

## LA NAPPE AQUIFERE FRANCO-BELGE DU CALCAIRE CARBONIFERE

M. GULINCK et R. LEGRAND

(Service géologique de Belgique — Bruxelles)

G. DASSONVILLE \*

Bureau de Recherches géologique et minières (BRGM) — Paris

\* actuellement: S.A. française d'Etudes de gestion et d'Entreprises (Paris)

Les Belges et les Français exploitent concurrentement une nappe souterraine d'eau potable dans le Calcaire carbonifère, qui s'étend sous l'agglomération de LILLE-ROUBAIX-TOURCOING et dans le TOURNAISIS. Les quantités d'eau prélevée sont très importantes et le niveau de la nappe baisse de manière inquiétante. C'est ce qui a conduit les autorités des deux pays à entreprendre conjointement l'étude des problèmes de ressources en eau posés par ce tarissement.

Il nous a paru utile de dresser une synthèse commune des données hydrogéologiques essentielles acquises sur cette nappe actuellement. Le présent travail s'attache plus spécialement à mettre en relief, d'une part les facteurs géologiques qui conditionnent la localisation, l'importance et les modalités de réalimentation naturelle possible de ce gîte aquifère, d'autre part son évolution dans le temps sous l'influence des prélèvements opérés. A titre d'illustration, il comprend, un certain nombre de documents annexés, coupes géologiques et graphiques piézométriques, au sujet desquels nous donnons un commentaire approprié dans le texte ci-après, sauf lorsque le document est suffisamment explicite par lui même

Ce travail a été réalisé à partir des renseignements consignés dans les archives du Service Géologique de Belgique et du Bureau de Recherches Géologiques et Minières de

France, de documents fournis par les sociétés de distribution d'eau (Société Nationale des Distribution d'eau, Régie des Eaux de la ville de Tournai pour la Belgique, Service Municipal des Eaux de Roubaix-Tourcoing et Société des Eaux du Nord à Lille pour la France)\*, du résultat des récentes enquêtes effectuées avec le concours de l'Administration des Mines (arrondissements minéralogiques de Mons et de Douai). Signalons enfin que des études importantes ont déjà été consacrées à la géologie du massif calcaire de Tournai (C. CAMERMAN - 1944) et à l'hydrologie de cette région (C. FRANÇOIS - 1904), ainsi que diverses publications à la Société Géologique du Nord (J. Gosselet - 1906 et G. WATERLOT - 1950 et 1955).

### 1. DONNEES GEOLOGIQUES

La région étudiée ici est celle de la zone des captages de la nappe souterraine, c'est-à-dire sensiblement celle couverte par les cartes au 1/50.000 de Lille et de Tournai.

Le substratum primaire y est essentiellement formé par le Calcaire Carbonifère qui n'affleure que dans le Tournaisis, à la faveur

\* Il nous est agréable de remercier ici ces organismes pour la spontanéité avec laquelle ils ont bien voulu nous communiquer les renseignements demandés.

de l'érosion et du surélévation tectonique qui s'est produit après l'Eocène en donnant naissance à un large dôme anticlinal faillé dont l'axe passe un peu au Nord d'Antoing.

Le Calcaire est bordé au Nord et à l'Ouest par le Dévonien, composé de grès, schistes et dolomies et plonge au Sud sous le Namurien grésoschisteux.

La limite Dinantien-Dévonien est encore mal précisée dans la région de la Lys, notamment entre Bailleul et Mouscron.

La couverture immédiate du Calcaire est formée par des dépôts quaternaires, éocènes (Landénien-Yprésien) ou crétaciques (Turonien-Sénonien).

## 11. Stratigraphie

### 1.1.1. Les formations quaternaires

Suivant leur position morphologique, on peut distinguer :

— les limons des plateaux atteignant parfois 5 m ou davantage, constitués de limons décalcifiés (terre à brique), de loess (ergeron) et éventuellement de limons plus anciens.

La partie inférieure de l'ensemble renferme des fragments de craie lorsque le substratum est crayeux et devient sableuse lorsqu'elle repose sur l'Eocène.

— les limons de lavage qui remplissent généralement les fonds des petites vallées ou en garnissent les flancs abrités.

— les alluvions fluviales modernes: limons argileux, tourbes et parfois tufs calcaires, avec une mention spéciale pour les limons de la plaine de la Lys qui deviennent très argileux à la partie supérieure.

— les alluvions anciennes de l'Escaut, de la Lys, de la Dendre formées de sables calcaireux plus ou moins limoneux et de graviers (éléments paléozoïques, crétaciques ou éocènes). On y a rencontré *Corbicula fluminalis*. La vallée de l'Escaut coule en cluse entre Kain et Antoing. Les dépôts de comblement y sont très hétérogènes et atteignent environ 15 m d'épaisseur.

L'ancienne plaine alluviale s'étale en

amont d'Antoing et surtout en aval de Kain, entre le ruisseau de Templeuve et l'Espierre.

Les dépôts alluvionnaires anciens y sont recouverts par des limons würmiens et l'ensemble du comblement quaternaire peut y atteindre 25 m d'épaisseur.

### 1.1.2. LES FORMATIONS EOCENES

L'Eocène représenté par les étages Yprésien et Landénien, occupe sous les limons, la plus grande partie de la région étudiée. En sont principalement dépourvus: en France, le Mélantais; en Belgique, les vallées de la Dendre dans la région de Leuze et de l'Escaut dans celle d'Antoing à Tournai.

L'*Yprésien* l.s. comprend de haut en bas :

— les dépôts « paniseliens »: sables, sables argileux glauconifères et argile (argile de Roncq en France).

— un ensemble de sable très fin, de silts et d'argile micacée (argile de Roubaix).

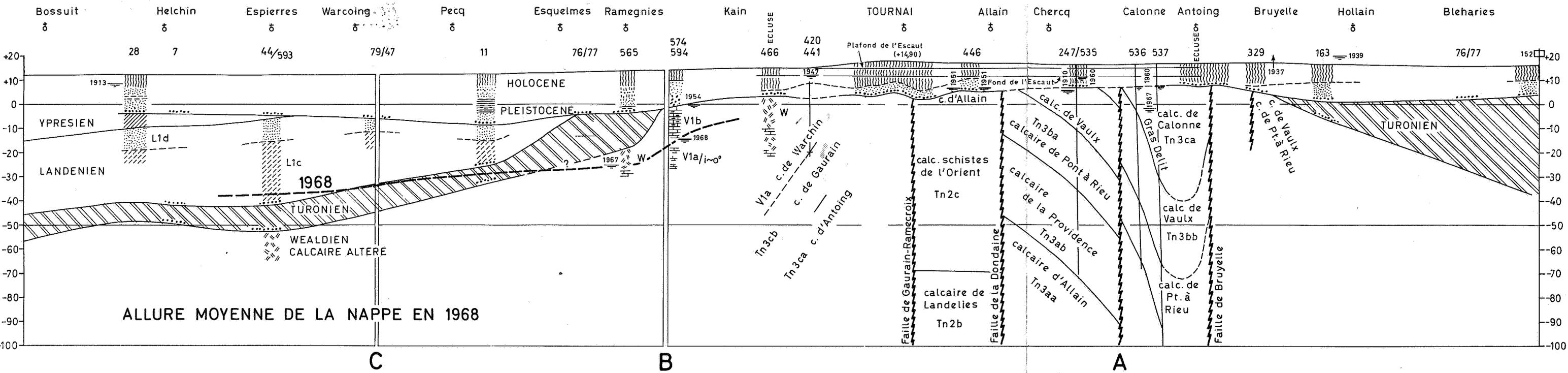
— une masse essentiellement argileuse, devenant sableuse à l'extrême base (argile inférieure des Flandres, argile d'Ypres, argile d'Orchies).

La totalité de cet étage peut atteindre 100 m. d'épaisseur.

A noter que l'Yprésien ne recouvre jamais directement le Calcaire carbonifère.

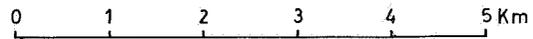
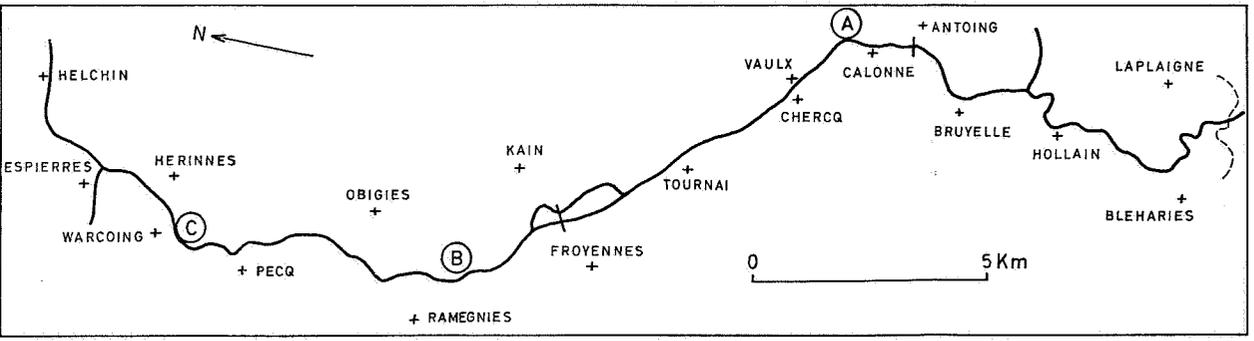
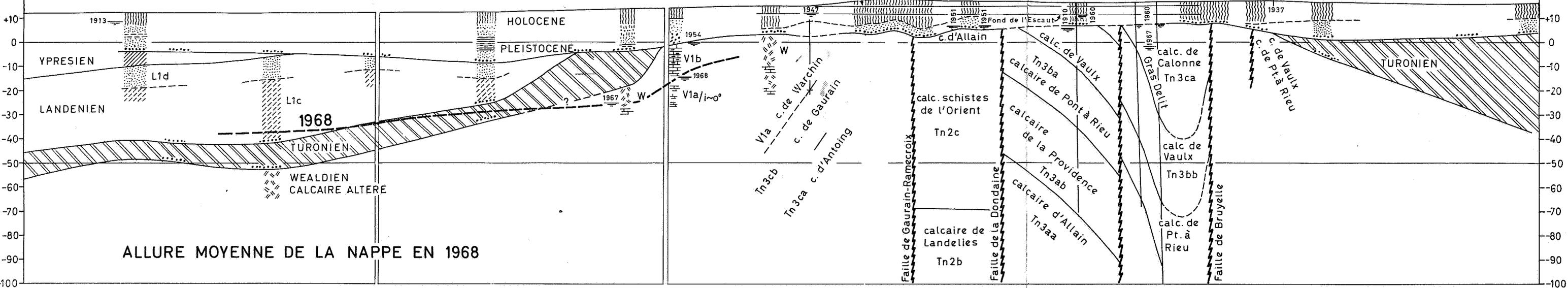
Le *Landénien*, constitué d'une succession de sables fins plus ou moins glauconieux, parfois blanchâtres (sables de Blaton, sables d'Ostricourt), de silts grésifiés (tuffeau de Chercq) et d'une couche d'argile vert-noirâtre (argile de Louvil).

Cette dernière couche manque lorsque le Landénien est réduit à moins de 15 m, notamment dans la région comprise entre Tournai et Leuze. Le Landénien se présente alors sous un faciès essentiellement sableux et lorsqu'il repose directement sur le Calcaire carbonifère, il en résulte que les rapports entre nappes landénienne et carbonifère échappent à tout critère rigoureux, au moins dans la région située à l'Est de l'Escaut.

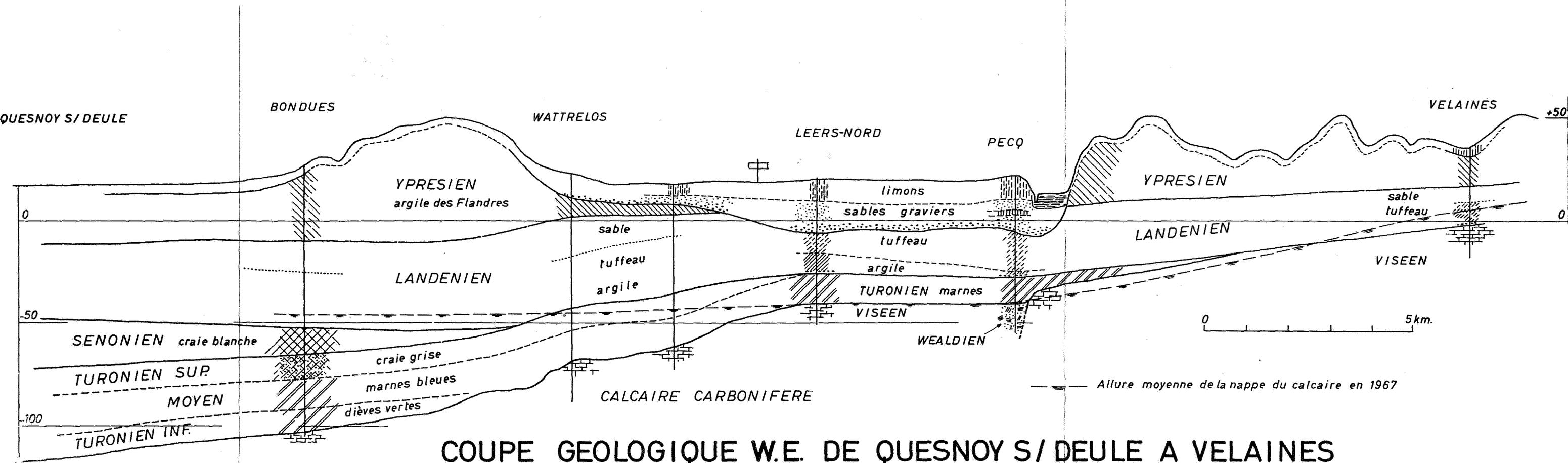


Bossuit ♂ Helchin ♂ Espierres ♂ Warcoing ♂ Pecq ♂ Esquelmes ♂ Ramegnies ♂ Kain ECLUSE Tournai ♂ Allain ♂ Chercq ♂ Calonne Antoin ♂ Bruyelle ♂ Hollain ♂ Bleharies

28 7 44/593 79/47 11 76/77 565 574 594 466 420 441 446 247/535 536 537 329 163 1939 76/77 152



SERVICE GEOLOGIQUE DE BELGIQUE  
M.G. - R.L. 1968



COUPE GEOLOGIQUE W.E. DE QUESNOY S/ DEULE A VELAINES

L'épaisseur totale du Landénien varie largement et peut atteindre 50 m. dans la région Mouscron-Tourcoing

La base du Landénien est soulignée par un cailloutis de silex verdis, parfois très bien développé (en grande partie emprunté à l'assise crétacique des Rabots, tout au moins en Belgique).

### 1.1.3. Les formations crétacées.

Ces formations ont disparu sur une large surface à l'Est de Tournai, où le Landénien, lui-même réduit, surmonte directement le Calcaire carbonifère.

En France leur épaisseur totale peut atteindre 80 m.

Elles sont formées de deux grands ensembles lithologiques qui se présentent schématiquement comme suit:

Partie supérieure:

- des craies blanches à silex rapportées au Sénonien (Campanien-Santonien).
- une craie glauconieuse rapportée au Turonien supérieur séparée des craies blanches par un niveau de meule ou de tun, c'est-à-dire de craie durcie souvent phosphatée.

Partie inférieure:

- les « marnes bleues » avec concrétions siliceuses et les « dièves » ou argiles verdâtres sans silex, appartenant au Turonien moyen et inférieur.

La base du Crétacé est toujours marquée par un niveau conglomératique. Quelques vestiges de Crétacé plus ancien (Cénomamien) ont été rencontrés localement, notamment dans certaines carrières de la région de Tournai.

Seules les couches marneuses et quelques résidus des concrétions siliceuses ont été conservées dans la partie belge de la région étudiée, où les horizons supérieurs de ces marnes sont plus ou moins aquifères.

La masse des craies renferme par contre, dans le Nord de la France, une nappe aquifère, très importante.

### 1.1.4. Le Wealdien

À la partie supérieure du Paléozoïque, sous le niveau transgressif du Crétacé, on

peut trouver des dépôts sporadiques disposés en poches dans des cavités de dissolution karstique du Calcaire carbonifère et comprenant des argiles, des sables et des graviers de natures et d'épaisseurs très diverses. Ces dépôts sont d'origine continentale et d'âge incertain. Leur disposition est très irrégulière, mais ils prennent un développement important dans la vallée de l'Escaut en aval de Kain. Ces dépôts que l'on rapporte au Wealdien sont souvent associés à des argiles noires de décalcification du calcaire.

Les faciès d'altération « in situ » du calcaire sont d'ailleurs souvent difficiles à distinguer du Wealdien proprement dit, tout ou moins dans les sondages courants.

### 1.1.5. Le Calcaire Carbonifère

La stratigraphie du Calcaire Carbonifère a été bien établie par les observations faites en carrière et les coupes fournies par quelques forages récents (forage de l'Asile de Tournai, forage de Vieux-Leuze, forage d'Annapes).

La succession des diverses assises se présente comme suit: (voir tableau à la page 238).

La partie supérieure du Viséen — le calcaire de Bleton — et la partie moyenne — calcaire de Basècles — ne se trouvent qu'au sud du Tournaisis et n'interviennent pas dans l'hydrologie de la région considérée.

Le Viséen inférieur constitue la vaste cuvette qui s'étend de Tournai à Mouscron et dont l'axe sensiblement Est-Ouest passe par Leuze et Roubaix. On y rencontre deux formations assez différentes du point de vue hydrologique.

La partie supérieure (V1b) occupe le cœur du Synclinal de Roubaix. Ce sont des calcaires crinoïdiques, plus ou moins dolomitiques, peuvent être altérés dans le karst en dolomie cavernuse ou même en sable dolomitique à l'Ouest de l'Escaut. Les innombrables fissures du karst permettent le drainage facile des régions dolomitisées, éminemment aquifères.

La partie inférieure (V1a) est souvent modifiée par le karst wealdien. La roche est transformée en alternances de bancs de cherts disjoints et de sable dolomitique, difficiles à distinguer en sondage des cail-

V3	— Calcaire de Blaton	(400 m)	} 1600 m
V2	— Calcaire de Basècles	(600 m)	
V1by	— Calcaire crinoïdique dolomitique (de Lens)	(400 m)	
V1a	— Calcaire siliceux noir (de Warchin)	(200 m)	

TOURNAISIEN (en gisement)

Tn3cb	— Calcaire noir de Gaurain-Ramecroix	(20 m)	}
Tn3ca	— Calcaire noir d'Antoing	(50 m)	
Tn3bb	— Calcaire crinoïdique de Vault	(30 m)	
Tn3ba	— Calcaire crinoïdique de Pont-à-Rieu	(20 m)	
Tn3ab	— Calcaire de la Providence	(40 m)	
Tn3aa	— Calcaire d'Allain	(40 m)	
(en sondage)			
Tn2c	— Calcschistes de l'Orient	(60 m)	
Tn2b	— Calcaire de Landelies	(90 m)	
Tn2a	— Schistes à <i>Spiriferillina</i>	(20 m)	
Tr1b	— Calcaire d'Hastièrre	(20 m)	
Tn1a	— Couches d'Etroeungt	(40 m)	

loutis du Wealdien. L'altération de cette formation est très accentuée au voisinage de l'Escaut au Nord de Tournai.

Le Tournaisien sous-jacent borde le Viséen au nord de la région considérée, mais surtout, il est ramené au jour entre Tournai et Antoing par l'anticlinal du Mélantois<sup>1</sup> — Tournais où il est largement exploité en carrières. Seule sa partie supérieure (Tn3) y est observable.

Les calcaires du Tournaisien supérieur sont argilo-siliceux; les fissures sont colmatées par des résidus siliceux (tripoli de Tournai) de telle sorte que la perméabilité est en général assez médiocre.

Le Tournaisien moyen n'affleure pas dans la vallée de l'Escaut et n'est connu que par des sondages profonds. Il forme le socle paléozoïque du Mélantois. Il est par ailleurs à exclure des formations aquifères. Le calcaire de Landelies Tn2b étant isolé par des couches schisteuses n'intervient pas dans l'hydrologie du Tournaisis.

Le Tournaisien inférieur est formé d'un complexe de schistes, de calcaires, de dolomies

et de grès à ranger, du point de vue hydrologique, avec le Dévonien supérieur. Il forme le socle primaire de la région lilloise.

1.1.6. Le Dévonien

La composition exacte du Dévonien nous a été donnée par le forage de l'Asile de Tournai. Le Devonien n'est guère aquifère à grande profondeur, mais présente un intérêt hydrologique en bordure du Calcaire carbonifère (captages de Dergneau près de Renaix, à Halluin et à Frelinghien).

Géologiquement, cette nappe du Dévonien semble devoir être isolée de celle du Calcaire carbonifère. Cependant, les observations dont on dispose actuellement ne permettent pas de vérifier ce point de vue.

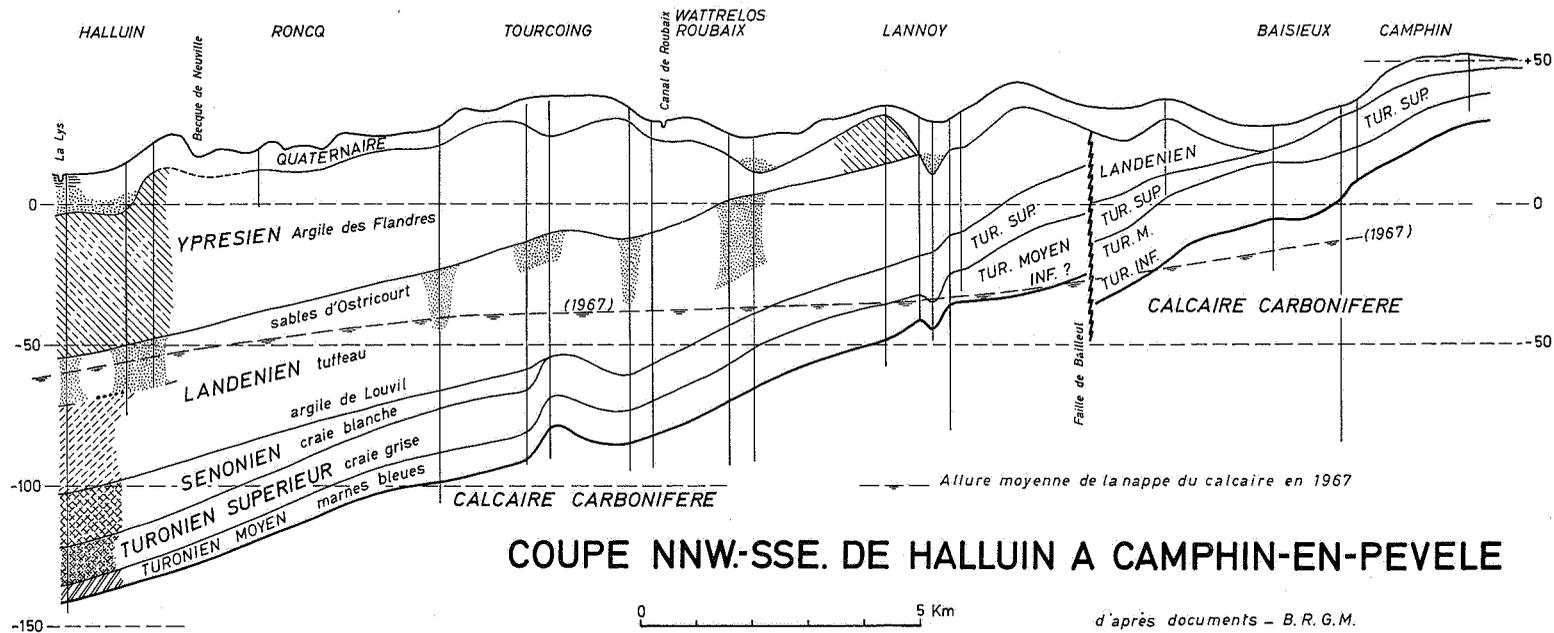
1.2. Structure géologique et failles.

Le substratum paléozoïque de la région étudiée appartient au bord nord du Synclorium de Namur, lequel offre un large développement des calcaires dinantiens, depuis la vallée de la Meuse à l'est, jusque dans le

<sup>1</sup> ou anticlinal d'Annapes

NNW.

SSE.



COUPE NNW-SSE. DE HALLUIN A CAMPHIN-EN-PEVELE

Fig. 3

sous-sol de la région lilloise à l'ouest. Seule nous intéresse ici la structure géologique du Calcaire carbonifère.

Nous avons évoqué précédemment, l'existence d'un dôme anticlinal faillé mis en évidence à l'affleurement dans la « fenêtré » du Tournaisis, auquel succède vers le nord le Synclinal de Leuze-Roubaix.

En dehors des affleurements où la géologie est bien connue, nos connaissances de la structure du Calcaire carbonifère sont très imprécises, notamment du côté français où, malgré les nombreux forages on ne dispose pratiquement pas d'informations précises sur la stratigraphie; dans cette zone, on a pu tout au plus récemment, à la suite de prospections géophysiques dans le cadre de recherches pétrolières, émettre quelques hypothèses pour tenter de relier l'anticlinal du Tournaisis à celui d'Annapes.

On a supposé en effet que cette structure anticlinale se prolongeait, en direction, vers la France, et qu'elle pouvait avoir un rapport avec le dôme du Mélançois mis en évidence dans le Crétacé de la région d'Haubourdin<sup>1</sup>. Elle a donc fait l'objet des préoccupations d'une société pétrolière, la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine sur son permis de recherches d'Armentières. La campagne sismique qui a été réalisée dans le cadre de ces travaux (avec « calage » sur des forages anciens et carottage sismique) a permis de mettre en évidence deux culminations dont la plus importante est le « top » d'Annapes et l'autre, dans son prolongement vers le Tournaisis, située entre Sin et Willems au voisinage de la frontière; une confirmation de ces interprétations a été donnée par les core-drills.

L'écorché géologique ante-crétacé montre alors l'existence d'un anticlinal dont le cœur est occupé par le Tn2a, que l'on a appelé « anticlinal du Tournaisis-Mélançois », relayé

par un synclinal occupé par du Viséen (synclinal de Roubaix), au nord duquel existerait, vers Courtrai, un anticlinal à cœur dévonien. Mais nous insistons sur l'imprécision qui reste dans la connaissance des rapports entre la structure observée dans la « fenêtré » de Tournai et l'anticlinal d'Annapes.

On sait, grâce aux observations dans les nombreuses carrières entre Antoing et Tournai, qu'il existe plusieurs failles dénivellant les niveaux stratigraphiques de 20 à 200 m, la principale étant celle de Gaurain-Ramecroix que l'on peut suivre sur quelque distance vers l'ouest. La direction privilégiée de ces failles est est-ouest. Certaines d'entre elles se prolongent en territoires français où elles ont probablement un rapport avec d'autres failles mises en évidence dans la craie (région d'Haubourdin-Mélançois).

Au nord des carrières, dans le Hainaut occidental, il doit exister autant de failles que dans le Tournaisis, sinon davantage: il doit y avoir par exemple, au nord de Mouscron une faille très importante qui escamote la plus grande partie du V1a et du Tn3. Mais faute de données géologiques suffisantes, leur tracé est impossible à établir. L'hydrologie du Calcaire carbonifère est très certainement conditionnée par ces failles, comme nous le verrons plus loin.

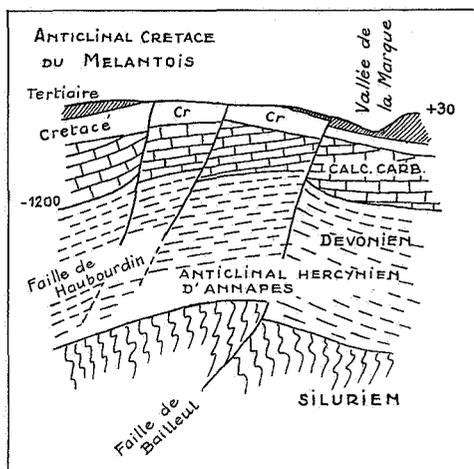


Fig. 4

<sup>1</sup> Le dôme du Mélançois est une structure anticlinale qui affecte les terrains post-paléozoïques. Les rapports entre les deux structures hercynienne et crétacé sont complexes. Sous toutes réserves, on peut envisager le schéma donné par la figure 4 ci-jointe.

### 1.3. Les puits naturels du Tournaisis

Il existe de nombreux puits naturels dans le Tournaisis qui ont été particulièrement bien étudiés par R. Legrand. La formation endémique de ces puits est un phénomène lié à l'hydrologie des calcaires.

Dans le cas présent, le ravalement continu de la nappe crée un vide partiel dans le sous-sol, ce qui se traduit par une succion plus ou moins forte se propageant à travers les terrains surincombants.

Ce phénomène a un caractère typiquement saisonnier — plus des 9/10 des puits naturels apparaissent l'hiver — et peut s'expliquer assez facilement. On sait que le sous-sol calcaire du Tournaisis a connu de multiples phases de circulation souterraine active au cours de l'histoire géologique et l'on peut considérer que la dissolution y a été poursuivie de façon assez discontinue depuis l'époque wealdienne, c'est-à-dire depuis 150 millions d'années. Dans les cas de dissolution étendue du calcaire, les terrains surincombants sont descendus en masse (cas de l'ouvala de Kain); par contre, dans le cas de vides localisés, des éboulements peuvent se produire de proche en proche et la progression de l'éboulement se fait vers le haut.

## 2. HYDROLOGIE DE LA NAPPE DU CALCAIRE CARBONIFERE.

Le réseau de fractures et de fissures auquel s'ajoutent parfois des cavités naturelles de dissolution confère au Calcaire carbonifère une perméabilité karstique qui permet aux eaux météoriques qui s'y infiltrent de circuler et de constituer une nappe aquifère puissante et étendue.

Dans les zones d'affleurement du calcaire, la nappe est libre: cela signifie que l'écoulement des eaux souterraines obéit à la seule gravité, et comme nous le verrons plus loin, la nappe souterraine s'écoule schématiquement suivant la pente structurale des couches, du sud et de l'est vers le nord et l'ouest. Dans le Hainaut occidental, entre l'Escaut

et la frontière, la nappe devient captive sous les terrains de recouvrement: en d'autres termes, les terrains, dans laquelle elle s'écoule s'enfoncent davantage sous une couverture imperméable, que ne s'accroît la pente de la nappe, de telle sorte que tout le milieu est saturé cette fois et que l'eau des forages va occuper un niveau qui, à la limite — on parlera alors de forages artésiens — sera situé au-dessus de la surface du sol; les tout premiers ouvrages de captage de cette nappe qui ont été creusés vers le milieu du XIXe siècle ont rencontré une telle situation: on peut citer le forage de l'hôpital militaire à Lille où le niveau de l'eau s'équilibrait à l'altitude + 22,90 en 1840<sup>1</sup>.

En rive gauche de l'Escaut, la nappe n'a pas d'émergence naturelle sauf au site des Emprises, proche de l'Escaut, au nord de Tournai et l'ensemble des forages qui la captent constitue, en première analyse, son principal exutoire.

En rive droite, un drainage partiel de la nappe se fait naturellement vers l'Escaut: le bassin hydrographique de l'Escaut proprement dit, à l'est de Tournai, est fort réduit et se trouve nettement en contrebas des bassins hydrographiques voisins (bassin de la Haute Dendre, bassin du Rhosnes). On connaît d'ailleurs quelques sites sourciers naturels dans cette région.

Certains puits creusés dans la plaine alluviale de l'Escaut, à hauteur de Kain, ont jadis donné lieu à jaillissement de la nappe qui se trouvait donc plus ou moins captive sous les alluvions.

### 2.1. Modalités d'alimentation de la nappe

L'origine de cette eau est encore mal déterminée, mais parmi les origines possibles, on peut distinguer:

a. *Les infiltrations d'eaux météoriques dans la zone d'affleurement du Tournaisis.*

La surface de la zone d'alimentation théo-

<sup>1</sup> On notera que le sol est à l'altitude + 20 environ à Tournai.

rique de la nappe, appartenant au bassin oriental de l'Escaut atteint environ 45 km<sup>2</sup>, se répartissant comme suit: 2 km<sup>2</sup> sous la plaine alluviale au Nord de Tournai, 34 km<sup>2</sup> au nord de l'axe anticlinal et 9 km<sup>2</sup> au sud de celui-ci. Cette superficie n'a qu'une valeur indicative: elle représente l'étendue de la région où les couvertures imperméables du Turonien et de l'Yprésien sont absentes, permettant à la fraction des précipitations atmosphériques qui n'a pas été « évapotranspirée » de s'infiltrer dans le sous-sol. En tout état de cause, même en admettant pour infiltration des valeurs optimistes, elle est insuffisante à elle seule, au regard des prélèvements effectués, pour assurer l'alimentation de la nappe. De plus, l'exploitation en carrière à Antoing et à Gaurain-Ramecroix<sup>1</sup> donne lieu à une exhaure de l'ordre de 10 millions de m<sup>3</sup> par an qui constitue un prélèvement important dans les ressources en eau souterraine. En admettant par exemple que 25 % de la pluviosité annuelle moyenne (environ 750 mm) profite directement à la nappe, on constatera que cette exhaure dépasse largement l'apport pluvial normal (environ 8,5 millions de m<sup>3</sup>/an)

Des observations anciennes et récentes sur les niveaux de l'eau dans toutes les carrières ont montré que cette région, véritablement hachée par des failles était divisée en compartiments plus ou moins isolés hydrologiquement les uns par rapport aux autres. Autant qu'on puisse en juger par ces observations, tous les prélèvements situés au sud d'une grande faille passant approximativement par la ville de Tournai pourraient n'avoir qu'une faible influence sur le comportement de la nappe située au nord de cette faille, c'est-à-dire dans une zone que l'examen des données piézométriques (cf plus loin § 23, 24 et 25) conduit à qualifier de critique.

Mais qu'il y ait ou non cette limite hydrau-

lique à la hauteur de Tournai, la présence des carrières réduit considérablement la superficie de l'affleurement du Calcaire carbonifère susceptible de contribuer à l'alimentation de la nappe étudiée et il paraît peu vraisemblable que les eaux prélevées de Pecq-St Léger à Roubaix-Tourcoing puissent provenir en totalité des affleurements de Tournai.

#### *b. Les infiltrations des eaux météoriques dans les zones de bordure de l'affleurement.*

Il est possible en effet que les terrains de recouvrement aient une perméabilité faible, mais suffisante pour que ces eaux atteignent, au moins localement, le Calcaire carbonifère.

Il est possible également qu'une partie des eaux de ruissellement sur l'argile yprésienne s'écoule vers ces zones et pénètre dans la masse calcaire.

#### *c. La percolation des nappes sus-jacentes.*

Le fléchissement de la nappe du Calcaire semble avoir influencé le niveau de la nappe pléistocène en aval de Tournai dans la plaine de Templeuve, laquelle s'est également abaissée.

Le niveau de l'eau souterraine se trouve à la côte —10 à Kain, dans le calcaire, alors qu'il y a une trentaine d'années encore, la nappe venait sourdre en griffons à travers les sables pleistocènes. Cela représente une baisse de niveau de l'ordre de 30 m.

On ne peut peut-être pas affirmer que les assises du Turonien inférieur qui recouvrent le Calcaire carbonifère soient rigoureusement imperméables et il est possible, notamment à la faveur d'accidents géologiques locaux qu'il y ait des communications entre la nappe du Calcaire carbonifère et, le cas échéant, la nappe de la craie ou la nappe des sables landéniens. De telles communications ont été créés artificiellement du côté français, par des forages qui captaient simultanément la nappe de la craie et celle du Calcaire carbonifère, les mettant ainsi en communication.

Nous avons signalé que le Landénien était parfois fort réduit et alors essentiellement sableux. Il n'y a dans ce cas, pas de coupure hydrologique entre la nappe du Landénien et

<sup>1</sup> Trois très importantes carrières sont actuellement en exploitation. L'exploitation nécessite le rabattement de la nappe par pompage. Dans celle de Gauvain-Ramecroix dont la profondeur dépasse 100 m., la nappe est rabattue à la cote —70

celle du calcaire, notamment dans la zone où le crétacé est absent.

d. *L'infiltration des eaux de l'Escaut.*

L'Escaut traverse vers Kain, au nord de Tournai, une zone d'effondrements karstiques qui, comme nous l'avons vu plus haut, sont la manifestation en surface de phénomènes de dissolution du calcaire et qui sont également le signe d'une circulation active d'eau souterraine. Ces effondrements créent une liaison entre la nappe du Calcaire carbonifère et la surface. Il est arrivé que de l'eau de l'Escaut, lorsque celui-ci débordait de son lit, pénétrait dans le Calcaire carbonifère à la faveur des effondrements karstiques.

Par contre, d'autres observations faites à l'occasion de divers travaux, ont montré que les dépôts de comblement du thalweg de l'Escaut dans la cluse Tournai-Antoing, sont peu perméables. On a aussi dit que le fond du lit de l'Escaut était actuellement colmaté par les dépôts vaseux.

e. *L'infiltration des eaux météoriques par des affleurements éloignés.*

Le Calcaire carbonifère du bord nord du bassin de Namur est recoupé non seulement par la cluse qu'occupe le thalweg de l'Escaut entre Antoing et Tournai, mais il est entaillé plus à l'est par les vallées supérieures des bassins de la Dendre et de la Senne<sup>1</sup>. Il est possible, compte tenu de l'allure générale de la surface du calcaire sous le recouvrement tertiaire initial qu'il existe, en dehors des drainages locaux vers les différents thalwegs, un courant de fond général vers le bassin de l'Escaut avec une pente moyenne de 1,5 à 2% du Piéton à l'Escaut (émergences de la nappe à la cote + 120 à Gouy-Lez-Piéton — cote + 12 de l'Escaut à Kain). Et l'on a pu dire que la circulation de l'eau souterraine à l'intérieur des cavités et fissures du Calcaire carbonifère est indépendante du relief qui gouverne l'écoulement des eaux de surface. Cela n'est pas rigoureusement exact et il est

<sup>1</sup> Au delà encore, on sait que le drainage de la nappe se fait vers la Sambre par le Piéton et l'Orneau.

un peu trop simpliste de penser que les eaux infiltrées dans la région de Namur par exemple, viennent finalement aboutir dans le Tournaisis où leur circulation est compliquée par la présence de failles formant, comme nous l'avons vu, bien souvent écran.

2.2. *L'allure actuelle de la surface de la nappe.*

L'observation des niveaux de l'eau dans les différents forages belges et français a permis de dresser la carte de la surface piézométrique actuelle de la nappe (v. ci-joint en annexe). Cette carte montre l'existence d'un niveau pratiquement uniforme, à une cote voisine de —40 suivant une ligne est-ouest de plus de 15 km allant de Pecq-Sint-Léger à Tourcoing. C'est dans cette zone que s'effectue la plus grande partie des prélèvements d'eau tant du côté français que du côté belge<sup>1</sup>. Comme nous allons le voir, les niveaux de l'eau à Roubaix et à Pecq-St-Léger ont varié de la même façon en restant toujours sensiblement égaux (v. notamment graphique des niveaux des forages de Motte-Marquette et de St-Léger); cela démontre l'existence d'une transmissivité tout à fait remarquable dans le karst de toute cette zone et l'on a pu dire que de Bondues à l'ouest jusqu'à Pecq-St-Léger à l'est, la nappe se comporte comme un véritable lac souterrain dont le niveau varie également d'une extrémité à l'autre en fonction des prélèvements globaux.

On remarquera que l'extrapolation à l'est de Pecq de cette forte transmissivité viendrait à l'appui de l'hypothèse de l'alimentation lointaine de la nappe, mais cela reste à démontrer.

Au sud de cette zone, à la cote —40, la carte piézométrique montre l'existence d'un gradient sud-nord correspondant au rabattement créé par les captages. Ce gradient assez régulier depuis Pecq, jusque dans la région de Templeuve-Ramegnies-Chin, implique l'existence d'un écoulement dans le sens

<sup>1</sup> Cette zone correspond sensiblement au Synclinal de Roubaix.



Fig. 5: Variations piézométriques de la nappe du calcaire carbonifère dans le forage de bondues.

sud-nord dont on ne connaît pas l'importance relative pour l'alimentation de la nappe. Bordant la zone déprimée au sud, se dessine une zone à gradient hydraulique accentué entre Blandain, Kain et Tournai. Ceci peut s'expliquer par une diminution de la transmissivité de la nappe: dans cette zone, on passe du Viséen moyen (V1b) qui occupe le cœur du Synclinal de Roubaix au Viséen inférieur (V1a) moins aquifère (cf. § 114); mais une autre explication peut être aussi recherchée dans l'existence d'un réseau de failles, certes mal connu, mais dont le prolongement présumé à l'ouest de Tournai peut être rendu responsable de la création d'une sorte de limite hydraulique à la nappe.

Dans la région des carrières, la nappe se trouve localement rabattue jusqu'à très grande profondeur (—33 à la carrière du Milieu, —68 à la carrière de Gaurain-Ramecroix). Cependant, les observations systématiques récemment effectuées par l'Administration des Mines de Belgique, sous la direction de R. Fradcourt, montrent que ces rabattements n'ont qu'une influence latérale limitée.

Vers l'est, la surface piézométrique remonte, atteignant et dépassant même des cotes supérieures à +50 entre Antoing et Leuze, à Barry et Pipaix où semble exister un partage des eaux souterraines.

Les observations faites dans de nombreux puits montrent que dans cette région, la nappe y est remarquablement stable. Les écarts constatés d'une année à l'autre tombent plus ou moins dans la marge d'incertitude des mesures. Le drainage de la nappe libre immédiatement à l'est de Tournai par le Rieu d'Amour est nettement apparent dans la région d'Havannes-Beclers, où il y a liaison étroite entre les eaux de surface, celles du Landénien et celles du calcaire. Il y a un manifestement de drainage de ce massif vers l'Escaut et le Bassin de la Verne (situé au sud de la région étudiée), ainsi qu'en témoignent l'existence de sites sourciers (Péronnes, Vézon) et le caractère jaillissant de la nappe du calcaire entre Leuze et Péruwelz (région de Wiers). Le gradient hydraulique entre Leuze et la région déprimée située au

nord-ouest est faible. On est cependant tenté d'admettre qu'une alimentation importante de la nappe doit se faire par le couloir compris entre Leuze et Dergneau. Il y aurait donc grand intérêt à suivre le régime de la nappe dans cette partie du gisement.

Plus au nord et à l'ouest, la structure et la nature géologique des terrains primaires font en sorte que la perméabilité diminue et que les échanges entre les différents horizons aquifères sont très réduits. La surface piézométrique s'abaisse considérablement pour atteindre la cote —75 à Halluin et —100 au droit de la Lys à Frelinghien dans le Famennien. La nappe est d'ailleurs de moins en moins exploitable dans cette direction à cause de sa salinité.

### 2.3. *L'abaissement du niveau de la nappe.*

L'accroissement des prélèvements à la nappe entraîne une baisse continue du niveau d'eau dans les ouvrages de captage. Dans la région de Roubaix-Tourcoing, cette baisse a atteint une soixantaine de mètres depuis le début du siècle; depuis 1962, elle a atteint 1,25 m/an en moyenne, marquant un certain fléchissement par rapport aux années précédentes. A Pecq-St-Léger, depuis la création à partir de 1930 des captages de la S.N.D.E., les niveaux de l'eau ont varié de la même façon en restant toujours sensiblement égaux (v. graphique des niveaux d'eau des forages de Motte-Marquette à Roubaix et à St-Léger.

En France, depuis 1961, on suit de façon très précise les variations du niveau de la nappe par l'enregistrement du piézomètre de Bondues, suffisamment éloigné des gros captages; ce graphique (v. fig.) accuse régulièrement chaque année une remontée au mois d'août, imputable à l'arrêt ou au ralentissement des pompes industrielles pendant les congés<sup>1</sup>. Mais la tendance générale du graphique est à la baisse.

<sup>1</sup> Sur l'enregistrement hebdomadaire on peut même voir les variations dues à l'arrêt de certains captages industriels pendant une partie de la nuit ainsi que les variations hebdomadaires du week-end. Les mêmes observations sont faites à Mouscron.

C'est surtout en Belgique notamment dans la zone d'alimentation du Tournaisis que les informations sur les niveaux piézométriques — malgré les réserves d'usage — sont très précieuses. Nous allons nous y attarder,

Les plus anciennes mesures de niveau de la nappe du Calcaire carbonifère en territoire belge datent de 1868: Frasnès-les-Buissonal +32 et de 1880: Templeuve +24<sup>2</sup>.

Au début du siècle le niveau d'équilibre dans la région des carrières se situait vers +23 et l'on assistait à un drainage naturel en direction de la vallée de l'Escaut où le niveau de la nappe, dans la plaine alluviale était +16 à +17. Vers cette époque les pompages de

Roubaix-Tourcoing influençaient déjà probablement le niveau en zone captive puisque l'on trouve + 8 à Mouscron en 1894.

A la fin de la première guerre mondiale le niveau dans les carrières après arrêt complet de l'activité se plaçait vers +21.

Immédiatement avant la seconde guerre mondiale, les données sont suffisamment abondantes pour ébaucher l'allure de la sur-

<sup>2</sup> Actuellement le niveau de la nappe se situe au voisinage de la cote -25 à Templeuve, de sorte que l'on trouve un abaissement de la nappe, depuis la fin du siècle dernier, comparable à celui des régions plus occidentales de Roubaix-Tourcoing.

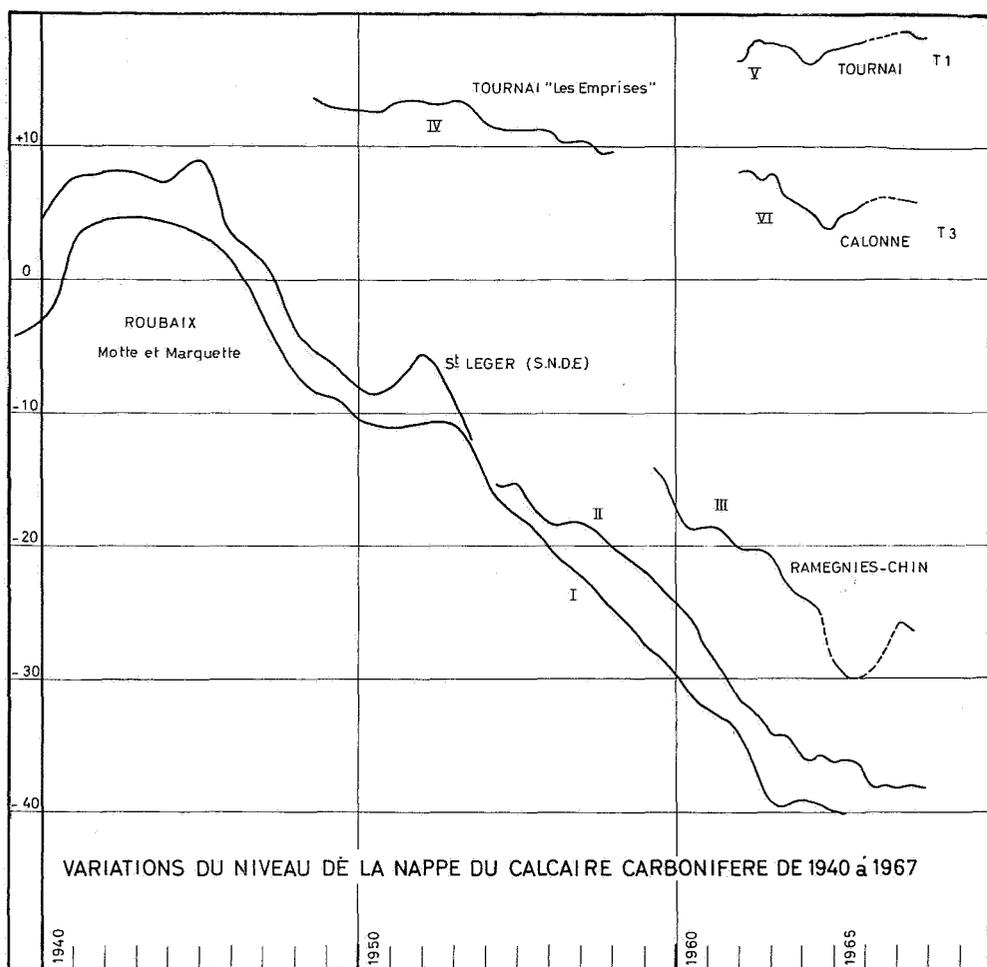


Fig. 6

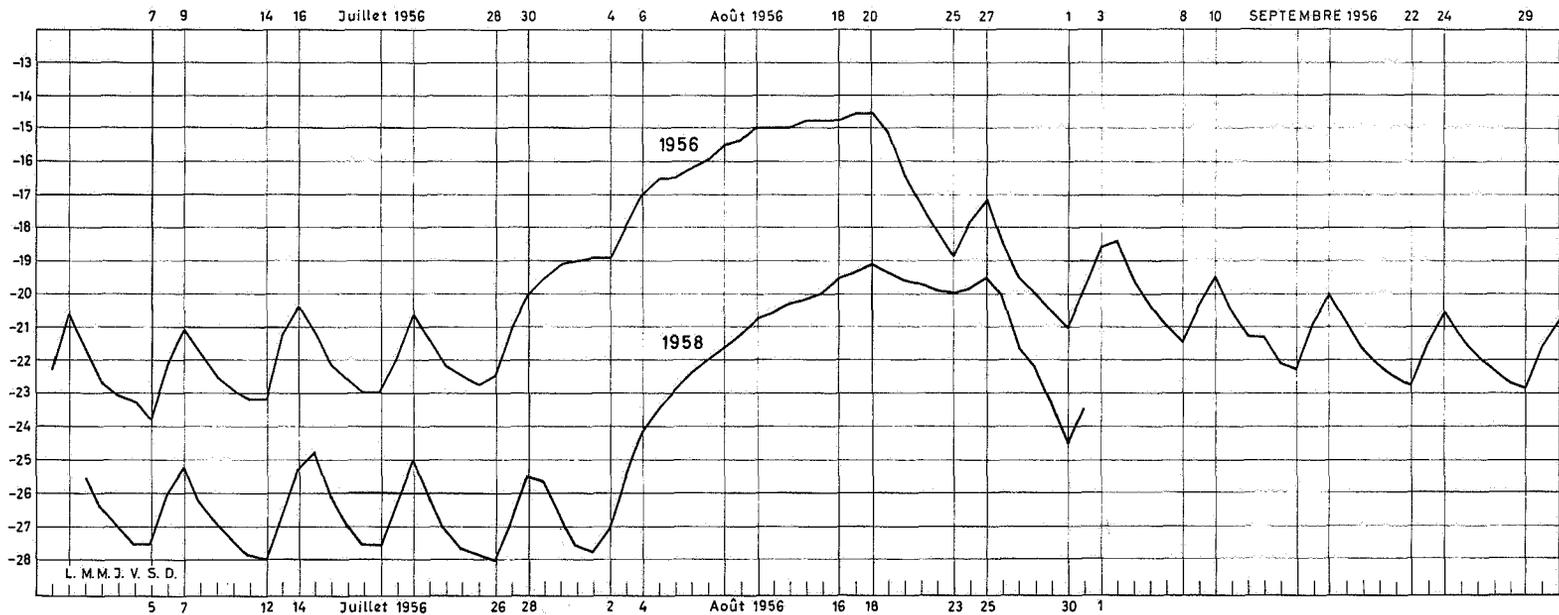


Fig. 7: Variation du niveau de la nappe du calcaire carbonifère à Mouscron sous l'effet de pompages intermittents

face piézométrique entre l'Escaut et la Petite Dendre, dans la région Antoing-Tournai-Leuze: on y observe des niveaux dépassant la cote +50 entre la Dendre (Leuze) et l'Escaut (Antoing) notamment à Gaurain-Ramecroix. Cette situation est conservée de nos jours sensiblement dans le même état sauf bien entendu au voisinage des carrières, vers Gaurain où les niveaux sont nettement plus bas: de 25 à 30 m au moins. La nappe est aussi restée dans une position relativement stable dans la région de Rumes au sud-ouest de Tournai, ainsi que dans celle de Frasnes au nord de Leuze.

Des observations très précises sont poursuivies actuellement, dans les carrières du Tournaisis et par enregistrement des niveaux sur 7 piézomètres: en rive gauche de l'Escaut, à Leers, Templeuve, Blandain et Marquain; en rive droite, à Hérinnes, Molembaix et Velaines. Mais ces observations ne couvrent encore qu'une période trop brève pour permettre des conclusions intéressantes et apprécier la nature du régime de l'écoulement. C'est dire que des études longues et délicates restent à poursuivre dans ce domaine, qui seront très riches d'enseignements.

#### 2.4. Les prélèvements

Depuis un siècle environ, mais surtout au cours de la première moitié du XXe, le développement de l'industrie textile tout d'abord, puis la naissance et le développement de toute une activité industrielle diversifiée, avec en corollaire un accroissement considérable de la population<sup>1</sup>, ont nécessité, de part et d'autre de la frontière dans la région qui nous intéresse, la création de captages de plus en plus nombreux pour la satisfaction des besoins en eau de l'industrie et des collectivités.

Tous les captages au Calcaire carbonifère dans la région considérée ont pu être recensés par l'Administration des Mines tant du côté français que du côté belge. Globale-

ment, l'inventaire de ces captages en 1966 a donné les résultats suivants:

— prélèvements des distributions publiques belges d'eau potable	17 100 000 m <sup>3</sup>
— prélèvements des distributions publiques françaises	16 100 000 m <sup>3</sup>
— prélèvements des industriels belges	1 900 000 m <sup>3</sup>
— exhaure des carrières belges	9 800 000 m <sup>3</sup>
— prélèvements des industriels français	30 800 000 m <sup>3</sup>
	TOTAL: 75 700 000 m <sup>3</sup>
	(soit près de 2,5 m <sup>3</sup> /sec)

Ces chiffres ne comprennent que les prélèvements situés à l'intérieur du périmètre de la région considérée (cf. § 1). Des prélèvements en eau souterraine réalisés dans le Hainaut occidental sont donc exclus notamment ceux de la région de Leuze et au-delà, de la TMVW, dans la région de Ligne (8 millions de m<sup>3</sup>/an).

Si l'on ne s'intéresse qu'à la « zone critique » rapidement évoquée précédemment (v. § 21-a), il faut retrancher de ce total les prélèvements de l'agglomération de Tournai, soit 2,5 millions de m<sup>3</sup> et l'exhaure des carrières, ce qui correspond au total à 16,2 % du prélèvements global précédent.

Pour apprécier l'importance économique de ces prélèvements, il faut faire les remarques suivantes:

1. Les distributions publiques belges qui s'alimentent en quasi-totalité à la nappe du calcaire carbonifère sont celles des régies municipales d'Antoing, de Tournai et de Mouscron, ainsi que celles de la S.N.D.E. à Pecq-St Léger. Cette dernière alimente toute une partie de la Flandre occidentale. La Flandre occidentale et le Tournaisis sont donc tributaires, pour la satisfaction de leurs besoins en eau potable, des ressources de la nappe du Calcaire Carbonifère.

2. Les distributions publiques françaises sont celles qui alimentent la grande agglomération de Lille-Roubaix-Tourcoing pour

<sup>1</sup> A titre d'exemple, la population de l'arrondissement de Lille a triplé entre 1850 et 1954.

lesquelles l'eau du Calcaire carbonifère représente environ le quart de leurs ressources.

3. Les industriels français prélèvent plus de la moitié de leurs besoins en eau de nappe dans le Calcaire carbonifère et le reste, soit dans la nappe de la craie, soit aux réseaux de distribution publique.

4. Les industriels belges prélèvent directement dans la nappe des quantités d'eau relativement plus faibles, mais ils sont généralement tributaires des réseaux de distribution, donc indirectement, de l'eau du Calcaire carbonifère.

## 2.5. *L'influence des prélèvements sur le fléchissement de la nappe.*

Nous avons donné précédemment l'état actuel des prélèvements annuels à la nappe. Ces prélèvements, tant du côté français que du côté belge, ne restent pas figés dans le temps.

Il est évident que l'accroissement de ces prélèvements doit accélérer l'abaissement général de la nappe.

Il est donc capital de pouvoir établir une relation entre ces deux variables.

Avant d'aborder cette question, il nous a paru intéressant de donner ici quelques indications sur le taux d'accroissement annuel moyen des prélèvements au cours des dix dernières années. On a pu estimer ceux-ci :

- du côté français :
  - + pour la distribution publique 12,7 %
  - + pour l'industrie 3 %soit au total, un doublement des prélèvements en quinze ans environ.
- du côté belge :
  - + pour la distribution publique (captages de Mouscron et de Pecq-St-Léger seulement, en l'absence d'autre information) 11,3 %
  - + pour l'industrie, inconnu.

La conséquence pratique de cet état de chose est la suivante :

Du côté français, plusieurs forages ont déjà été asséchés et sont devenus inutilisables ; pour d'autres, il a fallu descendre à plusieurs

reprises les crépines des pompes ; on sait à la suite d'enquêtes qu'au rythme actuel de la baisse de niveau, 10 % des captages seraient très gravement menacés en 1972, dont un tiers seraient définitivement taris faute de pouvoir descendre davantage les crépines.

En Belgique aussi, où des problèmes semblables se posent, on s'est parfois trouvé dans l'obligation de descendre à diverses reprises les crépines des pompes.

Actuellement, la marge de sécurité des captages, c.a.d. la hauteur d'eau au-dessus du toit du calcaire, atteint 25 m. à St. Léger et 60 m. à Mouscron

On a tenté de reconstituer historiquement l'évolution du niveau piézométrique comparée à celle des prélèvements en France.

Cette reconstitution a montré que l'on pouvait retenir pour probable l'hypothèse selon laquelle l'évolution du rabattement depuis l'origine des pompages (1880-90) est proportionnelle aux prélèvements effectués dans la nappe. Le coefficient de proportionnalité entre les débits prélevés annuellement (en millions de m<sup>3</sup>), et le rabattement moyen de la nappe (en m) est de l'ordre de 0,7 pour les 20 dernières années ; il était voisin de 1 auparavant. Cela signifie, qu'à débit égal, la valeur du rabattement moyen annuel s'est accrue de 40 à 50 % par rapport à ce qu'elle était au cours des 50 années précédentes. Suivant cette hypothèse, tout se passe comme si la « vidange » de la nappe se faisait suivant une fonction linéaire de perte de charge. Mais lorsque la nappe ne sera plus captive, la vidange suivra une loi, non plus linéaire, mais parabolique et dans laquelle le rabattement sera fonction, non plus seulement du débit prélevé, mais du carré de ce débit. Déjà, on sait que dans certaines zones, tant du côté français, que dans le Tournaisis, la surface piézométrique se trouve au-dessous du toit du calcaire, c'est-à-dire que la partie supérieure du calcaire est dénoyée et que la nappe n'y est plus captive mais libre.

Le même problème a aussi été abordé par l'un de nous, en partant de considérations hydrologiques théoriques. Cette étude théorique aboutit à des conclusions conformes aux constatations précédentes, c.a.d. que le

fléchissement spectaculaire de la nappe est essentiellement dû à l'accroissement des prélèvements en zone captive.

Il est impossible de savoir si le montant actuel des prélèvements d'eau n'est pas supérieur à l'alimentation de la nappe et si, dans ces conditions, le niveau de la nappe ne continuerait pas à baisser même si on pouvait arrêter l'accroissement des prélèvements. Cette situation serait alors particulièrement alarmante, car il faudrait réduire énergiquement les prélèvements pour arrêter le tarissement de la nappe. Même si la baisse des niveaux n'est que la seule conséquence du rabattement créé par les pompages, on ne pourra pas augmenter indéfiniment les prélèvements et le rabattement en approfondissant les captages.

## CONCLUSIONS

Nos conclusions seront brèves.

Il nous paraît nécessaire de souligner quelques caractères géologiques dont l'importance a peut-être été sous-estimée jusqu'ici dans l'étude de la nappe franco-belge du Calcaire carbonifère :

1. Le Calcaire carbonifère est constitué d'une succession d'horizons géologiques de nature lithologique variable et qui se comportent différemment du point de vue hydraulique: seules semblent devoir jouer un rôle important :

- la partie supérieure du Viséen inférieur (V1b)
- la partie médiane du Tournaisien supérieur (Tn3b) notamment dans le thalweg

de l'Escaut immédiatement au nord de Tournai où le karst est plus développé — localement la partie inférieure du Viséen inférieur (V1a)

Le premier horizon nommé est le plus important à considérer à cause de la situation qu'il occupe dans la structure géologique, à savoir le Synclinal de Roubaix vers lequel convergent les filets liquides, mais aussi à cause de son altération plus développée, en rapport avec le karst wealdien.

2. La région susceptible de recevoir des précipitations atmosphériques contribuant à l'alimentation de la nappe a une surface nettement plus étendue que celle occupée par les seuls affleurements de Calcaire carbonifère. En effet, l'absence de niveau imperméable à la base du Landénien, lorsque celui-ci recouvre directement le calcaire, rend solidaires les deux horizons perméables.

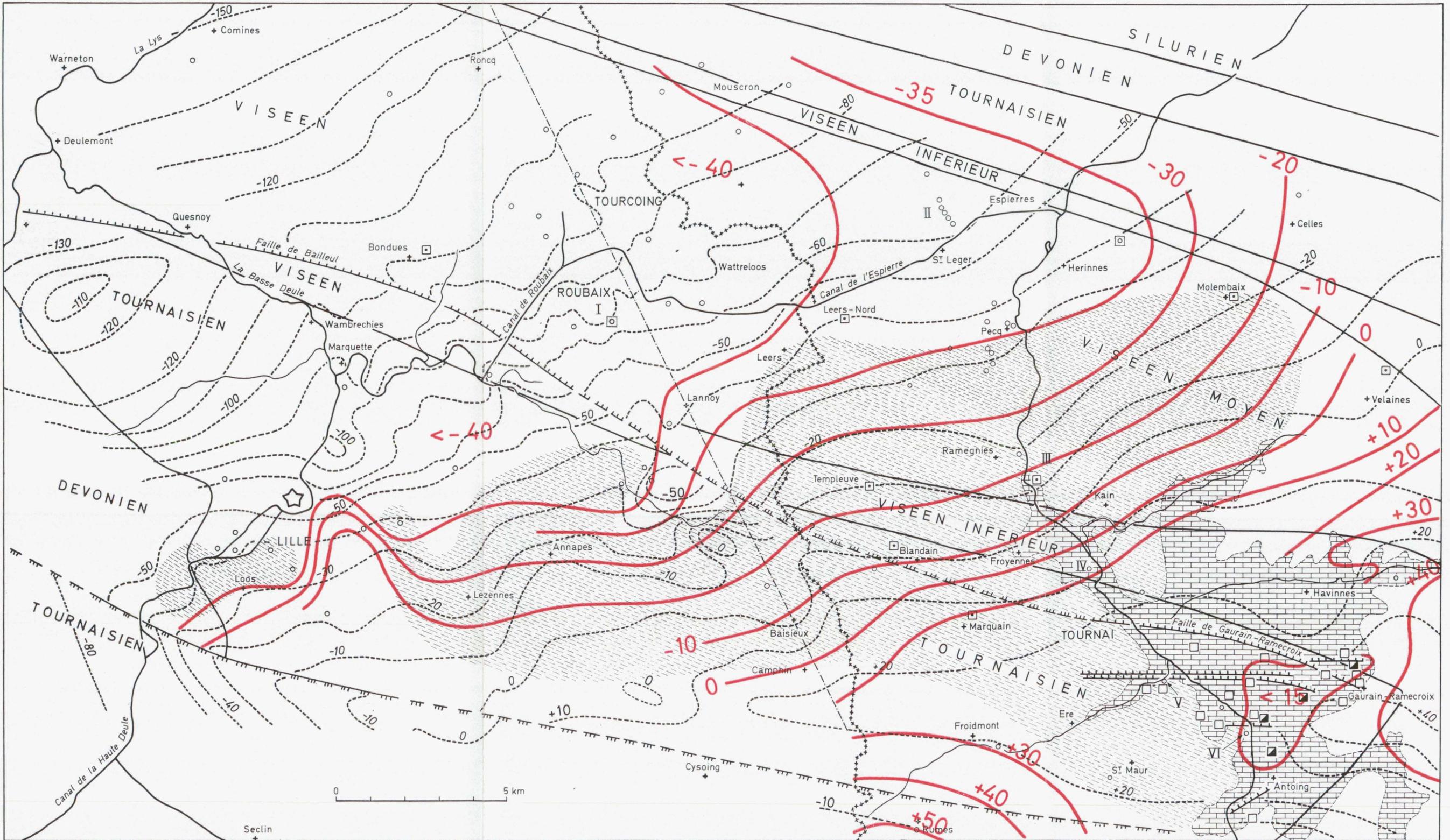
Cette observation n'est toutefois pas de nature à mieux appréhender les modalités d'alimentation de la nappe qui restent mal définies.

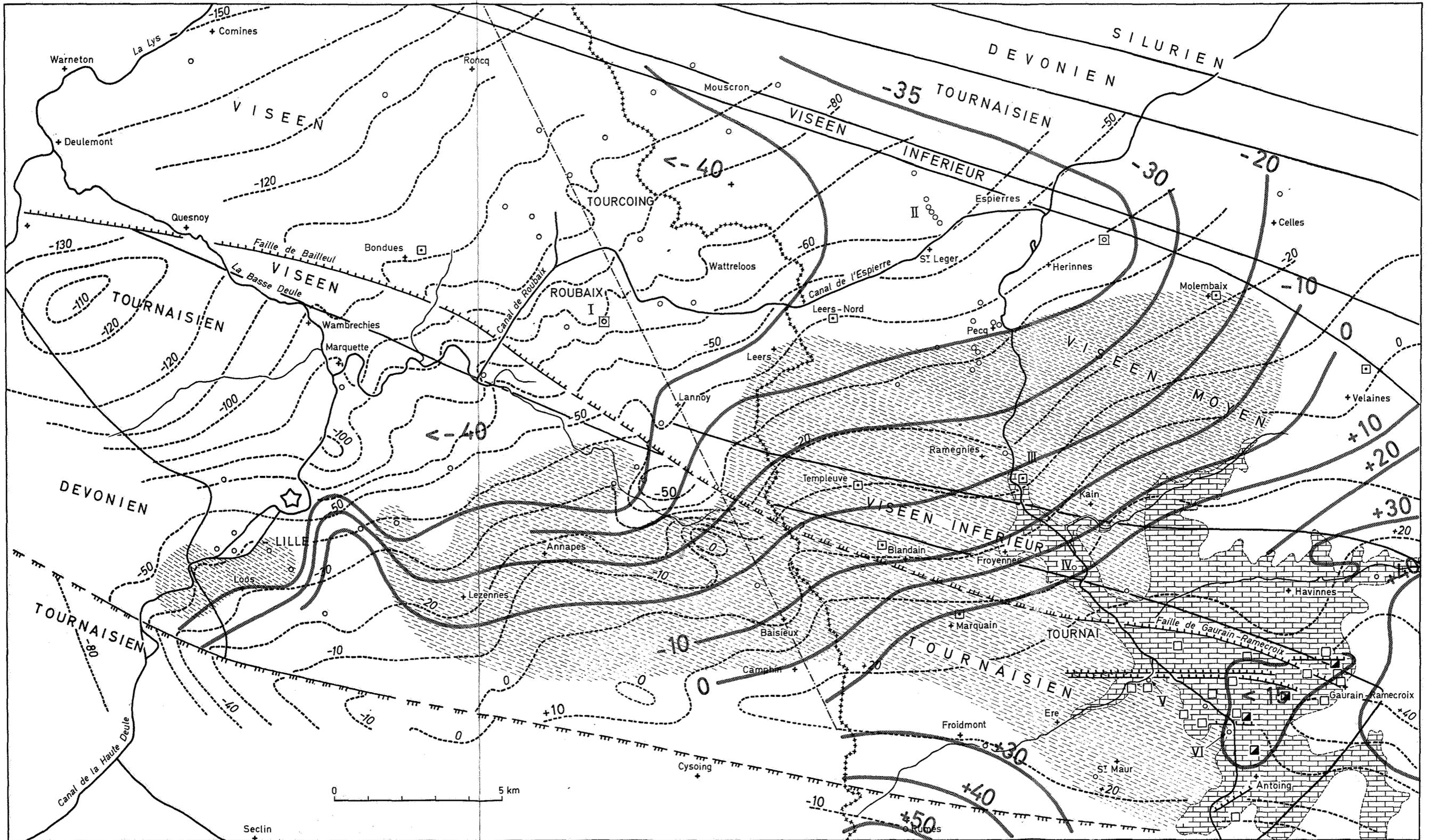
3. Au point de vue technique, le rôle de l'anticlinal faillé du Tournaisis semble devoir prendre un aspect nouveau. S'il permet une alimentation de la nappe invoquée depuis longtemps en amenant le Calcaire carbonifère à l'affleurement, il constitue vraisemblablement une barrière hydraulique par le jeu des nombreuses failles, notamment celle de Gaurain-Ramecroix, formant écran et limitant ainsi vers le sud la propagation, dans la surface de la nappe, de la très vaste dépression provoquée par les prélèvements dans les ouvrages qui la captent.

## BIBLIOGRAPHIE

B.R.G.M. Rapport inédit: Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 30/10/65 sur les feuilles topographiques au 1/20.000 d'Halluin — Lille et Leers.  
CAMERMANN, C. La pierre de Tournai. Mem. de la Soc. belge de géologie — n° 1 - 1944  
COURTHEOUX, C. La distribution d'eau à Lille. Mairie de Lille ed. 1950.

DESCAMPS, A.. Le régime des eaux à Lille. Publication de la société industrielle du nord de la France, 1892  
DOUXAMI, P. Lille et la région du Nord. Mairie de Lille ed. 1909.  
GOSSELET, J. Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique — Ann. Soc. Géol. du Nord 1894 — T. XXII.





- Etude sur la nappe aquifère du Calcaire carbonifère à Roubaix-Tourcoing — Ann. Soc. Géol. du Nord 1906 — T. XXXV.
- GULINCK, M. Le régime des nappes artésiennes de la Belgique. La technique de l'eau — juillet 1962.
- Hydrogéologie — Atlas de Belgique. Comité national de géographie 1966.
- Essai d'interprétation des fluctuations de la nappe du calcaire carbonifère à Mouscron. Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology — XIV, 1, 3/1969 pp. 129-144.
- GULINCK, M. et LEGRAND, R. Notice explicative de la Carte Hydro-Géologique au 50.000<sup>e</sup> du Tournaisis.
- Mémoire n° 12, Service Géologique de Belgique 1970.
- LEFEVRE, G. et LEGRAND, R. Les puits naturels du Tournaisis. Bull. Soc. belge de Géol. 1964 — T. LXXII pp. 66-80
- MARLIERE, R. Le Viséen de la Petite Dendre et la captage de Ligne-Aubechies. Bull. Soc. belge de Géol. T. LXXIV, 1965 pp. 221-243.
- QUINSAC, J. et MOCQ, G. Avant-projet de renforcement de l'alimentation en eau potable des villes de Roubaix-Tourcoing-Wattrelos 1961 — inédit.
- WATERLOT, G. L'évolution du chimisme des eaux du Calcaire carbonifère de Lille-Roubaix-Tourcoing et régions limitrophes — Ann. Soc. Géol. du Nord, T LXX, 1950 pp. 79-109.

Communication présentée le 19 novembre 1969