

**COMITÉ DE GESTION DE LA TAXE PARAFISCALE
SUR LES GRANULATS**

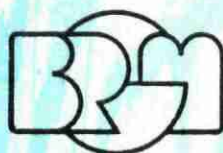
AGENCE FINANCIÈRE DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE

**AMÉNAGEMENT DU VAL D'ORLÉANS
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE**

par

N. DESPREZ et Cl. MARTINS

avec la collaboration de Ch. FREY, A. JENN et S. MAIRET



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63. 80.01

Service géologique régional BASSIN DE PARIS

65, rue du général-Leclerc – B.P. 34, 77170 Brie-Comte-Robert

Tél.: (1) 405.27.07

77 SGN 582 BDP

Brie-Comte-Robert, novembre 1977

AMENAGEMENT DU VAL D'ORLEANS
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

-0-0-0-

Résumé

Ce rapport est présenté en application de la convention B.R.G.M. - Comité de Gestion de la taxe parafiscale sur les granulats n° 3-45-3.

Il précise la piézométrie de la nappe alluviale dans le lit majeur de la Loire, dans le Val d'Or et dans le Val d'Orléans.

Il définit la position des réseaux karstiques au sein des calcaires de Beauce en aval de Châteauneuf-sur-Loire.

Par ailleurs, l'acquisition des paramètres hydrodynamiques du réservoir alluvial a été rendue possible par l'exécution de 50 forages en doublets piézométriques.

En outre, le rapport permet de définir les conditions de protection des captages publics et de suggérer les mesures à prendre pour assurer la continuité de l'alimentation en eau potable des collectivités dans le Val.

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre du projet d'ouverture de gravières dans le lit majeur de la Loire, une étude complémentaire de la circulation des eaux souterraines dans le Val a été entreprise afin de préciser :

- la position des réseaux karstiques à forte transmissivité qui confluent entre St-Cyr-en-Val et Olivet et qui sont à l'origine du Loiret
- les paramètres hydrodynamiques du massif alluvial : transmissivité, emmagasinement, diffusivité, perméabilité
- les surfaces à protéger autour des captages pour éviter l'apport de pollutions supplémentaires, compte-tenu des pollutions déjà véhiculées par les réseaux karstiques et qui ont pour origine les eaux perdues par la Loire entre Châteauneuf-sur-Loire et St-Denis-en-Val.

Les travaux réalisés dans ce but sont rappelés ci-dessous :

- Nivellement des points d'eau afin de préciser la piézométrie à l'étiage avec une représentation par hydroisohypses distantes de 0,50 m. A cet effet, 231 puits ont été rattachés au nivellement général de la France en complément de 449 points utilisés pour les représentations précédentes. Le nombre des points nivelés est inférieur à celui qui était prévu (environ 500) en raison de la disparition progressive des puits à la suite de leur comblement, de leur transformation en puisards, de l'extension des zones construites ou de modifications sensibles de leurs abords.

Aussi, pour tenir compte du manque d'informations et de l'extension de l'étude des granulats dans le Val d'Or, la carte piézométrique a été étendue en rive droite dans le Val de Germigny, de St-Benoît et de Bonnée, afin de fournir des informations bathymétriques en cas d'ouverture de carrières dans ce secteur.

- Forages de 25 doublets de puits et piézomètres et essais de débit.

La carte piézométrique à 1/25.000 a tenu compte, pour la définition des réseaux karstiques, de l'étude photogéologique particulière réalisée dans le cadre de l'étude des granulats.

Un tableau, donné en annexe, présente les données recueillies au cours des essais réalisés sur les doublets piézométriques avec récapitulation des valeurs des paramètres hydrodynamiques T, S, T/S, K, hauteur de la nappe lors des essais et hauteur des matériaux exploitables au niveau de chaque doublet.

La connaissance plus fine des circulations karstiques et de la perméabilité du massif, a permis, dans le cadre de la participation de l'Agence financière de Bassin Loire-Bretagne, de préciser les périmètres de protection des captages publics du Val :

- 2 captages d'Olivet
- 3 captages d'Orléans
- forages de Sandillon, Férolles, Sigloy, Jargeau, Darvoy et Guilly en rive gauche, de St-Benoît en rive droite.

2 - PIEZOMETRIE ET RESEAUX KARSTIQUES

2-1 - Généralités

La carte présentée en annexe 1 est la représentation de la topographie de la première nappe rencontrée sous la surface du sol. Il s'agit donc d'une piézométrie synthétique qui fait ressortir les zones où la nappe alluviale est en continuité avec la nappe des calcaires lacustres de l'Aquitarien-Stampien et les zones où des écrans imperméables s'intercalent entre le massif alluvial et les calcaires lacustres, isolant une nappe localement indépendante, à écoulement radial divergent, alimentée par l'impluvium direct et les pertes du réseau de surface.

La carte, ainsi définie, peut être mise en parallèle avec la carte de l'extension et des chenaux d'érosion des argiles basales du Burdigalien portée en surcharge sur la carte piézométrique.

Etant donné l'extension des études des gisements de granulats dans le Val d'Or (Val de Bonnée-St-Benoît), une carte piézométrique a été dressée pour cette zone à partir des relevés de l'étiage 1967. Notons que dans ce secteur, les alluvions sont séparées des formations lacustres par une épaisseur de 25 à 30 m de terrains burdigaliens (argiles et sables).

2-2 - Résultats nouveaux obtenus

Les principaux résultats obtenus concernent :

2-21 - La localisation des zones où existe une nappe alluviale indépendante de la nappe des calcaires. On note ainsi d'Est en Ouest :

- . le secteur situé à l'Est d'une ligne Châteauneuf-Sigloy-Tigy, où la nappe est drainée par la Loire au Nord et à l'Est. La hauteur non saturée est comprise entre 2 et 4 m

- . la zone située autour du forage syndical Ouvrouer-Sigloy (Maison-Neuve, la Torchaudière) où la nappe alluviale est à 5 m de profondeur contre 7 à 8 m pour la nappe des calcaires

- . le bourg d'Ouvrouer entre le Puits-Bonneau et Planche-Barras

- . la bordure du coteau solognot, au Sud de Férolles, entre Rebonty et les Noues

- . la région Sud-Ouest de Sandillon entre le Gammereau et les Marais (eau entre 3,4 et 4,1 m).

2-22 - L'indépendance entre le réseau hydrographique et les axes de drainage souterrain de la nappe. Il faut noter ici que le réseau hydrographique correspond aux levés IGN de 1957 et que depuis cette date, tous les ruisseaux ont été recalibrés et redressés, ce qui a conduit à la formation de lits poreux, amenant des pertes de débit, comme ceux notés entre St-Cyr-en-Val et le Parc floral d'Orléans en 1974.

De plus, on note des modifications très anciennes dans le tracé des cours d'eau, artificielles ou naturelles, qui sont dans ce dernier cas la conséquence des crues anciennes.

Dans le Val de Bonnée, les mêmes remarques peuvent être faites pour les cours d'eau, souvent temporaires, indépendants du Ruisseau de St-Laurent et de la Bonnée (cours de la Grange, Ru de Ste Scholastique).

2-23 - Les zones d'alimentation par les berges de la Loire. Elles sont bien marquées, à l'Est du bourg de Jargeau jusqu'au hameau de la Bourdonnière d'une part, dans la partie du Val endigué entre Jargeau et Sandillon d'autre part. A l'étiage, on note également une zone d'alimentation par les berges au N.E. de St-Denis-en-Val.

2-24 - Le secteur de l'Ile Charlemagne où les circulations divergent : drainage vers la Loire et vers le Loiret.

2-25 - Les réseaux karstiques

La nouvelle carte piézométrique permet de mettre en évidence l'anastomose des réseaux karstiques :

- à l'Ouest de Darvoy (la Grillonnière)
- à Sandillon (entre le Coin Tournant et Brosseilles)
- à St-Cyr-en-Val (entre Viéville et la Hare)
- à St-Denis-en-Val (Colombier et entre les Frènes et le Préau).

Ces anastomoses permettent d'expliquer les cheminements de la fluoresceïne après l'injection du colorant à Jargeau en février 1973 : passage observé dans les forages du Domaine de Cornay, de la Fonderie SIFA, et dans les 3 captages de la Ville d'Orléans (en plus des 2 sources du Loiret, Gouffre et Abîme, et peut-être des sources de la Pie).

On note, par contre, l'absence de réseau karstique entre Tigy-Sigloy et Bouteille et sur l'ensemble du Val d'Or.

L'étude de l'extension sous le Val d'Orléans des argiles et des marnes burdigaliennes a autorisé le positionnement des chenaux d'érosion. Les réseaux karstiques développés au sein des calcaires sous-jacents apparaissent également sous recouvrement burdigalien, aussi bien par les relevés piézométriques que par la présence d'effondrements. C'est la raison pour laquelle l'ouverture de gravières a été déconseillée dans une bande de 100 m de part et d'autre des réseaux karstiques, afin de protéger la nappe du calcaire contre des venues d'eau alluviale souillée par l'intermédiaire de nouveaux gouffres. Rappelons que les nouveaux gouffres apparaissent lors d'une forte dépression de la nappe profonde (étiage) ou lors d'une forte pression de cette nappe (période de crue). Ils peuvent également apparaître dans les zones fortement sollicitées par les forages.

3 - PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DE LA NAPPE ALLUVIALE

Afin d'étudier les paramètres hydrodynamiques de la nappe : perméabilité, transmissivité, emmagasinement, diffusivité, 25 doublets de forages ont été réalisés dans le Val entre le 11 et le 24 octobre 1977. Ces travaux ont été exécutés au cours d'une période d'étiage de la Loire.

Les premiers forages, dans les zones où les graviers présentent une épaisseur et une qualité favorables à une éventuelle exploitation, entre Sandillon, St-Denis-en-Val et St-Cyr-en-Val, ont montré que les alluvions étaient dénoyées. De ce fait, la recherche des paramètres hydrodynamiques a été orientée vers les zones où les alluvions sont aquifères quelle que soit la cote de la Loire, à l'Est de la route Châteauneuf-Tigy-Sigloy.

Les forages ont été exécutés au plus près des reconnaissances du Laboratoire des Ponts-et-Chaussées, afin de tenir compte de la cote du substratum de la nappe alluviale.

Les essais de débit ont été réalisés en utilisant :

- des tubes piézométriques (crépines à pointe)
- un compresseur SPLIT pour le décolmatage
- une pompe de surface Richier type P 410, d'un débit nominal de 12 m³/h

Chaque essai a été poursuivi pendant 2 à 3 heures en fonction de la productivité de la nappe et de l'obtention de la stabilisation.

Deux méthodes graphiques ont été utilisées pour le calcul des paramètres :

- Perméabilité et transmissivité globale à partir du graphique rabattement-distance (abscisse logarithmique). Dans cette représentation, la perméabilité K est calculée selon l'équation :

$$K = \frac{0,73 Q}{C} *$$

avec Q = débit en m³/s
 C = rabattement supplémentaire observé dans un cycle logarithmique (en mètre)
 K = en m/seconde

(*) in CASTANY "Traité pratique des eaux souterraines - p. 387"

La formule $T = K H$ permet de calculer la transmissivité T connaissant K et H (hauteur saturée du réservoir aquifère).

Cette méthode de calcul a été utilisée en raison des faibles rabattements observés qui pouvaient correspondre à des régimes d'équilibre. Les résultats obtenus par la deuxième méthode, application aux régimes transitoires, montrent que les stabilisations observées sont précaires.

- Transmissivité et coefficient d'emmagasinement à partir du graphique rabattement en fonction du temps pour un débit constant (abscisse logarithmique). Les relations utilisées sont :

$$T = \frac{0,183 Q}{C}$$

$$S = \frac{2,25 T t_0}{x^2}$$

avec

- S = coefficient d'emmagasinement
- t_0 = temps donné par l'intersection de la droite représentative avec l'axe des abscisses
- x = distance en mètre entre l'axe du forage et le piézomètre

Résultats

Les résultats obtenus peuvent être regroupés en 3 catégories (cf. tableau annexe) :

1) Nappe alluviale libre. Le niveau d'équilibre de la nappe reste en-dessous d'une couche argileuse ou d'une couche de sable fin de transmissivité plus faible.

Les transmissivités (T) sont comprises entre 5×10^{-3} et $0,2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Les coefficients d'emmagasinement (S) sont supérieurs à 7 % (de 7 à 37 % *). Les diffusivités (T/S) sont comprises entre 1 et $7 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Les perméabilités sont de l'ordre de 1 à 3 mm/s.

2) Nappe alluviale semi-captive. Le niveau apparent s'équilibre à l'intérieur d'une couche de sable argileux ou de sable fin. Le niveau en pompage passe en-dessous de cette couche.

Les transmissivités sont comprises entre 1 et $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Les coefficients d'emmagasinement sont compris entre 1 et 5 %. Les diffusivités sont supérieures à $5 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$. La perméabilité est du même ordre qu'en nappe libre.

* Valeurs surestimées, basées sur le temps de réponse de la nappe dans le piézomètre. La valeur de la pente de la droite représentative du rabattement en fonction du temps est influencée par des phénomènes d'égouttement. Il en résulte des valeurs dispersées de t_0 .

3) Nappe alluviale captive. Le niveau apparent et le niveau dynamique se maintiennent dans des horizons peu perméables. Les transmissivités sont inférieures à $1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Le coefficient d'emmagasinement est inférieur à 1 %. La diffusivité est voisine de $1 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$. La perméabilité est faible, de $4 \text{ à } 7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Observations

Les valeurs de la diffusivité peuvent être comparées à celles qui ont été obtenues par l'étude des limnigrammes des piézomètres du Val et de l'hydrogramme de la Loire de 1968 à 1970.

- Puits de Bou et de Sandillon, dans les alluvions, en nappe libre : $0,07 \text{ et } 0,064 \text{ m}^2/\text{s}$

- Puits de Jargeau, Ouvrouer et forage de Sandillon, dans les calcaires et les alluvions, nappe semi-captive : $0,86 \text{ à } 1,3 \text{ m}^2/\text{s}$.

Ces observations permettent de prévoir que dans les zones de graviers exploitables, c'est-à-dire dans les zones où la qualité du matériau exclue les passées argileuses interstratifiées et où la hauteur utile élimine les découvertes argilo-limoneuses, éléments qui contribuent à la mise en charge de la nappe, les alluvions ont les caractéristiques hydrodynamiques ci-dessous :

T # $0,01 \text{ m}^2/\text{s}$

S # 7 à 15 %

T/S # $0,14 \text{ à } 0,06 \text{ m}^2/\text{s}$

4 - PROTECTION DES CAPTAGES PUBLICS DANS LE VAL

Actuellement, les captages des collectivités dans le Val sont :

- St-Pryvé-St-Mesmin (non utilisé)
- Olivet (2 forages)
- Orléans (3 puits)
- Sandillon (1 forage)
- Férolles (1 forage)
- Darvoy (1 forage)
- Ouvrouer-Sigloy (1 forage syndical)
- Guilly-Neuvy (1 forage syndical)
- St-Benoît-sur-Loire (2 forages)

Les communes de Tigry et Vienne-en-Val sont alimentées par des forages situés sur le plateau de Sologne.

Les communes de St-Cyr-en-Val, St-Denis-en-Val, St-Jean-le-Blanc et St-Pryvé-St-Mesmin sont raccordés au réseau d'Orléans.

4-1 - Captages d'Olivet (indices d'archivage national : 398.2.1 et 398.2.72).

Les deux puits d'Olivet sont situés en bordure du parc des expositions d'Orléans et de la déviation de la RN 20, au milieu des aires de parking. Le périmètre de protection immédiate est occupé par la station de pompage, les bureaux et les ateliers de la Société concessionnaire. Le champ de captage est à 100 m à l'Ouest du Bras des Montées, affluent du Loiret, alimenté par les eaux de ruissellement de St-Jean-le-Blanc en amont et des quartiers Sud d'Orléans en aval.

En amont immédiat, s'est implantée une fonderie. Une zone industrielle est en cours d'établissement par ailleurs, mais avec rejet des eaux pluviales dans le Loiret.

En fait, les deux captages ont été englobés à l'intérieur d'une zone entièrement transformée au cours des dix dernières années, sans que leur protection ait été alors envisagée.

Tributaires d'une alimentation par les pertes de la Loire et d'une alimentation par la nappe des calcaires de Beauce, ces deux ouvrages sont sensibles aux rejets effectués dans la nappe, directement (forages absorbants, etc.), ou indirectement (émissaires agricoles, fuites sur émissaires d'assainissement), et aux pollutions véhiculées par le fleuve.

Lors de la réalisation du 2ème forage (1962), André LE STRAT, Collaborateur principal, signale dans un rapport du 21.4.1962 que, dès 1953, il avait été amené à définir un périmètre intéressant le premier et le nouveau forage, sur 30 m de rayon autour de chacun des ouvrages. Ces mesures préventives n'ont pu être respectées.

D'autre part, la tête du second forage n'est pas rehaussée et n'est donc pas à l'abri des crues.

La qualité chimique des eaux se dégrade, par la présence d'ammoniaque depuis 1972, de manganèse depuis 1973 et de fer depuis 1975. Un traitement au chlore permet d'obtenir une qualité bactériologique satisfaisante. Cependant les eaux ont une turbidité, une couleur et un goût souvent désagréables, amplifiés par des excès de chlore gazeux.

Un projet est en cours d'étude, pour pallier cette situation par l'exécution d'un nouveau forage en bordure du massif boisé du Donjon, au Sud de la commune.

4-2 - Captages d'Orléans

La Ville d'Orléans possède 8 captages :

- 4 forages au Nord de la Loire (Landreloup, Ambert, Blossières et Clos des Boeufs)

- 1 forage à Orléans-la-Source (Campus)

- 3 puits dans le Val (398.2.6, 7 et 9) *

Il ne sera question ici que de ces trois puits. Ils sont situés entre l'usine élévatoire et le Parc floral d'Orléans-la-Source.

- Puits du Gouffre, creusé en 1878, profondeur 26,14 m, situé en bordure du Dhuy

- Puits Theuriet, creusé en 1894, profondeur 17 m, situé entre le Dhuy et l'usine élévatoire

- Puits du Bouchet, creusé en 1963, profondeur 25 m, situé entre le puits du Gouffre

Il s'agit donc de captages de subsurface, dans lesquels les eaux sont prélevées dans la partie épidermique de la nappe phréatique.

Ces trois ouvrages ont été implantés dans la zone de convergence de l'ensemble des réseaux karstiques connus dans le Val d'Orléans. Ils captent les eaux du calcaire de Beauce (les alluvions étant ici dénoyées), réalimentés par les pertes de la Loire et du Dhuy.

La qualité des eaux est donc tributaire de celles du fleuve et des ruisseaux qui parcourent le Val. C'est ce qui explique la charge bactérienne permanente et la turbidité des eaux brutes captées, traitées depuis le printemps 1977 dans une station moderne.

Des essais de coloration ont montré que les eaux de la Loire, entre Jargeau et la source du Loiret ont une vitesse de transit comprise entre 147 et 166 m/heure. Il n'y a donc pas d'épuration naturelle possible dans les réseaux karstiques à forte transmissivité ($5 \text{ à } 7 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$).

Les débits prélevés sont de l'ordre de $3.000 \text{ m}^3/\text{h}$. La zone influencée par les pompages (observations du 30.4.1974) s'étend sur un rayon de 1 km autour du puits du Bouchet (planche 2).

* Indices d'archivage national des ouvrages dans la Banque des données du sous-sol

Dans la même zone ont été implantés 5 forages agricoles destinés à l'irrigation des vergers et des cultures florales. Ces forages privés ont été réalisés dans des conditions techniques très rudimentaires. Certains d'entre eux peuvent absorber des eaux superficielles lorsque les sols sont détrempés.

Si l'on considère les directions d'écoulement de la nappe dans le Val (planche 1), il est possible de constater que c'est l'ensemble du Val qu'il faudrait protéger pour éviter les contaminations de la nappe. Or, tous les ruisseaux ont été ou seront recalibrés dans le cadre des drainages agricoles. Le Dhuy, à la suite d'un recalibrage, perd 50 l/s en amont du Parc floral. Les barrages à niveau constant accélèrent le processus des pertes par le fond ou par les berges, lorsqu'un gouffre n'absorbe pas la totalité du débit (exemple gouffre dans l'Ousson à la ferme du Petit Reuilly, commune d'Ouvrouerles-Champs en été 1976).

Des carrières abandonnées sont utilisées en décharges (Sandillon, Jargeau, Férolles). L'urbanisation s'accélère, souvent loin des collecteurs des eaux usées, et les assainissements individuels se multiplient. La Loire recevra des effluents de centrales nucléaires. D'autres carrières s'ouvriront qui, elles, seront remises en culture.

En conséquence, l'alimentation en eau d'Orléans et des communes qui sont rattachées à son réseau de distribution (St-Jean-le-Blanc, St-Cyr-en-Val, St-Pryvé-St-Mesmin, St-Denis-en-Val), est très fortement menacée.

La protection des captages, dans leur état actuel, ne peut être que partielle :

- par l'aménagement de périmètres de protection immédiate inexistants aujourd'hui

- par des modifications et des aménagements à réaliser dans un rayon de 1 km (périmètre de protection rapprochée) autour du puits du Bouchet (au Nord du Loiret) et dont le détail a été donné à la Ville d'Orléans dans un rapport d'expertise en date du 8 avril 1976

- par l'application stricte de la législation dans le périmètre compris entre le bourg de St-Cyr, l'entrée occidentale du bourg de Sandillon, la RN 751, l'entrée sud du bourg de St-Denis-en-Val et le Bras de Bou.

Par contre, l'alimentation en eau d'Orléans devrait être repensée dans deux directions :

- Forages profonds dans le Val (100 à 120 m) éliminant par cimentation la partie haute du réservoir aquifère sur 40 à 50 m. Le débit pourrait être de 200 m³/h par ouvrage (cf. forage AEP non utilisé de St-Pryvé-St-Mesmin)

- Forages profonds entre Orléans-la-Source, la Ferté-St-Aubin St-Cyr-en-Val, Marcilly et Ardon (100 à 200 m) permettant d'être hors d'atteinte des pollutions de la Loire et du Val (cf. forages HOTCHKISS-BRANDT, INRA, SEMPEL) et d'assurer une alimentation minimale en cas de pollution grave momentanée du fleuve. Le nombre des forages serait à multiplier dans le cas où l'alimentation en eau devrait être assurée en permanence à partir de la nappe de Beauce sous la Sologne, entre La Loire et le Cosson.

4-3 - Forage de Sandillon

Le forage de Sandillon (398.3.4) a été exécuté en 1947. Il est situé sur la limite du bourg aggloméré, en rive sud de la route de Férolles. Sa profondeur est de 83 m. Malgré cette profondeur, l'eau présente des pollutions bactériologiques passagères. Sur le plan chimique, la dureté faible (12 à 17° F) traduit un mélange de la nappe de Beauce avec des eaux de la Loire, ce qui laisse supposer que les cimentations ne sont plus étanches.

Comme les captages d'Orléans, le forage de Sandillon est vulnérable aux pollutions introduites dans la nappe en amont et aux pollutions véhiculées par la Loire au niveau des zones des pertes (Jargeau, Châteauneuf).

Les mesures de protection préconisées, compte-tenu du développement et des aménagements en cours dans le Val, ne peuvent avoir qu'une efficacité limitée (cf. rapport d'expertise du 9.9.1976), en raison de l'anastomose des réseaux karstiques provenant de Jargeau, de Châteauneuf et de Tigy, au niveau du bourg.

Par ailleurs, il importe de raccorder les habitations voisines au réseau d'assainissement communal et de veiller à l'étanchéité de ce réseau près du forage. La situation pourra s'améliorer avec la mise en service de la station-lagune de la conserverie de Rebonty et de l'assainissement général du bourg, dans la mesure où les fossés recalibrés de la Marmagne ne seront pas absorbants.

Le territoire de la commune s'étend sur le coteau de Sologne, près de Samatha. Il a été conseillé, lors de l'élaboration du plan d'occupation des sols, de réserver un terrain pour un forage de secours dans cette zone, ce qui aurait par ailleurs pour avantage de raccorder au réseau de distribution communal les habitations du Sud de la commune, non encore desservies.

4-4 - Captage de Férolles

Le forage communal de Férolles a été exécuté en 1959. Il a été implanté à l'Est du bourg en rive sud du chemin rural du Vignou. Sa profondeur est de 59 m. La coupe technique fait apparaître une cimentation jusqu'à 51 m de profondeur. Cette étanchéité ne doit plus être totale car les eaux ont une minéralisation qui traduit le mélange d'eau profonde et d'eau de Loire (dureté 10 à 13° F). La turbidité est également nette lors des crues de la Loire.

Sur le plan bactériologique, il a été noté en 1975 des indices de contamination fécale qui ont nécessité la mise en service d'un stérilisateur.

Le périmètre de protection immédiate n'est pas matérialisé. Le forage est accessible à tout curieux. Les terres situées au Nord sont drainées avec rejet dans un fossé absorbant.

Les mesures préconisées concernent (cf. rapport d'expertise du 13.5.1976) :

- le raccordement de toutes les maisons voisines, dans un rayon de 450 m autour du forage, à un réseau d'assainissement (à construire), ce qui implique la suppression des puisards, puits absorbants etc.

- l'étanchéité des fossés agricoles.

Les précisions apportées au cours de la présente étude sur la situation des réseaux karstiques montrent que, à l'aplomb du cône de dépression provoqué par les pompages d'exploitation du captage de Férolles, confluent les réseaux karstiques associés :

- à l'ancienne Vallée de l'Anche, actuel affluent fossile de la rive droite

- aux pertes de la Loire entre Ouvrouer et Châteauneuf.

La protection éloignée devrait donc couvrir ces réseaux. Cependant, l'absence d'infrastructures d'assainissement et les rejets en Loire montrent que le captage de Férolles devra être condamné à plus ou moins long terme. Il faut donc envisager, pour l'avenir, soit un raccordement au réseau de Darvoy, soit au réseau de Vienne-en-Val, soit créer un nouveau captage :

- à l'extérieur de la commune, au Sud de celle-ci sur le plateau de Fazoire

- sur la commune, en descendant vers 150 m de profondeur, pour capter les eaux dans la craie, sous les formations de l'Eocène, le réservoir aquifère de la nappe de Beauce étant traversé en entier et cimenté.

4-5 - Captage de Darvoy

Le captage de Darvoy (398.4.3) a été exécuté en 1948. Il est implanté entre le bourg et la Loire. Sa profondeur est de 78 m. Ses parois sont cimentées jusqu'à 37 m de profondeur, sous les marnes vertes et blanches de l'Aquitainien inférieur, traversées entre 27 et 33 m.

Dans cet ouvrage, la minéralisation de l'eau traduit l'absence d'influence de la Loire : dureté 30°.

Le forage bénéficie, d'une part d'une protection naturelle, d'autre part d'une cimentation efficace. Cet ouvrage devrait pouvoir alimenter Férolles et éventuellement Jargeau, son débit pouvant atteindre 145 m³/h sous 2 m de rabattement.

4-6 - Captage de Jargeau

Le forage de Jargeau (398.4.7) est situé entre la rue du Civet et la rue de Clos de Mein. Il a été exécuté en 1937 et a 69,5 m de profondeur. Il est cimenté jusqu'à 37,50 m, sous les argiles vertes équivalentes de la Molasse du Gâtinais traversées entre 25 et 28,60 m. L'étanchéité initiale du captage doit être compromise car la dureté des eaux est inférieure à 20° F et traduit des apports de la Loire, confirmés par une turbidité élevée lors des crues du fleuve.

L'alimentation du captage est donc tributaire de la Loire. Elle est également tributaire du plateau compris entre St-Denis-de-l'Hôtel et Châteauneuf-sur-Loire, notamment des pertes de l'Anche (colorations des gouffres des Bruyères en 1901-1902 par F. MARBOUTIN, avec apparition du colorant dans le puits du Christ à 500 m au N.E. du captage, et dans les sources du Loiret).

On note de plus une augmentation progressive de la minéralisation par rapport à la minéralisation initiale contrôlée en 1937. Ceci est à mettre en relation avec l'extension de l'agglomération vers l'Est, sans assainissement collectif.

Les périmètres de protection proposés dans mon rapport du 7 avril 1976 sont rappelés ci-dessous :

- Le périmètre de protection immédiate est conforme aux prescriptions du géologue officiel GUILLERD. Il devra être maintenu en l'état actuel, sans extension des parties cultivées.

- Le périmètre de protection rapprochée, couvrant la zone d'appel du forage pour une exploitation journalière de 14 heures, doit couvrir un rayon d'au moins 330 m autour du captage. Il est nécessaire de collecter toutes les eaux vannes et usées, de supprimer les puits absorbants, de veiller à l'étanchéité des collecteurs d'assainissement et des réserves d'hydrocarbures.

- Le périmètre de protection éloignée devrait couvrir la zone d'alimentation, jusqu'à la Loire, entre le pont, le captage et les Rabiteaux. L'assainissement de cette zone devrait être envisagé et les prescriptions relatives au périmètre de protection rapprochée devraient être également respectées. Il faut noter de plus qu'il est nécessaire de supprimer les décharges sauvages et de reboucher les gouffres, qui pourraient s'ouvrir ou évoluer, avec des matériaux nobles (graviers de Loire).

Ces mesures ne peuvent agir sur la qualité des eaux véhiculées par la Loire. Aussi, faut-il recommander à la commune d'opérer un branchement sur les réseaux de St-Denis-de-l'Hôtel ou de Darvoy qui sont alimentés par des captages sans rapport avec le fleuve.

4-7 - Captage du syndicat Ouvrouer-Sigloy

Le captage du syndicat (399.1.9) a été exécuté en 1963-1964. Il est situé à mi-chemin entre les bourgs agglomérés qu'il dessert, le long du CD 107, lieu-dit la Jonchère. Sa profondeur est de 82 m.

Cet ouvrage traverse la totalité des calcaires de Beauce, sous recouvrement burdigalien, les argiles de l'Eocène et du Post-Crétacé, et pénètre dans la craie entre 62,8 et 82 m. La nappe est captive sous les argiles burdigaliennes et sous les argiles de l'Eocène. Les eaux de la craie sont peu dures (7 à 12° F).

Le forage bénéficie de la protection naturelle des argiles. Il est situé à l'écart des circuits karstiques. Donc, dans la mesure où des forages ne sont pas créés en amont pour absorber les eaux des drains agricoles, la protection peut être limitée au rayon d'action fictif du captage, soit 350 m autour de la tête de l'ouvrage. Les servitudes à respecter concernent les forages ou puits absorbants, les établissements polluants, les dépôts de déchets urbains et industriels.

4-8 - Captage du syndicat de Guilly-Neuvy-en-Sullias

Cet ouvrage (399.2.201) a été exécuté en 1968. Il est situé entre les bourgs de Guilly et de Neuvy, au lieu-dit les Places. Sa profondeur est de 80 m. Il est cimenté jusqu'à 44 m. Il traverse :

- 1) les alluvions de la Loire sur 7,80 m
- 2) les argiles burdigaliennes sur 5,20 m
- 3) les calcaires lacustres, marneux jusqu'à 59 m de profondeur, sur 55 m
- 4) les sables et marnes de l'Eocène sur 11 m

et atteint le Crétacé supérieur altéré à 79 m de profondeur.

La nappe des calcaires lacustres est protégée par le Burdigalien et l'Aquitaniens supérieur marneux. Comme dans le captage du syndicat Ouvrouer-Sigloy, les eaux ont une dureté faible grâce à l'apport du Crétacé supérieur.

Il serait bon que la protection immédiate du forage puisse être assurée par la pose d'une clôture interdisant l'accès au terrain. Le captage est actuellement accessible à tout curieux ou malveillant.

Le périmètre de protection rapprochée pourra être défini par un cercle de 350 m de rayon à l'intérieur duquel devront être interdits les forages absorbants et devront être règlementés les forages d'irrigation afin que les eaux superficielles ne puissent atteindre la nappe profonde exploitée.

4-9 - Captages de Saint-Benoît-sur-Loire

1) Forage de Ste-Scholastique exécuté en 1947-1948 (399.2.11). Il a 95 m de profondeur et capte la craie entre 47 et 95 m, sous recouvrement alluvial, burdigalien et aquitanien.

2) Forage des Forges, exécuté en 1976 (399.2.229). Sa profondeur est de 101 m. Il capte les eaux à la base des calcaires lacustres et dans la craie, en dessous de 46 m de profondeur. Le titre hydrotimétrique est de 9° F, dureté qui correspond à une alimentation par les eaux du Crétacé supérieur.

La nappe est captive dans les deux forages. La protection naturelle est assurée par le recouvrement imperméable du Burdigalien et de l'Aquitaniens. De ce fait, le périmètre de protection rapprochée peut être limité à un cercle de 220 m de diamètre qui correspond à l'extension du cône de rabattement de la surface piézométrique lors des pompes d'exploitation.

Cette protection légale sera efficace aussi longtemps que des captages pour irrigation ne viendront pas mettre les nappes superficielles en communication avec la nappe profonde par défaut de cimentation haute.

5 - CONCLUSIONS

Le projet d'ouverture de carrières dans le Val d'Orléans a motivé une étude piézométrique fine destinée à faire apparaître les zones où la nappe alluviale est drainée par les réseaux karstiques développés au sein du massif calcaire sous-jacent.

Ces zones ont pu être cartographiées après un nivellement complémentaire et une étude photogéologique. Les résultats obtenus sont très importants car ils mettent en évidence les communications qui existent entre les réseaux karstiques et qui contribuent à la dispersion des eaux à l'intérieur du Val entre Férolles et les zones d'émergence du Loiret.

Le karst est actif et, durant la période de l'étude, plusieurs nouveaux gouffres se sont ouverts à Jargeau, Darvoy, Sandillon et Ouvrouer, comme conséquence, soit de l'étiage 1976, soit des crues importantes de la Loire en 1977.

Aussi faut-il prévoir une zone de 100 m de large, de part et d'autre de chaque axe karstique, dans laquelle de nouveaux gouffres peuvent apparaître et dans laquelle il est déconseillé d'ouvrir des carrières en raison de la vitesse de circulation des eaux souterraines (150 et 200 m/h).

Les essais de débit réalisés dans la nappe alluviale ont permis de mettre en évidence des eaux libres, des eaux captives et des eaux semi-captives, l'état de la nappe étant imposé par des facteurs lithologiques (épaisseur des limons superficiels, interlits d'argile dans le massif alluvial, importance de la teneur en argile des matériaux sableux), et par les conditions d'alimentation et de suralimentation.

La perméabilité est très généralement voisine de 10^{-3} m/s, valeur équivalente à celle observée par DIENERT en amont de Gien.*

En nappe libre, dans les zones où la qualité et l'épaisseur des matériaux peut justifier l'ouverture de gravières, les paramètres hydrodynamiques prévisibles sont :

Transmissivité :	$0,01 \text{ m}^2/\text{s}$
Emmagasinement :	7 à 15 %
Diffusivité :	$0,14 \text{ à } 0,06 \text{ m}^2/\text{s}$

(*) in DIENERT - 1913 - "Etude des projets d'adduction d'eau présentés en vue de l'alimentation de Paris, reprise par THUILLIER ; in thèse CNAM - 1969 - "Contribution à l'étude du Val de Loire entre Cosne et Gien".

Sur le plan de la protection des captages publics, l'efficacité des mesures qui pourront être prises, reste tributaire des aménagements nécessaires, en cours ou à venir, pour l'économie du Val, et des aménagements encore possibles pour la protection des points d'eau. Ces deux aspects sont souvent antagonistes et la vétusté de certains captages augmente la vulnérabilité aux pollutions par intercommunications de nappes. Aussi, apparaît-il souhaitable de reconsidérer l'alimentation en eau des collectivités du Val :

- 1) à partir de forages à grande profondeur éliminant les aquifères aquitaniens
- 2) à partir des forages existants, parfaitement isolés (Darvoy, Guilly, Sigloy)
- 3) à partir des forages existants sur le plateau nord ou sud (St-Denis-de-l'Hôtel, Vienne-en-Val, Tigy)
- 4) à partir de forages à créer sur le plateau sud (Orléans, Sandillon, St-Cyr-en-Val, etc).

RESULTATS DES ESSAIS DE DEBIT SUR LES DOUBLETS PIEZOMETRIQUES - OCTOBRE 1977

[illegible]

AMENAGEMENT DU VAL D'ORLEANS
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

-0-0-0-

Résumé

Ce rapport est présenté en application de la convention B.R.G.M. - Comité de Gestion de la taxe parafiscale sur les granulats n° 3-45-3.

Il précise la piézométrie de la nappe alluviale dans le lit majeur de la Loire, dans le Val d'Or et dans le Val d'Orléans.

Il définit la position des réseaux karstiques au sein des calcaires de Beauce en aval de Châteauneuf-sur-Loire.

Par ailleurs, l'acquisition des paramètres hydrodynamiques du réservoir alluvial a été rendue possible par l'exécution de 50 forages en doublets piézométriques.

En outre, le rapport permet de définir les conditions de protection des captages publics et de suggérer les mesures à prendre pour assurer la continuité de l'alimentation en eau potable des collectivités dans le Val.

AMENAGEMENT DU VAL D'ORLEANS
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

-0-0-0-

Résumé

Ce rapport est présenté en application de la convention B.R.G.M. - Comité de Gestion de la taxe parafiscale sur les granulats n° 3-45-3.

Il précise la piézométrie de la nappe alluviale dans le lit majeur de la Loire, dans le Val d'Or et dans le Val d'Orléans.

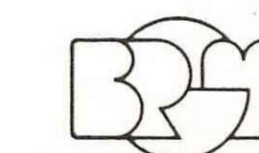
Il définit la position des réseaux karstiques au sein des calcaires de Beauce en aval de Châteauneuf-sur-Loire.

Par ailleurs, l'acquisition des paramètres hydrodynamiques du réservoir alluvial a été rendue possible par l'exécution de 50 forages en doublets piézométriques.

En outre, le rapport permet de définir les conditions de protection des captages publics et de suggérer les mesures à prendre pour assurer la continuité de l'alimentation en eau potable des collectivités dans le Val.

AMÉNAGEMENT DU VAL D'ORLÉANS
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

CARTE PIÉZOMÉTRIQUE



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional BASSIN DE PARIS

77 SGN 582 BDP

VAL D'ORLÉANS

Carte piézométrique - Étiage 1966

- Point d'eau rattaché au NGF
- ✚ Forage communal ou syndical
- Forage de la fonderie SIFA
- 2.6 Profondeur de la nappe par rapport au sol à l'étiage (hauteur dénoyée)
- Sources du Loiret
- ▼ Gouffres et dolines répertoriés
- △ Gouffre comblé ou effondrement potentiel
- 97 * Doublets de forages provisoires pour essais de débit
- ➔ Réseaux karstiques
- Argile verte burdigalienne sous alluviale
- 92 Hydroisohypse de la première nappe (équidistance 0,50 m)

Echelle : 1/25 000



VAL D'OR

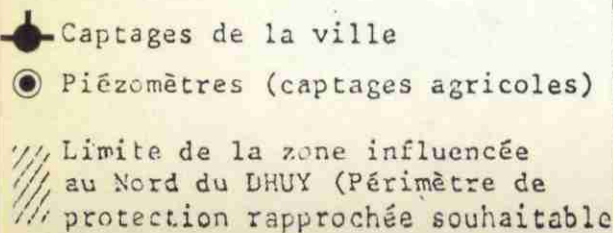
Carte piézométrique - Étiage juillet 1967

- Point d'eau
- 3.0 Hauteur dénoyée
- ✚ Forage communal
- 109 Hydroisohypse de la nappe des alluvions
- Nota : le substratum des alluvions est représenté par les formations burdigaliennes

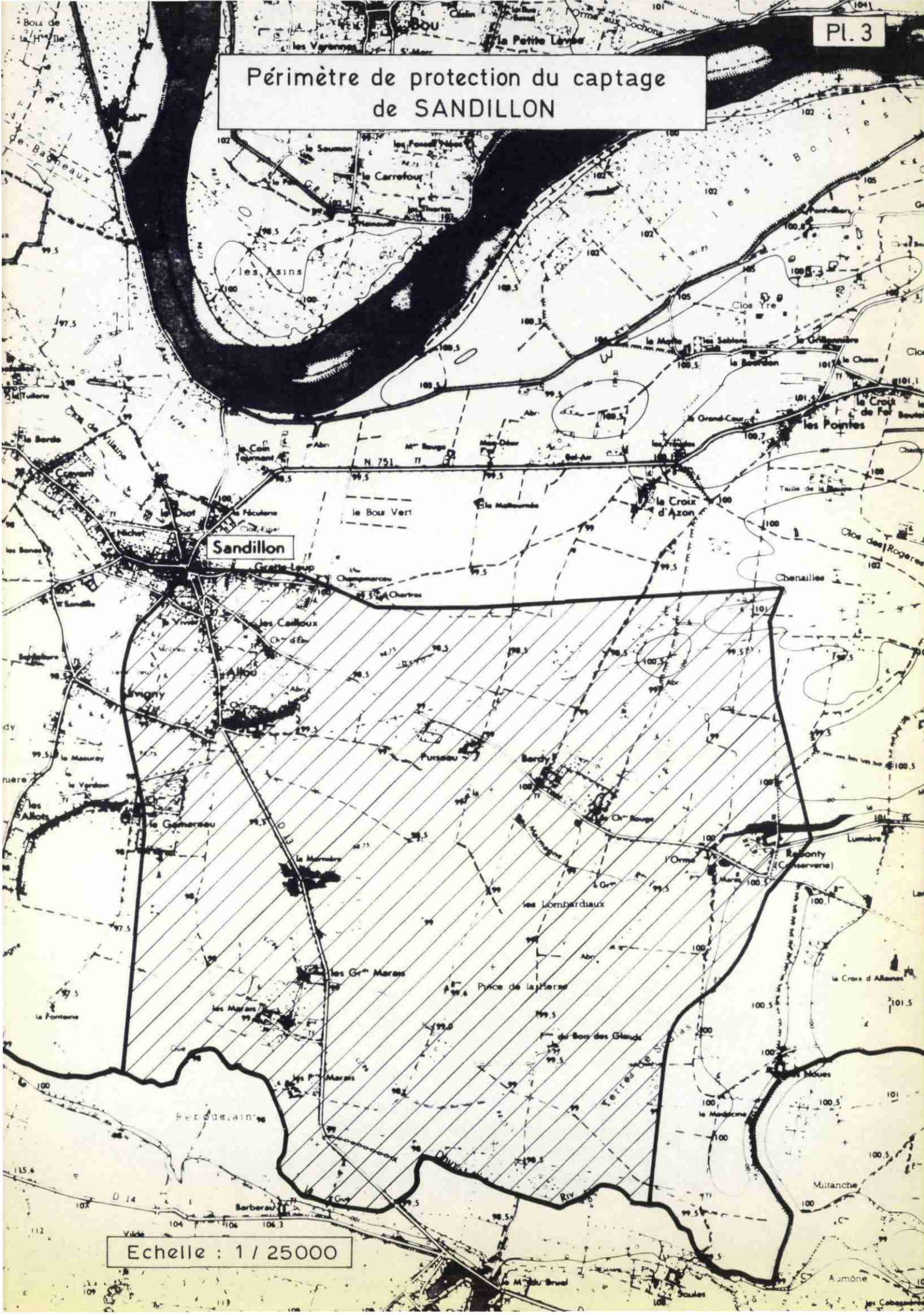
Echelle : 1/25 000

CAPTAGES D'ORLÉANS

ECHELLE : 1/10.000



Périmètre de protection du captage de SANDILLON

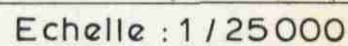


Echelle : 1 / 25000

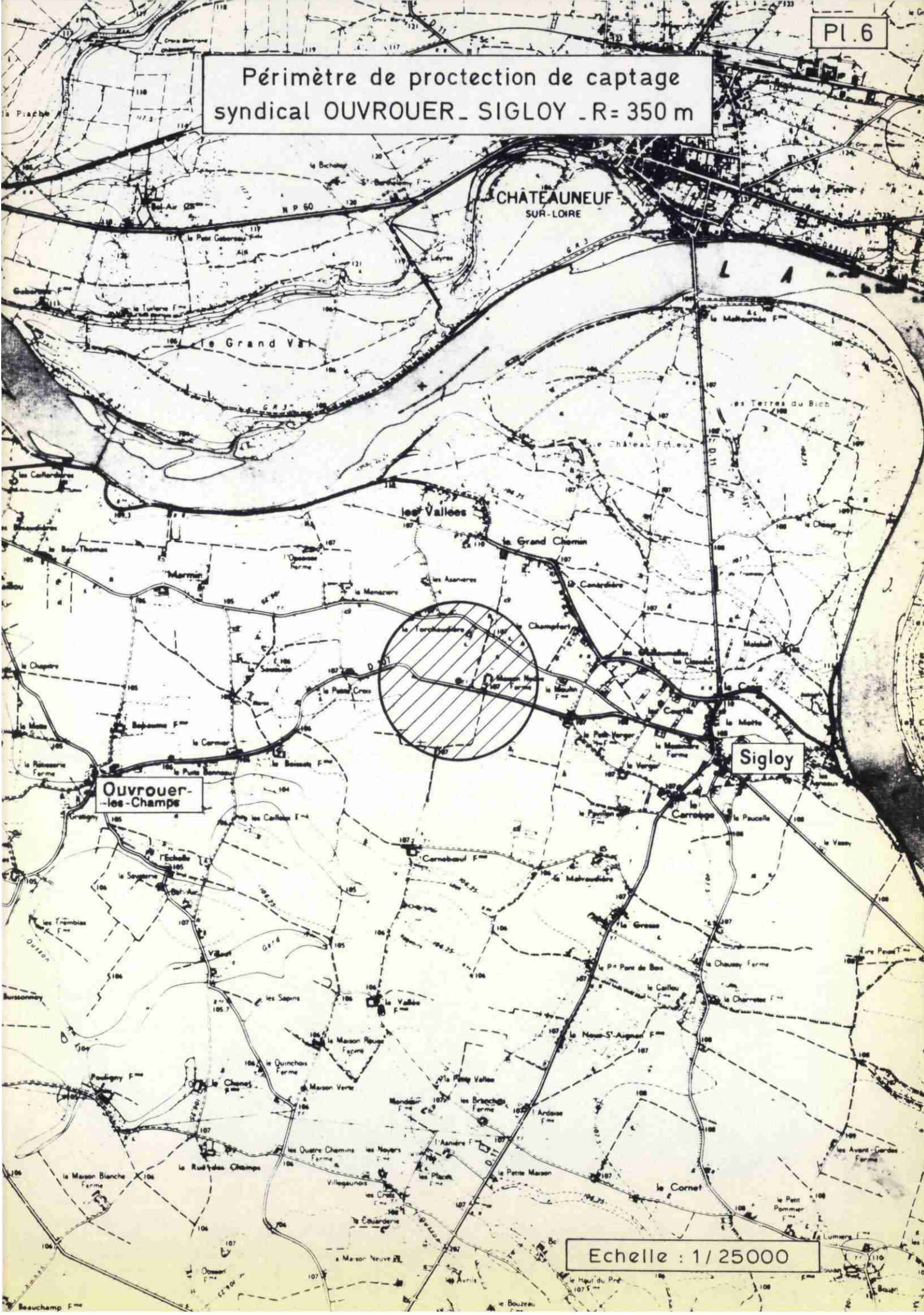
Pl. 4



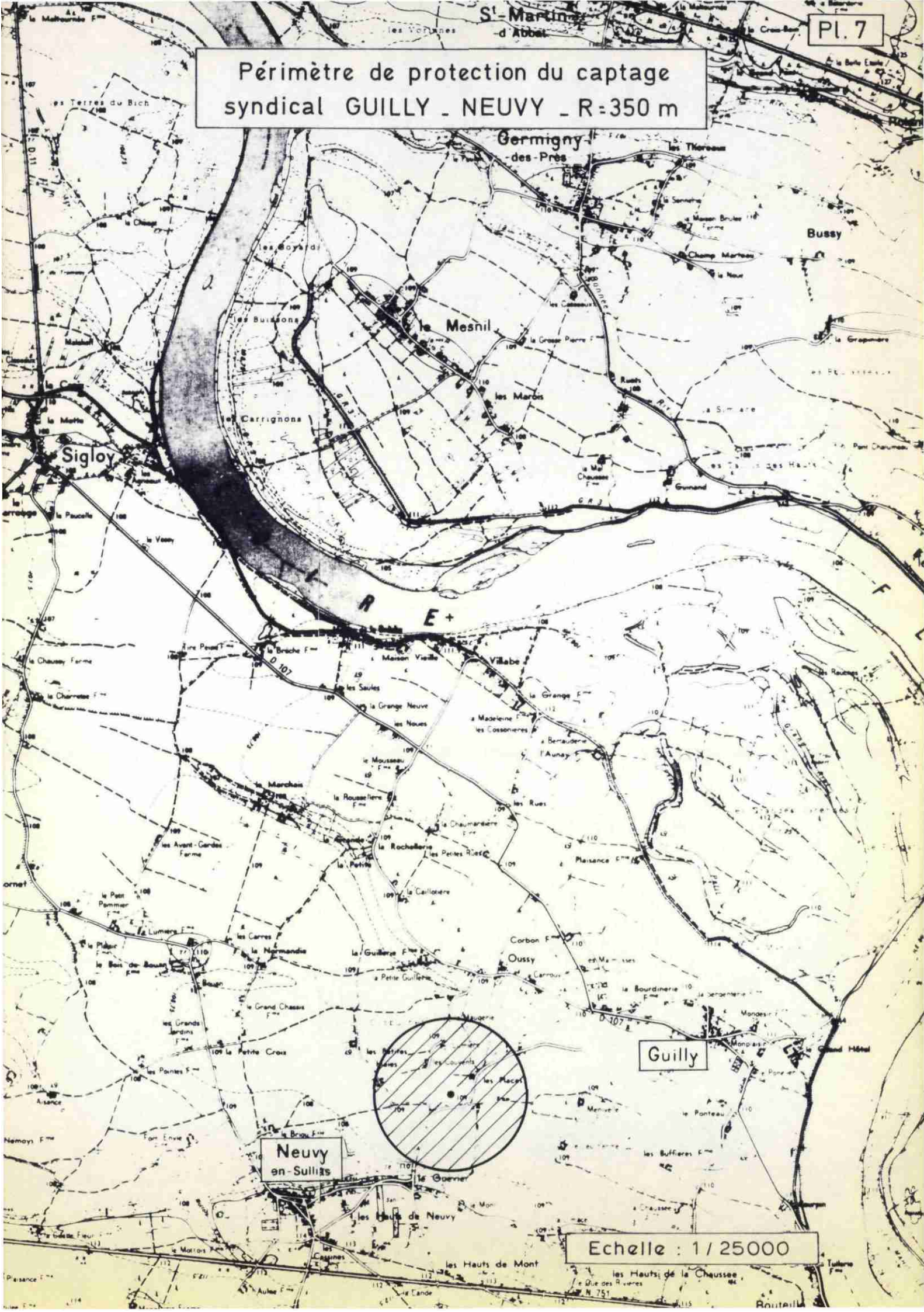
Bois.
des Comptes



Périmètre de protection de captage
syndical OUVROUER - SIGLOY - R= 350 m



Périmètre de protection du captage
syndical GUILLY - NEUVY - R=350 m

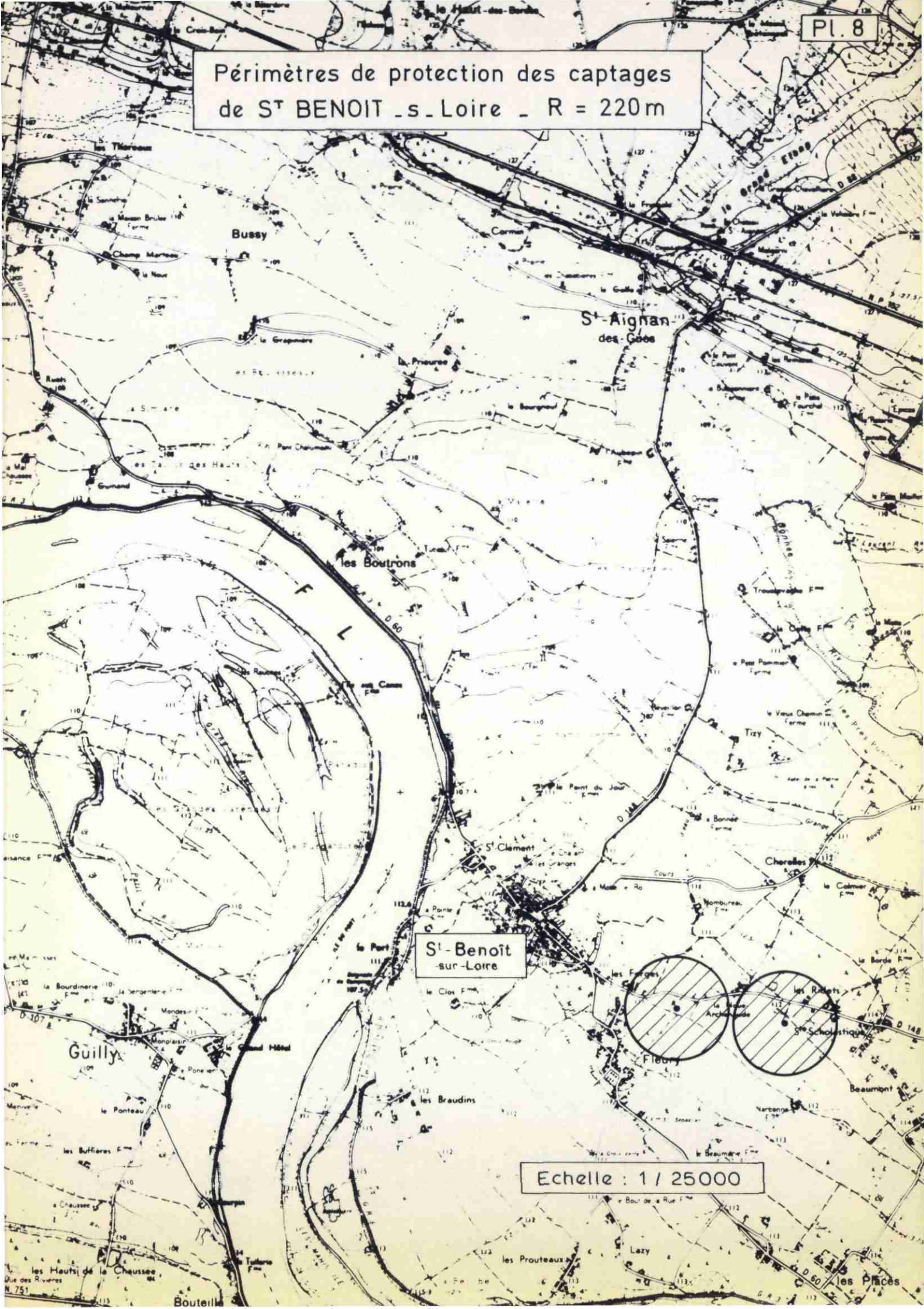


Guilly

Neuvy
en-Sullias

Echelle : 1 / 25000

Périmètres de protection des captages
de S^t BENOÎT -s- Loire - R = 220m



Echelle : 1 / 25000