

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
74, rue de la Fédération - 75 PARIS (15°) Tel. 783.94.00
DIRECTION SCIENTIFIQUE
DEPARTEMENT DES SERVICES GEOLOGIQUES REGIONAUX

RAPPORT SUR LES POSSIBILITES
AQUIFERES DU CHAMP CAPTANT DE
LIVRY - SUR - SEINE
(Seine-et-Marne)

par

C1. MEGNIEN

Service géologique régional
Bassin de Paris

65, rue du Général Leclerc
BRIE-COMTE-ROBERT
(Seine-et-Marne)

Tel : 146 à Brie

- R E S U M E -

A la demande de M. REGARD Ingénieur des Ponts et chaussées, le B.R.G.M. a été consulté sur les possibilités hydrogéologiques du champ captant de Livry-sur-Seine.

Après l'examen des différentes pièces du dossier concernant les recherches, et l'étude des conditions régionales, il s'avère qu'à notre avis, le champ captant de Livry est capable de fournir le débit recherché de $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$, à condition d'implanter un nombre suffisant d'ouvrages. Par contre le choix même du site implique une réalimentation importante en provenance du fleuve dans des proportions voisines des $2/3$, ceci n'implique pas que nécessairement une mauvaise qualité chimique ou bactériologique. Les travaux qui sont à réaliser doivent non seulement confirmer les possibilités du champ captant mais surtout étudier les conditions dans lesquelles on obtiendra une meilleure filtration des eaux.

RAPPORT SUR LES POSSIBILITES
AQUIFERES DU CHAMP CAPTANT DE
LIVRY - SUR - SEINE
(Seine-et-Marne)

A la demande de M. REGARD Ingénieur des Ponts et chaussées (Arrondissement du Centre, Seine-et-Marne), le B.R.G.M. a été consulté sur la poursuite des travaux à réaliser sur le champ captant de Livry-sur-Seine, en vue d'alimenter en eau potable le groupement d'urbanisme n° 47, groupement composé de la ville de Melun et des communes de Dammarie-les-Lys, La Rochette, Vaux-le-Pénil, Livry-sur-Seine, Le Mée et Boissettes.

Pour compléter l'alimentation en eau actuelle, un débit de 1.500 m³/heure est recherché en amont de Melun, sur le territoire de la commune de Livry-sur-Seine.

Le champ captant se trouve sur la rive droite de la Seine et se compose de 40 hectares environ de plaine alluviale au lieu dit; "La Grande Pièce".

Les questions à résoudre sont les suivantes :

- 1 - Le champ captant est-il susceptible de fournir les quelques 1.500 m³/heure recherchés ?
- 2 - L'eau sera-t-elle de bonne qualité ?

A l'aide des rapports et documents remis au B.R.G.M. par le Service des Ponts et chaussées relatant les travaux réalisés, et les données de base fournies par les études de synthèses du B.R.G.M. sur les nappes aquifères du District de la région parisienne, il est possible de préciser les éléments qui suivent :

I - TRAVAUX REALISES

A la suite d'une étude préliminaire de M. RADET, Ingénieur Géologue de la Société des Eaux de Melun, le site de Livry a été choisi pour sa proximité de l'agglomération Melunaise et les possibilités qu'il pouvait offrir présentant des alluvions perméables sur les calcaires de Champigny fissurés, le tout à proximité de la Seine.

Une prospection géophysique a été réalisée par la Compagnie générale de Géophysique, du 18 octobre au 5 novembre 1965. Les méthodes d'investigation étaient doubles, et consistaient à la fois dans l'application de la prospection sismique et la prospection électrique. Les résultats consignés dans le rapport de fin de campagne, indiquaient l'allure du substratum des alluvions, la présence de deux domaines dans les alluvions (alluvions modernes et basse terrasse et des faciès plus marneux vers le Nord). Les épaisseurs maximales alluviales étaient notées de l'ordre d'une dizaine de mètres pour les sondages S4 et S5, la carte indiquait également une dizaine de mètres pour S1.

Après avis favorable de M. ABRARD, professeur honoraire au Muséum d'Histoire Naturelle, des travaux furent réalisés notamment sur les emplacements S5 au nord et S1 au sud, chaque emplacement comprenant un sondage d'essai et des piézomètres (groupe P1 au N, P2 au S.).

La coupe des terrains s'est révélée très décevante et sans accord avec les prévisions géophysiques. Les incertitudes de la prospection géophysique peuvent s'expliquer, à posteriori, par la multiplicité des caractéristiques physiques des terrains rencontrés. Les problèmes de détermination des cotes, sur des courbes de résistivité électrique à 4 ou 5 terrains, est toujours très aléatoire.

Quoi qu'il en soit, les essais de débit ont donné des résultats assez satisfaisants pour des ouvrages de petite dimension (forages en 500 mm crépinés en 350 mm et profonds respectivement de 7,40 et de 9,40 m).

Le puits P₁ a fourni 34 m³/heure pendant 43 heures pour un rabattement de 2,75 m. (alluvions seulement)

Le puits P₂ a débité 90 m³/heure pendant 40 heures pour un rabattement de 2,50 m (alluvions et calcaire).

II - INTERPRETATION DES ESSAIS

Les essais de pompage avec piézomètres ont été interprétés dans une note de MM. RADET et RAMON selon la méthode des écoulements en régime transitoire. Nous avons repris ces calculs qui sont parfaitement corrects et démonstratifs, on remarque en effet :

- une faible transmissivité dans les alluvions, $T = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ due à la faible hauteur alluviale.
- une bonne transmissivité dans les calcaires $T = 2,1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ bien que la pénétration dans les calcaires soit réduite.

Il est évident qu'au vu de ces résultats c'est principalement dans le Calcaire de Champigny qu'il faut poursuivre les recherches, celui-ci n'ayant été qu'entamé au sommet par les ouvrages.

Les auteurs, à partir des résultats de P₂, donnent une estimation des débits théoriquement possibles pour des ouvrages définitifs et parfaits

- en supposant que l'on capte la totalité des 25 m de Calcaire de Champigny sous-jacent, le débit serait à multiplier par 2 environ.
- en passant à un forage de 500 mm à un puits de 2,50 m le débit pourrait encore doubler
- enfin en supposant un rabattement de 10 m au lieu de 2,50 m le débit pourrait encore être accru considérablement.

Ces arguments sont valables dans l'absolu mais l'expérience prouve que les conditions parfaites sont rarement réalisées dans la pratique courante, nous préfererions répondre ces évaluations de la manière suivante :

- en supposant que l'on capte les 25 m de calcaire de Champigny sous-jacent, mais que 50 % de la coupe soit marneuse vers la base, le débit ne serait multiplié que par 1,4 (voir abaque de la note RADET - RAMON)
- Si on passe d'un forage à un puits, il est difficile de faire un puits sur toute la hauteur et il sera nécessaire de réaliser une partie de l'ouvrage en forage de 1.200. Dans ce cas le débit ne serait multiplié que par 1,5 environ.
- enfin dans le cas défavorable que nous examinons, on ne pourrait rabattre plus de 6 m au total. Or pour le puits P2 le passage d'un rabattement de 2,50 m à un rabattement de 6 m ayant fait passer le débit de 90 à 120 m³/h on pourrait valablement s'attendre au même accroissement, soit 1,3

Au total, on ne peut donc espérer raisonnablement, si les calcaires sont marneux vers la base, que $1,4 \times 1,5 \times 1,3 = 2,73$ fois le débit d'essai soit environ 240 - 250 m³/heure et ceci pour un ouvrage de 1,30 m de diamètre et de 30 - 35 mètres de profondeur.

Pour satisfaire au 1.500 m³/heure demandés, il faudrait peut-être prévoir une demi-douzaine d'ouvrages, moins si les calcaires sont entièrement perméables, plus si certaines zones sont marneuses, même en tête, comme les prospections géophysiques sembleraient l'indiquer dans la partie nord du champ captant.

Notons ici que les dimensions du champ captant prospecté sont assez limitées. Si on suppose qu'il faille respecter 200 mètres entre les ouvrages et que ceux-ci doivent rester dans la zone favorable située à 100 m des rives de la Seine. En fonction des résultats obtenus une extension vers le Sud si elle est possible, serait peut-être nécessaire; la plaine alluviale s'élargit d'ailleurs assez sensiblement (par contre elle est exploitée par des gravières).

III - PROBLEME DES RELATIONS AVEC LA SEINE

Le problème des relations entre des captages alluviaux ou sub-alluviaux avec le fleuve est toujours très complexe. La quantité d'eau qui peut provenir du fleuve est d'autant plus importante :

- que le captage est plus près de la rive
- que la dénivellation de pompage est plus forte
- que le débit pompé est plus fort
- que le terrain est plus perméable et que notamment le lit de la rivière est perméable (non colmaté)
- que les apports des coteaux sont faibles

Dans le cas étudié, on a pu constater au cours des essais que le niveau piézométrique dans les alluvions variait assez rapidement avec le niveau de la Seine; le colmatage s'il existe doit rester assez faible à l'aplomb des mesures.

Les mesures et analyses effectuées lors des essais de débit ne permettent pas de voir l'arrivée d'eaux en provenance du fleuve, mais cette observation n'est valable que pour la durée de pompage considérée c'est-à-dire 48 heures. En effet à l'aide des caractéristiques de l'aquifère on peut calculer :

- la vitesse de transmission des pressions qui est très rapide le cone de pompage doit atteindre la rive située à D = 100 m au bout du temps

$$t^{\text{sec}} = \frac{D^2}{2,25} \times \frac{S}{T} \quad (T = 0,02 \text{ m}^2/\text{s} \quad S = 10 \%)$$

soit 6 heures environ

- l'arrivée des filets liquides est plus lente, sur une tranche d'eau Seine - puits

$$\begin{aligned} V \text{ m/s} &= \frac{Ki}{S} \quad (K = 10^{-3} \quad i = \frac{2}{100}) \\ &= 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \\ &= 17 \text{ mètres / jour} \end{aligned}$$

soit environ 6 jours pour que les premiers filets liquides franchissent les 100 mètres, sans compter la perte de charge Seine - nappe, qui sépare la Seine du puits d'essai.

Dans ces conditions, il aurait fallu un essai de l'ordre d'un mois ou de deux mois pour suivre la vitesse de renouvellement de la nappe.

Cette vitesse est intéressante car elle permettrait de suivre également le changement de composition de l'eau par des analyses régulières.

L'eau en provenance du fleuve peut très bien être parfaitement filtrée dans les 100 mètres de terrains aquifères, bien mieux que dans les bassins filtrants artificiels où le filtre meuble n'a le plus souvent que quelques décimètres d'épaisseur. Mais le réservoir calcaire étant hétérogène, seuls des essais permettront de connaître la qualité obtenue. L'eau même en provenance du fleuve peut subir pendant son trajet une profonde modification chimique et bactériologique.

IV - PROPORTION D'EAU EN PROVENANCE DES COTEAUX

Supposons que les captages soient tous réalisés dans la zone de Livry et qu'ils fonctionnent au maximum de leurs possibilités vis à vis de la nappe des coteaux ici représentée par celle des Calcaires de Champigny.

On peut concevoir dans ce type de terrain un rayon d'action éloigné de l'ordre de 1000 m, les captages étant disposés sur déjà 1000 m, le front d'emprunt au coteau sera très approximativement de l'ordre de 3.000 mètres.

Grâce aux études synthétiques réalisées par le B.R. G.M. sur la nappe du Calcaire de Champigny, nous connaissons l'écoulement de la nappe dans cette région (voir extrait de l'atlas des nappes en annexe). On remarque que l'écoulement se fait déjà naturellement vers la Seine avec des lignes isopièzes sensiblement parallèle à la direction N.S. du fleuve à Livry ce qui est un élément assez favorable.

Si on suppose alors un front d'emprunt de 3.000 mètres se poursuivant à l'amont hydrogéologique de la nappe jusqu'à la cote 60 (jonction amont des influences de l'Almont et du Ru du Chatelet) la surface drainée serait de 30 km². Or les études de bilan réalisées sur la nappe du Calcaire de Champigny fournissent pour la région de Provins un bilan moyen de l'infiltration de 4 l/s/km². Ce chiffre est, notons le, assez fort car la région de Provins est dénudée en grande partie de la couverture des marnes vertes Oligocènes.

Donc au maximum on peut espérer pour le champ captant de Livry-sur-Seine un apport des coteaux par le calcaire de Champigny de $4 \text{ l/s/km}^2 \times 30 \text{ km}^2 = 120 \text{ l/s/}$ soit 400 - 450 m³/h comme ordre de grandeur.

Comme le débit recherché est de 1.500 m³/h, il n'y aura pas plus de 1/3 d'eau provenant des coteaux. Cette proportion étant à considérer comme très schématique, variant avec les saisons, les années hydrologiques et les conditions rappelées précédemment en tête du paragraphe II.

V - POURSUITE DES TRAVAUX

- 1°) - Il faut connaître plus à fond des possibilités réelles des deux emplacements expérimentaux déjà testé. C'est-à-dire
 - exécuter à une vingtaine de mètres à l'Est des forages P₁ et P₂ deux puits ou forages de 35 mètres de profondeur et de 1,20 m de diamètre au minimum, étanches dans les alluvions.
 - noter soigneusement les terrains et diaclases rencontrés ainsi que les niveaux d'eau en cours de travaux
 - exécuter conjointement selon une ligne E.W. et pour chaque station une série de piézomètres réalisés par couple de 2 : l'un pour tester la nappe des alluvions à 5 - 6 mètres de profondeur, l'autre de 20 - 25 mètres pour suivre la nappe des calcaires (cimenté au terrain sur les 12 premiers mètres)
Ces couples seraient disposés
 - 1°) - à 2 - 3 mètres de la rive de la Seine (5 m au maximum)
 - 2°) - à mi-distance entre la Seine et le puits
 - 3°) - à 100 - 120 mètres à l'Est du puits
 - faire procéder après essais préliminaires à un pompage continu de 2 mois, simultanément sur les deux ouvrages, avec enregistrement des niveaux sur l'ensemble du nouveau et de

l'ancien dispositif, plus le niveau de la Seine elle-même. La période la plus favorable serait août-septembre.

2°) - Il faut connaître point par point l'évolution de la composition chimique et bactériologique de l'eau au cours du pompage. Comprendre son évolution biochimique et essayer d'extrapoler pour l'avenir les observations effectuées sur deux mois seulement.

Les prélèvements devraient être fait dans les puits

- au cours des essais préliminaires
- au repos entre les essais préliminaires et le pompage
- tous les jours pendant les 15 premiers jours de pompage
- tous les 2 ou 3 jours ensuite et pendant 1 mois après l'arrêt du pompage.

La Seine ferait l'objet de prélèvements toutes les semaines.

La nature des éléments à doser serait indiquée par le Laboratoire qui sera chargé du contrôle et de l'analyse des eaux. Eventuellement quelques prélèvements pourront être effectués également dans les piézomètres.

Enfin pour suivre la vitesse effective réelle des filets liquides, nous proposons de placer des indicateurs colorés neutres dans les piézomètres situés en bordure de la Seine et d'observer les temps d'arrivée et leur concentration aux puits. La vitesse étant certainement différente dans les alluvions et le calcaire, il faudrait disposer deux indicateurs colorés différents; par exemple de la fluorescéine dans le piézomètre profond au calcaire et de la rhodamine sulfacide B dans le piézomètre peu profond aux alluvions (des essais effectués par le Laboratoire de contrôle des eaux de la Ville de Paris montrent que les deux colorants sont séparables même à très faible concentration et dosables séparément).

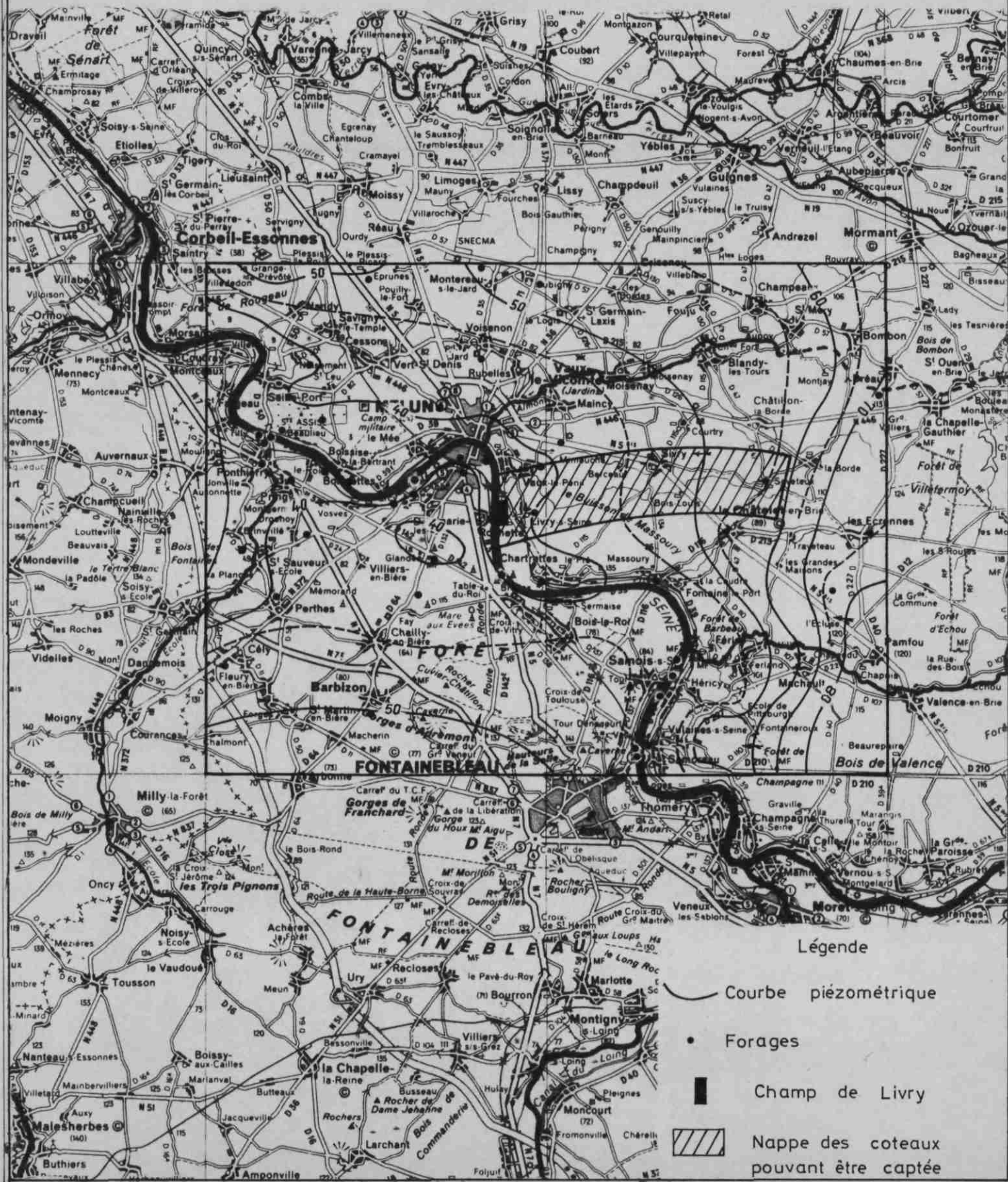
VI - CONCLUSIONS

Les données acquises par les premiers essais sur le champ captant de Livry-sur-Seine sont encourageantes, néanmoins les débits obtenus pourront être améliorés en intéressant complètement la nappe des calcaires sous-jacents aux alluvions. De nouveaux ouvrages, plus profonds et en grand diamètre pourront tester en vraie grandeur les possibilités aquifères et ils pourront être immédiatement utilisés pour l'exploitation si les résultats sont satisfaisants.

Par ailleurs le choix du site implique que pour le débit recherché, une part importante de l'eau proviendra du fleuve après filtration naturelle. Le degré de cette filtration et l'évolution biochimique de l'eau, doit faire l'objet d'une étude très complète. Elle doit être réalisée par un laboratoire spécialisé à partir de prélèvements très nombreux exécutés pendant les pompages.

C1. MEGNIEN
Chef du Service géologique régional
Bassin de Paris B.R.G.M.
Collaborateur adjoint au Service de la carte
géologique de la France

Extrait de l'atlas des nappes aquifères
de la région parisienne
Nappe du Calcaire de Champigny



DOCUMENTATION CONSULTÉE

- 1 - Avant-projet général de l'alimentation en eau potable du groupement d'urbanisme n° 47 de l'agglomération de MELUN (Notice - plan de situation - plan général - pièces annexes) Ministère de la Construction - Service des Ponts et chaussées - Service du Génie rural - 28 juin 1965
- 2 - Etude par prospection électrique et sismique réfraction dans la région de Melun - Compagnie Générale de Géophysique - Novembre 1965
- 3 - Recherche en eau - Champ captant de LIVRY-sur-SEINE. (Plan de situation - Mémoire justificatif - rapport du Géologue Devis estimatif) Service des Ponts et chaussées 4 avril 1966
- 4 - Champ captant à LIVRY-sur-SEINE - Etude de nappe - Société Parisienne pour l'industrie électrique - Ville de MELUN
- 5 - Champ captant de LIVRY (Etude hydrogéologique des résultats des travaux) J.P. RADET et S. RAMON - Société des Eaux de Melun
- 6 - Atlas des nappes aquifères du District de la région parisienne. Planche III : Nappe du Calcaire de Champigny - B.R.G.M. (en cours).