>m</sup> 50	
17	Limon sablo-argileux, cohérent, gris-vert foncé . . . . .	14.50	15.50	1.00		
18	Argile sableuse, gris foncé . . . . .	15.50	16.00	0.50		
19	Idem plus sableuse . . . . .	16.00	16.50	0.50		
20	Argile sableuse dure, gris très foncé . . . . .	16.50	17.00	0.50		
21-22	Idem plus sableuse . . . . .	17.00	18.00	1.00		
23	Sable demi-fin, gris, meuble . . . . .	18.00	18.50	0.50		
24	Sable noir, cohérent, terreux . . . . .	18.50	19.00	0.50		
25-28	Sable gris foncé, cohérent, fin. . . . .	19.00	21.00	2.00		
29-30	Sable gris foncé, cohérent, fin, aspect brun terreux . . . . .	21.00	22.00	1.00		
31-40	Sable gris foncé, meuble, fin . . . . .	22.00	26.75	4.75		
41	Sable vert foncé, très fin, meuble . . . . .	26.75	27.00	0.25		
42	Argile plastique verte, dure, compacte . . . . .	27.00	27.85	0.85		
43	Sable argileux, vert, glauconifère, très fin . . . . .	27.85	28.65	0.80		
44	Argile un peu sableuse, glauconifère, dure . . . . .	28.65	29.00	0.35		
45-46	Alternance irrégulière de sable argileux gris et noir verdâtre, aspect terreux, verdâtre, glauconifère. . . . .	29.00	30.00	1.00		
47-48	Argile verte, dure, glauconifère, un peu sableuse . . . . .	30.00	31.00	1.00		Asschien. <i>Asd.</i> 14 <sup>m</sup> 30
49-50	Argile verte, très sableuse . . . . .	31.00	32.00	1.00		
51-52	Argile verte, très glauconifère, sableuse . . . . .	32.00	33.00	1.00		
53	Sable argileux, très vert, glauconifère. . . . .	33.00	33.50	0.50		
54-66	Sable glauconifère, vert, argileux. . . . .	33.50	40.00	6.50		
67-68	Argile sableuse, vert foncé. . . . .	40.00	41.30	1.30		

TERTIAIRE.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
69-71	Argile gris verdâtre, plastique, dure, finement sableuse . . . . .	41.30	43.00	1 70	Asc. 7 <sup>m</sup> 70
72-77	Argile grise pure, plastique, glauconifère . . . . .	43.00	49.00	6.00	
78	Argile plastique dure, glauconi- fère, avec <i>Pecten corneus</i> et Nummulites. . . . .	49.00	49.85	0.85	Asc-a 2 mètres.
79	Sable argileux rempli de Num- mulites . . . . .	49 85	50.00	0.15	
80	Sable glauconifère peu argileux, avec moins de Nummulites	50 00	50.40	0.40	
81	Bande noire; sable grossier rempli de glauconie vert foncé, avec assez bien de Nummulites . . . . .	50.40	51.00	0 60	
82	Sable gris-vert fin glauconifère, assez argileux, avec quelques Nummulites	51.00	53 00	2.00	
83 85	Sable vert, glauconifère, cohé- rent, avec petites Nummu- lites. . . . .	52.00	53.70	2.70	
86	Argile grise plastique . . . . .	55 70	56 00	0 30	Wemmeliën. We. 6 <sup>m</sup> 75.
87	Sable très glauconifère, vert foncé, avec beaucoup de gros graviers de quartz et quelques Nummulites . . . . .	56.00	56.50	0.50	
88	Sable très fin, argileux, cohé- rent, vert avec traces de fos- siles et petites concrétions calcareuses. . . . .	56.50	57.00	0.50	
89	Sable vert, fin, glauconifère, avec traces de fossiles . . . . .	57.00	57.50	0.50	
90	Alternance de sable très fin, argileux, vert et de sable meuble fin . . . . .	57.50	57.75	0.25	

TERTIAIRE.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
91	Sable gris-vert, calcaireux, avec <i>Nummulites variolaria</i>	57.75	57.85	0 40	Ledien. } 5m95 } TERTIAIRE.
92	Sable gris-vert, moins calcaireux, moins fin, avec <i>Ditrupa</i> .	57.85	58 00	0.45	
93	Sable vert, glauconifère, demi-fin, meuble, pur, sans fossiles.	58.00	58 50	0 50	
94 95	Sable vert, glauconifère, un peu cohérent, avec <i>Nummulites variolaria</i>	58 50	60 00	1.50	
96-97	Sable argileux gris, fin	60.00	60 90	0.90	
98	Sable fin glauconifère, peu meuble . . . . .	60 90	61.20	0 30	
99-101	Sable gris avec graviers de quartz roulés, coquilles ( <i>Ditrupa</i> , <i>Ostrea</i> ), pyrite et grès fossilifère . . . . .	61.20	63.40	2 20	
102-103	Sable gris demi-fin, avec Nummulites . . . . .	63.40	63.70	0 30	

Hauteur de l'affleurement d'eau par rapport au terrain : — 3.

Cote d'affleurement de l'eau : + 2.75.

Diamètre du puits : 0m30.

*Débit du puits.* — Ce sondage aurait rencontré à 55 mètres de profondeur une nappe d'eau jaillissante à 1 mètre au-dessous du sol.

Actuellement le puits donnerait de 10 à 12 mètres cubes à l'heure au compresseur.

#### *Analyse chimique de l'eau.*

Eau incolore, inodore, de saveur agréable, très limpide.

Degré hydrotimétrique . . . . .	43
Chlore par litre. . . . .	260 milligr.
Ammoniaque . . . . .	0 —
Acide nitreux . . . . .	0 —
Matières organiques réductibles par le permanganate, par litre . . . . .	44 —

N° 133. — NOUVEAU PUIITS ARTÉSIEN CREUSÉ EN 1909-1910 A LA FABRIQUE DE CONSERVES ALIMENTAIRES « LE SOLEIL », AU NECKERSPOEL, PRÈS MALINES.

Foré par MM. Detroye frères, sondeurs à Cureghem-Bruxelles.

Cote du sol + 5.

N° des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
1	Sable gris, quartzeux, légèrement verdâtre . . . . .	1.75	2.50	0.75	Flandrien. Q4. 4 <sup>m</sup> 50.
2	Tourbe. . . . .	2.50	3.15	0.65	
3	Sable gris, quartzeux, légèrement verdâtre, . . . . .	3.15	4.50	1.35	
4	Sable fin, gris, avec petits éclats de silex. . . . .	4.50	5.60	1.10	
5	Sable quartzeux, gris, avec petits débris de grès roulés. . . . .	5.60	6.80	1.20	Campinien. Q2n. 6 mètres.
6	Idem, avec petits débris de silex roulés . . . . .	6.80	7.50	0.70	
7-8	Sable quartzeux, gris, graveleux, avec cailloux de silex roulés . . . . .	7.50	9.10	1.60	
9	Sable argileux, gris verdâtre, avec grès et cailloux de silex roulés. . . . .	9.10	10.50	1.40	
10-14	Sable fin, gris brunâtre, légèrement argileux, finement micacé. . . . .	10.50	15.60	5.10	Eocène. Rupelien inférieur. R1b. 17 <sup>m</sup> 65.
15	Sable fin, brunâtre, argileux . . . . .	15.60	16.50	0.90	
16	Argile sableuse, gris brunâtre, micacée . . . . .	16.50	16.70	0.20	
17	Argile gris brunâtre, un peu sableuse, micacée . . . . .	16.70	17.50	0.80	
18	Argile sableuse, grise, micacée . . . . .	17.50	18.40	0.90	
19-20	Sable demi-fin, gris verdâtre, légèrement argileux . . . . .	18.40	20.40	2.00	
21-22	Sable gris, un peu argileux . . . . .	20.40	22.25	1.85	
23	Sable demi-fin, gris brunâtre . . . . .	22.25	23.50	1.25	
24-25	Idem, argileux, avec traces de coquilles . . . . .	23.50	25.50	2.00	
26-28	Sable demi-fin, gris brunâtre, micacé. . . . .	25.50	28.15	2.65	

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
29	Argile un peu sableuse, verdâtre, micacée.	28.15	28.55	0.40	Asschien. <i>Asc.</i> 13 <sup>m</sup> 35.
30	Argile grise et brunâtre, micacée.	28.55	29.30	0.75	
31-33	Sable un peu argileux, gris verdâtre, très micacé.	29.30	31.60	2.30	
34-35	Sable demi-fin, un peu argileux, verdâtre, glauconifère	31.60	33.40	1.80	
36	Argile gris verdâtre, sableuse, glauconifère.	33.40	34.00	0.60	
37	Sable demi-fin, argileux, gris verdâtre, glauconifère	34.00	34.50	0.50	
38-39	Sable aggloméré verdâtre, glauconifère	34.50	36.00	1.50	
40	Sable grossier, gris verdâtre, glauconifère.	36.00	37.00	1.00	
41-43	Sable verdâtre, légèrement argileux, glauconifère	37.00	40.20	3.20	
44	Sable argileux, vert.	40.20	41.50	1.30	
45-46	Argile plastique, couleur gris de plomb	41.50	43.00	1.50	<i>Asc.</i> 8 <sup>m</sup> 40.
47-53	Argile plastique schistoïde, gris pointillé de glauconie	43.00	49.90	6.90	
54	Sable gris, très glauconifère, pétri de <i>Nummulites Wemmelensis</i>	49.90	51.00	1.10	
55	Sable gris verdâtre, demi-fin.	51.00	52.00	1.00	
56-58	Sable gris verdâtre. avec quelques <i>Nummulites Wemmelensis</i>	52.00	55.30	3.30	Wemmelien. <i>We.</i> 7 <sup>m</sup> 50.
59-60	Sable aggloméré gris verdâtre, glauconifère	55.30	57.30	2.00	
61	Sable aggloméré, gris verdâtre, finement glauconifère. avec rares <i>Nummulites Wemmelensis</i>	57.30	58.50	1.20	
62	Sable aggloméré, gris clair	58.50	59.60	1.10	Ledien. <i>Le.</i> 6 <sup>m</sup> 20.
63	Sable gris clair, aggloméré.	59.60	59.80	0.20	
64	Grès	59.80	60.20	0.40	
65	Sable gris clair, aggloméré	60.20	61.40	1.20	
66	Grès	61.40	61.75	0.35	
67-68	Sable gris, fin, aggloméré	61.75	62.45	0.70	
69	Grès	62.45	62.70	0.25	
70	Sable aggloméré, gris verdâtre	62.70	63.70	1.00	
71	Grès	63.70	63.90	0.20	
72	Sable fin, aggloméré, gris	63.90	64.70	0.80	
73	Grès non percé	64.70			

*Niveau hydrostatique.* — L'eau employée est celle sous le troisième grès ledien.

Niveau de l'eau sous le sol : au repos, 2 mètres; en pompant : 19 mètres.

*Débit.* — Aux essais de pompage, ce puits donnait environ 30 mètres cubes d'eau à l'heure.

L'eau était très claire, inodore et insipide; il n'a pas été fait d'analyse chimique.

Diamètre du puits au fond : 11 centimètres.

N° 24. — Puits creusé au Magasin central des Postes  
et Télégraphes, à Malines.

Foré par M. J. Van den Bosch, de Wetteren, en l'année 1907.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau, et aucun échantillon de terrain n'a pu être recueilli. A l'aide du carnet du sondeur et des coupes des autres sondages de la ville de Malines, nous avons pu dresser la coupe suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		AGE.
		de	à	
	Terrains remaniés . . . . .	0 <sup>m</sup> 00	3 <sup>m</sup> 00	Flandrien et Campinien. <i>Q4 et Q2n.</i> 14 mètres.
1	Sable jaune . . . . .	3 00	11.50	
2	Sable grossier, gris blanchâtre . . . . .	11.50	14.00	
3	Sable gris verdâtre . . . . .	14.00	18.00	Rupelien inférieur. <i>R1b. 11<sup>m</sup>50.</i>
4	Sable argileux . . . . .	18 00	25.50	
5	Argile plastique . . . . .	25.50	26 00	Asschien. <i>Asd-b.</i> 14 <sup>m</sup> 90.
6	Sable argileux . . . . .	26.00	31.00	
7	Argile plastique . . . . .	31.00	40.40	
8	Sable argileux, fossilifère . . . . .	40.40	47.30	Wemmélien et Ledien. <i>We et Le.</i> 10 <sup>m</sup> 20.
9	Grès . . . . .	47 30	48 25	
10	Sable gris jaunâtre . . . . .	48.25	50.60	
11	Grès . . . . .	50.60		

Niveau de l'eau sous le sol : 8<sup>m</sup>50.

*Débit.* — Faible; l'eau provient du niveau au-dessus du premier grès.

Diamètre du puits : 10 centimètres.

*Analyse de l'eau du puits du Magasin central, faite par le Laboratoire  
de la ville de Gand, en 1907.*

Dureté . . . . .	14°
Acide phosphorique . . . . .	pas.
Ammoniaque . . . . .	pas.
Nitrites . . . . .	pas.
Matières organiques (azotées) . . . . .	pas.
Chlore combiné . . . . .	0.025 gr. par litre.
Acide sulfurique combiné . . . . .	0.00 —
Matières organiques . . . . .	0.055 —
Résidu salin . . . . .	0.325 —
Résidu salin calciné . . . . .	0.312 —

Conclusion : cette eau convient à l'alimentation.

N° 25. — PUIITS DE LA FABRIQUE DE CONSERVES « LE LION », A MALINES.

Foré par MM. Detroye frères, en l'année 1907.

Cote du sol + 6.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS.		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
1	Sable jaune rougeâtre . . . . .	0.00	3.00	3.00	Flandrien. Q4. 3 mètres.
2	Sable gris verdâtre, quartzeux et graveleux. . . . .	3.00	4.00	1.00	
3-4	Sable quartzeux, demi-fin, gris.	4.00	7.00	3.00	Campinien. Q2n. 4 mètres
5	Sable fin, un peu argileux, gris foncé, légèrement pailleté. . . . .	7.00	11.00	4.00	
6-9	Sable argileux, gris foncé, fine- ment pailleté . . . . .	11.00	22.55	11.55	Oligocène. Rupélien. R1b. 15 <sup>m</sup> 55.
10-11	Argile gris brunâtre, légèrement sableuse, finement glauconi- fère, très pailletée . . . . .	22.55	25.10	2.55	
12-16	Sable argileux, verdâtre, fine- ment glauconifère et micacé.	25.10	29.50	4.40	Eocène. Asschien. Asd. 12 <sup>m</sup> 40
17-18	Argile sableuse, gris verdâtre, finement glauconifère et mi- cacée . . . . .	29.50	30.95	1.45	
19-21	Sable quartzeux, gris verdâtre, glauconifère. . . . .	30.95	34.95	4.00	

QUATERNAIRE.

TERTIAIRE.

N <sup>os</sup> des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
22 - 23	Argile grise. plastique, bigarrée de vert, finement sableuse, micacée et glauconifère . . . . .	34.95	41.00	6.05	Asc. 6 <sup>m</sup> 05
24 - 26	Argile grise glauconifère. un peu sableuse, avec rares <i>Nummulites Wemmelenensis</i> et traces de <i>Pecten</i> brisés? . . . . .	41.00	43.50	2.50	Asb-a. 2 <sup>m</sup> 50.
27	Sable gris verdâtre foncé, très glauconifère, pétri de petites <i>Nummulites Wemmelenensis</i> et quelques rares <i>Nummulites variolaria</i> . . . . .	43.50	45.00	1.50	
28	Sable fin, gris verdâtre, glauconifère. . . . .	45.00	46.00	1.00	Wemmélien. We. 7 <sup>m</sup> 50.
29 - 30	Sable gris verdâtre, très glauconifère, avec fossiles broyés et <i>Nummulites Wemmelenensis</i> et <i>variolaria</i> . . . . .	46.00	51.00	5.00	
31 - 32	Sable gris clair, légèrement calcaire et fossilifère, avec <i>Nummulites variolaria</i> . . . . .	51.00	53.50	2.50	
33	Grès blanchâtre . . . . .	53.50	54.10	0.60	
34	Sable très fin, gris . . . . .	54.10	55.00	0.90	
35	Grès fossilifère ( <i>Ostrea</i> ) . . . . .	55.00	55.25	0.25	Ledien. Le. 9 <sup>m</sup> 50.
36 - 37	Sable gris, fin, fossilifère . . . . .	55.25	58.70	3.45	
38	Grès. . . . .	58.70	59.00	8.30	
39	Sable gris, très fin, pailleté . . . . .	59.00	60.50	1.50	
40	Grès fossilifère et grès caverneux avec graviers roulés et banc de sable . . . . .	60.50	60.80	0.30	Laekénien. 1 <sup>m</sup> 90.
41	Sable gris, fin, fossilifère . . . . .	60.80	62.40	1.60	
42 - 43	Argile grise, plastique, légèrement sableuse . . . . .	62.40	68.30	5.90	Panisiélien. P/n. 5 <sup>m</sup> 90.
44 - 47	Sable argileux, glauconifère, gris verdâtre, fossilifère par places. . . . .	68.30	77.80	9.50	
48 - 51	Sable demi-fin, gris, glauconifère . . . . .	77.80	86.80	9.00	P1d-c. 18 <sup>m</sup> 50.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS.		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
52 - 53	Argile plastique grise, devenant schistoïde . . . . .	86.80	93.00	6 20	P1m. 6 <sup>m</sup> 20. } Ypresien. } Yd. 1 mètre. } TERTIAIRE.
54 - 55	Sable argileux, gris, glauconifère, pétri de <i>Nummulites planulata</i> . . . . .	93.00	94.00	1 00	

*Débit.* — Deux sources ont été rencontrées : une source ledienne ou laekeniennne vers 60 mètres de profondeur et une source jaillissante dans les sables ypresiens à 93 mètres de profondeur.

Le niveau de l'eau de la première source se tient à 6 mètres sous le sol.

Lors du pompage à raison de 10 mètres cubes à l'heure, ce niveau est descendu à 6 mètres. La deuxième source donne de l'eau jaillissante et a un débit au niveau du sol d'environ 540 litres à l'heure.

Le débit au compresseur est de 7 mètres cubes à l'heure. Au-dessus de ce débit, la quantité de sable dans l'eau devient trop considérable.

Diamètre du puits : 0<sup>m</sup>20.

*Analyse de l'eau de la source yprésienne.*

Degré hydrotimétrique . . . . .	2°5
Résidu par litre . . . . .	0centigr92
Ammoniaque . . . . .	néant.
Acide nitrique . . . . .	Id.
Acide nitreux . . . . .	Id.
Chlore . . . . .	0centigr1207
Acide sulfurique (sulfates) . . . . .	faibles traces.
Matières organiques . . . . .	0centigr012

Conclusion : eau bonne.

N° 27. — SONDAGE N° V, EXÉCUTÉ EN L'ANNÉE 1906 PAR L'ADMINISTRATION  
DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, AU NORD DE MALINES, A WAELEH-  
STRAAT, EN VUE DE LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE LIGNE DE  
BRUXELLES A ANVERS.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol + 6.

N <sup>os</sup> des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS.		AGE.
		de	à	
1	Sable demi-fin, brunâtre, un peu ferrugineux . . . . .	0.00	0.50	Flandrien. <i>Q4.</i> 3 mètres.
2	Sable gris blanchâtre, demi-fin, avec quelques points de glauconie . . . . .	0.50	1.00	
3	Sable fin gris, jaunâtre, avec points de glauconie . . . . .	1.00	1.50	
4	Sable gris, quartzeux . . . . .	1.50	2.00	
5	Sable quartzeux gris, pointillé de glauconie . . . . .	2.00	2.50	
6	Sable quartzeux jaunâtre, un peu ferrugineux . . . . .	2.50	3.00	
7	Sable grossier et graveleux gris.	3.00	3.50	
8	Sable gris un peu limoneux . . . . .	3.50	4.00	
9-10	Sable quartzeux gris, avec quelques petits graviers de quartz . . . . .	4.00	5.00	Campinien. <i>Q2n.</i> 5 <sup>m</sup> 50.
11	Sable quartzeux, gris . . . . .	5.00	5.50	
12-14	Sable gris blanchâtre, graveleux.	5.50	7.00	
15	Sable quartzeux gris blanchâtre.	7.00	7.50	
16	Sable quartzeux gris avec petits cailloux de silex et quartz roulés . . . . .	7.50	8.00	
17	Sable quartzeux gris blanchâtre.	8.00	8.50	Rupelien supérieur. <i>R2c.</i> 1 mètre.
18	Argile gris brunâtre, plastique.	8.50	9.00	
19	Argile gris brunâtre légèrement sableuse . . . . .	9.00	9.50	

QUATÉNAIRE.

TERTIAIRE.

N° 28. — SONDAGE N° VI, EXÉCUTÉ EN L'ANNÉE 1906 PAR L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, AU NORD DE MALINES, UN PEU AU NORD DU CHATEAU DE CAUWENDAEL, EN VUE DE LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE LIGNE DE BRUXELLES A ANVERS.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 4.45.

N <sup>os</sup> des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		AGE.	
		de	à		
1	Terre végétale brunâtre. . . .	0.00	0.45	Flandrien Q <sup>4</sup> . 2 <sup>m</sup> 50	
2	Sable demi-fin, jaune d'ocre	0.45	1.00		
3	Sable demi-fin, gris verdâtre . . .	1.00	1.50		
4 - 5	Sable gris, demi-fin . . . . .	1.50	2.50		
6	Sable quartzeux, gris, pointillé de glauconie . . . . .	2.50	3.00		
7 - 11	Idem avec quelques petits gra- viers de quartz et silex roulés	3.00	5.50		
12	Idem sans silex roulés . . . . .	5.50	6.00		
13	Sable quartzeux, gris jaunâtre, très graveleux. . . . .	6.00	6.50		Campinien. Q <sup>2n</sup> . 5 <sup>m</sup> 50
14 - 15	Sable quartzeux, gris jaunâtre, très graveleux, avec cailloux de silex roulés. . . . .	6.50	7.50		
16	Graviers composés de quartz et de silex roulés. . . . .	7.50	8.00		
17 - 18	Sable gris un peu argileux, avec quelques débris de silex pro- venant de plus haut . . . . .	8.00	9.00		

QUATERNAIRE.

TERTIAIRE.

Rupelien  
inférieur  
R<sup>1b</sup>. 1 mètre.

N° 30. — SONDAGE N° VIII, EXÉCUTÉ EN L'ANNÉE 1906 PAR L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, AU NORD DE MALINES, UN PEU AU SUD-EST DU CHATEAU DE CAUWENDAEL, EN VUE DE LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE LIGNE DE BRUXELLES A ANVERS.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 7.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		AGE.
		de	à	
1-3	Sable fin, gris jaunâtre . . .	0 <sup>m</sup> 00	1 <sup>m</sup> 50	
4	Sable fin, gris, avec linéoles limoneuses, gris jaunâtre . .	1.50	2 00	Flandrien. Q <sub>4</sub> . 3 mètres.
5-6	Sable demi-fin, jaunâtre, ferru- gineux . . . . .	2.00	3.00	
7-8	Sable quartzeux, gris, pointillé de glauconie . . . . .	3.00	4.00	
9-15	Sable quartzeux et graveleux, gris jaunâtre, pointillé de glauconie . . . . .	4.00	7 50	Campinién. Q <sub>2n</sub> . 5 mètres.
16	Sable demi-fin, gris . . . . .	7.50	8.00	
17-18	Sable quartzeux, gris pâle, avec gravier de silex et quartz roulés . . . . .	8.00	9.00	

QUATÉNAIRE.

N° 33. — SONDAGE N° XI, EXÉCUTÉ EN L'ANNÉE 1906 PAR L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, AU NORD DE MALINES ET CONTRE LE PONT DU NIEUWENDIJK, EN VUE DE LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE LIGNE DE BRUXELLES A ANVERS.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 4.20.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		AGE.
		de	à	
1	Terre végétale et impuretés . . . . .	0.00	0.70	Alluvions modernes <i>Alm.</i> 1 <sup>m</sup> 70.
2-3	Sable fin, brunâtre, un peu tourbeux . . . . .	0.70	1.70	
4-5	Sable demi-fin, gris, pointillé de glauconie . . . . .	1.70	2.70	Flandrien. <i>Q4.</i> 1 mètre.
6-8	Sable très quartzeux, gris, avec quelques graviers de quartz roulés . . . . .	2.70	4.20	
9-13	Sable quartzeux et graveleux, gris . . . . .	4.20	6.70	Campinien. <i>Q2n.</i> 4 <sup>m</sup> 50.
14	Sable un peu argileux, fin, avec gros silex roulés . . . . .	6.70	7.20	
15-23	Sable gris foncé brunâtre, fin, un peu argileux . . . . .	7.20	11.70	Rupélien infér. <i>R/b.</i> 4 <sup>m</sup> 50.

QUATÉNAIRE.

TERCIAIRE.

N° 34. — SONDAGE N° II, EXÉCUTÉ EN L'ANNÉE 1906 PAR L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, PRÈS DU PONT DE LA DYLE, A MALINES, EN VUE DE LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE LIGNE DE BRUXELLES A ANVERS.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 5.06.

Nos des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS	PROFONDEURS.		AGE.	
		de	à		
1-7	Terrain remanié .	0.00	3 50	Alluvions modernes. <i>Alm.</i> 1 mètre.	
8	Argile brunâtre et noirâtre .	3.50	4.00		
9	Argile un peu tourbeuse .	4.00	4.50		
10	Sable gris, très quartzeux, un peu graveleux	4.50	5.00		
11	Sable gris brunâtre, demi-fin	5.00	5.50		
12	Sable gris verdâtre, quartzeux et grossier . . . . .	5 50	6.00		
13-14	Sable gris, graveleux, avec dé- bris de cailloux de silex roulés . . . . .	6 00	7.00		Campinien. <i>Q2n.</i> 3 <sup>m</sup> 50.
15	Idem, un peu ferrugineux . . .	7.00	7.50		
16	Sable gris brunâtre, quartzeux, un peu graveleux . . . . .	7.50	8 00		Rupelien inférieur. <i>R1b.</i> 5 mètres.
17	Sable demi-fin, grisâtre et bru- nâtre, aggloméré . . . . .	8.00	8 50		
18	Sable fin, gris, légèrement ver- dâtre et argileux . . . . .	8 50	9.00		
19	Sable gris brunâtre, demi-fin	9.00	9.50		
20-21	Sable demi-fin, gris brunâtre .	9.50	10 50		
22-26	Sable gris, demi-fin aggloméré.	10 50	13 00		
27	Argile gris brunâtre, très pail- letée, avec linéoles sa- bleuses . . . . .	13.00	13.50		
28	Sable demi fin, verdâtre, légè- rement argileux . . . . .	13 50	14 00		
29-30	Sable demi-fin, argileux, micacé	14.00	15.00	Asschien. <i>Asd.</i> 4 <sup>m</sup> 50.	
31	Sable demi-fin, gris, un peu ar- gileux . . . . .	15 00	15 50		
32-33	Argile grise, finement sableuse, micacée . . . . .	15 50	16 50		
34 35	Argile sableuse grisâtre, mi- cacée . . . . .	16.50	17 50		

QUATERNAIRE.

TERTIAIRE.

## N° 129. — Puits du Château de M. Empain, à Battel.

Creusé par MM. Detroye frères, en l'année 1907.

Cote du sol + 9m50.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	ÂGE.
		de	à		
1-2	Sable demi-fin, gris jaunâtre et brunâtre, limoneux . . . . .	0.00	5.50	5.50	Flandrien. Q4. 5m50.
3-4	Sable quartzeux, gris, pointillé de glauconie, avec petits graviers roulés . . . . .	5.50	7.80	2.30	
5	Sable quartzeux, jaunâtre, pointillé de glauconie . . . . .	7.80	9.00	1.20	Campinien. Q2n. 3m50.
6	Sable gris, fin, un peu aggloméré, pailleté de mica . . . . .	9.00	9.50	0.50	
7-9	Sable fin, un peu argileux, gris foncé, brunâtre, micacé . . . . .	9.50	13.50	4.00	Oligocène. Rupélien inférieur. R1b. 14m50.
10-12	Sable un peu argileux, gris foncé, finement pailleté . . . . .	13.50	18.00	4.50	
13	Sable gris, demi-fin, pailleté . . . . .	18.00	20.00	2.00	
14	Sable légèrement argileux, gris, finement pailleté . . . . .	20.00	23.20	3.20	
15	Sable argileux, gris foncé, brunâtre, pailleté, passant à l'argile pailletée . . . . .	23.20	23.50	0.30	TERTIAIRE.
16	Argile grise, pailletée, avec traces de matières ligniteuses . . . . .	23.50	25.00	1.50	
17	Sable argileux, gris verdâtre, micacé, finement glauconifère . . . . .	25.00	25.70	0.70	
18	Sable très argileux, vert. . . . .	25.70	26.80	1.10	
19-20	Argile grise, légèrement sableuse . . . . .	26.80	30.00	3.20	Eocène. Asschien. Asd. 15m20.
21-22	Sable argileux, gris verdâtre, pailleté et glauconifère . . . . .	30.00	32.00	2.00	
23	Sable argileux, gris verdâtre, avec amas de <i>Nummulites</i> paraissant être la <i>Nummulites Wemmelsensis</i> ou <i>Orbiguyi</i> , de dimensions assez grandes et très plates . . . . .	32.00	34.00	2.00	
24-27	Sable gris verdâtre, glauconifère, argileux par endroits . . . . .	34.00	38.70	4.70	

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
28-31	Argile plastique, grise, avec points de glauconie . . .	38.70	44.60	5.90	Asc. 7 <sup>m</sup> 05
32	Argile grise, avec intercalations de sable rude glauconifère . . . . .	44.60	45.75	1.15	
33	Sable argileux, gris foncé, fossilifère, très glauconifère. <i>Nummulites Wemmelenensis</i> . . . . .	45.75	46.25	0.50	
34	Sable quartzeux, gris foncé, fossilifère et très glauconifère (débris de <i>Pecten</i> . . . . .	46.25	47.50	1.25	Asb-a. 1 <sup>m</sup> 75
35	Sable argileux, gris verdâtre, avec quelques <i>Nummulites Wemmelenensis</i> et quelques graviers de quartz roulés. . . . .	47.50	49.80	2.30	
36-39	Sable fin, gris clair, avec rares <i>Nummulites Wemmelenensis</i> . . . . .	49.80	53.80	4.00	Wemmélien. 8 mètres.
40	Sable fin, gris verdâtre, finement glauconifère, avec <i>Nummulites Wemmelenensis</i> et <i>variolaria</i> . . . . .	53.80	54.30	0.50	
41	Sable calcaireux, blanchâtre, avec débris de grès et fossiles broyés . . . . .	54.30	55.50	1.20	
42-43	Sable fin, gris, finement glauconifère, avec quelques <i>Nummulites Wemmelenensis</i> et <i>variolaria</i> . . . . .	55.50	56.70	1.20	
44	Grès blanchâtre . . . . .	56.70	57.30	0.60	Ledien. 6 <sup>m</sup> 85
45	Sable demi-fin, gris, finement glauconifère, avec <i>Nummulites variolaria</i> . . . . .	57.30	58.50	1.20	
46	Grès blanchâtre, avec nombreux fossiles, <i>Nummulites</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Ditrupe</i> , <i>Pecten</i> , dont quelques-uns sont roulés . . . . .	58.50	58.85	0.35	
47	Sable fin, fossilifère. . . . .	58.85	60.00	1.15	
48	Grès blanchâtre, glauconifère, broyé . . . . .	60.00	60.30	0.30	
49-50	Sable fin, gris clair . . . . .	60.30	61.10	0.80	

TERTIAIRE

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
51	Grès blanchâtre. avec <i>Nummulites variolaria</i> et <i>scabra</i> , <i>Pecten</i> et <i>Ostrea gryphea</i> .	61.10	61.25	0.15	
52	Sable demi-fin, gris clair, avec <i>Ostrea</i> , <i>Pecten</i> et <i>Nummulites</i>	61.25	62.35	1.10	
53	Grès fossilifère, avec innombrables débris de coquilles ( <i>Ostrea</i> , <i>Nummulites</i> ) et graviers de quartz roulés	62.35	62.90	0.55	
54	Sable fin, gris, finement glauconifère	62.90	63.70	0.80	Laekenien. 1 <sup>m</sup> 60.
55	Grès glauconifère, avec innombrables fossiles roulés et graviers de quartz roulés	63.70	63.95	0.25	
56	Sable gris verdâtre, glauconifère	63.95	65.00	1.05	
57-58	Idem, argileux	65.00	70.00	5.00	P1n. 10 <sup>m</sup> 05.
59	Argile schistoïde, verdâtre	70.00	74.00	4.00	
60	Argile sableuse, gris verdâtre, finement glauconifère	74.00	76.00	2.00	
61-62	Sable gris verdâtre, légèrement argileux, avec traces de coquilles	76.00	79.80	3.80	
63	Argile sableuse, grisâtre	79.80	82.00	2.20	P1d-c. 19 <sup>m</sup> 80.
64	Argile sableuse, gris verdâtre, avec petits bancs de grès.	82.00	84.00	2.00	
65	Sable argileux, fin, gris verdâtre, glauconifère	84.00	88.00	4.00	
66-67	Argile grise plastique, finement sableuse	88.00	93.80	5.80	
68-70	Argile plastique grise, schistoïde.	93.80	100.70	6.90	P1m. 6 <sup>m</sup> 90.
71	Argile grise, avec intercalation de sable fin, verdâtre, avec débris de fossiles indéterminables	100.70	102.00	1.30	
72	Sable très fin, gris pailleté, finement glauconifère.	102.00	107.60	5.60	Ypresien. 6 <sup>m</sup> 90.
73	Sable fin, argileux, finement glauconifère	107.60			

TERTIAIRE.

*Débit du puits.* — L'eau provient du niveau des sables ypresiens, vers 102 mètres de profondeur. Le puits donne au jaillissement 560 litres à l'heure à 1<sup>m</sup>20 au-dessus du sol, 600 litres à l'heure à 1 mètre au-dessus du sol et 900 litres à 1 mètre en dessous du sol.

Le niveau hydrostatique de l'eau est à 5<sup>m</sup>80 au-dessus du sol.

*Débit au compresseur.* — 10 000 litres à l'heure à 18 mètres sous le sol.

**ANALYSES DE L'EAU.** — Deux analyses chimiques de ces eaux ont été faites; la première analyse a accusé une quantité de matières organiques assez élevée; nous avons conseillé une nouvelle analyse après un curage du puits, et le résultat obtenu fut une diminution notable des matières organiques; comme on peut le voir, ces analyses se rapprochent beaucoup de celles de la caserne d'artillerie et de l'hôpital militaire.

*Première analyse.*

Ammoniaque . . . . .	0
Acide azoteux et hydrogène sulfuré . . . . .	0
Acide azotique . . . . .	0
Chlore . . . . .	0 <sup>gr</sup> 0985 par litre.
Matières organiques, évaluées par le permanganate en solution acide . . . . .	0 <sup>gr</sup> 076 par litre.
Anhydride sulfurique. . . . .	traces.
Chaux . . . . .	0 <sup>gr</sup> 0015 par litre.
Résidu fixe à 110°. . . . .	0 <sup>gr</sup> 760 par litre.

*Deuxième analyse après curage du puits.*

Acide azoteux . . . . .	0
Acide azotique . . . . .	0
Hydrogène sulfuré. . . . .	0
Ammoniaque . . . . .	0
Acide sulfurique . . . . .	traces.
Résidu fixe à 105°. . . . .	0 <sup>gr</sup> 822 par litre.
Matières organiques . . . . .	0 <sup>gr</sup> 035 par litre.
Chlore . . . . .	0 <sup>gr</sup> 0965 par litre.
Dureté totale : 2 degrés.	

## N° 130. — Puits de l'Hôpital militaire.

Creusé par MM. Detroye frères, en l'année 1907.

Cote du sol : + 6 mètres.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
1	Remblai . . . . .	0.00	2 50	2.50	Remblai. 2 <sup>m</sup> 50
	Sable fin, jaune, avec quelques paillettes de mica . . . . .	2.50	3.00	0 50	
2	Tourbe ligniteuse . . . . .	3.00	3 50	0 50	Flandrien. Q4. 1 mètre
3-6	Sable quartzeux, graveleux, gris, avec petits éclats de silex . . . . .	3.50	5 50	2.00	Campinien. Q2. 3 <sup>m</sup> 50
7-9	Sable grossier, gris jaunâtre, avec nombreux graviers rou- lés . . . . .	5.50	7.00	1.50	
10	Sable gris brunâtre, avec rares petits graviers et silex roulés tombés de plus haut . . . . .	7.00	7 50	0.50	QUATERNAIRE.
11-15	Sable fin, gris brunâtre, micacé.	7 50	10.00	2.50	
16-20	Sable argileux, gris foncé, mi- cacé . . . . .	10 00	12.50	2 50	
21-25	Argile un peu sableuse, grise, micacée . . . . .	12.50	15 00	2 50	
26-27	Sable gris légèrement jaunâtre.	15 00	16 00	1 00	
28-30	Sable argileux, gris . . . . .	16 00	17 50	1 50	Oligocène. Rupélien. R1b. 15 <sup>m</sup> 50
31-36	Sable gris, demi-fin, un peu ar- gileux . . . . .	17 50	20.50	3.00	
37-40	Sable gris, très fin . . . . .	20 50	22 50	2 00	

TERTIAIRE.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS.		ÉPAISSEURS.	AGE.
		de	à		
41-42	Argile grisâtre teinté de verdâtre, très micacée . . . .	22.50	24.00	1 50	
43-50	Sable argileux et argile sableuse, gris verdâtre . . . .	24.00	28.00	4.00	Éocène. Asschien. Asd. 12 <sup>m</sup> 50.
51-54	Sable gris verdâtre, très légèrement argileux . . . . .	28.00	30 00	2.00	
55-64	Sable demi-fin, aggloméré, gris verdâtre foncé. . . . .	30.00	35.00	5 00	
65-71	Argile plastique, gris verdâtre, finement pointillée de glauconie . . . . .	35 00	39 00	4.00	
72-74	Argile gris verdâtre, avec quelques gros grains de sable et très glauconifère . . . . .	39.00	40.50	1.50	Asc. 6 <sup>m</sup> 50.
75-76	Argile grise, avec quelques rares points de glauconie . . . . .	40 50	41.50	1.00	
77-78	Argile grise, légèrement sableuse, pointillée de glauconie, avec débris de coquilles indéterminables . . . . .	41 50	42.50	1.00	
79	Argile grise, un peu sableuse, très glauconifère, avec quelques rares débris de fossiles indéterminables . . . . .	42.50	43.00	0.50	
80	Idem. avec nombreuses <i>Nummulites Wemmelensis</i> paraissant roulées . . . . .	43.00	43.50	0.50	Asb-a. 2 <sup>m</sup> 50.
81	Argile gris verdâtre, légèrement sableuse et fossilifère ( <i>Nummulites Wemmelensis</i> et quelques <i>Nummulites Orbigny</i> ) . . . . .	43 50	44.00	0.50	
82-83	Sable aggloméré, gris verdâtre. . . . .	44 00	45.00	1.00	
84	Sable argileux, gris verdâtre, avec <i>Nummulites Wemmelensis</i> . . . . .	45 00	45.50	0.50	
85	Sable très fin, gris verdâtre, aggloméré . . . . .	45.50	46.00	0.50	Wemmelien. We. 8 <sup>m</sup> 50.
86-87	Sable fin, gris, finement pointillé de glauconie, avec <i>Nummulites</i> . . . . .	46.00	47.00	1.00	
88-98	Sable fin, gris verdâtre, souvent aggloméré, avec <i>Nummulites Wemmelensis</i> et <i>variolaria</i> . . . . .	47.00	52.50	5.50	

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.	
		de	à			
99	Grès blanchâtre, avec sable graveleux gris, nombreux fossiles roulés ( <i>Nummulites Wemmelensis</i> et <i>variolaria</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Pecten</i> ) . . . . .	52.50	53.40	0.60	Ledien. 8 <sup>m</sup> 50.	
100	Sable gris, glauconifère, avec banc de <i>Nummulites Orbigny</i> et <i>Wemmelensis</i> , quelques <i>Ostrea</i> , débris de <i>Pecten cornuus</i> et rognons de pyrite . . . . .	53.40	53.70	0.60		
101	Grès blanchâtre . . . . .	53.70	54.00	0.30		
102	Sable très fin gris blanchâtre, avec <i>Nummulites</i> . . . . .	54.00	54.80	0.80		
103	Grès blanchâtre . . . . .	54.80	55.50	0.70		
104-106	Sable fin, gris, avec traces de fossiles . . . . .	55.50	56.70	1.20		
107	Grès . . . . .	56.70	56.90	0.20		
108-111	Sable gris, fin, fossilifère . . . . .	56.90	58.70	1.80		
112	Grès . . . . .	58.70	59.00	0.30		
113-115	Sable gris, fin . . . . .	59.00	61.00	2.00		
116	Sable gris, graveleux, fossilifère, avec grès caveux, contenant <i>Nummulites lævigata</i> , <i>variolaria</i> , <i>scabra</i> , <i>Pecten</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Ditrupa</i> et dents de poissons, piquants d'oursins, le tout roulé . . . . .	61.00	61.50	0.50		Laekienien. 0 <sup>m</sup> 50.
117-120	Argile un peu sableuse, gris verdâtre, glauconifère . . . . .	61.50	63.50	2.00		Paniselien. <i>P1n.</i> 6 mètres.
121-128	Argile grise, légèrement verdâtre, schistoïde . . . . .	63.50	67.50	4.00		

TERTIAIRE.

TERTIAIRE.

N <sup>os</sup> des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS		ÉPAISSEURS.	AGE.	
		de	à			
129-141	Sable demi-fin, gris verdâtre, glauconifère . . . . .	67.50	74.00	6.50	} TERTIAIRE.	
142	Argile gris verdâtre . . . . .	74.00	74.05	0.05		
143	Sable gréseux glauconifère, avec rares fossiles ( <i>Cardita</i> ). . . . .	74.05	74.20	0.15		
144-147	Argile verdâtre, légèrement sableuse . . . . .	74.20	76.50	2.30		
148-150	Sable gris verdâtre, glauconifère, avec traces de fossiles . . . . .	76.50	78.00	1.50		} <i>P1d-c.</i> 18 <sup>m</sup> 50.
151-153	Sable vert foncé, légèrement argileux, avec traces de fossiles. . . . .	78.00	79.50	1.50		
154-160	Argile grise plastique . . . . .	79.50	83.00	3.50		} <i>P1m.</i> 7 <sup>m</sup> 50.
161-163	Argile grise, un peu sableuse . . . . .	83.00	85.00	2.00		
164-165	Sable fin, gris verdâtre . . . . .	85.00	86.00	1.00		
166-180	Argile plastique, grise, devenant schistoïde. . . . .	86.00	93.50	7.50		
181-182	Sable fin, gris, finement glauconifère, avec quelques <i>Nummulites planulata</i> . . . . .	93.50	94.50	1.00	} Ypresien. <i>Yd</i> 1 <sup>m</sup> 50.	
183-184	Sable très fin, gris verdâtre, finement glauconifère, avec <i>Nummulites planulata</i> . . . . .	94.50	95.00	0.50		

*Niveaux hydrostatiques.* — Le 24 février 1908, après une journée et deux nuits de repos, il a été constaté que l'eau se maintenait à 9<sup>m</sup>40 sous le sol. Le puits était arrivé à 52 mètres de profondeur. Pendant le travail, l'eau restait stationnaire à 13<sup>m</sup>65 de profondeur. Le débit n'a pu être pris en note.

Le 23 mars, pour la profondeur de 66 mètres, il a été tenu note du niveau hydrostatique : l'eau au repos montait à 6<sup>m</sup>50 sous le sol. Le débit pour une heure de pompage a été trouvé de 7 200 litres, cependant que l'eau restait stationnaire à 15<sup>m</sup>95 sous le niveau du sol. L'eau recueillie vers la fin du pompage était opaline, très légèrement jaunâtre et chargée à 12 % de sable très fin, bleu verdâtre, avec grains aussi fins, blanc franc et noir intense, les blancs en quantité double des noirs.

*Débit du puits.* — La source ypresienne, vers 94 mètres de profondeur, donne de l'eau jaillissante qui se tient en équilibre à 1<sup>m</sup>85 au-dessus du sol.

Débit à 0<sup>m</sup>50 au-dessus du sol : 420 litres à l'heure.

*Débit au compresseur.* — Pendant les expériences, le débit a atteint 27 mètres cubes à l'heure (1).

#### *Analyse chimique.*

Couleur . . . . .	incolore.
Odeur . . . . .	nulle.
Saveur . . . . .	bonne.
Transparence . . . . .	transparente.
Degré hydrotimétrique . . . . .	5
Résidu à 110°, par litre . . . . .	0 <sup>gr</sup> 67
Acide nitrique, par litre . . . . .	très faibles traces.
Acide sulfureux, par litre . . . . .	0 <sup>gr</sup> 023
Chlore, par litre . . . . .	0 <sup>gr</sup> 1245
Ammoniaque, par litre . . . . .	0
Acide nitreux, par litre . . . . .	0
Matières organiques réductibles par le permanganate et évaluées en acide oxalique, par litre . . . . .	0 <sup>gr</sup> 0326

#### *Analyse bactériologique.*

Bonne, cette eau peut servir à tous les usages alimentaires, sans restriction.

#### N° 151. — Puits de la brasserie Van Diepenbeek, à Malines.

Deux puits ont été construits à la brasserie Van Diepenbeek, à Malines.

Le premier puits, creusé il y a un grand nombre d'années, a une profondeur d'environ 50 mètres.

Le deuxième puits, construit depuis vingt ans, a une profondeur d'environ 100 mètres.

(1) A notre avis, il convient de ne pas dépasser un débit de 10 mètres cubes à l'heure, afin de ne pas détruire le puits qui, par un débit forcé, tendrait à s'ensabler.

*Puits de 50 mètres de profondeur.*

Aucune coupe de ce puits n'a été conservée; l'eau au début jaillissait à la surface du sol, mais à ce jour se tient à quelques mètres sous la surface.

Dans la construction du puits, on aurait percé deux bancs de grès avant d'atteindre la source, qui est incontestablement contenue dans l'étage ledien.

L'eau du puits a une coloration brunâtre qui s'est maintenue depuis le forage du puits.

*Débit.* — Cette source débite, d'après M. Van Diepenbeek, environ 40 mètres cubes à l'heure.

Cette eau ne sert pas pour la brasserie, mais convient admirablement pour les chaudières, ne laissant aucun dépôt et, par suite, ne nécessitant aucun nettoyage des tubes; il paraît toutefois qu'elle attaque un peu les robinets en cuivre.

*Puits de 100 mètres de profondeur.*

Aucune coupe de ce puits n'a été conservée; la source rencontrée à 100 mètres de profondeur jaillit à la surface du sol et provient des sables fins ypresiens.

Pendant la première heure de pompage, cette source débite un peu de sable en suspension dans l'eau.

*Débit du puits.* — Cette source débite au pompage environ 10 mètres cubes à l'heure.

Un compresseur à trois atmosphères fonctionne sur le puits depuis environ quatre ans et le débit n'a point diminué.

L'eau est un peu chargée de chlorure de sodium, ce qui empêche la transformation de l'amidon en sucre et, par conséquent, cette eau ne peut convenir en aucune façon à la fabrication de la bière, mais sert comme réfrigérant.

Pour sa fabrication de bière, le brasseur est forcé de recourir à la dérivation de la Dyle.

*Analyses des eaux des puits de la brasserie Van Diepenbeek.*

M. Van Diepenbeek a bien voulu nous adresser une copie de l'analyse des eaux de ses puits.

Ces eaux contiennent par litre :

	Puits de 50 mètres.	Puits de 100 mètres.
Matières organiques (Kübl) . . . . .	0 152	0 062
Ammoniaque. . . . .	0.000	0.000
Acide nitreux. . . . .	0 000	0.000
Acide nitrique . . . . .	0.000	0.000
Chlore . . . . .	0.042	0 135
Acide sulfurique (SO <sup>3</sup> ) . . . . .	0.010	0.002
Silice (SiO <sup>2</sup> ) . . . . .	0.006	0 003
Alumine (Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ) . . . . .	0.002	0 000
Oxyde calcique (CaO) . . . . .	0.012	0.038
» magnésique (MgO) . . . . .	0.002	0 003
» sodique (Na <sup>2</sup> O) . . . . .	0.166	0.411
Dureté (Bouton et Boudet) . . . . .	3°	8°

Ces résultats correspondent probablement aux sels ci-après :

Sulfate calcique . . . . .	0 018	0.003
Chlorure sodique. . . . .	0 070	0.222
Carbonate sodique (Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> ) . . . . .	0.224	0.509
Carbonate calcique (CaCO <sup>3</sup> ). . . . .	0 007	0.065
Carbonate magnésique (MgCO <sup>3</sup> ) . . . . .	0.004	0.006

L'eau de 100 mètres de profondeur a une réaction neutre, mais, après ébullition, cette réaction devient franchement alcaline.

**N° 132. — Puits artésien de la Blanchisserie Op de Beek,  
Rue des Planches, n° 24, à Malines.**

Foré en 1908 par M. Van Severen, de Wetteren.

On nous a renseigné ce puits lors d'une étude sur place des eaux de la ville; malheureusement, aucun échantillon n'avait été recueilli et nous avons dû nous borner à noter la profondeur et le débit du puits.

Profondeur : 100 mètres approximativement.

Débit : 25 litres par minute au jaillissement, à 1 mètre au-dessous du sol.

Il paraît qu'une nappe, rencontrée à 50 mètres de profondeur, a donné de l'eau brune.

L'eau jaillissante provient des sables ypresiens rencontrés vers 100 mètres de profondeur.

N° 153. — PUIITS DE L'USINE DUMORTIER, AU NECKERSPOEL,  
A MALINES.

Cote de l'orifice : + 6 00.

Nous avons pu retrouver la coupe suivante dans les notes de voyage de M. Mourlon concernant la planchette de Malines :

*Sondage de l'usine Dumortier.*

	Profondeurs..
1. Terre labourable. . . . .	5.00
2. Sable gris, fin. . . . .	7.00
3. Sable gris, fort . . . . .	10.00
4. Idem, un peu argileux . . . . .	22.00
5. Sable fort aquifère . . . . .	33.00
6. Sable argileux. . . . .	35.00
7. Idem . . . . .	43.00
8. Pierre douce ? . . . . .	43.25
9. Sable argileux avec sable mouvant aquifère . . . . .	49.00
10. Argile sableuse . . . . .	57.50
11. Pierre . . . . .	57.75
12. Sable argileux . . . . .	60.00

Nous pouvons donner l'interprétation suivante à cette coupe :

Flandrien et Campinien . . . . .	de 0 à 10 mètres.
Éocène, Rupélien inférieur. . . . .	de 10 à 22 —
Asschien . . . . .	de 22 à 43 —
Wemmélien . . . . .	de 43 à 49 —
Ledien . . . . .	de 49 à 60 —

Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres (1).

Diamètre du puits : 14 centimètres.

Débit par heure : 6 000 litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Chlore par litre : 157 milligrammes.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, ce chiffre étant fourni par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 134. — Puits de la Brasserie Geerts, Chaussée de Bruxelles,  
à Malines.

Cote du terrain : + 11.80.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 46 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 6 mètres (1).

Diamètre du puits : 5 à 6 centimètres.

Débit par heure : 3 000 litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 10.

Chlore par litre : 47 milligrammes.

N° 135. — Puits chez M. Mertens, Chaussée de Bruxelles,  
à Malines.

Cote de l'orifice : + 11.80.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 49 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 6 mètres (1).

Diamètre du puits : 5 à 6 centimètres.

Débit par heure : 3 000 litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 10.

Chlore par litre : 19 milligrammes.

N° 136. — Puits Van Breedam, Boulevard des Capucines,  
à Malines.

Cote de l'orifice : + 6.00.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 52 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres (1).

Diamètre du puits : 6 centimètres.

Débit du puits : 4 000 litres à l'heure (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 10.

Chlore par litre : 38 milligrammes.

---

(1) La hauteur de l'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, étant donnée par les habitants.

Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 137. — PUIITS DE LA BRASSERIE VAN BREEDAM,  
AU BÉGUINAGE, A MALINES.

Cote de l'orifice : + 5.75.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 55 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 5 mètres (1).

Diamètre du puits : 6 centimètres.

Débit par heure : 3 500 litres (1).

Couleur de l'eau : légère teinte jaunâtre.

Degré hydrotimétrique : 12.

Chlore par litre : 28 milligrammes.

N° 138. — PUIITS DE LA BRASSERIE VERSAILLES, SITUÉE A LA  
CHAUSSÉE DE GAND, PRÈS MALINES.

Cote de l'orifice : + 40 20.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 52 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres (1).

Diamètre du puits : 14 mètres.

Débit par heure : 5 000 litres (1).

Couleur de l'eau : teinte brunâtre.

Degré hydrotimétrique : 8.

Chlore par litre : 20 milligrammes.

N° 139. — PUIITS MUTSAERT, PRÈS DU PONT DU NECKERSPOEL, A MALINES.

Cote de l'orifice : + 8.20.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 54 mètres

Hauteur de l'eau sous le sol : 6 mètres (1).

Diamètre du puits : 6 centimètres.

Débit par heure : 3 000 litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 10.

Chlore par litre : 85 milligrammes.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, étant donnée par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 140. — Puits de la brasserie Verheyden, aux cinq coins,  
à Malines.

Cote de l'orifice : + 6.20.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 58 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 3 mètres (1).

Diamètre du puits : 4 à 5 centimètres.

Débit par heure : 4 000 litres (1).

Couleur de l'eau : teinte brunâtre.

Degré hydrotimétrique : 9.

Chlore par litre : 33 milligrammes.

N° 141. — Puits de l'hospice de la rue du Bruel, à Malines.

Cote de l'orifice : + 6.00.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.

Profondeur du puits : 43 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 3 mètres (1).

Diamètre du puits : 10 centimètres.

Débit par heure : 3 000 litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 11.

Chlore par litre : 28 milligrammes.

N°s 142 et 143. — Puits forés à la brasserie du Winket,  
près de la porte du Winket, à Malines.

Cote de l'orifice : + 9.00.

Deux puits ont été forés à la brasserie du Winket; nous n'avons malheureusement pu obtenir aucune coupe géologique de ces puits.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, ce chiffre étant fourni par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

Voici les renseignements que nous avons pu obtenir concernant ces puits.

	N <sup>o</sup> 142.	N <sup>o</sup> 143.
Profondeur du puits . . .	49 mètres.	54 mètres.
Diamètre du puits . . . .	0 <sup>m</sup> 05	0 <sup>m</sup> 06
Débit par heure (1) . . . .	5 000 litres.	4 000 litres.
Couleur de l'eau . . . . .	Teinte brunâtre.	Teinte brunâtre.
Degré hydrotimétrique . . .	7	8
Chlore, par litre . . . . .	0 <sup>gr</sup> 023	0 <sup>gr</sup> 022

N<sup>o</sup> 144. — PUIITS DE LA BRASSERIE DE COCK,  
RUE HANSWYCK, A MALINES.

Cote de l'orifice : + 7.50.

Nous n'avons pu obtenir aucun échantillon ni de coupe de ce puits.

Profondeur du puits : 52 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres (1).

Diamètre du puits : 5 à 6 centimètres.

Débit par heure : 4 000 litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 19.

Chlore par litre : 32 milligrammes.

N<sup>o</sup> 145. — PUIITS DE LA GLACIÈRE, RUE DES JUIFS, A MALINES.

Cote de l'orifice : + 6.20.

Nous n'avons pu obtenir aucun échantillon ni de coupe de ce puits.

Profondeur du puits : 49 mètres.

Hauteur de l'eau sous le sol : 5 mètres (1).

Diamètre du puits : 14 centimètres.

Débit par heure : 10 000? litres (1).

Couleur de l'eau : incolore.

Degré hydrotimétrique : 10.

Chlore par litre : 45 milligrammes.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, ce chiffre étant fourni par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

## N° 146. — Puits foré au Petit Séminaire de Malines.

Cote de l'orifice : + 8 mètres.

Nous n'avons pu obtenir que très peu de renseignements concernant ce puits; tout ce que nous savons, c'est que ce puits a été foré jusqu'à 50 ou 60 mètres de profondeur, et que l'analyse de ses eaux est la suivante :

Dureté totale (degrés Bouton et B.). . . . .	15.5
— permanente . . . . .	9.0
— temporaire . . . . .	6.5
Chlorures . . . . .	Faibles.
Sulfates . . . . .	Idem.
Nitrates . . . . .	Traces.
Nitrites . . . . .	Faibles traces.
Ammoniaque . . . . .	Idem.
Carbonate de chaux . . . . .	0.098
Chaux à l'état de sels autres que carbonates . . . . .	0.034
Sels alcalins . . . . .	0.318
Matières organiques (Kübel). . . . .	0 <sup>gr</sup> 02 par litre.
Résidu fixe. . . . .	0 <sup>gr</sup> 54 —

Examen bactériologique : bon.

**Examen de la nature des différents terrains rencontrés dans les sondages exécutés dans la ville de Malines et ses environs immédiats.**

## TERRAINS QUATERNAIRES.

Dans la série des sondages exécutés à Malines, nous voyons que le Quaternaire supérieur est simplement représenté, dans quelques cas, par des dépôts continentaux ou alluvions modernes des vallées.

Le Quaternaire inférieur ou Diluvien est représenté par le Flandrien et le Campinien.

*Flandrien.* — D'après les sondages, nous voyons que le Flandrien

marin est composé d'un sable assez fin, jaune ou gris jaunâtre, limoneux par endroits, quelquefois légèrement pointillé de glauconie.

Ce dépôt est d'ordinaire terminé à sa base par un petit gravier composé d'éléments très fins et qu'il est très souvent difficile de séparer des sables grossiers campiniens, sur lesquels repose le Flandrien.

L'épaisseur maximum que nous avons cru devoir assigner au Flandrien est de 5<sup>m</sup>50 et au minimum de 2<sup>m</sup>60.

*Campinien.* — A première vue, et dans certains sondages, on pourrait croire que c'est à tort que nous avons rangé les couches inférieures aux quatre premiers mètres dans le Campinien, mais, en y regardant de près, et surtout en examinant les sondages peu profonds exécutés par l'Administration des Chemins de fer, où les échantillons ont été recueillis tous les 50 centimètres, nous voyons qu'il existe, en général, une différence très prononcée entre les dépôts flandriens et campiniens, quoique dans quelques sondages ces deux terrains semblent passer insensiblement de l'un à l'autre.

Le Campinien, à Malines, est composé de sable quartzeux gris, quelquefois pointillé de glauconie, de sables grossiers et graveleux contenant souvent des petits cailloux de silex et de quartz roulés. Les éléments constitutifs de ces couches deviennent, en général, de plus en plus grossiers à mesure que l'on y pénètre plus profondément.

L'épaisseur maximum du Campinien dans les sondages est de 5<sup>m</sup>50 et le minimum de 3<sup>m</sup>30.

En examinant la Carte géologique de Boom-Malines, levée et tracée, en 1894, par M. M. Mourlon, on voit qu'il n'est pas fait mention dans la légende du Campinien, mais, par contre, on note dans maints endroits le terme (*Q5ms*), d'âge hesbayen; il faudra certainement, à notre avis, lors de la revision de cette planchette, mettre les couches (*Q5ms*) dans le Campinien.

D'après les nombreux sondages récents, nous pouvons presque affirmer que le limon hesbayen, ou les couches sablo-limoneuses qui se sont déposées à cette époque, ne sont pas représentées à Malines et doivent être limitées environ à la limite Sud de la planchette. M. Rutot a très justement signalé la présence du Hesbayen sur une épaisseur d'environ 4<sup>m</sup>50 à la fameuse tranchée de Hofstade, au Sud de Malines.

Nous avons à maintes reprises visité cette tranchée et y avons reconnu les couches hesbayennes; mais nous n'avons rien trouvé de semblable dans les sondages de Malines, et, jusqu'à preuve du contraire, nous pensons que les traces du Hesbayen ont disparu sur la planchette de Malines.

## TERRAINS TERTIAIRES.

*Oligocène. — Rupélien supérieur.* — Le Rupélien supérieur n'est représenté que par l'argile de Boom (*R2c*), qui n'existe pas sous la ville de Malines; on ne la voit apparaître qu'au Nord de cette ville, et nous l'avons reconnue, pour la première fois, dans le sondage n° 27, fait par l'Administration des Chemins de fer de l'État.

*Rupélien inférieur (R1b).* — C'est le premier terrain tertiaire que l'on rencontre à Malines, directement sous le Campinien; comme on a pu le voir, tous les sondages l'ont reconnu.

Le Rupélien inférieur *R1b* est composé d'un sable assez fin, très légèrement argileux, brunâtre, finement micacé et glauconifère; quelques débris de coquilles ont été rencontrés au puits de la caserne d'artillerie; ces coquilles paraissent être des *Cytherea*.

L'épaisseur maximum de ce terrain est, à Malines, de 18 mètres et le minimum de 5 mètres.

*Éocène supérieur. — Étage asschien.* — Comme on peut le voir par quelques-uns des sondages publiés ci-devant, nous avons pu reconnaître parfaitement le sable d'émergence *Asd* de l'étage asschien.

En examinant les échantillons classés dans *Asd*, nous voyons que dans tous les sondages cet étage commence par une couche d'argile grise, plastique, très pailletée de mica, d'une épaisseur d'environ 1<sup>m</sup>50; nous attachons une très grande importance à cette couche, car elle nous semble très constante, et nous l'avons prise comme limite de séparation entre l'Oligocène et l'Éocène, c'est-à-dire entre le Rupélien (*R1b*) et le terme asschien (*Asd*); cette couche d'argile a été rencontrée dans tous les sondages bien exécutés, autant sous la ville de Malines que dans un rayon de 10 kilomètres.

Évidemment, nous ne pouvons affirmer que cette couche d'argile appartienne plutôt à l'Asschien qu'au Rupélien, car il n'y a aucune espèce de séparation entre ces deux termes, ni aucune donnée paléontologique; toutefois, nous considérons cette argile comme un niveau constant et facile à reconnaître, et la rangeons au sommet de l'Asschien (*Asd*).

Sous cette couche d'argile apparaissent des sables gris verdâtre, demi-fins, argileux par places et finement glauconifères.

Le sondage n° 129, à Battel, a rencontré, à 52 mètres de profondeur, dans ces sables, un petit banc contenant une très grande quantité de

Nummulites qui rappellent très fortement la forme *Wemmelensis* ou *Orbignyi*.

Le sable *Asd* a une épaisseur de 13 à 15 mètres.

Nous désirons ici corriger une interprétation que nous avons donnée lors de la publication, en 1906, du puits de la caserne d'artillerie (1). A cette époque, pour diverses raisons que nous avons énumérées et qui n'étaient basées sur aucun fait précis, nous avons cru reconnaître l'étage tongrien entre les profondeurs de 17<sup>m</sup>50 et de 32 mètres. Mais les nouveaux sondages nous ont complètement fait changer notre interprétation, et nous ne pouvons plus admettre la présence du Tongrien dans le sous-sol de Malines.

En effet, nous avons vu que le sable rupelien a une épaisseur de 15<sup>m</sup>70 au lieu de 7<sup>m</sup>50 que nous lui avons attribués dans la première interprétation du sondage de la caserne d'artillerie. Cela amène la base du Rupelien à la profondeur de 25<sup>m</sup>70; or, il est incontestable que les sables asschiens commencent à la profondeur de 27 mètres à la caserne d'artillerie, car les autres sondages avoisinants ne laissent pas de doute à ce sujet; on ne pourrait donc raisonnablement admettre que 1<sup>m</sup>50 de Tongrien, qui serait composé de cette argile grise plastique, très pailletée de mica; il n'y aurait guère que les paillettes de mica qui pourraient nous la faire admettre comme tongrienne, mais nous n'oserions pas baser une détermination sur un caractère aussi commun à tous les terrains tertiaires.

D'autre part, si l'on admettait le Tongrien, le banc à *Nummulites Wemmelensis* rencontré au sondage de Battel devrait être classé dans le Tongrien; or, à notre connaissance, ces Nummulites n'ont jamais été signalées dans ce terrain.

Sous les sables asschiens (*Asd*) vient une série d'échantillons composés d'argile grise plastique, pointillée de glauconie vers le bas, que nous n'hésitons pas à rapporter à l'argile asschienne (*Asc*).

Cette argile a une épaisseur qui varie entre 6 et 7 mètres. Sous cette argile apparaît un sable gris très glauconifère, légèrement argileux, ayant à sa base un petit gravier à éléments de quartz roulés et contenant beaucoup de débris de *Pecten* et de nombreuses *Nummulites Wemmelensis*; nous n'avons pas hésité à ranger ces couches dans la base de l'Asschien, sous la notation *Asb-a*. C'est le niveau de la bande noire.

---

(1) F. HALET, *Coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie à Malines*. (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., ETC., t. XX, 1906, pp. 64-69.)

Les Nummulites ont été remaniées du Wemmélien par la mer asschienne.

*Éocène supérieur wemmélien.* — Sous la bande noire apparaît une série de couches sableuses formées d'un sable gris assez fin, très glauconifère, légèrement argileux par places, avec très nombreuses *Nummulites Wemmeliensis* et quelques débris de *Pecten*.

Ces couches, à Malines, paraissent avoir une épaisseur de 7 à 8 mètres, et nous croyons que l'on devra les ranger dans le Wemmélien, qui affleure partout au Sud de la planchette de Malines.

*Éocène supérieur.* — *Étage ledien.* — Il nous a été très difficile de marquer une limite exacte entre le Wemmélien et le Ledien sous-jacent, car nous n'avons pu, dans aucun sondage, trouver le gravier séparatif entre ces deux étages; du reste, tous les géologues du Tertiaire qui ont étudié les affleurements du Wemmélien et du Ledien savent qu'il est peu aisé de trouver ce gravier, et, à plus forte raison, nous ne devons pas nous étonner que dans les sondages ce dernier passe inaperçu.

Nous nous sommes basé sur l'apparition abondante de *Nummulites variolaria* pour commencer l'étage ledien; de plus, le sable très glauconifère du Wemmélien passe à un sable gris fin blanchâtre, très finement glauconifère, presque toujours rempli de *Nummulites variolaria*.

Le Ledien paraît avoir une épaisseur de 7 à 10 mètres à Malines.

Comme on peut le voir dans les coupes des sondages, cet étage comprend une série de grès à divers niveaux et d'épaisseurs diverses.

*Éocène moyen.* — *Étage laekenien.* — Sous le Ledien apparaît le terrain laekenien; d'après les sondages, ce terrain, sous Malines, est simplement représenté par des grès perforés et un gravier de base composé de grains de quartz roulés, de *Nummulites laevigata* et *scabra* roulées, de *Pecten* et d'*Ostrea* roulés.

Au puits de la caserne d'artillerie seulement, nous voyons une épaisseur de 2<sup>m</sup>50 de sable gris fin laekenien; nous sommes très porté à croire que ces sables sont des éboulis et que le Laekenien ne dépasserait pas la profondeur de 65<sup>m</sup>55 à ce puits.

Le Laekenien a une épaisseur, sous Malines, qui varie entre 0<sup>m</sup>50 et 2 mètres.

*Éocène inférieur.* — *Étage panisélien.* — Sous le gravier laekenien apparaît le Panisélien, dans lequel nous avons pu distinguer trois formations nettement marquées, à savoir: les termes *P1n*, *P1d-c* et *P1m*.

Cet étage débute dans tous les sondages de Malines par une argile grise plastique, avec quelques intercalations sableuses, qui représente pour nous le facies *P1n* de la légende et que nous sommes plutôt

enclin à considérer comme une argile lagunaire, car elle ne paraît pas être du tout constante dans les autres parties du pays couvertes par la mer paniseliennne. Cette argile varie beaucoup d'épaisseur à des endroits très rapprochés.

Sous cette argile apparaît, sur une vingtaine de mètres, une série de couches sablo-argileuses et argilo-sableuses, de couleur gris verdâtre, contenant dans la masse quelques grès gris blanchâtre glauconifères et quelques lentilles d'argile plastique schistoïde: toutes ces couches sont le représentant du facies *P1d-c*. Sous ces dernières couches vient une série d'échantillons d'argile plastique schistoïde, que nous n'hésitons pas à classer dans le terme *P1m* de la légende. Du reste, nous tenons à le répéter encore une fois, cette argile schistoïde, d'une épaisseur de 6 à 8 mètres, existe toujours à la base de l'étage panisélien; nous ne connaissons aucun point en Belgique où cette argile n'existe pas; elle est d'une épaisseur à peu près constante et se trouve à un niveau bien déterminé. Cette argile, dans la légende officielle de la Carte, est considérée comme lagunaire ou poldérienne. Nous ne pouvons admettre cette interprétation, car cette lagune aurait dû couvrir toute la surface baignée par la mer paniseliennne, et il n'y aurait alors plus lieu de la considérer comme lagunaire, mais nous pensons plutôt que le dépôt de cette argile est le résultat de l'extension des rivages de la mer à cette époque et qu'elle a été bel et bien déposée en sédimentation régulière.

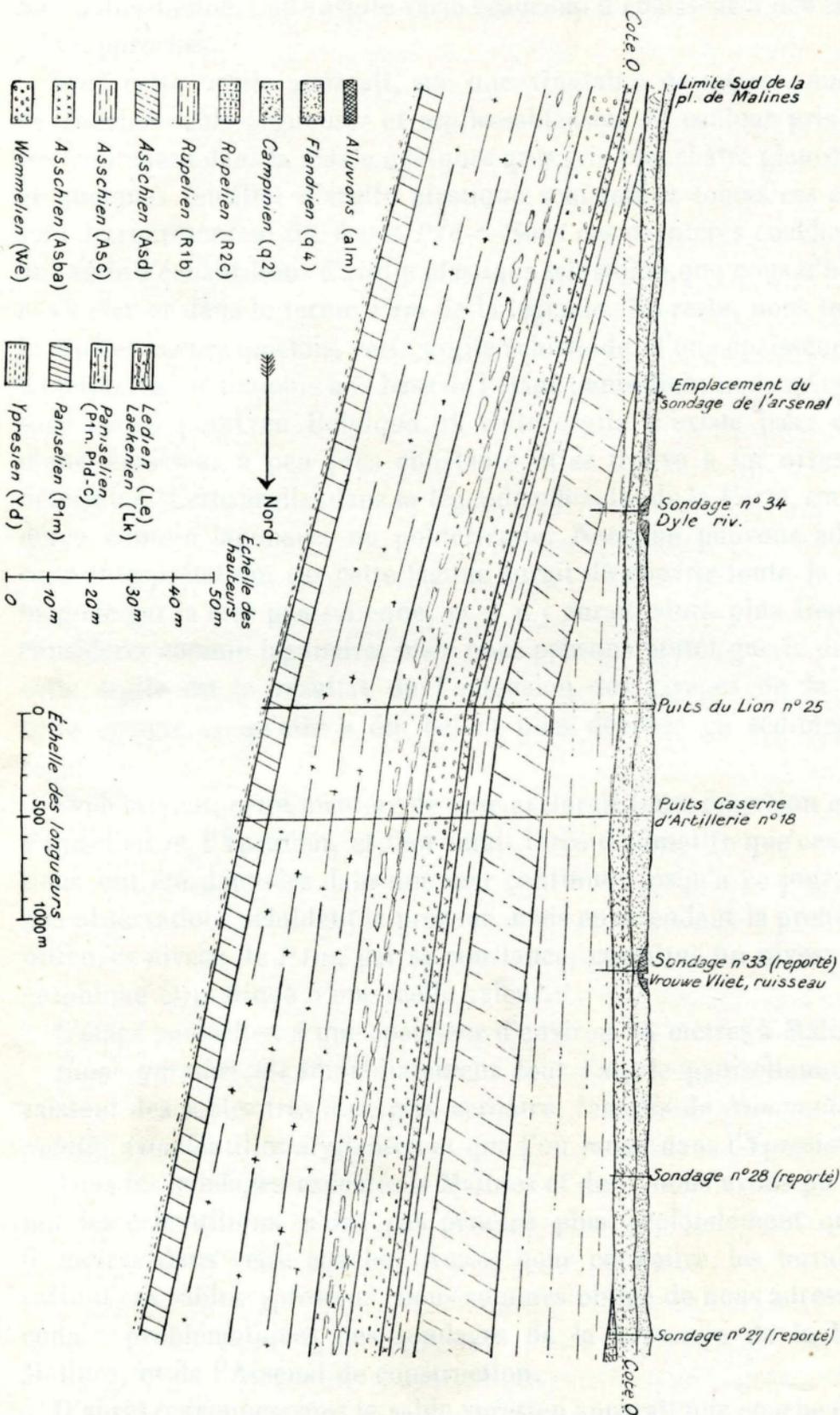
Évidemment, cette manière de voir exclurait toute émergence entre le Panisélien et l'Ypresien, et l'on serait forcé d'admettre que ces formations ont été déposées dans une mer continue; jusqu'à ce jour, toutes nos observations semblent le prouver, mais en attendant la preuve définitive, ce niveau de *P1m*, par sa constance, constitue un niveau stratigraphique et pratique d'une réelle valeur.

L'étage panisélien a une épaisseur d'environ 55 mètres à Malines

*Étage ypresien.* — Immédiatement sous l'argile paniseliennne apparaissent des sables très fins, gris verdâtre, remplis de *Nummulites planulata*, avec lentilles argileuses et que l'on range dans l'Ypresien (*Yd*).

Tous les sondages exécutés à Malines et dont nous avons pu examiner les échantillons, n'ont pas pénétré plus profondément que 5 à 6 mètres dans cette couche. Aussi, pour connaître les terrains qui suivent ces sables ypresiens, nous sommes obligé de nous adresser aux coupes problématiques des sondages de la brasserie de la Dyle, à Malines, et de l'Arsenal de construction.

D'après ces coupes, sous le sable ypresien apparaît une couche d'argile



ypresienne qui va jusque 201 mètres de profondeur; le Landenien s'étendrait de 201 à 220 mètres de profondeur. La craie sénonienne de 220 à 224<sup>m</sup>50, et le Primaire aurait été atteint à 224<sup>m</sup>50 (1).

### Allure générale des terrains sous la ville de Malines.

Nous venons de passer en revue successivement la description de chacun des terrains formant le sous-sol de la ville de Malines, mais il nous a semblé utile de montrer également par une coupe l'allure générale des terrains en profondeur.

La coupe (pl. V) que nous avons choisie et dont la direction est marquée par la ligne *A B* sur le plan IV de la ville de Malines, a son origine sur le bord Sud de la planchette de Malines à l'échelle du 20 000<sup>e</sup> et nous l'avons prolongée jusqu'au hameau de Eekelenhoek, au Nord de la ville.

Cette coupe passe par les sondages n<sup>os</sup> 34, 33, 18, 33, 28 et 27, et montre l'allure des terrains depuis la surface du sol jusqu'à la profondeur de 100 mètres.

Cette coupe a une direction approximative du Nord au Sud (2).

Cette coupe montre que tous les terrains tertiaires plongent régulièrement vers le Nord de la Belgique; cette allure se confirme pleinement à Contich, à Anvers et en Hollande, où de nombreux sondages, dont plusieurs sont déjà publiés, ont rencontré les mêmes terrains qu'à Malines à des profondeurs correspondant à la pente régulière des terrains vers le Nord.

Cette coupe montre également que la pente des terrains diminue à partir du sondage n<sup>o</sup> 25 dans la direction du Sud; si les terrains en profondeur suivent la même allure, ce qui est probable, on s'explique plus aisément le relèvement du Primaire admis par M. Rutot au sondage de l'Arsenal.

En effet, au sondage de Malines, le Primaire aurait été rencontré à

---

(1) Une carte nouvelle de l'allure du Primaire en Belgique, que nous venons de terminer, montre qu'il est bien peu probable que le Primaire ait été atteint à la profondeur de 224<sup>m</sup>50 à Malines.

(2) La direction véritable est Nord 15° Ouest.

une profondeur de — 216<sup>m</sup>5; or, à Bruxelles (usine à gaz), la cote du Primaire est à — 89 mètres; au nouveau sondage de l'usine de produits chimiques de M. Humbert, à l'Est de Vilvorde, le Primaire a été rencontré à la cote — 161.50, ce qui fait une pente du toit du Primaire entre Bruxelles et Vilvorde de 9<sup>m</sup>9 par kilomètre, tandis qu'entre Vilvorde et Malines la pente du toit du Primaire ne serait plus que de 5<sup>m</sup>2 par kilomètre.

## II. — Débit et qualité des eaux des diverses nappes aquifères du sous-sol de Malines.

Avant d'entreprendre l'examen des nappes d'eaux souterraines, nous dirons un mot des eaux superficielles.

La population de la ville de Malines n'a à sa disposition, comme eaux superficielles, que les eaux de la Dyle ou de puits domestiques.

Les eaux de la Dyle sont franchement mauvaises; les eaux des puits domestiques sont abondantes, et dans toute la basse ville elles sont également imposables.

Tous les puits domestiques prennent leurs eaux dans les alluvions modernes ou dans les sables flandriens et campiniens.

D'après M. l'ingénieur André, membre du Conseil supérieur d'Hygiène, les eaux de ces puits domestiques, qui ont une profondeur variant entre 3 à 5 mètres, sont généralement mauvaises ou médiocres et exposées à des infiltrations provenant de la rivière ou des latrines.

Nous pourrions extraire du rapport de M. André une analyse moyenne des eaux des puits domestiques (1) :

Résidu à 110° . . . . .	0 <sup>gr</sup> 880	par litre.
Matières organiques . . . . .	0 <sup>gr</sup> 010 à 0 <sup>gr</sup> 070	»
Ammoniaque . . . . .	0 ou présence	
Acide azoteux . . . . .	0 ou »	
Acide azotique . . . . .	traces à 0 <sup>gr</sup> 032	»
Chlore . . . . .	0 <sup>gr</sup> 110	»
Acide sulfurique . . . . .	0 <sup>gr</sup> 200	»
Hydrogène sulfuré . . . . .	0	»
Dureté . . . . .	30° à 80°	

(1) J.-B. ANDRÉ, *Enquête sur les eaux alimentaires*, 1902 (Première partie, p. 340).

Nous allons examiner maintenant en détail chaque nappe aquifère et la qualité des eaux de ces nappes. Nous avons fait suivre la coupe de chaque puits du débit et de l'analyse des eaux, le cas échéant; nous ne répéterons donc point ces données, mais nous voulons maintenant envisager et condenser les particularités de chaque nappe souterraine.

Dans notre travail intitulé : *Coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie à Malines* (1), nous avons admis trois nappes aquifères importantes :

Une première nappe vers la profondeur de 45 mètres, dans les sables et les grès lediens;

Une deuxième nappe vers la profondeur de 90 mètres, dans le sable fin ypresien;

Une troisième nappe dans le sable landenien, au puits de l'Arsenal.

En ce qui concerne les deux dernières nappes, nous n'avons rien à changer à notre texte primitif, mais pour la nappe ledienne nous avons un certain nombre de faits nouveaux à constater.

Nous allons examiner en détail chacune de ces nappes.

*Nappe ledienne.* — Dans notre paragraphe relatif à la nature des différents terrains rencontrés dans les sondages exécutés sous la ville de Malines, nous avons fait observer que cet étage comprend une série de grès à divers niveaux. Ce qui est remarquable, c'est que l'on rencontre des eaux de nature différente et de niveaux hydrostatiques différents suivant que l'on perce un ou plusieurs de ces grès.

Il y a une très grande difficulté à résoudre la question de ces niveaux d'eau et de leur correspondance à tel ou tel grès, car les sondeurs y ont rarement fait attention, se contentant la plupart du temps de s'arrêter lorsque la quantité d'eau obtenue était suffisante.

Nous avons dressé le tableau ci-après qui donne les profondeurs auxquelles les grès ont été relevés dans quelques puits et la nature des eaux obtenues sous chaque grès quand nous avons pu obtenir des renseignements; il est bien entendu que nous n'envisageons que les couches comprises entre 55 et 60 mètres de profondeur, c'est-à-dire les sables wemmeliens, lediens et laekeniens.

D'après ce tableau, on voit que tous les puits profonds ont traversé de quatre à six grès entre les profondeurs de 40 et 65 mètres, et que les eaux sont différentes d'après les profondeurs des puits.

---

(1) F. HALET, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906, pp. 61, 63.

PUITS FORÉS.	Profondeur du 1 <sup>er</sup> grès.	Profondeur du 2 <sup>e</sup> grès.	Profondeur du 3 <sup>e</sup> grès.	Profondeur du 4 <sup>e</sup> grès.	Profondeur du 5 <sup>e</sup> grès.	SOURCES RENCONTRÉES.	NIVEAU DE L'EAU.	NATURE DE L'EAU.
Brasserie de la Dyle . . .	Vers 38 à 40 m.	—	—	—	—	Une source vers 38 à 40 mètres.	—	—
Caserne d'artillerie . . .	55 <sup>m</sup> 80	60 <sup>m</sup> 90	62 <sup>m</sup> 50	63 <sup>m</sup> 40	—	Une source entre 55 et 60 mètres.	—	Eau brunâtre.
Puits Janssens . . .	53.00	53.85	—	—	—	Source vers 53 mètres.	3 <sup>m</sup> 00 sous le sol.	Usage industriel.
Puits Coenen . . .	44 65	45.10	—	—	—	Une source sous le 2 <sup>e</sup> grès.	1.50 id.	Id.
Puits Adriaensens . . .	42.00	—	—	—	—	Une source sous le 1 <sup>er</sup> grès.	4.00 id.	Eau brunâtre.
Puits du « Soleil » . . .	59.80	61.40	62.45	63.70	64 <sup>m</sup> 70	Une source sous le 3 <sup>e</sup> grès.	3.00 id.	Eau très claire.
Mégarin central . . .	47.30	50.60	—	—	—	Source employée au-dessus du 1 <sup>er</sup> grès.	8 50 id.	Eau potable.
Conserves « Le Lion ». . .	53.50	55.00	58.70	60.50	—	Une source sous le 4 <sup>e</sup> grès.	6.00 id.	Eau claire.
Puits Empain (Battel). . .	54.30	56.70	58.50	60.00	62.35	On n'a pas annoté le niveau de la source.	—	—
Hôpital militaire . . .	52.50	53.70	54.80	56.70	58.70 et 61.00	Source vers 52 mètres de pro- fondeur.	9 <sup>m</sup> 40 sous le sol.	Eau claire.
						Source entre 52 et 66 mètres.	6 <sup>m</sup> 50	Eau jaunâtre.

On peut voir par les analyses des eaux des nombreux puits de Malines qu'un grand nombre de ceux-ci ont donné des eaux d'une couleur brunâtre, mais qu'il en est quelques-uns qui ont donné des eaux claires; nous avons voulu éclaircir ce problème et en chercher les raisons.

La chose est très difficile à cause du peu de soin qu'ont apporté les sondeurs à noter les niveaux des grès et la nature de l'eau obtenue sous chaque grès.

Grâce aux soins méticuleux apportés par M. le major du génie Trocmez et MM. les adjoints du génie Loral et Van Hamme, dans le creusement des puits de l'hôpital militaire et de la caserne d'artillerie, nous avons pu recueillir des renseignements assez précis qui nous ont permis d'observer que la présence de ces grès dans les étages ledien et laekenien a donné naissance à des nappes aquifères qui nous paraissent indépendantes les unes des autres, et nous sommes tenté de croire que l'on peut distinguer trois niveaux aquifères bien nets dans ces couches :

1° Un niveau aquifère peu abondant dans les sables wemmeliens au-dessus du premier grès;

2° Un niveau aquifère sous le premier grès et entre le premier grès et le troisième, et qui donne des eaux d'une couleur brunâtre;

3° Un niveau aquifère sous le troisième grès et qui est retenu par l'argile du sommet du Panisélien et donnerait une eau claire.

Il faut en déduire que le premier et le troisième grès sont continus et séparent nettement des sources d'eaux distinctes. Évidemment nous ne pourrions avancer ces faits sans preuves à l'appui.

Pour prouver l'existence d'une source au-dessus du premier grès, nous n'avons qu'à examiner la coupe du sondage de l'hôpital militaire, n° 130.

Le premier grès a été rencontré à 52<sup>m</sup>50 de profondeur et le niveau de l'eau a été noté à la profondeur de 52 mètres; il a été constaté qu'à cette profondeur l'eau se tenait à 9<sup>m</sup>40 sous la surface du sol. Le débit n'a malheureusement pas été observé à cette profondeur, mais à 66 mètres de profondeur on a constaté que le niveau de l'eau se tenait à 6<sup>m</sup>50 sous le sol et l'existence d'une source débitant 7 200 litres à l'heure.

Cette source se trouve sous le cinquième grès; il est donc incontestable qu'il existe deux sources distinctes, une au-dessus du premier grès et une seconde plus bas.

Le puits exécuté au magasin central des Postes et Télégraphes, n° 24, puiserait ses eaux au-dessus du premier grès, mais le débit serait assez faible et le puits aurait tendance à s'ensabler. C'est le seul puits que nous connaissions à Malines qui prenne ses eaux à ce niveau; il en existe probablement d'autres, mais nous n'avons pu obtenir aucun détail précis à ce sujet.

Nous pouvons donc admettre jusqu'à preuve du contraire qu'il existe à Malines une source d'eau au-dessus du premier grès, dans les sables que nous avons considérés dans nos coupes comme *wemmeliens*.

Quant à la nature de ces eaux, nous renvoyons le lecteur à la coupe du puits n° 24 du magasin central, que nous avons fait suivre d'une analyse chimique; ces eaux sont parfaitement claires et ont été reconnues potables.

Ayant prouvé l'existence d'une source wemmélienne, examinons ce qui se passe au-dessous du premier grès rencontré à Malines. En examinant le tableau page 104, on voit que les sources rencontrées sous le premier et le deuxième grès donnent toutes des eaux brunes ou jaunâtres.

D'autre part, les sources constatées sous le troisième grès ont donné une eau parfaitement claire, notamment à la fabrique de conserves « Le Soleil » et à la fabrique de conserves « Le Lion ». Voici quelques renseignements au point de vue du puits de la fabrique de conserves « Le Lion », n° 25.

A la suite d'un pompage effectué en dessous du quatrième grès, au moyen d'un compresseur, l'eau est venue en telle abondance que le niveau, après deux heures de pompage à raison de 10 mètres cubes à l'heure, n'était descendu qu'à 11 mètres sous le sol, de 6 mètres qu'il était au repos.

L'essai de pompage a été continué pendant trois jours et trois nuits à raison de 10 mètres cubes à l'heure, sans que l'on ait constaté la moindre trace d'eau jaunâtre ou brunâtre, quoique le puits n'ait pas été cimenté.

Un fait très curieux consiste en ce que, ce puits ayant été approfondi jusqu'à la nappe ypresienne, vers 100 mètres de profondeur, des eaux brun foncé ont fait leur apparition lors des essais de pompage sur cette nappe. Nous pensons que ces eaux brunes proviennent du niveau sous le premier grès et que, par suite des travaux de fonçage, il y aura eu infiltration de ces eaux.

Voici quelques résultats comparatifs tirés de l'examen de trois échantillons d'eaux de puits différents :

ÉCHANTILLONS D'EAUX DE PUIITS.	Degré hydrométrique.	Chlore.	Matières organiques quand les eaux ne sont pas encore brunes.	Matières organiques lorsque les eaux sont devenues brunes.
Eaux sous le 1 <sup>er</sup> grès, se colorant en brunâtre après quelques jours. Échantillon pris dans un puits de la ville de Malines . . . . .	40	30	25	150
Eaux sous le 3 <sup>e</sup> grès. Eaux claires :				
a) Fabrique de conserves « Le Soleil ».	43	260	11	Eaux claires.
b) Fabrique de conserves « Le Lion ».	42	130	Pas fait à cause de la malpropreté des tuyaux.	Eaux claires.

On voit par ce tableau que les eaux de ces deux nappes sont bien différentes; nous pouvons également faire remarquer que le pompage au compresseur active la venue de l'eau brune, car dans deux puits à Malines où l'on puisait les eaux à la pompe ordinaire, les eaux sont restées incolores, mais dès que l'on a installé un compresseur, les eaux sont d'abord devenues jaunâtres, puis brun foncé.

Mais à la fabrique « Le Soleil », on travaille au compresseur depuis l'année 1904, et l'eau est toujours restée claire. On ne peut cependant avancer que ces eaux brunes sont localisées sous la ville de Malines, puisqu'au même niveau on les a rencontrées à Boom, à Saint-Bernard, à Willebroeck, etc.

On n'a malheureusement pas relevé pour un même puits le niveau des eaux sous le premier grès et le niveau de l'eau sous le troisième grès, mais on a constaté des différences notables dans la qualité de l'eau.

Tous ces résultats nous font croire à la continuité d'au moins deux bancs de grès dans l'étage ledien, c'est-à-dire le premier grès et le troisième. Le premier et le deuxième grès sont souvent séparés par une couche sableuse, mais dans certains sondages ces grès reposent l'un sur l'autre sans interposition de sable. Il est incontestable que

c'est entre le premier et le troisième grès que se trouve la source donnant une eau brunâtre.

Ces eaux brunâtres sont déjà bien connues des géologues et hydrologues, et, dans un grand nombre de puits artésiens déjà publiés, divers auteurs ont signalé la présence à différents niveaux de ces eaux brunâtres.

Dans un travail fort intéressant publié dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie* (t. III, p. 239), C. Klement a fait une étude très détaillée sur la nature et l'origine de ces eaux brunâtres dans deux puits artésiens à Willebroeck.

Ces eaux brunâtres furent rencontrées vers le même niveau à Willebroeck que celles de Malines; malheureusement aucun échantillon des terrains traversés n'a été conservé, et l'on ne peut donc savoir au juste entre quelles couches géologiques ces eaux brunâtres ont été rencontrées.

Dans tous les cas, Klement a prouvé dans son travail que cette coloration de l'eau est due à l'acide apocrénique et que cet acide provient surtout de décomposition végétale.

Au point de vue alimentaire, nous croyons utile de rappeler ce qu'en dit C. Klement dans son travail précité :

« On peut se demander si l'eau brune de l'établissement De Naeyer n'est pas insalubre à cause de son haut degré d'oxydabilité. Pour résoudre cette question, il faut bien se rendre compte des motifs qui ont conduit les hygiénistes à condamner les eaux dont la teneur en matières organiques dépasse certaines limites, d'ailleurs encore fort contestées. Ce n'est certainement pas la quantité seule de ces matières qu'on doit considérer, mais ce sont bien les qualités de ces substances qu'il faudrait connaître pour décider dans chaque cas la question. Or ces qualités étant le plus souvent inconnues, on a dû avoir recours à des moyens indirects pour l'apprécier; tel est le degré d'oxydabilité.

» Les substances nuisibles entre toutes sont les produits de décomposition animale et les petits organismes (bactéries) qui les accompagnent régulièrement, et c'est à juste titre qu'on attribue à ces produits une très grande force de réduction. Partout donc où l'on trouvera, dans les conditions ordinaires, des eaux possédant un haut degré d'oxydabilité, on les condamnera toujours pour autant que la présence des dites substances n'est pas absolument exclue. Dans notre cas, nous connaissons d'abord la nature de la substance réductrice, l'acide apocrénique; ensuite, le reste des substances organiques de matière inconnue ne montre plus rien d'anormal; enfin cette eau provient de couches géologiques où la présence de produits de décomposition ani-

male est peu probable. Comme il n'y a pas lieu d'attribuer à l'acide apocrénique des propriétés malsaines, du moins pour les quantités dont il s'agit, — à preuve la source suédoise dans laquelle Berzelius a trouvé 0<sup>m</sup>0525 d'acide crénique et apocrénique par litre, — je crois pouvoir résoudre la question posée plus haut par la négative, en disant que cette *eau brune* ne contient pas de substances organiques nuisibles à la santé. »

Nous pensons que beaucoup des eaux de Malines reconnues imposables l'ont été par suite de la teneur élevée en matières organiques provenant de l'acide apocrénique.

Dans les analyses que nous avons données à la suite des sondages, nous n'avons pas renseigné pour un grand nombre de puits les résultats complets de l'analyse; nous nous sommes borné à n'indiquer que quelques éléments de ces analyses, et cela dans le but de ne point nuire à certains intérêts privés.

On peut remarquer que les eaux prises sous le troisième grès contiennent une quantité de chlore beaucoup plus élevée que celles prises sous le premier grès.

*Conclusions.* — De l'état actuel des connaissances et des rares documents précis que l'on possède sur les puits de la ville de Malines, il semble ressortir néanmoins que l'on se trouve devant un problème partiellement résolu, en ce sens que nous sommes porté à admettre deux nappes distinctes dans l'étage ledien :

- 1° Celle sous le premier grès;
- 2° Celle sous le troisième grès.

Le débit de ces nappes varie entre 3 et 40 mètres cubes à l'heure.

Nous espérons pouvoir, lors de la construction de nouveaux puits, contrôler définitivement notre manière de voir. Nous devons toutefois ajouter que la tâche ne sera pas aisée, car il est fort difficile de percer une série de grès très durs sans une certaine infiltration des eaux entre ces grès; ensuite il est très difficile de boucher hermétiquement l'espace entre les tubes et la surface des grès. Quant à la coloration des eaux, on en connaît la nature, mais dans toute notre étude nous n'avons pas trouvé de traces de substances végétales qui pourraient donner naissance à cette coloration.

*Nappe ypresienne.* — La nappe ypresienne se rencontre à Malines entre 93 et 100 mètres de profondeur, et donne une eau qui jaillit à quelques mètres au-dessus du sol.

Cette source peut donner un maximum de 7 à 40 mètres cubes à l'heure au compresseur à vapeur.

Le débit de cette source diminue lors du pompage dans les puits avoisinants et puisant les eaux à la même nappe. Si l'on dépasse cette quantité, l'eau est chargée de sable fin.

D'après les analyses, on voit que cette eau, après ébullition, a une réaction franchement alcaline et que son degré hydrotimétrique est excessivement bas, variant entre 2 et 6.

Dans tous les puits, cette eau a été reconnue très potable; elle ne convient pas à la fabrication de la bière, à cause de sa teneur en chlorure de sodium; elle convient admirablement pour la cuisson des légumes et le lavage, à cause de son degré hydrotimétrique si peu élevé.

Cette eau a un goût agréable, légèrement alcalin, et une teinte légèrement blanchâtre.

On pourra se rendre compte, par les analyses qui suivent les coupes de sondages, de la teneur exacte de cette eau dans les différentes substances que l'on a l'habitude de rechercher.

#### SOURCES RENCONTRÉES A UNE PROFONDEUR SUPÉRIEURE A 100 MÈTRES.

Dans le travail de M. Rutot : *Le nouveau puits artésien à l'Arsenal de Malines* (1), nous trouvons indiquées une série de sources à partir de la profondeur de 121 mètres.

Afin de rendre notre travail aussi complet que possible, nous croyons utile de reproduire le passage suivant du travail de M. Rutot :

« La première venue d'eau signalée a été rencontrée à la profondeur de 121<sup>m</sup>50, donc immédiatement sous la deuxième couche fossilifère de l'Ypresien, constituant un niveau dur, non bouillant.

» Cette eau, que l'on pouvait pomper en « quantité suffisante », fut analysée; elle donna par litre :

Degré hydrotimétrique. . . . .	3
Matières organiques. . . . .	0 <sup>gr</sup> 0384
Carbonate de soude. . . . .	0 <sup>gr</sup> 320

» Vu la teneur en carbonate de soude, il fut jugé que cette eau était à déconseiller pour l'alimentation. On se décida à creuser plus profondément; à 142 mètres, un sable vert fournit une venue d'eau fortement chargée d'oxyde de fer et qu'on ne put obtenir claire.

» A 180 mètres, nouvelle venue d'eau jaillissante qui s'élève jusque

(1) A. RUTOT, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV, pp. 97-100.

11<sup>m</sup>20 au-dessus du sol, avec un débit constant d'environ 50 litres par minute.

» Après repos, l'eau fut analysée; elle donna :

Degré hydrotimétrique. . . . .	4
Matières organiques. . . . .	0 <sup>gr</sup> 0412
Aspect trouble.	

» Cette eau fut donc jugée convenable au point de vue hygiénique, mais les tuyaux de plomb devaient être écartés pour les conduites.

» Les travaux ayant été interrompus, des éboulements souterrains se produisirent et l'eau devint constamment trouble et chargée de sable.

» Après repos, une nouvelle analyse fut faite, et cette fois les résultats furent les suivants :

Degré hydrotimétrique . . . . .	1.5
Matières organiques. . . . .	0 <sup>gr</sup> 0137
Carbonate de soude. . . . .	0 <sup>gr</sup> 244
Aspect fort trouble.	

» En raison de la quantité de carbonate de soude, l'eau qui était primitivement potable ne l'était plus.

» Après repos, la même eau, analysée dans un laboratoire particulier, change encore une fois de nature :

Degré hydrotimétrique. . . . .	2.5
Réaction légèrement alcaline.	
Présence d'ammoniaque.	
Présence de magnésie.	
Présence de sulfate.	
Assez bien de carbonate.	
Beaucoup de chlorures.	
Présence de matières organiques.	

» L'eau fut de nouveau condamnée comme non potable. C'est pour cette raison que l'on a approfondi le puits.

» Dans la fissure du Primaire tapissée de sulfure métallique, de l'eau jaillissante a encore été rencontrée, mais son goût était ferrugineux. »

#### CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1° Dans le sous-sol de la ville de Malines, on peut trouver une eau potable en petite quantité, vers 40 à 50 mètres de profondeur, au-dessus du premier grès ledien;

2° Une eau industrielle sous le premier grès, vers 50 mètres de profondeur, mais de couleur légèrement jaunâtre et devenant brunâtre par pompage à débit abondant;

3° Il est probable qu'il existe une nappe d'eau claire et abondante vers 60 mètres de profondeur, sous le troisième grès, mais il est difficile de séparer cette nappe de celle qui donne de l'eau brunâtre;

4° Une eau jaillissante et potable vers 90 à 100 mètres de profondeur dont le débit varie entre 8 et 10 mètres cubes à l'heure au compresseur. On ne peut espérer dépasser ce débit, car l'eau entraîne du sable fin du moment que l'on force le débit.

*Remarque.* — Il ressort nettement de ces conclusions que l'on ne peut pas espérer trouver dans le sous-sol de Malines une eau en quantité nécessaire pour alimenter une distribution d'eau pour la ville, et que cette dernière sera obligée de recourir, pour son eau potable, à l'un des nombreux projets qui ont été présentés et qui préconisent tous la captation et l'amenée d'eaux situées à des distances plus ou moins grandes de la ville de Malines.

### III. — Détails techniques concernant le creusement des puits tubés à Malines.

Le plus grand nombre des puits de Malines ont été creusés par le système à injection d'eau; c'est à cause de ce système que l'on a recueilli si peu de renseignements sur les terrains traversés par ces forages.

Il n'y a guère que cinq puits qui, à notre connaissance, aient été forés à sec, et cela dans les dernières années.

Ce sont les puits de la caserne d'artillerie, celui de l'hôpital militaire, le puits de la propriété Empain, à Battel, le puits de la fabrique de conserves « Le Lion » et celui du « Soleil ».

Tous ces puits ont été forés par les mêmes sondeurs, MM. Detroye frères, de Bruxelles. Nous ne voulons point laisser passer l'occasion sans les remercier des belles collections d'échantillons qu'ils nous ont toujours réservées dans tous leurs travaux et de l'empressement qu'ils ont toujours eu à nous fournir les renseignements en leur possession.

Ces puits précités ont tous été exécutés de la même façon, c'est-à-dire à

sec ; aussi tous les échantillons de ces puits nous ont été envoyés en très bon état et, en comparant les diverses coupes, nous avons pu nous rendre très bien compte de l'allure des différentes couches géologiques sous la ville de Malines.

Le premier des puits construits à sec fut celui de la caserne d'artillerie en 1906 ; aussi, lors de sa construction, il surgit quelques difficultés, surtout en ce qui concerne la séparation par le cimentage des différentes nappes d'eaux qui y furent rencontrées. Nous croyons intéressant de donner quelques détails techniques concernant les opérations de forage de ce puits.

*Diamètre des tubages.* — Pour le forage du puits de la caserne d'artillerie, on a commencé par creuser un faux puits de 1<sup>m</sup>50 de diamètre et de 1<sup>m</sup>20 de profondeur.

Les parois de ce faux puits furent garnies d'un blindage en voliges maintenues par des cerclages en fer.

C'est au fond de ce faux puits que fut commencé le fonçage des tubes.

Les tubes employés étaient reliés entre eux par des rivets (1).

Le premier tubage avait un diamètre de 0<sup>m</sup>42 et fut arrêté à 28 mètres de profondeur, c'est-à-dire dans la petite bande d'argile qui couronne l'étage asschien.

Ce premier tubage sépare hermétiquement la nappe aquifère superficielle.

Un second tube de 0<sup>m</sup>36 de diamètre a été arrêté à la cote — 49.10, soit à 55<sup>m</sup>10 de profondeur, à la partie supérieure du grès ledien.

Ce tube aurait dû descendre à 68 mètres de profondeur dans l'argile paniseliennne supérieure, afin de couper la nappe des eaux lediennes, mais il n'y a pas eu moyen de passer le grès ledien avec le matériel dont disposait l'entrepreneur. Du reste, ces grès lediens sont extrêmement durs et donnent presque toujours de grandes difficultés aux sondeurs et les obligent à diminuer le diamètre.

Une troisième colonne de tubes de 0<sup>m</sup>28 de diamètre a donc été placée jusqu'à la profondeur de 68 mètres sous le sol ; ce tube devait avoir pour effet de couper la communication aux eaux du Wemmélien et du

---

(1) Nous déconseillons fortement l'emploi de ces tubes dans les forages des puits artésiens comme ceux de Malines, où l'on est obligé de séparer hermétiquement des nappes aquifères différentes : les joints ne sont pas hermétiques, les rivets sautent facilement et il se produit des entrées d'eaux qu'il est très difficile de boucher quand le puits est achevé. Nous conseillons l'usage exclusif des tubes étirés.

Ledien, mais, comme nous le verrons plus loin, cette colonne ne les arrêta point et des eaux apparurent au fond du puits au moment des essais de pompage.

Enfin, une quatrième colonne de 0<sup>m</sup>20 de diamètre, ayant toute la hauteur du puits, c'est-à-dire 98<sup>m</sup>80, fut arrêtée dans les sables ypresiens.

*Essais de pompage.* — Lorsque le puits était arrivé à la profondeur de 98<sup>m</sup>80, afin de se réserver le moyen d'approfondir le puits si les résultats du pompage étaient défavorables, la formation d'une poche dans les sables ypresiens a été tentée avant d'effectuer le cimentage des intervalles annulaires entre les tuyaux.

Ces pompages ont duré huit jours, à raison de huit heures de pompage par jour au moyen d'un compresseur.

Le tuyau d'aspiration employé avait 0<sup>m</sup>065 de diamètre intérieur et 0<sup>m</sup>075 extérieur; le tuyau du compresseur avait 0<sup>m</sup>020 de diamètre intérieur et 0<sup>m</sup>026 extérieur.

Les premiers jours de pompage donnèrent une eau boueuse, très chargée de sable vert très fin; dès le sixième jour, vers la fin de chaque journée, la proportion de sable entraîné diminuait fortement et l'eau extraite se colorait en brun, la couleur se fonçant au fur et à mesure de la diminution graduelle du sable que l'eau contenait. Cette coloration brune provenait évidemment d'une infiltration des eaux supérieures lediennes, par suite d'un manque d'étanchéité dans les tuyaux rivés, et par suite des dépressions produites par les pompages; on ne pouvait l'expliquer autrement, car on n'a jamais, en Belgique, reconnu de traces d'acide apocrénique dans les eaux de l'étage ypresien.

Cette infiltration des eaux brunes étant reconnue, on procéda au cimentage du puits.

*Cimentage.* — Les entrepreneurs furent laissés libres d'employer leur procédé habituel; le cimentage a été fait simultanément pour les trois anneaux concentriques.

Un sac de ciment pur fut déversé à sec dans l'intervalle entre les tuyaux de 0<sup>m</sup>28 et 0<sup>m</sup>20 de diamètre; tous les intervalles furent ensuite remplis au moyen d'un mélange immergé à sec, composé de deux parties de ciment pour une partie de sable.

L'opération fut terminée en quatre jours, les deux derniers jours étant surtout employés à combler les vides qui provenaient probablement de fuites de ciment à travers les tuyaux.

Dès le deuxième jour de cimentage, le niveau de l'eau se releva dans

le puits artésien, on riva sur le tube interne un bout de tuyau dépassant le sol de 4<sup>m</sup>35; ce tuyau fut rendu étanche par une enveloppe de ciment.

Le jour même du cimentage, l'eau artésienne se déversait par-dessus le tuyau additionnel.

Le débit en ce moment était d'environ 125 litres à l'heure, l'eau fournie était très claire et donnait à l'analyse les résultats suivants :

Acide nitreux . . . . .	0
Ammoniaque . . . . .	0
Matières organiques . . . . .	40 milligrammes par litre.
Chlore . . . . .	150 —
Degré hydrotimétrique. . . . .	7

Huit jours après le cimentage, les essais de pompage furent repris. Le premier jour, l'eau était très chargée de sable; dès le lendemain, on remarqua que l'eau, claire pendant une ou deux minutes au début de l'exhaure, devenait laiteuse pendant cinq à six minutes, puis prenait une coloration légèrement brunâtre allant s'accroissant pendant trois ou quatre heures; le sable extrait diminuait au fur et à mesure qu'apparaissait et se renforçait la coloration brune.

Au cours de cette deuxième série de pompages, il fut remarqué que l'eau subissait de plus grandes dénivellations pour un débit moindre et qu'après la première journée, l'eau qui avait été jaillissante se tenait à une hauteur variant de 3 à 2 mètres sous l'orifice du puits.

L'ensemble de ces phénomènes s'expliquait par une infiltration nouvelle de la source brune ledienne provenant probablement d'un défaut partiel dans le cimentage, le pompage ayant sans doute aggravé ce défaut.

Une analyse chimique avait d'ailleurs attribué la coloration brune de l'eau à la même origine que celle de la source ledienne.

La première chose à faire fut de vérifier si réellement il y avait un défaut de cimentage; la série d'expériences suivantes furent exécutées à cet effet :

1° Essais de pompage à débit réduit.

a) Au moyen du compresseur d'air.

Des essais de pompage à faible débit pouvaient faire espérer que l'eau ypresienne seule alimenterait le puits, mais malgré un débit qui n'était que de 4,4<sup>m</sup>3 à l'heure (minimum de débit au compresseur, l'eau du puits se tenait à 12 mètres sous le sol), l'eau extraite restait de coloration brune et n'était pas chargée de sable.

Au cours de l'expérience, le débit fut porté brusquement de  $4,4^m5$  à  $9,7^m5$  à l'heure : le niveau artésien baissa de 9 mètres à  $13^m5$  sous l'about du tuyau de  $0^m20$  de diamètre, soit de la cote —  $2^m30$  à la cote —  $8^m80$ .

L'eau se chargea de sable vert et fut d'une coloration sensiblement moins brune : c'était une première confirmation de l'hypothèse de deux sources alimentant le puits et de niveaux piézométriques différents.

Les sables verts provenaient selon toute probabilité de la nappe ypresienne, mais il était impossible de préciser exactement le niveau de la source d'eau brune, le puits étant achevé.

Les essais de pompage furent abandonnés pendant quelques jours et l'eau remonta jusqu'au niveau de  $1^m07$  sous le sol ; ce fait confirmait encore que le pompage avait eu pour résultat de faciliter l'écoulement de l'eau ypresienne dans la nappe ledienne.

Une deuxième expérience fut tentée au moyen d'une pompe à main.

Une pompe à main, installée dans le puits, fit descendre le niveau à  $4^m50$  sous le sol ; l'eau obtenue dans ces conditions était d'un brun moins accentué que précédemment (débit :  $0,6^m5$  à l'heure). Ce fait confirmait encore l'hypothèse de deux sources ayant des niveaux piézométriques différents.

Une troisième expérience fut faite : un tuyau de 6 centimètres de diamètre fut descendu le 20 mars jusque dans la poche ypresienne cote —  $92.3$  ; dans ce tuyau, une petite pompe à bras aspira  $0^m5600$  à l'heure ; l'eau obtenue, d'abord limpide, passa ensuite à la teinte opale, puis se chargea de sable fin, tout en restant exempte de coloration brune. Ce fait permettait de dire que la nappe ypresienne était incolore, que seule la nappe supérieure était brune et qu'il y avait écoulement certain de la nappe ypresienne dans la nappe ledienne.

Une quatrième expérience a été faite au moyen d'un compresseur, afin de confirmer la précédente et de s'assurer s'il n'y avait pas de communication des nappes par la surface extérieure des tuyaux.

Le schéma ci-contre (fig. 1) montre l'installation. Elle se compose d'un filtre reposant sur le terrain de la poche ; ce filtre est terminé, à sa partie supérieure, par un collet portant un caoutchouc percé. Le tuyau d'aspiration traverse le caoutchouc et un dispositif de coulisse relie le tuyau d'aspiration au filtre, tout en lui :

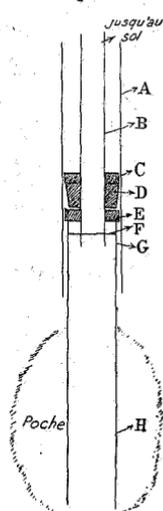


Fig. 1.

permettant de se déplacer de 40 centimètres environ; le tuyau d'aspiration porte également un collet; lorsque le dispositif installé est abandonné à lui-même, le poids du tuyau d'aspiration porte sur le filtre par l'intermédiaire du caoutchouc, ce dernier est comprimé et obture le puits. Le tuyau du compresseur ayant été installé dans le tuyau d'aspiration, l'eau débitée fut d'abord limpide, puis opaline, puis se chargea fortement de sable; la proportion de sable alla ensuite en forte diminution, si bien qu'à la fin de la journée elle était insignifiante.

Pendant tout le temps de l'expérience, l'eau est restée à peu près stationnaire dans l'intervalle annulaire cote + 3.70 (niveau sous le sol : 2.95).

Ce résultat confirmait entièrement l'hypothèse d'une fissure dans le cimentage au niveau de la nappe aquifère ledienne. Pour le prouver, il devait être possible de pomper de façon continue une eau brune du vide annulaire extérieur au tuyau d'aspiration.

Une pompe à main, dont le tuyau ne plongeait que de 0<sup>m</sup>30 dans l'eau, fut installée dans le vide annulaire; il fut possible, au moyen de cette pompe, d'extraire plus de 50 litres en moins d'une demi-heure; or, si l'intervalle annulaire avait été étanche, on aurait seulement pu retirer 12 litres d'eau.

Comme seconde vérification, le vide annulaire fut rempli au moyen de l'eau extraite par le compresseur; l'opération dura environ cinq minutes et prouva que l'eau avait un écoulement dans le sol. Le niveau supérieur du tuyau ayant été atteint, les dénivellations furent notées en fonction du temps; cette recherche ne pourrait se faire avec quelque certitude que dans la partie supérieure d'un tube où les observations pourraient se faire à l'œil, mais vu la rapidité du phénomène, les erreurs d'observation peuvent être considérables. Ces résultats permirent de déterminer par le calcul l'ordre de grandeur des fissures du cimentage.

A la suite de ces recherches, il était clair que le premier cimentage n'avait pas réussi, et il fallut à tout prix couper la veine d'eau du Ledien.

Une réduction du diamètre s'imposait, et il fallut recourir à un nouveau tubage en fer étiré.

Le diamètre du tubage en fer étiré était de 0<sup>m</sup>13 à l'intérieur et de 0<sup>m</sup>14 à l'extérieur.

A 38<sup>m</sup>50 sous le sol (cote —31.8), on plaça un cône de raccord à pas de vis inverse qui s'adaptait à un tuyau de 0<sup>m</sup>105 de diamètre.

intérieur, car l'entrepreneur n'avait pas sous la main une quantité suffisante de tuyaux de 0<sup>m</sup>135 (fig. 5).

Un dispositif en caoutchouc comprimé (fig. 2), analogue à celui

*Coupe normale à la cheville de la coulisse*

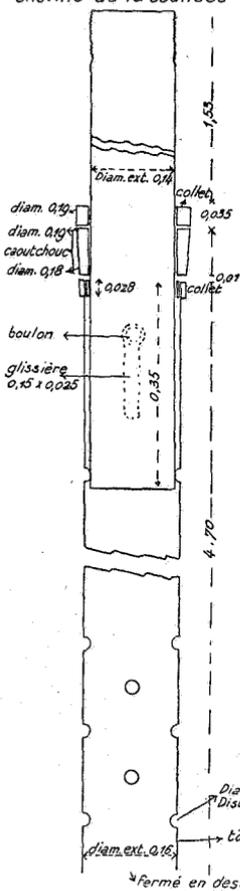


FIG. 2.



FIG. 3.

employé lors de la dernière expérience, assurait le cimentage extérieur en eau calme; la seule différence existait dans le filtre qui était percé d'un beaucoup plus grand nombre de trous et dont le fond était fermé.

Afin d'empêcher que, le cas échéant, un manque d'obturation du caoutchouc permette au ciment de s'écouler dans la poche ypresienne et de l'aveugler, le compresseur fut mis en action pour s'assurer de

l'étanchéité du joint; les dénivellations produites par le pompage dans le tube intérieur furent sans effet sur le niveau de l'eau dans l'intervalle annulaire, et l'eau débitée était limpide.

Il ne restait plus qu'à exécuter le cimentage des vides; il fut décidé d'employer un lait de ciment composé de cinq volumes de ciment pour quatre volumes d'eau.

Afin de laisser le cône de raccord libre de ciment (fig. 5), les entrepreneurs coulèrent 1 125 litres de lait de ciment.

Le cône était à 55<sup>m</sup>84 du tampon en caoutchouc; avec une sonde en plomb, il fut possible de reconnaître que le niveau du cimentage était à 4 mètres au moins sous le cône de raccord.

En allongeant le tube interne au-dessus du niveau piézométrique de la nappe ypresienne (5<sup>m</sup>45 au-dessus du sol; cote + 10.10), on n'est pas parvenu à maintenir étanche le vide annulaire lors des pompages qui y furent effectués; bien qu'il fût visible qu'une grande partie de l'eau provenait de joints du tube en fer étiré, c'est-à-dire de la source ypresienne, il n'existait aucune preuve que le puits était étanche par rapport à la nappe superficielle, en conséquence les entrepreneurs furent invités à compléter le tubage en fer étiré et le cimentage jusqu'à la surface du sol.

Le cône de raccord a été facilement retiré, le tube complémentaire fut revissé sur le tube déjà cimenté; mais les joints laissaient passer dans l'intervalle annulaire environ 4 litres d'eau à la minute; comme le cimentage n'aurait pu s'effectuer sans pertes dans ces conditions, les parois extérieures et intérieures de l'intervalle annulaire ont été surélevées jusqu'au-dessus du niveau hydrostatique ypresien; de cette façon, le cimentage pouvait s'effectuer en eaux calmes, dans l'intervalle annulaire de 0<sup>m</sup>20-0<sup>m</sup>135.

D'après le relevé fait à la sonde du premier cimentage dans l'intervalle 0<sup>m</sup>20-0<sup>m</sup>135, la quantité de lait de ciment composé de 4 volumes d'eau pour 5 volumes de ciment nécessaire pour compléter le cimentage jusqu'au sol était de 822 litres.

Le premier jour, 551 litres de lait de ciment furent coulés, ce qui correspondait à 17<sup>m</sup>50 de cimentage, lequel devait ainsi atteindre la cote 16<sup>m</sup>50.

Le deuxième jour, 596 litres de lait de ciment furent coulés, ce qui correspondait à 19<sup>m</sup>70 de cimentage, lequel devait ainsi monter à la cote 15<sup>m</sup>20.

Le jour suivant, une croûte de ciment de 2 mètres de puissance avait fait prise à la partie supérieure de l'intervalle annulaire; lorsque

cette croûte fut brisée, la sonde ne permit pas de découvrir de ciment ayant fait prise au-dessus de la cote — 16.50.

On pourrait attribuer ce défaut de cimentage soit :

1° A ce qu'un calage de sonde ait mal renseigné sur le niveau du cimentage précédent ; 2° que des pertes considérables se soient effectuées dans la nappe superficielle ; 3° que le lait de ciment n'ait pas encore fait prise sous la partie supérieure de l'intervalle annulaire.

Le jour suivant, 56 litres de lait de ciment furent coulés ; le lendemain, la sonde indiquait le ciment à la cote — 15.25 ; on versa alors 220 litres de ciment, ce qui correspondait à 11 mètres de cimentage ; deux jours plus tard, on constata que la partie supérieure de l'intervalle annulaire était cimentée et aucune solution de continuité dans le cimentage ne fut plus découverte.

Comme le cimentage avait eu une marche anormale, des doutes pouvaient encore subsister quant à la continuité du cimentage ; c'est pour cette raison qu'il fut décidé de rechercher les défauts d'étanchéité possibles au passage de la nappe superficielle, et cela au moyen de la fluorescéine. Deux contre-forages de 5 mètres de profondeur furent établis à 2 et à 5 mètres du puits, un troisième forage de 12<sup>m</sup>50 de profondeur (exécuté par injection d'eau) fut établi à 0<sup>m</sup>70 du puits artésien. Dans ces trous de sonde, on versa 200 grammes de fluorescéine en solution ammoniacale concentrée ; les tuyaux des contre-forages étaient remontés au fur et à mesure que l'on y déversait de la fluorescéine, de façon à bien imprégner le terrain tout autour du puits. Le compresseur mis en action sur le puits primitif produisit une dénivellation d'environ 18 mètres sous le sol dans ce puits ; les eaux recueillies furent examinées au fluoroscope, mais on n'y décéla pas la moindre trace d'infiltration superficielle au cours de deux journées de pompage ; de plus, les analyses chimiques faites avant, pendant et après le pompage montrèrent qu'il y avait absence complète d'ammoniaque, d'acide nitreux et nitrique et une constance absolue du degré hydrotimétrique ; c'était une preuve que le cimentage était bien fait et que toute infiltration était impossible.

### Conclusions.

D'après les expériences qui précèdent, on se rend compte de la difficulté qui existe à rendre étanche un puits dans les terrains tertiaires au moyen des tubes rivés, quand on doit traverser plusieurs nappes aquifères ayant des niveaux piézométriques différents.

Les nombreux mécomptes provenaient presque exclusivement de la difficulté de mater le joint des tubes rivés, ce qui rend impossible le cimentage dès que celui-ci se trouve en présence, par l'intermédiaire des joints, de nappes aquifères de niveaux piézométriques différents.

Nous conseillons donc fortement de n'employer dans les terrains tertiaires que des tubes en fer étiré, en tout cas au moins pour les deux derniers tubages, et d'opérer le cimentage des intervalles annulaires au fur et à mesure de la construction du puits. Quand la nature exacte du terrain est connue, il faut distribuer les différents tuyaux concentriques de manière à ne jamais avoir en communication, pendant le cimentage, deux nappes aquifères de niveaux piézométriques différents. Une très grande quantité de puits construits en Belgique ont été mis totalement hors d'usage par suite de ce que l'on n'avait pas pris assez de précautions pour s'assurer de l'étanchéité complète des différents jeux de tubage.

