



COMMISSION
GÉOLOGIQUE
DU
CANADA

MINISTÈRE DES MINES ET
DES RELEVÉS TECHNIQUES

ÉTUDE 61-20

RÉGION CARTOGRAPHIÉE DE VAUDREUIL (QUÉBEC)

Partie I. Hydrogéologie de la moitié est

J. J. L. Tremblay

Partie II. Application de la méthode sismique pour déterminer
la profondeur de la roche en place

George D. Hobson

31 G/
8

(Rapport, 5 illustrations, Carte 30-1961)

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.



COMMISSION GÉOLOGIQUE

DU CANADA

CANADA

ÉTUDE 61-20

RÉGION CARTOGRAPHIÉE DE VAUDREUIL (QUÉBEC)

Partie I. Hydrogéologie de la moitié est

par

J.J.L. Tremblay

Partie II. Application de la méthode sismique pour
déterminer la profondeur de la roche en place

par

George D. Hobson

Traduction

MINISTÈRE DES

MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES

CANADA

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Partie I. HYDROGÉOLOGIE DE LA MOITIÉ EST	1
Introduction.....	1
Bibliographie.....	1
Géologie de la roche en place.....	2
Emplacement de l'eau souterraine.....	5
Aquifères dans la roche en place.....	5
Aquifères dans les sables du Pléistocène.....	7
Hydrologie des aquifères.....	7
Volume d'eau souterraine disponible.....	9
Essai sur un aquifère de grès (formation Nepean).....	9
Essai sur un aquifère carbonaté (formations March et Oxford) ..	10
Essai sur un aquifère de sable artésien.....	11
Qualité de l'eau souterraine.....	11
Conclusions.....	14
Tableau I. Formations géologiques et leurs propriétés en tant qu'aquifères.....	3
II. Transmissibilité de l'aquifère March-Oxford à Valleyfield.....	10
III. Constantes d'un aquifère de sable artésien.....	11
IV. Analyses de l'eau souterraine.....	12
<u>Illustrations</u>	
Figure 1. Géologie de la roche en place et courbes des niveaux piézométriques, grès Nepean et formations March et Oxford.....	4
2. Courbes du niveau piézométrique et coupes verticales, dépôts meubles.....	6
3. Carte indiquant la dureté totale de l'eau.....	8
4. Diagramme d'analyse de l'eau..... en pochette	
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
Partie II. APPLICATION DE LA MÉTHODE SÉISMIQUE POUR DÉTERMINER LA PROFONDEUR DE LA ROCHE EN PLACE	15
Méthode sismique de réfraction.....	15

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Méthode sur le terrain.....	16
Vitesses enregistrées.....	16
Observation de certains cas de réflexion.....	18
Conclusions.....	18

Illustrations

Figure 1. Lithologie de la roche en place selon les vitesses séismiques observées.....	17
Carte 30-1961. Topographie de la roche en place, région cartographiée de Vaudreuil.....	en pochette

RÉGION CARTOGRAPHIÉE DE VAUDREUIL, QUÉBEC

Partie I

HYDROGÉOLOGIE DE LA MOITIÉ EST

par J.J.L. Tremblay

Introduction

On trouvera dans le présent rapport les résultats d'une étude préliminaire commencée à l'été de 1960 afin de déterminer l'emplacement de nappes aquifères de même que le volume d'eau qu'elles renferment.

La région à l'étude se situe entre les latitudes 45° 15' et 45° 30' Nord et les longitudes 74° et 74° 15' Ouest et s'étend sur une superficie de 330 milles carrés. Sise à environ 20 milles à l'ouest de Montréal, la région englobe une partie des comtés de Vaudreuil, de Soulanges, des Deux-Montagnes et de Beauharnois ainsi que deux villes: Valleyfield et Dorion-Vaudreuil.

La partie Sud de la région forme une grande plaine argileuse au sein des basses-terres du Saint-Laurent et fait nettement contraste avec la partie Nord dont le relief plus accentué s'apparente à celui du Bouclier canadien. L'altitude maximale dans la région est de 530 pieds.

L'inventaire des puits de la région à l'étude a fourni les données nécessaires à l'établissement d'une carte géologique et d'une carte des niveaux piézométriques dont on s'est ensuite servie pour l'interprétation. L'élévation des puits situés au nord du Saint-Laurent a été levée à la stadia, tandis que celle des puits situés au sud a été établie à partir de la carte topographique. Puis, on a installé, dans chacun des quatre puits d'observation choisis par l'auteur, un appareil automatique destiné à mesurer les niveaux de l'eau. Les résultats des essais de pompage apparaissant dans le présent rapport ont été fournis par l'International Water Supply, Limited.

Bibliographie

Hem, J. D.

- 1959: Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water; U.S. Geol. Surv., Water Supply Paper 1473, 255 p.

Jacob, C.E.

- 1946: Drawdown Test to Determine Effective Radius of Artesian Well; Proc. Am. Soc. Civil Eng., vol. 72, n° 5, p. 629-646.

Terasmae, J.

- 1960: Géologie de la région de Cornwall, Ontario et Québec; Comm. géol., Canada, Étude 60-28

Theis, C.V.

- 1935: The Relation Between the Lowering of the Piezometric Surface and the Rate and Duration of Discharge of a Well Using Ground-water Storage; Trans. Am. Geophys. Union, p. 519-524.

Todd, D.K.

- 1959: Ground Water Hydrology; New York, John Wiley and Sons, 325 p.

Wenzel, L.K.

- 1942: Methods of Determining Permeability; U.S. Geol. Surv., Paper 887, 192 p.

Wilson, A.E.

- 1939: Valleyfield, Quebec and Ontario; Canada, min. Mines et Ressources, carte 660A, notes descriptives.

Géologie de la roche en place

La géologie de la roche en place telle que rapportée à la figure 1 se fonde sur la carte géologique de Wilson (1939)¹ et sur les observations recueillies par l'auteur sur le terrain.

Le Précambrien non différencié comprend à part le calcaire cristallin, de la dolomie, du gneiss et du quartzite coupés par des amas de granite, de syénite et d'autres roches ignées.

La formation Nepean consiste en des lits tantôt minces, tantôt épais de grès grenu, blanc ou rouge clair, auxquels les agents atmosphériques ont conféré une teinte grise. Dans certains endroits, la partie inférieure de la formation renferme un conglomérat surjacent à un grès rose. La formation s'étant déposée sur une surface irrégulière il s'ensuit que son épaisseur est très variable, le maximum connu dans la région cartographiée atteignant au-delà de 1,800 pieds. Il n'y a pas de discordance perceptible entre la formation Nepean et la formation March (Ordovicien inférieur) surjacente, et tout semble indiquer que la formation Nepean appartienne à la période ordovicienne.

Quant à la composition de la formation March, elle est transitive entre le grès de Nepean sous-jacent et la calcite et la dolomie de la formation Oxford, sise au-dessus. Elle se compose de minces lits de dolomie grise et de lits plus épais de grès réunis par un ciment calcaireux. On situe arbitrairement la base de la formation à la couche de dolomie la plus basse, tandis que l'empla-

¹Les dates entre parenthèses réfèrent le lecteur aux publications énumérées dans la bibliographie.

Tableau I

Formations géologiques de la moitié est de la région de Vaudreuil et
leurs propriétés en tant qu'aquifères

Ère	Période	Formation et lithologie	Genre d'aquifère	Épaisseur (en pieds)
Cénozoïque	Quaternaire	Sable alluvionnaire	Phréatique	0-10
		Sable et gravier fossilifère (dépôts de plage)	Phréatique	Inconnu
		Argile marine	Non considéré comme aquifère	0-90
		Sable	Artésien	0-15
		Argile	Non considéré comme aquifère	0-30
		Till	Non considéré comme aquifère	0-20
		Till	Non considéré comme aquifère	0-25
		Sable et gravier	Artésien	0-100
Discordance				
Paléozoïque	Ordovicien	Formation Oxford: calcite et dolomie	Artésien	0-400
		Formation March: dolomie et grès		
		Formation Nepean: grès	Artésien	0-1,800
Discordance				
Précambrien		Complexe granitique non différencié	Artésien	?

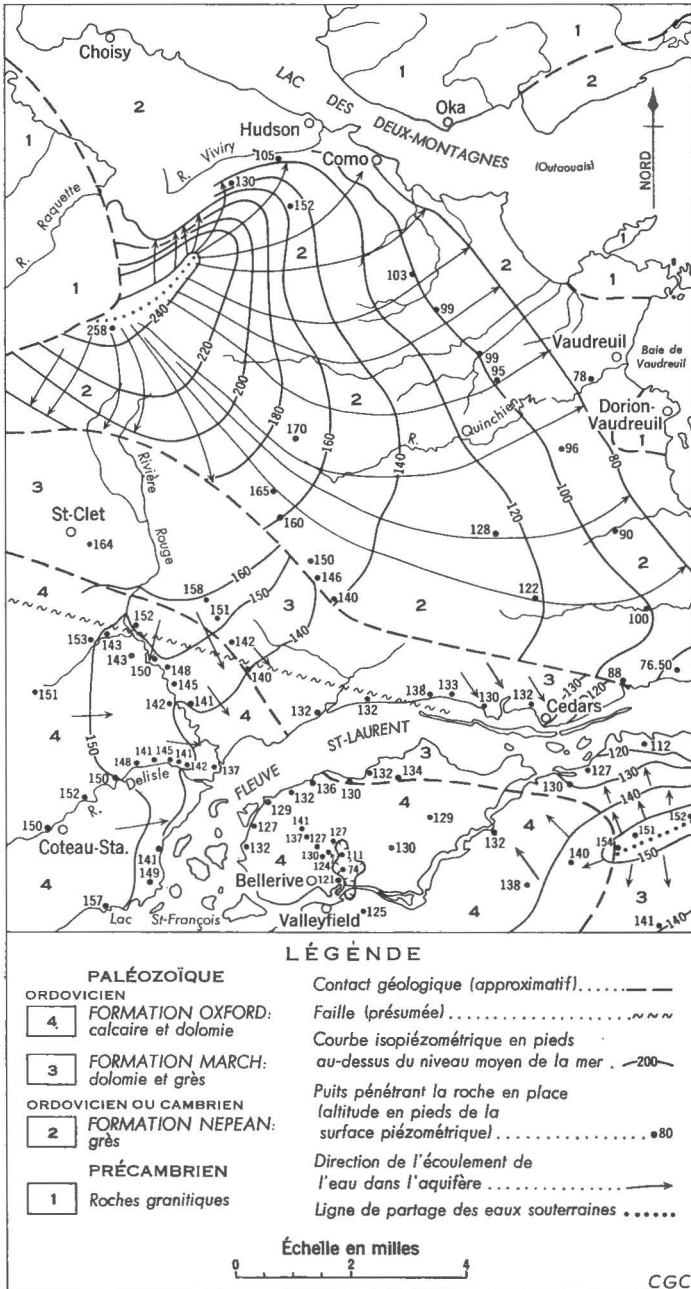


Figure 1. Géologie de la roche en place et courbes isopièzométriques, grès Nepean et formations March et Oxford

cement de la partie supérieure de la formation est presque imperceptible, surtout si l'on tient compte du fait que les couches de dolomie se fondent graduellement dans l'Oxford surjacente. Pour ce qui est de la formation March, elle varie considérablement en épaisseur et atteint un maximum d'une centaine de pieds. On a relevé dans cette dernière des fossiles datant du début de d'Ordovicien.

L'Oxford qui repose en concordance sur la formation March se compose de calcaire gris, de calcaire magnésien et d'une dolomie bleue grise. Par endroits, la partie supérieure est de couleur sombre et quelque peu argileuse. Dans la région représentée par la carte, la formation Oxford atteint une épaisseur maximum de 300 pieds et contient des fossiles du début de l'Ordovicien.

Emplacement de l'eau souterraine

Les eaux souterraines se rencontrent en partie dans les dépôts meubles du Pléistocène de même que dans la roche en place sous-jacente.

Aquifères dans la roche en place

Les terrains paléozoïques de la région de Vaudreuil renferment deux régions aquifères: l'une dans la formation Nepean et l'autre dans les formations March et Oxford.

Le grès de Nepean s'identifie, dans la majeure partie de la région, à un aquifère artésien. Toutefois, il est à remarquer que l'eau de cet aquifère, situé dans la partie Sud-Est le long de la rive Nord du Saint-Laurent, n'est pas sous pression artésienne. A partir de la ligne de partage des eaux souterraines, l'eau s'écoule en direction est, nord et sud. Le niveau piézométrique varie selon la direction et l'écoulement de l'eau s'effectue vers les cours d'eau de la région.

Les formations March et Oxford sont considérées comme formant un seul aquifère, à cause de leur similarité hydrologique et lithologique. Sa surface piézométrique indique, dans la plupart des cas, que l'eau s'écoule vers les plus importants cours d'eau. A Valleyfield, par exemple, un pompage excessif a causé une recharge d'eau en provenance du fleuve en deux endroits: l'un des puits est situé sur la propriété de la Montreal Cotton Ltd., et s'identifie sur la figure 1 à un abaissement de la surface piézométrique jusqu'à 110 pieds au-dessus du niveau de la mer; l'autre se trouve à l'usine de la Schenley Company, directement au sud de la première usine, mais de l'autre côté du fleuve. Un relèvement de 10 degrés de la température de l'eau souterraine par rapport à la température moyenne annuelle nous a fourni la certitude que les puits se rechargeaient à même le fleuve. L'existence de cette recharge a été corroborée d'ailleurs par des analyses d'eau dont les résultats chimiques sont identiques à ceux des analyses de l'eau du fleuve. De plus, un essai de pompage sur le puits de la Montreal Cotton Ltd. laisse croire que la recharge de ce puits est aussi due au fleuve.

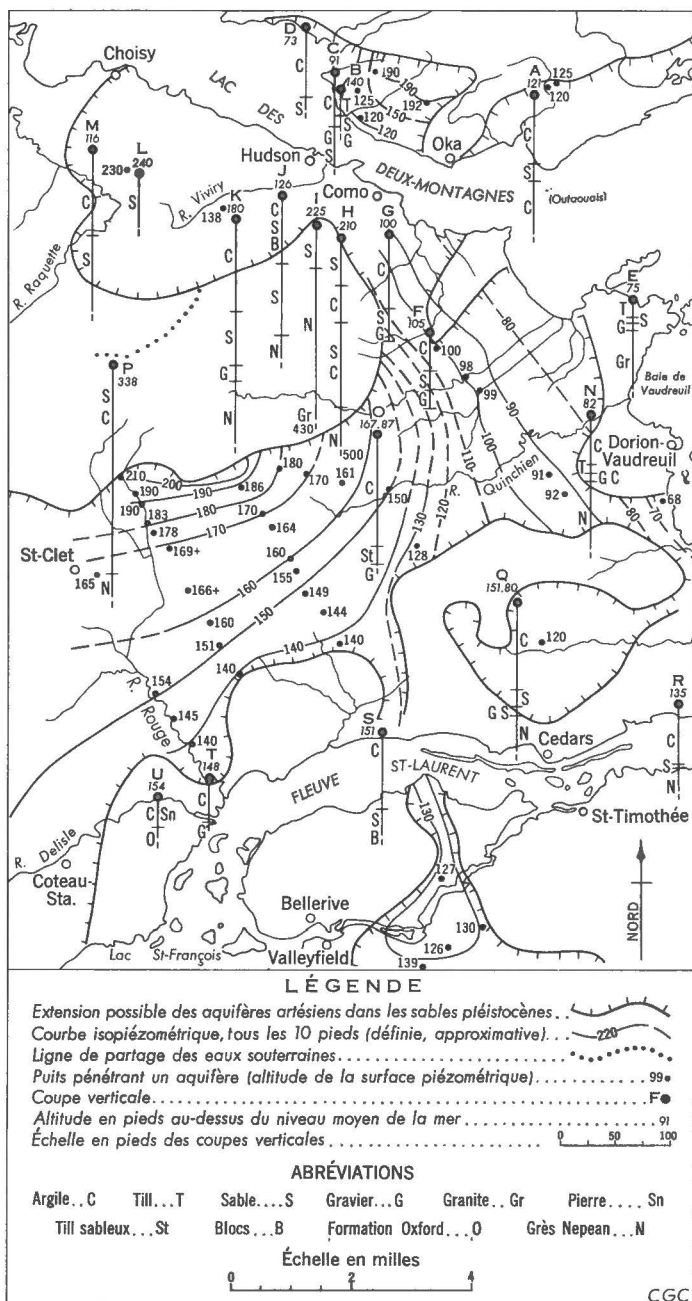


Figure 2. Courbes isopiezométriques et coupes verticales, dépôts meubles

Les aquifères Nepean et March-Oxford sont à vrai dire les deux principaux aquifères que renferme la roche en place de la région. Par contre, dans d'autres secteurs, l'eau provient du granite précambrien, mais on n'y a fait ni étude hydrologique ni mise en corrélation qui puissent nous permettre de délimiter les aquifères qui pourraient y exister.

Aquifères dans les sables du Pléistocène

Les aquifères présents dans les sables et les graviers du Pléistocène, qui recouvrent la roche en place, peuvent se diviser en deux groupes: les nappes d'eau artésiennes et les nappes d'eau phréatiques.

A la figure 2, on peut apercevoir les endroits où des forages ont indiqué la présence d'un lit de sable et où l'eau se trouve soumise à une pression artésienne; l'épaisseur maximum de ce lit se situe dans les dépressions les plus prononcées de la roche en place (figure 2).

La ligne de partage des eaux souterraines est identique à celle des cours d'eau coulant à la surface; elle est située dans une région couverte de sable et de gravier à partir de laquelle l'eau s'écoule dans la direction de moindre résistance. Au nord de la ligne de partage et plus loin en direction du nord-ouest, la roche en place affleure presque à la surface. Au sud et à l'ouest de cette ligne, les formations de sable permettent aux eaux souterraines de s'écouler plus librement surtout vers le sud où les eaux de surface sont sous pression artésienne. Des levés géophysiques exécutés dans cette région ont révélé la présence d'un cours d'eau enfoui qui coulait jadis en direction est.

La figure 2 indique l'étendue d'un aquifère de sable artésien; elle a été établie à partir des profils de sondage à travers l'aquifère de même qu'à l'aide de levés séismiques (voir Partie II).

Forages et données séismiques ont démontré que les couches de sable qui se sont déposées dans les dépressions de la roche en place sont associées à une vaste dépression régionale qui s'étend de l'ouest à l'est, puis en direction de l'est à travers la région (carte 30-1961, en pochette).

Les nombreux aquifères de sable artésiens sont groupés et indiqués à la figure 3 comme étant perchés à flanc de coteau. Grand nombre d'entre eux ont été creusés dans le sable jusqu'à ce que l'on rencontre de l'eau. Peu profonds, ces puits sont une source d'eau médiocre et peu sûre en été, période durant laquelle l'évapo-transpiration est à son maximum. Il est à noter par ailleurs que si l'on se servait davantage de crépines (well points) au lieu de forer des puits à grand diamètre, il en résulterait une économie appréciable et plusieurs problèmes reliés à l'approvisionnement d'eau ménagère dans cette région se trouveraient ainsi résolus.

Hydrologie des aquifères

Les figures 1 et 2, en plus de montrer l'hydrologie des aquifères de la région et la surface piézométrique de chacun d'entre eux, indiquent également la direction du mouvement des eaux au cours de l'été 1960. Dans la région considérée, l'eau des aquifères s'écoule en direction des plus importants

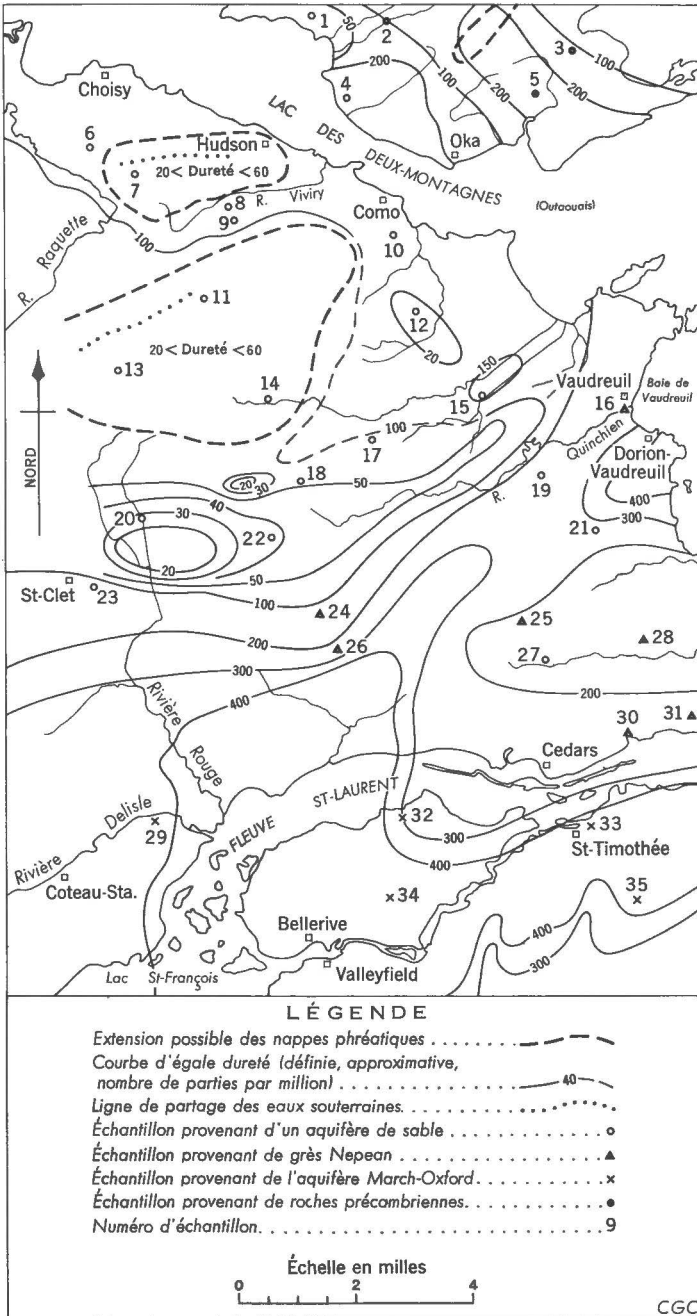


Figure 3. Carte indiquant la dureté totale de l'eau

cours d'eau. Autour de Valleyfield, où le Saint-Laurent coupe en diagonale les structures rocheuses, une recharge induite par le fleuve devient possible lorsque la charge de l'aquifère est suffisamment basse pour permettre à l'eau de s'infiltrer au travers l'aquifère. Ce phénomène est surtout fréquent, là où il y a un pompage excessif.

La répartition des nappes d'eau phréatiques apparaît à la figure 3. Il en ressort que la région sise la plus au sud en renferme un plus grand nombre. Ces nappes sont reliées hydrologiquement à l'aquifère de sable artésien, lequel est relié de façon analogue aux aquifères présents dans la roche en place.

Ainsi, la zone de recharge pour tous les aquifères artésiens de la région se situe à l'intérieur d'une vaste étendue de sable et de gravier, entre le Saint-Laurent et l'Outaouais, à partir de laquelle l'eau souterraine emprunte des directions sud, est et nord. Comme ailleurs, l'écoulement s'effectue des deux rives en gagnant les rivières.

Volume d'eau souterraine disponible

Afin de déterminer le montant d'eau disponible dans un aquifère on effectue un essai de pompage sur celui-ci et l'on constate les propriétés hydrologiques, ordinairement représentées par des données sur la transmissibilité et l'emmagasinement.

C. V. Theis (1935) définit la transmissibilité comme étant "la vitesse d'écoulement de l'eau, en gallons par jour, à la température prédominante et qui traverse une bande verticale de l'aquifère d'une largeur d'un pied sous un gradient de 100 p. 100". Le coefficient d'emmagasinement est "le volume d'eau libéré d'un prisme de l'aquifère, d'un pied carré par toute la hauteur de l'épaisseur saturée de l'aquifère, lorsque l'on réduit d'un pied la pression hydrostatique dans la colonne".

On a fait des essais sur trois aquifères artésiens et on a mesuré l'abaissement de la nappe de même que le volume d'eau retiré dans chacune d'eux. Les équations de Theis (1935) et de Jacob (1946) ont servi à déterminer les caractéristiques de l'aquifère. Ne disposant pas de puits d'observation lors de la mise à l'essai de l'aquifère de grès Nepean, l'auteur n'a pu recueillir que des données sur la transmissibilité.

Essai sur un aquifère de grès (formation Nepean)

L'essai en question a été exécuté le 30 avril 1959 sur un puits qui appartient au village de Vaudreuil; situé à la latitude 45° 23' 20" Nord et à la longitude 74° 02' 16" Ouest, ce puits dessert le village. On a extrait par pompage 437 gallons impériaux par minute. La pente de récupération s'établissait alors à 11 pieds par cycle logarithmique, ce qui donnait une valeur de transmissibilité de 9.5×10^4 gallons impériaux par jour, par pied. Devant l'absence de puits d'observation, il a été impossible de déterminer le coefficient d'emmagasinement. Toutefois, l'essai a démontré l'existence d'une recharge positive à proximité de l'aquifère et cela quelque trente minutes après avoir mis fin au pompage. Au cours de l'essai qui a duré deux jours, le rendement du puits s'établissait à 11.3 gallons par minute, pour chaque pied d'abaissement de la nappe.

Essai sur un aquifère carbonaté (formations March et Oxford)

L'essai a eu lieu sur la propriété de la Montreal Cotton Ltd. à un endroit situé à la latitude 45° 16' Nord et à la longitude 74° 08' Ouest. Commencé le 23 mai 1960, l'essai a duré cinq jours et a porté sur quatre puits de la région, dont un cinquième a servi de puits d'observation. Le volume total d'eau retiré de l'aquifère a atteint 3,085 gallons impériaux par minute. On a mesuré l'abaissement de la nappe dans chaque puits y compris le puits d'observation. Puis, enfin, à l'aide des données obtenues et des équations de Theis et de Jacob on a pu déterminer les valeurs de transmissibilité et les coefficients d'emmaganage.

Tableau II

Transmissibilité de l'aquifère March-Oxford à Valleyfield

Transmis-sibilité	N° du puits	Équation utilisée	Coefficient d'emmaganage	Épaisseur
1 x 10 ⁴	1	Jacob (abaissement)	10 ⁻⁴	220-280 pieds
5.9 x 10 ³	2	" "		
1 x 10 ⁴	3	" "		
5.1 x 10 ⁴	4	" "		
6.90 x 10 ⁴	4	Jacob (recouvrement)		
1.25 x 10 ⁴	5	Jacob (abaissement)		

Les valeurs qui apparaissent dans le tableau ci-dessus n'ont pas été corrigées pour un aquifère soumis à une recharge positive.

L'évaluation du volume d'eau présent dans la formation a démontré que s'il n'y avait pas de recharge, le taux de pompage aurait abaissé de 100 pieds le niveau hydrostatique, et ce, sur une superficie d'un mille carré. Cependant, les chiffres fournis par les enregistreurs installés dans les puits des formations March et Oxford, loin des principales stations de pompage, ont révélé que l'abaissement du niveau hydrostatique n'atteignait pas le chiffre de 100 pieds.

La présence d'une recharge positive à proximité des stations de pompage est due au fleuve Saint-Laurent qui, dans la région, coupe les formations à angle droit. Il a été démontré que le volume de recharge de l'aquifère provoqué par le fleuve dépassait de beaucoup le volume d'eau que l'on peut actuellement extraire par pompage.

A cause des caractéristiques lithologiques et hydrologiques des formations March et Oxford, les données du tableau II ne caractérisent pas tout l'aquifère, mais seulement les environs du champ des essais. Les anomalies constatées dans ce champ, et qui s'expriment sous forme d'une transmissibilité très variable, proviennent de l'eau qui s'infiltre dans les fractures et les fentes de la roche en place.

Essai sur un aquifère de sable artésien

On a procédé à cet essai le 19 juillet 1960 sur un puits appartenant à la ville d'Hudson. Il est situé à la latitude 45° 26' 55" Nord et à la longitude 74° 08' 55" Ouest. Jusqu'alors, cette ville s'approvisionnait uniquement de sources d'eau qui provenaient des nappes phréatiques sises au sud de la municipalité.

Le puits qui a servi à l'essai prenait sa source dans une nappe de sable phréatique; il a été pompé à raison de 300 gallons impériaux par minute. On a ensuite mesuré l'abaissement du niveau de l'eau du puits de même que d'un autre situé trois pieds plus loin. A partir de ces essais, il a alors été possible de calculer la transmissibilité et les coefficients d'emmagasinement de ces puits (voir tableau III).

Tableau III

Constantes d'un aquifère de sable artésien

Transmis- sibilité	N° du puits	Équation utilisée	Coefficient d'emmagasinement	Épaisseur
1.15 x 10 ⁴	Puits d'observa- tion n° 1	Jacob (abaissement)	9.5 x 10 ⁻²	10 pieds
1.88 x 10 ⁴	" "	Jacob (recouvrement)		
5.36 x 10 ³	" "	Theis (abaissement)		
5.75 x 10 ³	Essai de pompage	Jacob (abaissement)		

Durant l'essai, le débit du puits était de 10 gallons impériaux par minute, par pied d'abaissement de la nappe aquifère.

Qualité de l'eau souterraine

L'eau de la région de Vaudreuil est excellente pour la consommation humaine. Aux endroits où une épaisse couche d'argile recouvre l'aquifère, surtout lorsque cette dernière atteint une épaisseur assez considérable, l'eau a une odeur sulfureuse. C'est le cas également des aquifères situés dans des formations de sable.

On a procédé, au cours de l'été 1960, à l'aide du nécessaire chimique Hach, à des analyses de l'eau des puits d'observation afin de déterminer la teneur en fer et en chlorure ainsi que l'échelle de dureté et la valeur du pH. On a prélevé, entre autres, dans la région 35 prises types (voir figure 3) devant servir à l'analyse chimique complète par la Section des eaux industrielles de la Direction des mines. Les résultats des analyses ont permis de dresser une carte indiquant les courbes d'égale dureté pour toute la région considérée (figure 3); il en ressort qu'en pratique dureté et écoulement de l'eau dans les aquifères sont interdépendants. De fait, la dureté s'accroît en fonction de la distance qui sépare le puits de la région de recharge.

Tableau IV

Analyses de l'eau souterraine de la région de Vaudreuil

(Section des eaux industrielles, Direction des mines, ministère des Mines et des Relevés techniques)

Prise no	Emplacement	Genre d'aquifère*	Couleurs (unités Hazen)	pH	Conductance (microhmohms à 25°C)	Dureté exprimée en CaCO ₃		Composants chimiques en parties par million																
						Non-carbonatée	Total	Alcalinité totale (CaCO ₃)	Calcium (Ca)	Magnésium (Mg)	Sodium (Na)	Potassium (K)	Fer total	Manganèse (Mn)	Bicarbonate (HCO ₃)	Carbonate (CO ₃)	Sulfate (SO ₄)	Chlore (Cl)	Fluorure (F)	Nitrates (NO ₃)	Silice (SiO ₂)	Somme des composants	% de sodium	Rapport de l'adsorption de sodium
1						0	945	170	10,7	9,9	22,5	1,7	63	0	207	0	1,0	7,0	4	9	1981	0	57,0	3,09
2					566,9	0	95,3	264,0	13,9	14,8	88,0	3,8	0,36	0	302,0	9,6	19,0	3,4	0,6	13	216	0	67,0	1,82
3					567,9	0	181,0	280,0	48,3	20,8	55,7	1,5	0,03	0	263,0	2,8	23,0	1,9	0,0	1,4	251	0	24,0	1,81
4					454,4	0	168,0	200,0	30,7	22,2	29,6	2,1	0,36	0	239,0	2,4	15,0	17,2	0,8	0	260,0	0	27,0	0,55
5					278,8	0	136,0	136,0	23,9	13,6	11,0	3,6	1,4	0	168,0	0	7,9	2,9	0,0	0	164,0	0	20,0	0,55
6					144,9	0	69,2	68,8	19,6	5,1	2,2	0,7	0,24	0	140,0	0	3,5	3	0,0	0	164	0	12	0,55
7					256,9	0	124,0	125,0	26,0	11,8	7,5	1,2	0,24	0	137,0	0	7,5	0,5	0,2	0	187,0	0	12,0	0,31
8					330,6	0	105,0	121,0	28,3	8,4	28,5	1,8	2,2	0	150,0	0	12,3	3,9	0,2	0	191,0	0	37,0	1,23
9					209,6	0	77,0	140,0	13,2	9,7	11,0	2,7	0,09	0	148,0	27,0	35,9	1,6	0	0	400	0	56,0	2,96
10					486,0	0	105,0	222,0	21,1	12,8	70,0	3,3	2,0	0	271,0	0	24,6	7,4	2,5	0	290,0	0	58,0	2,96
11					128,5	31,6	95,0	88,0	17,0	4,1	2,2	1,6	0,88	0	207,0	0	9,9	7,9	0	24	460	0	3,0	2,96
12					947,0	0	220,0	521,0	48,2	23,7	57,0	12,2	0,1	0	614,0	0	64,9	54,9	0	0	530	0	76,0	33,16
13					470,5	0	358,0	149,0	16,2	11,1	67,0	4,3	1,4	0	182,0	0	1,2	60,3	0,8	1,2	1,595	0	61,0	3,14
14					185,2	0	73,3	91,4	19,0	6,3	11,0	0	0	0	119,0	0	1,8	2,8	0	0	2,600	0	24,0	2,43
15					720,0	0	193,0	52,5	32,9	72,0	12,0	10,0	0,97	0	100,0	0	13,4	8,2	0	0	1,620	0	66,0	2,44
16					144,2	0	255,0	46,3	35,1	24,3	12,0	12,7	0,7	0	518,0	0	13,0	0,6	0	0	1,020	0	66,0	2,44
17					194,2	0	255,0	46,3	35,1	24,3	12,0	12,7	0,7	0	518,0	0	13,0	0,6	0	0	1,020	0	66,0	2,44
18					607,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
19					707,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
20					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
21					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
22					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
23					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
24					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
25					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
26					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
27					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
28					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
29					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
30					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
31					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
32					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
33					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
34					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62
35					657,2	0	128,0	71,0	17,6	5,7	13,5	1,5	0,02	0	102,0	0	6,6	7,8	0	0	1,306	0	66,0	6,62

*Abréviations: S = aquifère pédocambrien, R = aquifère paléozoïque.

Gr = aquifère pédocambrien, R = aquifère paléozoïque.

COMME SUR LA FIGURE 4

Les résultats des 35 analyses figurent au tableau IV de même que sur le graphique trilinéaire de la figure 4; sur ce graphique, la projection, dans le losange du tracé obtenu de l'analyse des triangles des anions et des cations, indique le point de l'analyse d'eau en question. Le rayon du grand cercle y est représenté à l'échelle afin d'indiquer la somme des solides dissous dans l'eau, en parties par million.

Les eaux de l'aquifère March-Oxford apparaissent sous un groupe distinct. Elles sont riches en bicarbonate ainsi qu'en calcium et magnésium. Le rapport calcium-magnésium élevé de ces eaux témoigne de la composition de la formation dans laquelle elles ont été prélevées.

On ne peut se servir du même critère pour grouper les eaux du grès Nepean. Elles se rapprochent par leur composition de l'eau des aquifères de sable surjacents et voisins. Comparées aux aquifères March-Oxford les prises d'eau ont révélé une teneur plus grande en chlorure de sodium, mais plus faible en bicarbonate, en calcium et en magnésium. La somme des solides dissous demeure toutefois plus élevée.

Dans l'aquifère de sable artésien, la somme des solides dissous est très variable (tableau IV). La haute teneur en chlorure de sodium et de bicarbonate de sodium dans certaines prises peut être attribuée à deux causes. Enfermé dans les dépôts non consolidés, le chlorure de sodium y serait dissous par l'action de l'eau. Quant au bicarbonate de sodium, il proviendrait de la circulation de l'eau dans un milieu constitué de roches carbonatées renfermant en abondance des cations de sodium.

Les travaux d'analyse ont indiqué que les prises 15 et 16 étaient identiques. Des essais de pompage sur le puits où l'on a prélevé la prise 16 ont indiqué la présence d'une recharge positive. On a démontré, par ailleurs, que la prise 15 provient d'un puits creusé dans un aquifère de sable artésien situé dans une grande dépression de la roche en place, au nord-ouest du puits d'essais. Ces renseignements ont permis de conclure que cette dépression servait de recharge à l'aquifère de grès Nepean, situé à proximité.

Les analyses apparaissant au tableau IV indiquent que les meilleures eaux de la région de Vaudreuil se trouvent en bordure de la région de recharge (prises 17, 18, 20, 22). Elles contiennent, en effet, moins de solides dissous; elles sont soit douces soit moyennement dures, qu'elles proviennent d'aquifère de sable artésien ou du grès sous-jacent. Plus l'on s'éloigne de la région à l'étude, les eaux, tout en demeurant très potables, contiennent plus de solides dissous et tendent à contenir du chlorure de sodium, ce qui limite leur usage. Pour ce qui est de l'industrie lourde, qui fait grand usage de l'eau souterraine comme moyen de refroidissement, elle pourrait trouver de fortes quantités d'eau dans la région pour satisfaire à ses besoins.

Dans certaines parties de la région, là où le volume d'eau suffirait à l'irrigation, la qualité de l'eau varie d'excellente à médiocre.

Conclusions

Bien que les dépôts du Pléistocène constituent le principal aquifère de la région, il importe de noter que l'Ordovicien sous-jacent renferme aussi de fortes quantités d'eau. En certains endroits la recharge provient de la précipitation tandis qu'aux endroits où le Saint-Laurent intersectent les structures rocheuses la recharge semble être causée par ce cours d'eau.

La circulation de l'eau souterraine dans la région s'oriente en direction des principaux cours d'eau. Selon les données obtenues sur le volume d'eau que contient les aquifères, il serait de bon à excellent. Entre le Saint-Laurent et la rivière Outaouais, la qualité de l'eau souterraine dépend avant tout de son éloignement de la région de recharge.

Dans la plus grande partie de la région, la quantité d'eau souterraine est de beaucoup supérieure à la demande.

Partie II

APPLICATION DE LA MÉTHODE SÉISMIQUE POUR DÉTERMINER LA PROFONDEUR DE LA ROCHE EN PLACE

par George D. Hobson

Entre le 19 septembre et le 7 octobre 1960, et entre le 18 septembre et le 16 octobre 1961, l'auteur a procédé à l'exécution de levés séismiques visant à dresser la carte de la profondeur de la roche en place dans la région de Vaudreuil (carte 31 G/8). Elle est située dans le Sud-Ouest de la province, immédiatement à l'ouest du confluent de l'Outaouais et du fleuve Saint-Laurent.

Voici quelques chiffres se rapportant aux travaux séismiques:

Jours de travail.....	33
Heures de travail (conduite des véhicules y compris).....	321 1/2
Mines de tir séismique	343
Milles à la surface (non dans le sous-sol).....	110
Dynamite utilisée.....	172 3/16 livres
Capsules utilisées.....	436
Cordeau "Primacord" utilisé.....	110 pieds

Méthode séismique de réfraction

Pour plus de renseignements concernant la théorie de réfraction séismique, le lecteur est prié de consulter Nettleton (1940)¹ et Dobrin (1960)².

Les ondes élastiques provoquées par les explosions se propagent en tous sens vers le bas; elles sont renvoyées à la surface après avoir été réfléchies et réfractées par les surfaces de séparation des roches en profondeur. Pour interpréter les données séismiques recueillies, il importe de déterminer la vitesse de propagation de ces ondes et d'étudier les phénomènes de réfraction et de réflexion notés au sein de formations dotées de propriétés acoustiques différentes. Dans cette étude on s'est intéressé avant tout aux premiers de ces phénomènes.

Dans la méthode de prospection séismique par réfraction, on note le temps qui s'écoule entre le début de l'onde élastique provoquée par l'explosion et les premières vibrations qui se manifestent à la surface et qui sont enregistrées par un séismomètre, situé à une distance connue de la source d'énergie. La proportion de l'énergie réfractée dépend de la différence de vitesse de propagation entre les côtés opposés de la limite acoustique. A l'angle limite du rayon incident sur une surface de séparation, presque toute l'énergie, au lieu de pénétrer dans la couche sous-jacente, se propage le long des surfaces de séparation selon une vitesse propre à cette couche et suivant les rapports exprimés en optique par la loi de Snell.

¹Nettleton, L.L.: Geophysical Prospecting for Oil; McGraw-Hill, 1940.

²Dobrin, M.B.: Introduction to Geophysical Prospecting; McGraw-Hill, 1960.

Au fur et à mesure que le mouvement se propage le long du contact de la couche, l'énergie est renvoyée par réflexion à la surface (suivant la loi de Huygen) en décrivant un angle identique à l'angle d'incidence limite. Cela constitue le fondement de la méthode de réflexion, dont l'application pratique dépend de l'accroissement de la vitesse en profondeur.

Méthodes sur le terrain

Lors des travaux sur le terrain, on s'est servi d'instruments sismiques conventionnels (modèle 7000B de la Texas Instruments). Pour chacun des 12 profils ou tracés, on a eu recours à un géophone dont la fréquence naturelle est de 7 cycles par seconde. Les divers géophones étaient placés à une distance égale du point de tir tout en prenant en considération la profondeur jusqu'à la roche en place. L'étendue (distance entre point de tir et détecteur le plus éloigné) variait de 120 à 1,440 pieds. Dans des trous profonds en général de 4 pieds, on a fait sauter des charges allant jusqu'à cinq livres de "geogel" à 60 p. 100; la longueur du cordeau "Primacord" étant de deux pieds. Le sautage d'une demi-livre d'explosif en moyenne a suffi d'ordinaire à produire d'excellentes arrivées d'énergie.

Le personnel se composait d'un observateur, d'un tireur de mines et de deux auxiliaires munis de véhicules, l'un pour l'inscription et l'autre pour le tir. En 1960, des topographes ont exécuté certains travaux sur le terrain et, en 1961 on leur a adjoint un topographe ayant un véhicule à sa disposition. Ils ont filé des niveaux à la planchette et à l'alidade, à partir de repères géodésiques.

Vitesses enregistrées

D'une façon générale, on a obtenu dans la région de bons graphiques temps-distance et rares ont été les graphiques médiocres. L'emploi de détecteurs à courte distance du point de tir ont fourni de précieux renseignements sur l'existence d'une couche altérée par les actions météoriques et où les ondes élastiques se propageaient lentement. Là où il a été impossible de constater la présence de cette couche de 15 pieds d'épaisseur, il se peut qu'une erreur de un à deux pieds se soit glissée dans le calcul de l'épaisseur de la couverture.

Une étude des vitesses des premières ondes et des matériaux extraits des trous de tir révèle que ces vitesses ne varient guère, que la propagation ait lieu à travers l'argile consolidée, l'argile gluante, l'argile ou l'argile sableuse proche de la surface. Les vitesses de propagation à travers la couverture sont pour les sept dixièmes de l'ordre de 4,400 à 5,000 pieds par seconde, la moyenne s'établissant à 4,800. On a noté, par ailleurs, dans les terrains sableux plus élevés du secteur Nord de la partie centrale, que les vitesses V_1 étaient supérieures à celles des terrains argileux et plats, situés dans la partie Sud de la région. La vitesse de propagation à travers le sable est en moyenne d'environ 5,500 pieds par seconde.

Il ressort des travaux sismiques effectués dans la roche en place, qu'il y a une certaine relation entre les vitesses sismiques et les diverses formations rocheuses de la région de Vaudreuil (figure 1). Les enclaves de calcaire apparaissant à la figure 1 ne semblent pas être d'une très grande

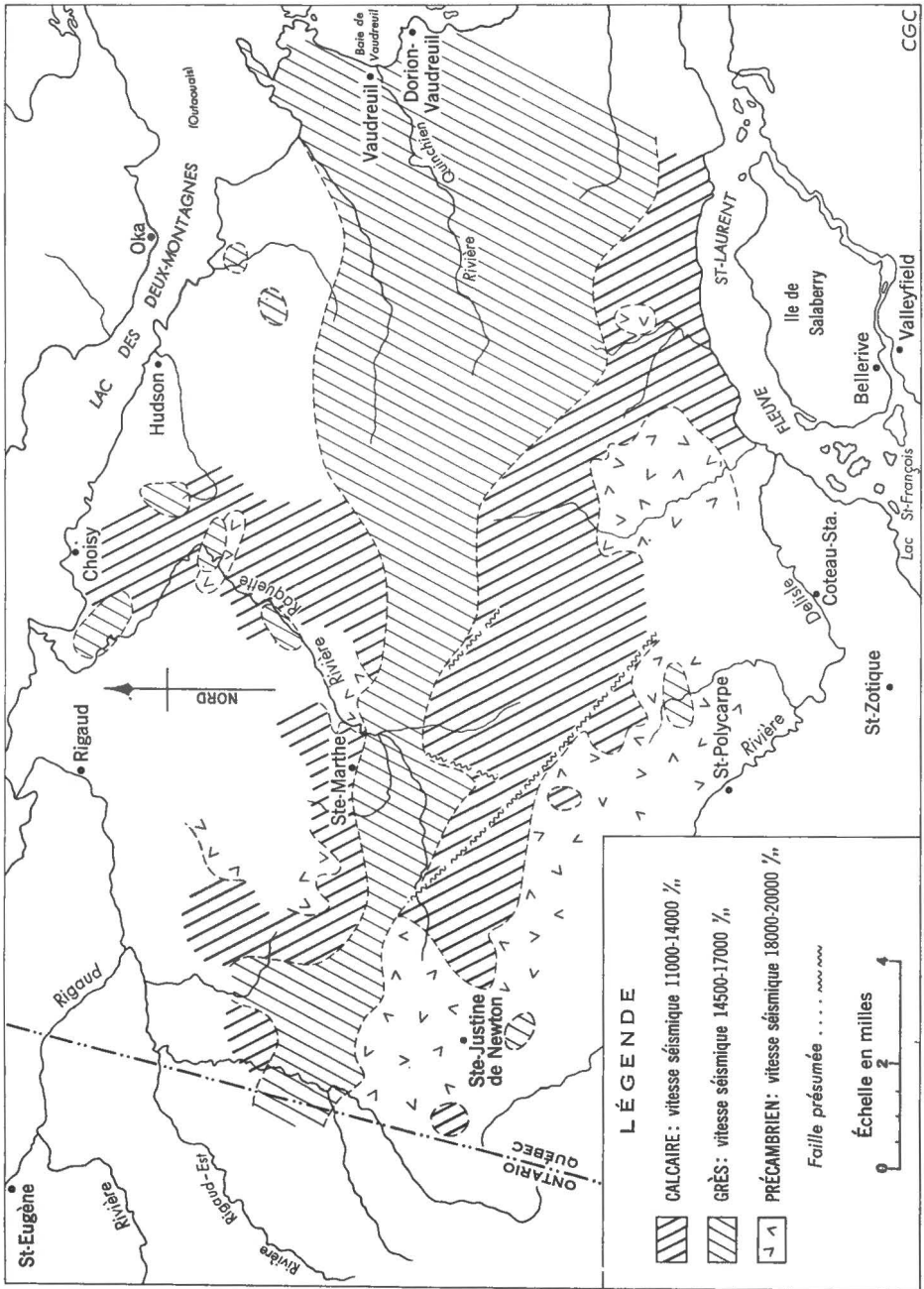


Figure 1. Lithologie de la roche en place selon les vitesses sismiques observées

épaisseur. Cependant, les données sismiques dont on dispose ne permettent pas d'évaluer l'épaisseur des formations calcaires et de grès à l'intérieur de ces enclaves.

Observation de certains cas de réflexion

Bien que le principal but de ces travaux fussent d'obtenir des données de sismique-réfraction permettant de déterminer la profondeur jusqu'à la roche en place, il reste qu'il a été possible de recueillir, dans quelque 20 endroits du sud de la partie centrale, des données de sismique-réflexion d'un très grand intérêt. Les calculs effectués portent à conclure que le Précambrien se situe à environ 1,500 pieds sous-terre. De plus, une autre couche de réflexion se trouverait à 1,000 pieds de profondeur; il s'agirait semble-t-il de la surface de séparation du grès et du conglomérat. La Commission compte au cours des travaux futurs prêter plus d'attention à ces divers phénomènes de réflexion.

Conclusions

1. Les levés sismiques ont permis de délimiter dans la roche en place une dépression allongée, large de un ou deux milles et s'étendant de Belle-Plage vers l'ouest-sud-ouest en passant par St-Lazare et par St-Clet, puis vers l'ouest-nord-ouest en direction de Ste-Marie de Ste-Marthe et, enfin, en direction nord-est jusqu'à Choisy.
2. Sur toute son étendue, l'altitude de ce lit enfoui se maintient en dessous du niveau de la mer.
3. Certains indices font croire à la présence de lits enfouis fossiles au sud de St-Lazare Station en direction du fleuve. On a noté d'autres lits fossiles dans la région.
4. Ces lits de dérivations ont pu servir jadis de voies d'accès au rechargement du lit principal, car la roche en place se trouve à une position inférieure à la rivière Outaouais et au Saint-Laurent.
5. Les courbes des profondeurs jusqu'à la roche en place apparaissant sur la carte indiquent une concordance entre les données sismiques et les données de forage dans la région.
6. Un changement dans la vitesse moyenne de propagation sismique dans la roche en place peut refléter un changement dans la lithologie de la région.
7. La qualité des arrivées de réfraction est excellente et les graphiques temps-distance apparaissent comme étant nettement définitifs.
8. On a noté une très grande uniformité dans les vitesses sismiques enregistrées dans les terrains de couverture et dans la roche en place.
9. Certaines vallées enfouies constituent de bonnes réserves d'eau souterraine. C'est pourquoi, les données se rapportant à l'emplacement, à la profondeur et aux dimensions des profils transversaux sont d'une très grande importance dans la recherche de nouvelles nappes aquifères. La méthode sismique a fourni quantité de renseignements sur le sujet.

ROGER DUHAMEL, M. S. R. C.
IMPRIMEUR DE LA REINE ET CONTRÔLEUR DE LA PAPETERIE
OTTAWA, 1962
Prix: 50 cents No de catalogue M 44-61/20 F