

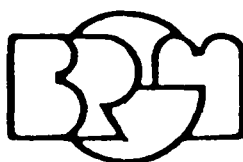
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE D'INDRE-ET-LOIRE

**ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES
LACUSTRES DANS LA FOSSE D'ESVRES
ENTRE LE CHER ET L'INDRE**

(INDRE-ET-LOIRE)

par

N. DESPREZ



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional CENTRE

10, avenue Buffon - 45100 Orléans - Tél (38) 63 55 66

80 SGN 673 CEN

Octobre 1980

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES LACUSTRES
DE LA FOSSE D'ESVRES ENTRE LE CHER ET L'INDRE

RESUME

L'étude hydrogéologique des Calcaires de Touraine entre le Cher et l'Indre, étude confiée au B.R.G.M., Service Géologique Régional Centre par la Direction Départementale de l'Agriculture d'Indre-et-Loire, a permis de définir trois zones, dont la zone centrale au Nord de Courçay et de Trèves, présente seule un gradient hydraulique faible qui traduit une bonne perméabilité globale.

Un sondage implanté dans les réseaux karstiques d'une des vallées sèches de cette zone a fourni un débit de 58 m³/h (débit limité par le diamètre du sondage) sous 0,14 m de rabattement à partir de fissures situées entre 9 et 11 m de profondeur (enregistrement au micromoulinet).

Huit sites sont proposés pour des reconnaissances complémentaires en tenant compte des conditions actuelles de l'environnement. Toute modification dans cet environnement est susceptible d'entraîner l'abandon de un ou plusieurs sites dans le cas où les ressources recherchées seraient destinées à l'alimentation en eau potable des collectivités.

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION.....	1
2 - RAPPEL DE LA LITHOLOGIE DES CALCAIRES DE TOURAIN.....	2
3 - HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES LACUSTRES.....	5
3.1 - PIEZOMETRIE DE LA NAPPE.....	5
3.2 - PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DE L'AQUIFERE.....	6
3.3 - HYDROCHIMIE.....	7
3.4 - VARIATIONS PIEZOMETRIQUES.....	10
4 - RESULTATS OBTENUS SUR LE SONDAGE DE RECONNAISSANCE DE COURCAY.....	13
5 - CAPACITES DE PRODUCTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	18
5.1 - SITE DE COURCAY.....	18
5.2 - SECTEUR NORD DE COURCAY-TRUYES.....	19

ANNEXES : Extraits du rapport de stage au B.R.G.M. de B. FAGUET

Annexe 1 - Jaugeage des sources

Annexe 2 - Variations du débit des sources par rapport à la pluviométrie

Annexe 3 - Approche du calcul de l'emmagasinement du réservoir aquifère

Annexe 4 - Chimie des sources

Annexe 5 - Analyses chimiques de l'eau des puits, de l'eau de l'Indre et des Sources de l'Herpenty (Athée-sur-Cher) et de Cigogné

Annexe 6 - Analyses bactériologiques des Sources de l'Herpenty (Athée-sur-Cher)

Planche 1 : Carte piézométrique - Situation au premier trimestre 1980
Echelle 1/25.000

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre du renforcement de l'alimentation en eau potable des collectivités situées entre le Cher et l'Indre d'une part et du développement éventuel de l'irrigation d'autre part, la Direction Départementale de l'Agriculture d'Indre-et-Loire a confié au B.R.G.M., Service Géologique Régional Centre, l'étude des ressources en eau souterraine des calcaires lacustres de Touraine en vue de déterminer les zones les plus favorables à l'implantation de sondages de reconnaissance.

La collecte des informations nécessaires a été réalisée, en collaboration avec le Laboratoire de Géologie de l'Université d'Orléans-Tours, de janvier à mars 1980. Parallèlement un sondage de reconnaissance a été réalisé avec succès à Courçay pour renforcer le Syndicat Courçay, Cormery, Truyes et Esvres.

L'étude a porté sur la piézométrie, permettant de délimiter les zones de faible gradient, (2 à 5°/°°), c'est-à-dire de bonne perméabilité, sur les points de pollution potentielle (décharges), sur la chimie des eaux des puits exploités et des sources ainsi que sur les fluctuations enregistrées par la nappe suite à l'alimentation hivernale par les précipitations atmosphériques au cours du premier semestre 1980.

2 - RAPPEL DE LA LITHOLOGIE DES CALCAIRES DE TOURAINE

Les Calcaires de Touraine sont des calcaires lacustres présentant une analogie avec les calcaires lacustres de la Brie et de la Beauce. Ils apparaissent sous des faciès variés : calcaires francs, vacuolaires ou compacts plus ou moins silicifiés, calcaires farineux, marnes avec éventuellement des interlits d'argile. Peu de forages ont à l'heure actuelle recoupé la série jusqu'au substratum éocène ou crétacé :

- Forage agricole des Vezons, à Bléré, au N.W des Sources de l'Herpenty (Indice d'archivage national 488-3-41)

0	-	0,4	- Argile grise avec nombreux débris de calcaire
0,4	-	3,5	- Marne blanche avec calcaire beige à pâte fine
3,5	-	15,5	- Calcaire siliceux crème, carié, avec géodes de calcite
15,5	-	16,5	- Marne blanche et calcaire siliceux beige

Substratum non atteint.

- Forage AEP de Bléré - Les Ouches (488-3-43). Implanté à la limite du Crétacé et du Tertiaire, cet ouvrage ne rencontre que 3 m de marne blanche ou brune représentant le lacustre basal avant de pénétrer dans la craie, puis dans le Cénomanién.
- Forage agricole de Sublaines-Fleuriant (488-3-40). Ce captage pénètre dans le Crétacé à 31 m (Craie de 31 à 180 m, et Sables de Touraine de 180 à 210 m). Du sol à 31 m, les calcaires lacustres apparaissent comme suit :

0	-	0,3	- Couverture pédologique sableuse
0,3	-	7,0	- Marne blanchâtre pulvérulente avec éléments de calcaire beige
7,0	-	10,0	- Marne saumon, avec grains ferrugineux, enrobant des éléments de calcaire
10,0	-	31,0	- Calcaire dur beige et meulière ocre-jaune quelques fragments de silex à la base

Substratum crayeux à silex brun.

- Forage n° 2 du champ captant des Sources d'Avon (488-2-1)

0	-	1,5	-	Terre végétale sableuse
1,5	-	4,0	-	Marne avec calcaire carré et fragment de meulière blanche
4,0	-	6,0	-	Calcaire et meulière
6,0	-	8,0	-	Calcaire, marne et meulière
8,0	-	10,0	-	Calcaire et meulière
10,0	-	12,0	-	Calcaire beige avec un peu de marne
12,0	-	14,0	-	Marne blanchâtre
14,0	-	20,0	-	Calcaire et meulière
20,0	-	25,0	-	Marne avec fragments de calcaire et de meulière - Substratum non atteint

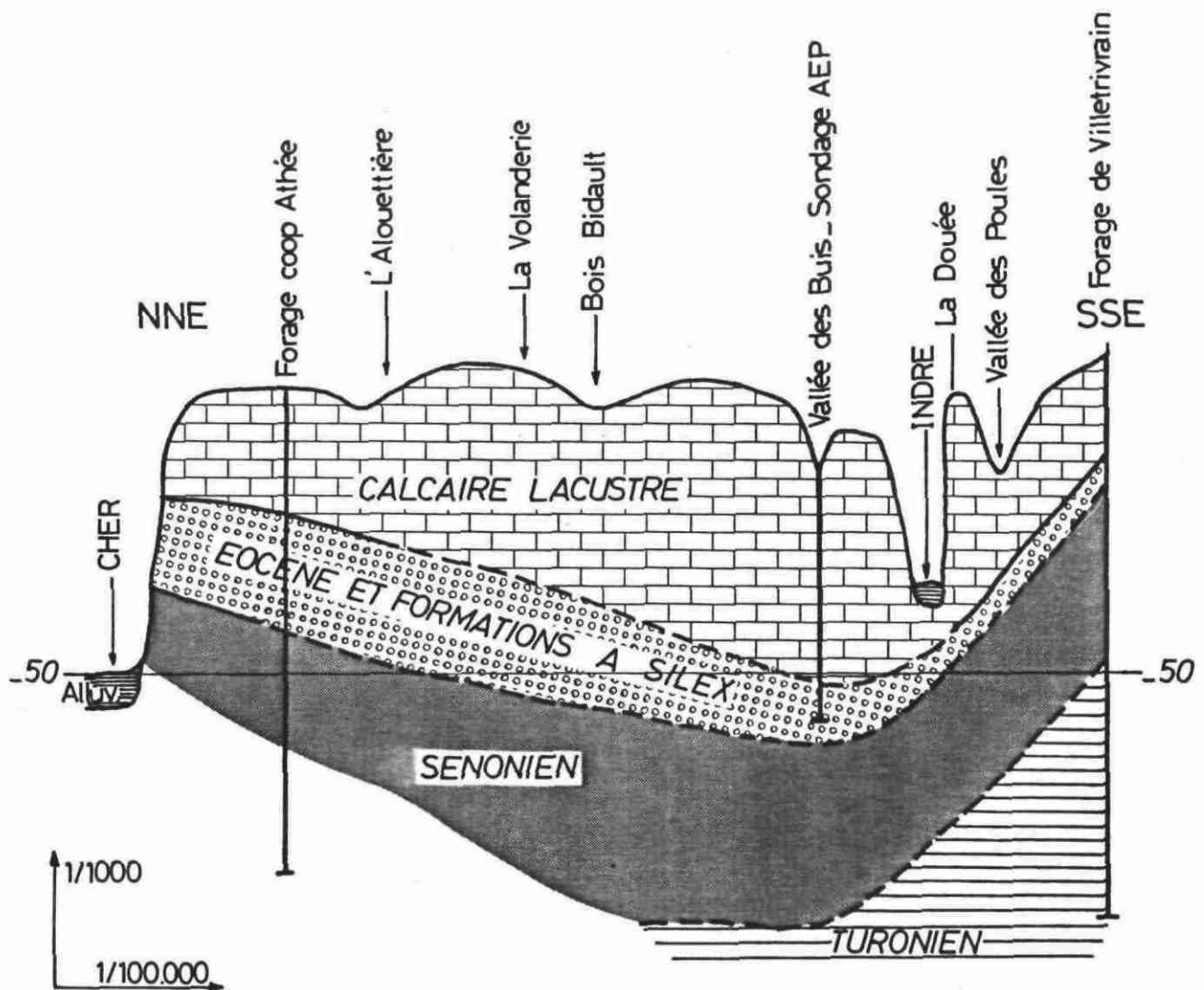
- Sondage de reconnaissance AEP de Courcay (488-2-107). Il s'agit d'un ouvrage de 35,8 m exécuté au marteau fond de trou, qui a recoupé des fissures ouvertes dans les calcaires, à partir de 8 m. La coupe lithologique est inconnue au-delà de cette profondeur (perte totale des échantillons). Il semble, d'après les réactions de l'outil, que l'Eocène (ou les formations à silex du toit de la Craie) ait été atteint vers 31 m (voir chapitre 4).

- Forage AEP (abandonné) de Cormery (488-2-2)

0	-	1,0	-	Terre rouge avec sable quartzeux
1,0	-	4,0	-	Terre rouge de décalcification
4,0	-	13,0	-	Calcaire lacustre avec meulière
13,0	-	15,5	-	Marne
15,5	-	26,0	-	Calcaire lacustre avec intercalation de marne
26,0	-	31,0	-	Marne
31,0	-	34,0	-	Calcaire
34,0	-	35,5	-	Marne sableuse
35,5	-	37,0	-	Substratum argileux au toit du Crétacé.

Observations : les coupes de ces forages montrent un massif hétérogène cloisonné par des couches de marne. Seuls les calcaires fissurés représentent les passées utiles du réservoir aquifère, mais les forages sont en nombre trop réduit pour pouvoir établir une corrélation entre les horizons productifs et les horizons stériles.

Au Nord, au flanc du coteau du Cher, la base des formations lacustres (faciès marneux) affleure entre les cotes 65 et 70 et se marque par une ligne d'émergences (Herpenty et Source St Martin à Bléré, fontaine de Ferrière à Athée-sur-Cher, Sources des Ouches et de la Gitonnière à Azay-sur-Cher). Au Sud, dans la vallée de l'Indre, la base de la série lacustre se trouverait vers la cote + 51 à Cormery et + 48 à Courçay*. Se dessine ainsi, suivant une direction Nord-Sud, une cuvette dont le point bas se situerait vers Courçay ou plus à l'Ouest. Cette cuvette, d'origine tectonique, correspond à la fosse synclinale d'Esvres, entre l'anticlinal de direction NW-SE, de Vouvray - Amboise - Contres - Graçay et la zone bordière du Jurassique de Buzançais à Chinon



PROFIL GEOLOGIQUE D'ATHEE A COURÇAY

* cf. chapitre 4 - La base du lacustre pourrait également être à + 61

3 - HYDROGEOLOGIE DES CALCAIRES LACUSTRES

(cf. planche hors texte)

La carte piézométrique a été établie à partir du relevé de 123 points d'eau répartis comme suit :

Feuille Bléré 1/25.000	(	n° 1	-	6 points
	)	n° 2	-	75 points
	)	n° 3	-	40 points
	)	n° 7	-	2 points

Parmi ces points, 16 ont fait l'objet d'un relevé périodique jusqu'au 17-06-1980.

3.1 - PIEZOMETRIE DE LA NAPPE (janvier à mars 1980)

La carte piézométrique fait ressortir une dissymétrie très nette entre les parties centrale et occidentale du bassin et sa partie orientale à l'Est d'une ligne Courçay-Les Ouches. Dans la partie orientale, la crête piézométrique entre le Cher et l'Indre (+ 96 à + 88) suit sensiblement la ligne de partage des eaux de surface, tandis qu'à l'Ouest, le bassin versant du Cher est réduit par rapport à celui de l'Indre avec report de la crête piézométrique (+ 88 à + 84), de 1 à 2 km vers le Nord.

3.11 - Versant du Cher

Dans ce versant, la nappe est très influencée par les vallées sèches, avec un gradient supérieur ou égal à 1 %. Ce gradient traduit une perméabilité faible, conséquence de la prédominance des horizons marneux à la base du lacustre. Ce n'est qu'à l'Ouest d'Athée-sur-Cher, sur un territoire réduit à 2 km² que le gradient est plus faible ($\approx 2,5 \text{ ‰}$). A l'Est de la zone, les Sources de l'Herpenty*, au débit très important (212 m³/h le 18-06-1968), ont un bassin versant très limité avec dissymétrie de la vallée, tant sur le plan topographique que piézométrique. Il est probable que le groupe des émergences soit lié à la tectonique (direction méridienne ou NE-SO).

* cf. chimie et bactériologie - Annexes 5 et 6

3.12 - Versant de l'Indre

Il faut distinguer, dans ce versant, trois zones :

- Zone occidentale à l'Ouest du CD n° 82. Le gradient est compris entre 0,5 et 1 % au Nord du CD 17. Au débouché de cette zone sur l'Indre apparaissent les Sources d'Avon (débit 200 à 300 m³/h), captées pour l'alimentation des collectivités publiques et dont les périmètres de protection ont été définis par Leopold RASPLUS (rapport d'expertise du 12-08-1974).
- Zone centrale entre le CD n° 82 et une ligne passant par Fontenelle, La Peignière et Le Chêne Blanc. Le gradient est compris entre 0,2 et 0,3 % avec plusieurs axes de drainage préférentiel vers :
 - . Cormery (Source de La Tour Carrée ou "Belle Source")*
 - . Truyes, avec l'émergence du bourg (50 à 250 m³/h suivant la saison)*
 - . Courçay, (2 axes vers la vallée sèche des Buis-Geay). Une relation entre cette vallée et la Source de la Doué n'est pas à exclure par l'intermédiaire de réseau de type karstique.
- Zone orientale où le gradient est compris entre 0,5 et 2 % entre les hydroisohypses + 72 et + 96 (réservoir peu perméable ou passage d'une nappe superficielle à une nappe plus profonde).

3.2 - PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DE L'AQUIFERE

3.21 - Transmissivité

C'est à partir de la productivité des captages (débit spécifique) que l'on peut approcher la transmissivité de l'aquifère :

- Forage n° 2 d'Avon, débit 19,2 m³/h pour 11,9 de rabattement
transmissivité $4,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
- Sondage de reconnaissance de Courçay, vallée des Buis, débit 41 m³/h pour un rabattement de 0,02 m
transmissivité $5,6 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$.

* cf. : Annexes 1 et 2 - Mesures des débits de cette émergence au 1er semestre 1980
par B. FAGUET

transmissivité déduite de l'essai du 13 Octobre 1980
 $7,7 \times 10^{-2}$ à $1,2 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ (cf. chapitre 4)

- Forage agricole de Bléré, les Vezons, débit $110 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un rabattement de 12 m
transmissivité $5,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Forage domestique de Cigogné-le-Préau. Débit faible suffisant pour la ferme.

Les valeurs dispersées obtenues confirment d'une part l'hétérogénéité du réservoir aquifère et le degré très variable de la fissuration secondaire, d'origine chimique ou tectonique, telle que l'on peut la constater dans les grottes de la Doué à Courçay (488-6 1 et 2) ou sur le versant gauche de l'Indre dans la grotte de la Rochette à Reignac (488-7-10).

3.22 - Emmagasinement

L'approche de la valeur de l'emmagasinement (S) du réservoir aquifère a été tentée par B. FAGUET* à partir du calcul du coefficient de tarissement de la Source de Truyes. Au niveau du forage de reconnaissance de Fontenelle-Vallée des Buis, le coefficient d'emmagasinement serait de 3 ‰. Cette valeur exprime une circulation dans un karst en charge comme le montre la transmissivité de l'aquifère à cet endroit ($\approx 5 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$).

3.3 - HYDROCHIMIE

En raison d'une couverture limoneuse, voire sableuse, très réduite, l'impluvium sur les Calcaires de Touraine, comme en Beauce, ne donne lieu qu'à peu de ruissellement. En conséquence, la partie des précipitations qui s'infiltre entraîne les fertilisants solubles, les germes bactériens et éventuellement les métaux lourds qui entrent dans la composition des produits phytosanitaires dégradés. Ces eaux, qui alimentent la nappe, circulent dans les diaclases ou les pores des calcaires sans subir de filtration. Dans les puits ou les sources qui sont les exutoires de la nappe, la composition chimique des eaux souterraines traduit les apports de minéralisation étrangère à la roche réservoir. A proximité d'habitations, les rejets domestiques ou les animaux, apportent des éléments azotés indésirables.

* Etude hydrogéologique des Calcaires lacustres de Touraine

DEA - Laboratoire de Géologie - Faculté Orléans-Tours, juin 1980 - cf. Annexe 3

HYDROCHIMIE

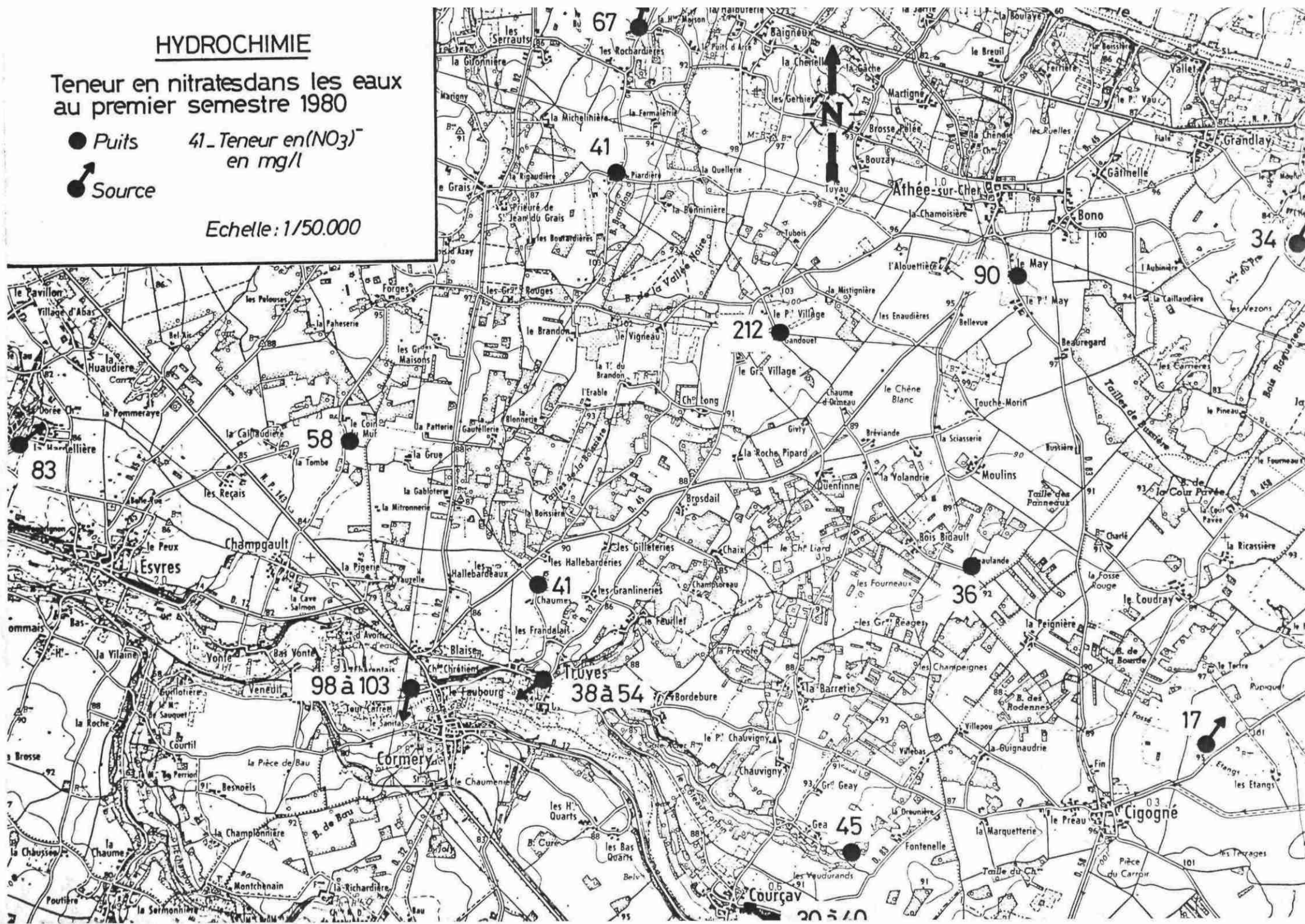
Teneur en nitrates dans les eaux
au premier semestre 1980



41 - Teneur en $(NO_3)^-$
en mg/l



Echelle : 1/50.000



3.31 - Les sources

Les analyses réalisées par B. FAGUET au Laboratoire de Géologie de Tours montrent que les teneurs en nitrates dépassent les normes françaises de potabilité (44 mg/l) sur les Sources de Truyes, de Cormery, d'Esvres et d'Azay-sur-Cher. Par contre à l'Herpenty, à Cigogné et à Courçay (La Doué), les teneurs restent comprises entre 17 et 40 mg/l. (cf. Annexe 4)

3.32 - Les puits

Dans les puits, la teneur minimale a été notée du Sud d'Athée-sur-Cher avec 36 mg/l (Beaulande) et la teneur maximale au S.O. d'Athée avec 212 mg/l (Gandouet). Dans le sondage de reconnaissance AEP de Courçay, la teneur est aux limites de potabilité avec 45 mg/l. (cf. Annexe 5)

3.33 - Les dépôts d'ordures

Les dépôts d'ordures ou de déchets divers ont été notés sur la carte piézométrique annexée. Ils représentent des points de pollution potentielle non négligeables sur le plan chimique et éventuellement sur le plan bactérien lorsque les sables post-faluniens ont été totalement érodés. La sélection des points conseillés pour une recherche d'eau a tenu compte de la présence de ces dépôts.

3.4 - VARIATIONS PIEZOMETRIQUES (voir graphiques ci-après)

Les variations piézométriques ont été observées sur 16 puits dont 10 dans le bassin versant de l'Indre et 6 dans le bassin du Cher au cours du premier semestre 1980. Au cours de cette période, les précipitations efficaces, calculées, à partir de la formule Turc-Thorhthwarte prenant en compte une réserve facilement utilisable par les végétaux égale à 100 mm, par iterations successives, ont été les suivantes à Tours St Symphorien :

novembre 79	0 mm
décembre 79	62 mm
janvier 80	52 mm
février 80	43 mm
mars 80	93 mm
avril 80	0 mm
mai 80	0 mm

3.41 - Evolution dans le bassin de l'Indre

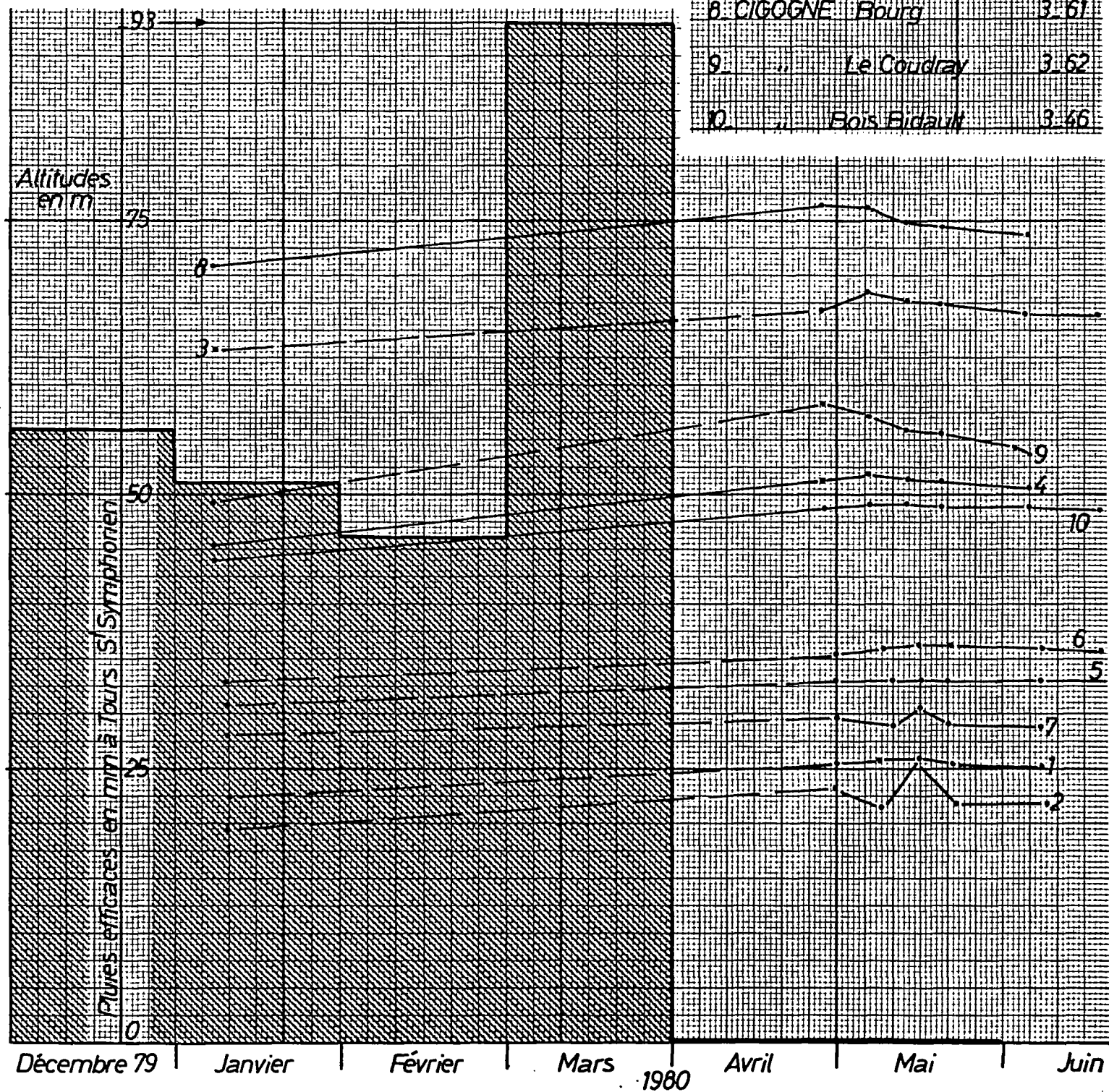
Le manque d'observation entre le début janvier et la fin avril ne fait pas ressortir l'alimentation par les précipitations efficaces, notamment celles de mars. Par contre on note en mai une élévation de la surface piézométrique de l'ordre de 1 m à Cormery (La Pigerie) et à Courçay (Le Geai) bien que les précipitations efficaces d'avril et mai aient été nulles. Il semblerait donc que la RFU (100 mm) prise en compte dans les calculs soit excessive. Il faut surtout remarquer les faibles fluctuations observées (faible pente de vidange) ce qui traduit, a priori, un emmagasinement et une inertie intéressante de l'aquifère.

3.42 - Bassin du Cher

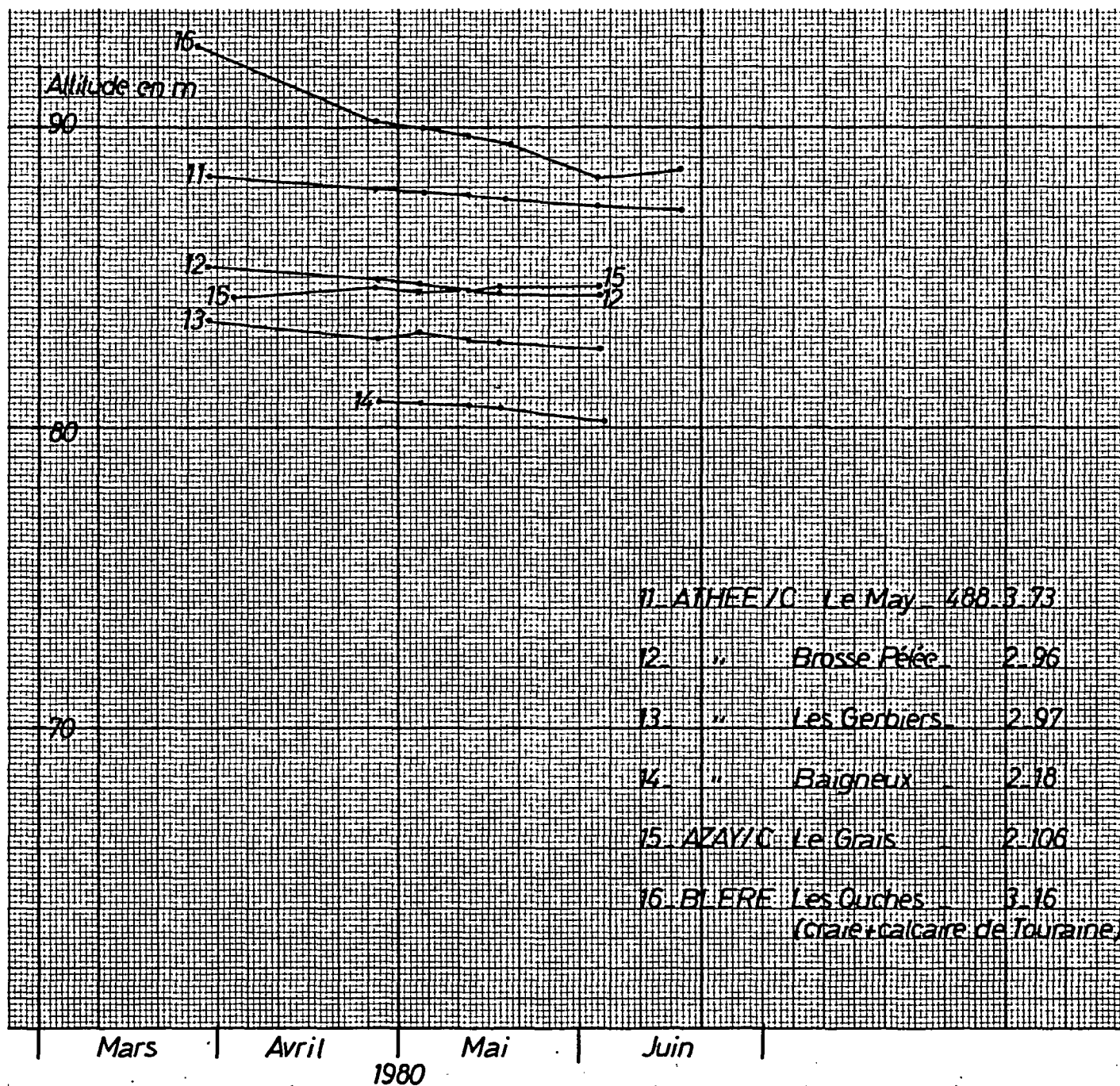
Les mesures de mars dans ce bassin, montrent que la nappe était déjà en vidange à cette époque. La baisse observée jusqu'en juin n'excède 1 m qu'à Bléré (Les Ouches) où le puits témoin capte également les eaux de la Craie. En fait les variations sont très estompées, signe d'emmagasinement et d'inertie du réservoir aquifère.

TYPES DE VARIATIONS PIEZOMETRIQUES DANS LE BASSIN DE L'INDRE

1	ESVRES	Les Recais	488	1.20
2	CORMERY	La Pigerie		2.64
3	ATHEE/0	Les Enaudières		3.28
4	TRUYES	Quentine		2.73
5	"	Les Chaumes		2.83
6	"	Les Hallebardières		2.84
7	COURÇAY	Geai		2.89
8	CIGOGNE	Bourg		3.61
9	"	Le Coudray		3.62
10	"	Bois Bidault		3.46



TYPES DE VARIATIONS PIEZOMETRIQUES DANS LE BASSIN DU CHER



4 - RESULTATS OBTENUS SUR LE SONDAGE DE RECONNAISSANCE DE COURCAY

Le sondage de Courçay a été exécuté en mars 1980 par l'entreprise Montavon suivant la technique de reconnaissance par battage au "marteau-fond de trou" ($\varnothing$ 220 mm). Il a été spécialement implanté dans une vallée sèche afin de recouper au maximum les circulations karstiques typiques de ce genre de vallée.

A la profondeur de 35,80 m, l'avancement s'est arrêté dans un terrain meuble (argile ?) s'opposant à la pénétration de l'outil.

Le 18 mars 1980, la surface piézométrique s'équilibrait à 7,80 m. Un essai de nettoyage à l'air-lift a permis d'obtenir, après une période de pluies importantes, un débit de $41 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un rabattement de 2 centimètres. Ce résultat encourageant se devait d'être précisé à l'étiage en cas de denoyage du karst.

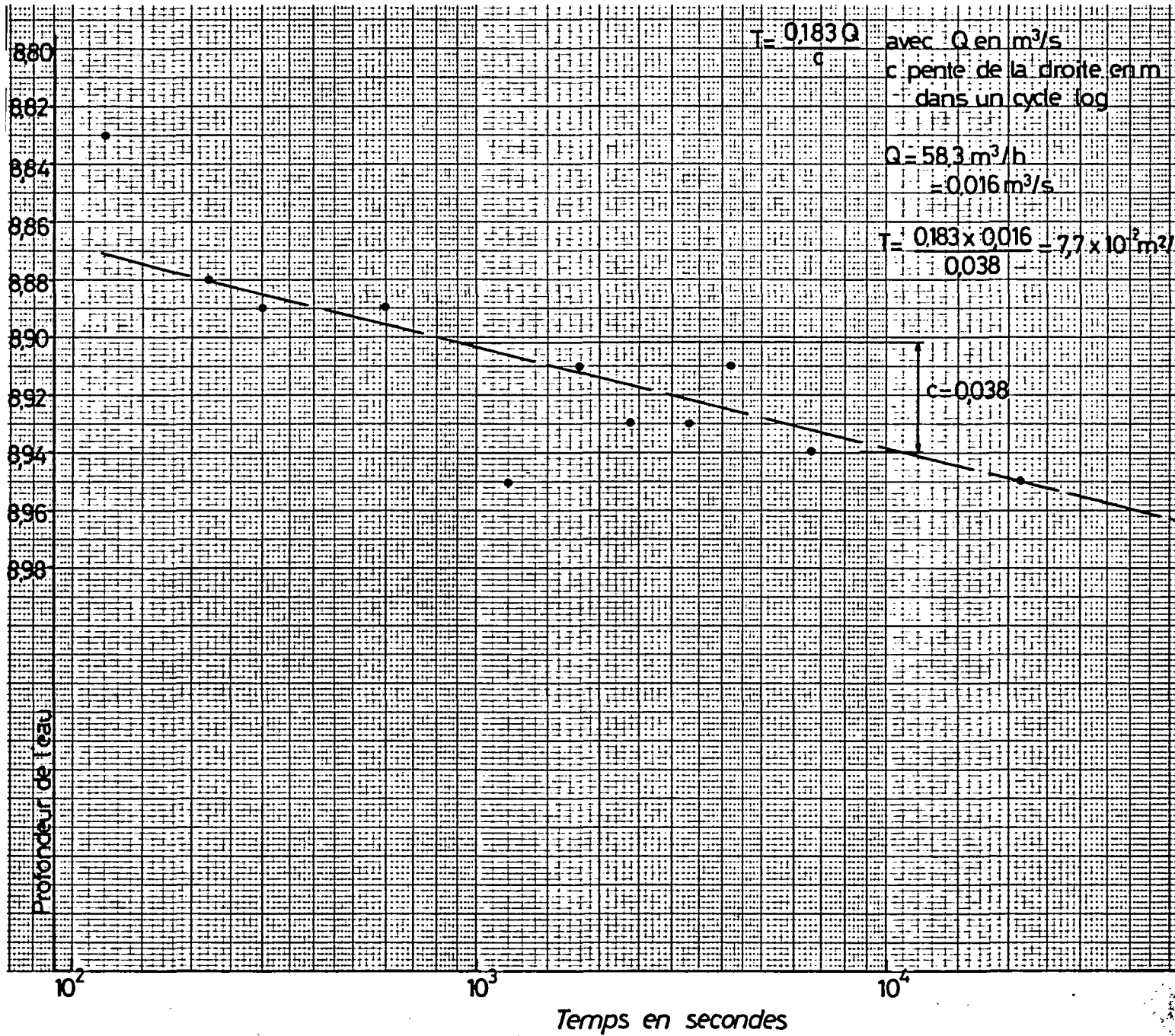
Un nouvel essai de débit a été réalisé le 13 octobre 1980 à l'aide d'une pompe de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ (débit maximal possible dans un forage tubé en 160 mm de diamètre intérieur) immergée à 29,8 m (reposant sur le fond et traduisant un remblai de 6 m depuis la réalisation du sondage).

Le niveau piézométrique s'équilibrait à 8,60 m par rapport au sol (8,80 m par rapport à la tête du tube).

Il a été obtenu un débit de $58,3 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un rabattement stabilisé de 0,14 m.

Le graphique du rabattement en fonction du temps (abscisse logarithmique) permet de déduire une transmissivité comprise entre $7,7 \times 10^{-2}$ et $1,1 \times 10^{-2}$ m^2/s , valeurs caractéristiques d'un aquifère très fissuré (karst).

ESSAI DE DEBIT DU 13_10_1980



Dans le but de localiser les venues d'eau dans le forage, un enregistrement des vitesses de l'hélice d'un micromoulinet a été réalisé le 13 octobre 1980.

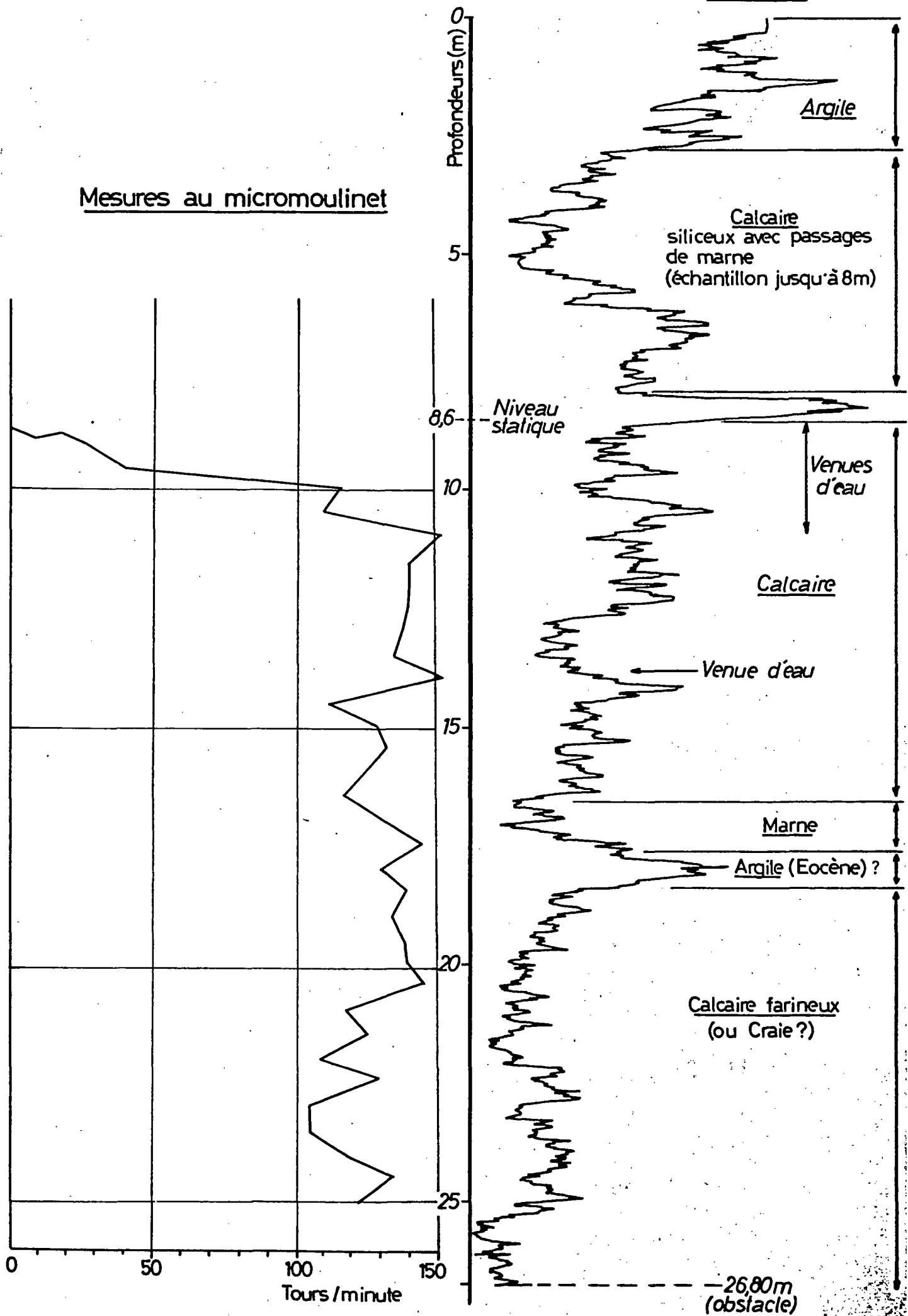
Les résultats ont été reportés sur les graphiques ci-après qui montrent que pour l'essentiel les eaux sont puisées entre 9 et 11 m. Au-delà, les variations de vitesse de l'hélice sont le fait de turbulences engendrées par de petites venues d'eau et par la présence de la colonne de refoulement qui empêchait la rotation normale de l'instrument. Cette constatation permet dès à présent de prévoir un captage définitif limité à la profondeur de 20 m (à l'aplomb du site actuel reconnu dans un point topographiquement bas). En outre, elle permet de craindre, qu'en un autre site, sur le plateau, dans la partie productive de l'ouvrage, les diaclases conductrices ne soient pas aussi ouvertes, facteur limitant du débit. Un enregistrement de la radioactivité naturelle, destinée à localiser les couches d'argile interstratifiées dans le calcaire lacustre et éventuellement de déterminer la présence de l'Eocène ou des formations à silex du Crétacé à la base de l'ouvrage, a également été réalisé à la même date. Si trois passées d'argile dont une de trois mètres en surface, (colluvions de fond de vallon alimentées par les argiles de décalcification du plateau), ont été détectées, les formations de l'Eocène n'apparaissent pas nettement : jusqu'à la profondeur reconnue (26,80 m, arrêt sur tubage de refoulement de la pompe) : seul le passage entre 17,5 et 18,5 (cote NGF 61) pourrait correspondre à l'Eocène ; les faciès marneux sous-jacents appartiendraient, dans ce cas au Sêno-Turonien, dans lequel il serait inutile de prolonger le forage.

FORAGE DE COURÇAY

- 10 -

Diagraphie de radioactivité naturelle

Mesures au micromoulinet



La composition chimique des eaux a été étudiée sur les échantillons prélevés lors des essais des 20-3 et 13-10-1980. (Analyses B.R.G.M.)

	20-03-1980	13-10-1980
	-----	-----
Ph	7,8	7,3
Résistivité à 20°	1727 ohms/cm	1732
Titre hydrotimétrique	33,9°	31,75
Cl	37,7 mg/l	34
NO ₃	45 mg/l	42
SO ₄	13	14
NO ₂	< 0,01	0,02
Fe	< 0,1	< 0,1
NH ₄	< 0,1	< 0,1
Ca	non dosés	123 mg/l
Mg		2,4
Na		6,9
K		1,3
(CO ₃ H)		299 mg/l

Ces analyses montrent que les eaux ont une teneur en nitrates aux limites de la potabilité (normes françaises 44 mg/l, normes O.M.S. : 50 mg/l).

5 - CAPACITES DE PRODUCTION DE LA ZONE D'ETUDE

Au terme, de cette étude il faut souligner que le réservoir aquifère des calcaires lacustres de Touraine est perméable en grand grâce à un réseau de diaclases ouvertes qui constituent des horizons de circulations privilégiés donnant naissance à des émergences puissantes. Le corollaire est la grande vulnérabilité de cet aquifère aux pollutions chimiques et bactériennes.

La principale inconnue est l'épaisseur du réservoir face à la structure en cuvette de cette région, cuvette dont les points les plus bas paraissent être situés au Nord de Courçay et de Truyes, dans la limite des interprétations actuellement possibles d'après les résultats des forages. Cette zone coïncide avec un gradient d'écoulement faible ($\approx 0,2 \%$) qui traduit globalement une bonne perméabilité, localement plus élevée à l'aplomb des vallées sèches à la suite de l'élargissement des diaclases du calcaire sous l'action de l'érosion chimique et mécanique des eaux souterraines.

5.1 - SITE DE COURCAY

Les essais de débit réalisés sur le sondage de reconnaissance AEP de Courçay, dans la vallée des Buis ont mis en évidence un débit voisin de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un rabattement de 0,14 m. Les venues d'eau sont localisées entre 9 et 11 m. Dans le site reconnu, un captage de 17 à 20 m de profondeur (tenant compte d'un piège à sédiments, de la hauteur de la pompe et d'une charge d'eau minimale au-dessus de celle-ci) devrait donc pouvoir fournir à la collectivité un débit élevé : si on extrapole en effet le résultat de l'essai, on peut attendre une capacité de production de l'ordre de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un niveau d'eau s'établissant à l'étiage vers 9 à 9,5 m de profondeur (cote 70 à 69,5) à moins qu'on atteigne brutalement les limites de production d'une fissure aquifère. A contrario il se pourrait que l'ouvrage définitif s'avère plus productif qu'indiqué ci-dessus.

Enfin, rappelons que l'eau présente une qualité chimique acceptable et pourrait être exploitée sans traitement chimique particulier sous réserve que l'environnement actuel ne soit pas modifié.

5.2 - SECTEUR NORD DE COURCAY-TRUYES

Sur l'ensemble du bassin, d'une surface voisine de 45 km^2 , qui alimente la vallée des Buis, au cours de l'année hydrogéologique 1979-1980, les précipitations efficaces ont été de 250 mm.

L'apport au réservoir aquifère a donc été ainsi voisin de 11 millions de m^3 , soit une capacité moyenne de $1\,300 \text{ m}^3/\text{h}$.

La potentialité du secteur peut être également appréhendée en estimant le débit aux limites d'après la carte piézométrique de 1980 (pente moyenne 0,2 %, transmissivité : $5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, longueur de la vallée des Buis : 3,5 km).

En application de la loi de Darcy, le débit aux limites serait de $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $1\,260 \text{ m}^3/\text{h}$ pour cette période.

L'analogie entre ces deux approches, permet de penser que les valeurs obtenues sont cohérentes.

Ainsi, si l'on prend en compte les précipitations efficaces moyennes à St Symphorien (134 mm) le volume global annuel moyen d'alimentation est de 6 millions de m^3 , soit, ramené en capacité moyenne, $700 \text{ m}^3/\text{h}$ environ.

Il est exclu d'envisager d'exploiter en continu la nappe au-delà de cette valeur critique du fait que certaines années sont très déficitaires sur le plan de l'alimentation efficace.

Par contre, il paraît assez réaliste d'envisager un prélèvement de l'ordre de 4 à $500 \text{ m}^3/\text{h}$ à partir de plusieurs forages judicieusement implantés : axes de drainage préférentiels (cas du forage de reconnaissance de Courçay), interférences entre ouvrages réduites.

Plusieurs sites sont proposés pour l'implantation de sondages de reconnaissance des ressources aquifères du bassin en tenant compte de l'environnement.

1) dans le secteur compris entre Le Feuillet, La Deunerie, Givry, Bréviande, La Peignière, Fontenelle et Geai. S'il s'agit de reconnaissance destinée à l'alimentation en eau potable des collectivités, il sera nécessaire d'éviter les abords de Bois Bidault et de La Roche Pipard en raison de la proximité d'un dépôt d'ordures. Néanmoins, quatre circuits de drainage préférentiels permettent un grand choix d'emplacements.

2) au Nord, en bordure de la crête piézométrique, entre la Michelinière, la Bonninière, l'Erable et les Granges Rouges (cf. planche 1 et extrait ci-après). Ici la hauteur utile de l'aquifère est réduite en raison de l'approche de la bordure de la cuvette lacustre. La surface retenue est de l'ordre de 5 km^2 .

Les sites jugés les plus favorables pour une reconnaissance en vue de l'alimentation en ont été reportés sur la carte ci-après :

- 7 dans la zone la plus étendue à piézométrie peu influencée (20 km^2 environ),
- 1 dans la zone septentrionale (5 km^2 environ).

En se référant à la hauteur d'eau et à la hauteur dénoyée dans les puits les plus proches, il est permis de prévoir la profondeur des reconnaissances à entreprendre. Ces profondeurs sont reportées sur l'extrait de carte ci-après. Elles sont comprises entre 20 et 30 m, la plus importante étant la conséquence d'une situation sur le point haut (ligne de partage des eaux de surface, cote au sol + 102 environ) et d'un recouvrement de sables miocènes dont l'épaisseur est problématique.



● 25

● 25 *Emplacements proposés et profondeur minimale (pour une hauteur saturée de 10 m)*

Compte tenu des approches très schématiques du bilan d'alimentation il est exclu d'envisager que tous les points proposés s'avèrent positifs ou simultanément productifs sans surexploiter le site ou perturber trop fortement les émergences existantes à l'aval.

En ce qui concerne la potabilité des eaux, il ne faut pas perdre de vue que la proximité de parcelles boisées diminue globalement les quantités de fertilisants épandus. Les sites de Beaulande, Chaix, Brodail et Granges Rouges sont les plus favorables en ce sens.

6 - CONCLUSIONS

Un ouvrage définitif réalisé à l'emplacement du forage de reconnaissance de Courcay devrait permettre d'exploiter à l'étiage un débit de l'ordre de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ sans doute (davantage peut être) d'une eau de bonne qualité en l'état actuel de l'environnement.

Un déplacement de l'ouvrage risque de faire perdre le bénéfice de la fissure traversée par le forage. S'il était envisagé, il serait donc prudent de s'assurer de la présence d'un karst ouvert à l'aplomb du site choisi.

Deux zones paraissent particulièrement propices à la production d'eau souterraine (Les Boutardières au Nord, et tout le secteur situé à l'Est de Truyes).

La capacité globale de production de ces zones intéressantes peut être estimée en première approximation à 4 à $500 \text{ m}^3/\text{h}$ environ.

Huit sites choisis en tenant compte de la piézométrie, de la morphologie et de l'environnement mériteraient d'être prospectés.

Préalablement aux forages de reconnaissance (type Courcay) destinés à apprécier la productivité des sites, il serait judicieux de s'assurer de la fissuration ouverte de la roche par sondages destructifs, en petits diamètres avec contrôle continu de la vitesse d'avancement (procédé Lutz par exemple), et diagrammes de radioactivité.

Ceci permettrait de sélectionner les sites offrant les meilleures chances de succès ou seraient exécutés les forages de reconnaissance proprement dits.

Par ailleurs, le pré-bilan schématique, fondé sur les observations de 1980 et extrapolé à l'année moyenne, devrait être confirmé par un suivi piézométrique et des jaugeages sur les émergences de Courcay et de Truyes.

Il pourrait être utile de contrôler également l'évolution de la qualité chimique de la nappe.

ANNEXES

Extraits du rapport de stage au B.R.G.M.
de B. FAGUET

Faculté des Sciences Orléans-Tours
Juin 1980

JAUGEAGE DES SOURCES

	Cormery	Source de Truyes
19/2/80	2,4 m ³ /h	155 m ³ /h
26/2/80	2,8 m ³ /h	170 m ³ /h
4/3/80	2,5 m ³ /h	200 m ³ /h
11/3/80	2,5 m ³ /h	170 m ³ /h
1/4/80	3 m ³ /h	190 m ³ /h
15/4/80	4 m ³ /h	230 m ³ /h
22/4/80	3,9 m ³ /h	242,6 m ³ /h
29/4/80	3,4 m ³ /h	238,5 m ³ /h
6/5/80	3,3 m ³ /h	229,6 m ³ /h
13/5/80	3,6 m ³ /h	218,6 m ³ /h
20/5/80	2 m ³ /h	206,2 m ³ /h
28/5/80	2,1 m ³ /h	197,9 m ³ /h
3/6/80	1,8 m ³ /h	203,7 m ³ /h
10/6/80	1,7 m ³ /h	197,5 m ³ /h
17/6/80	1,6 m ³ /h	200,6 m ³ /h

Cormery

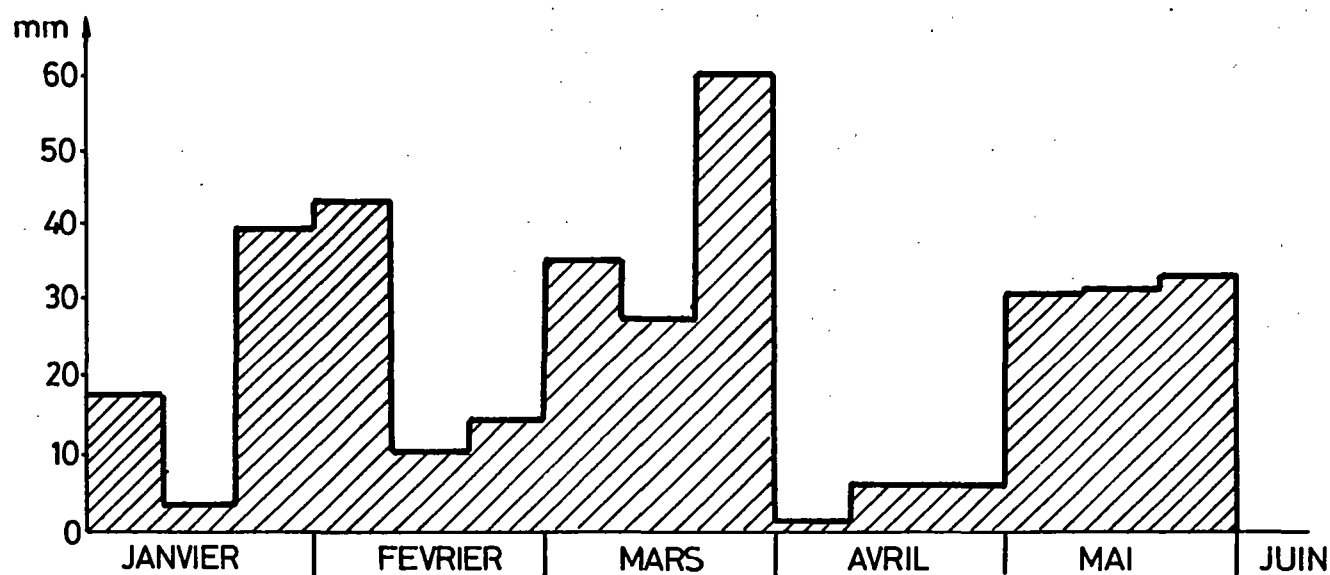
: - jaugeage au seau.
incertitude $\approx 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Truyes

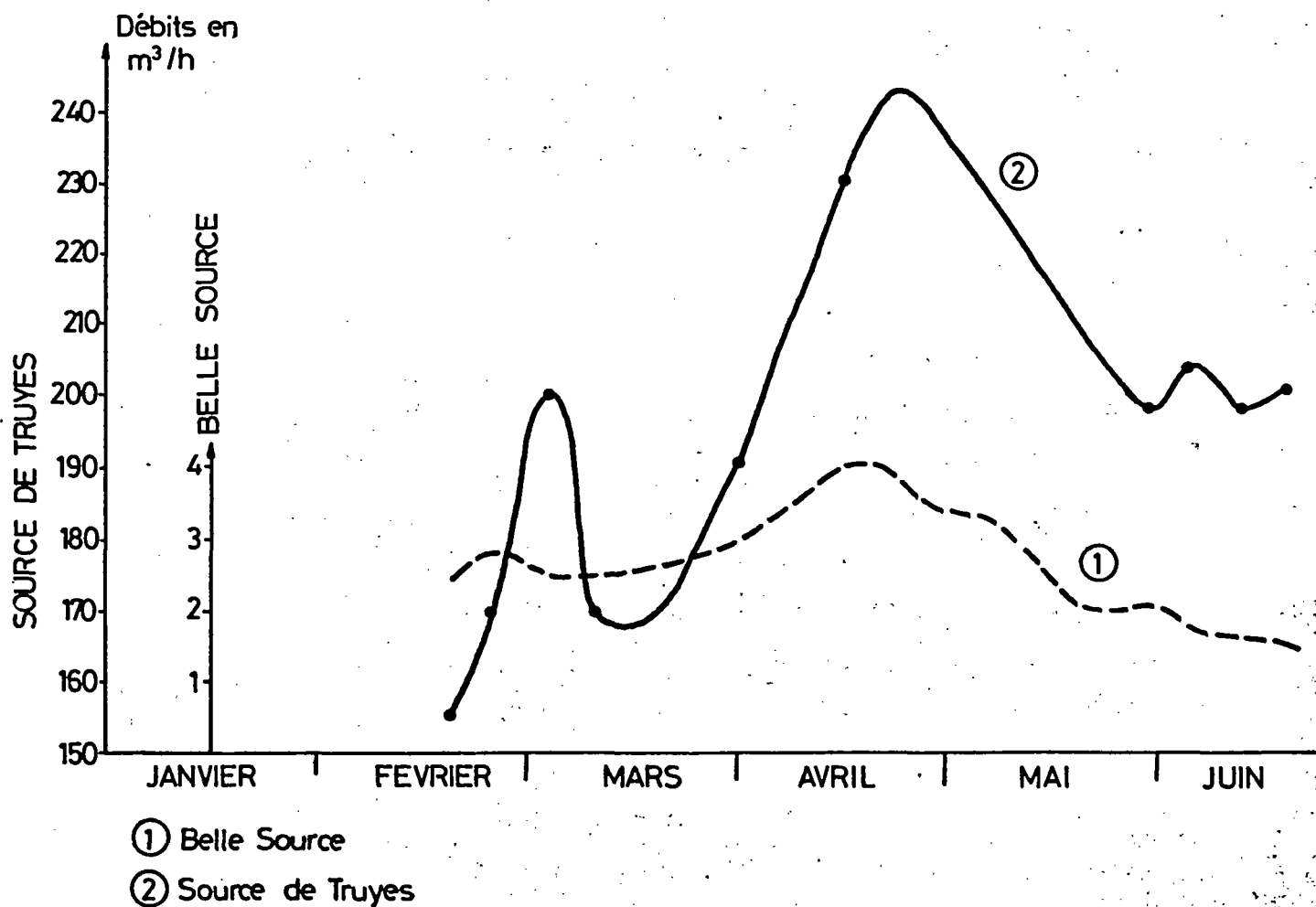
: - jaugeage au flotteur du 19/2/80 au 17/6/80.
incertitude $\approx 20 \text{ m}^3/\text{h}$
- jaugeage au micromoulinet à partir du 22/4/80 (au 17/6/80)
incertitude $\approx 3\%$

Les jaugeages au flotteur ont été poursuivis jusqu'au 17/6 afin de pouvoir apporter une correction à la première série de valeurs (du 19/2 au 15/4/80)

VARIATIONS DU DEBIT DES SOURCES PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE



PRECIPITATIONS EN mm A S^t SYMPHORIEN PAR DECADE



ANNEXE 3

Approche du calcul
de l'emmagasinement du réservoir aquifère

A partir du suivi de débit de la source de Truyes et de droite $\log Q = f(t)$ qui en découle, il a pu être calculé différents paramètres pour la période du 28/4 au 28/5/80. (période de tarissement)

Calcul du coefficient de tarissement:

La pente de la droite $\log Q = f(t)$ nous donne le coefficient de tarissement α .

$$\alpha = \frac{\log Q_2 - \log Q_1}{0,4343 \cdot (t_2 - t_1)} = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ j}^{-1}.$$

Calcul du volume dynamique:

Le volume dynamique, correspondant au volume du karst noyé dont l'écoulement détermine les variations de débits Q à l'exutoire, a pu être calculé par la formule de Maillet:

$$V_d = \int_0^\infty Q_0 \cdot e^{-\alpha t} dt = Q_0 / \alpha \cdot C \quad (\text{avec } C=86400)$$

$$\alpha = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ j}^{-1}$$

$$Q_0 = 6,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s} \quad (\text{donné par la droite } \log Q = f(t).)$$

$$V_d = 939430 \text{ m}^3.$$

Calcul d'erreur sur le coefficient α et la valeur du volume dynamique:

(les formules des erreurs relatives sont données par A.Mangin)

$$\delta \alpha = \frac{2,30 \log \frac{1 + \delta Q}{1 - \delta Q}}{\alpha (t_2 - t_1)}$$

$$\delta V = \frac{2,30 \log \frac{1 + \delta Q}{1 - \delta Q}}{\alpha (t_2 - t_1)} \times \delta Q$$

$$\text{Avec: } \alpha = 6,3 \cdot 10^{-3}$$

$$- \delta Q = 3 \%$$

$$- t_2 - t_1 = 30 \text{ jours}$$

$$\delta \alpha \approx 32 \% \quad ; \quad \delta V = 32 \%$$

Calcul du coefficient d'emagasinement S :

En nappe libre le coefficient d'emagasinement $S = w$ (porosité effective) ;

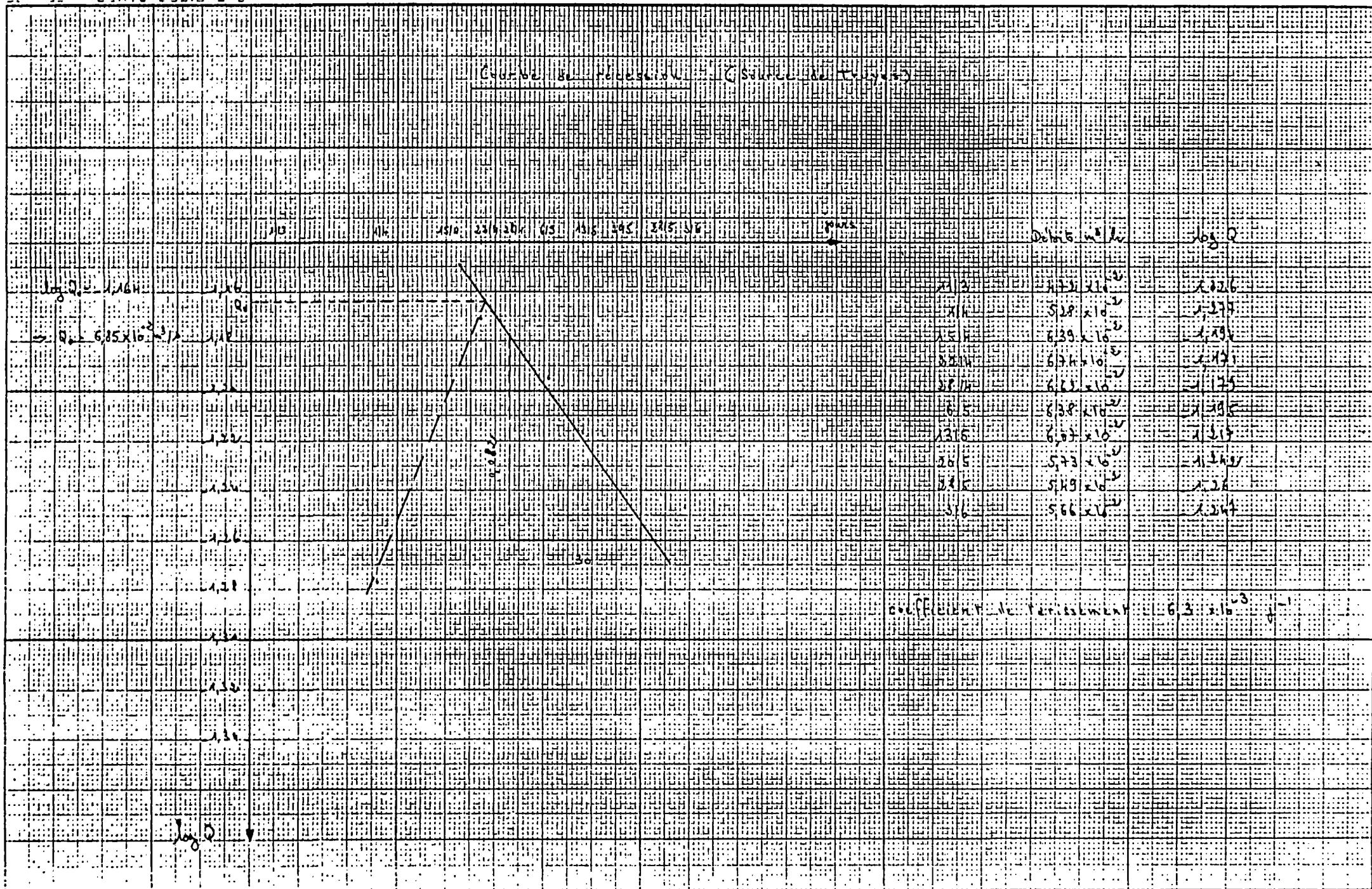
avec $w = \frac{V_d}{A.e}$: e : épaisseur du karst noyé (en m); estimée
d'après le forage de Fontenelle (plus à
l'Est) à 25 m.

A : aire du karst noyé estimée par la piézométrie
à 13.10^6 m^2 .

$$S = \frac{939430}{13.10^6 \cdot 25} = 2,9.10^{-3}$$

Ces résultats sont évidemment entachés d'erreur étant donné les approximations faites et la courte période d'étude; cependant le faible coefficient de tarissement traduirait la difficulté avec laquelle s'effectue la vidange du karst noyé. D'autre part, si le coefficient d'emagasinement obtenu à partir du volume dynamique est celui d'un aquifère captif, on peut rapprocher ce résultat des considérations établies par A. Mangin où il constate que l'écoulement peut se faire en charge sans, pour autant, que l'aquifère soit captif.

Geometrische Formeln (S. 100-101)



Koeffizient der Permeabilität $6,3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

CHIMIE DES SOURCES

- La Doué : Courçay.
- Source de Truyes.
- Belle source : Cormery.

	TRUYES (5.2.80)	TRUYES (11.2.80)	TRUYES (19.2.80)	TRUYES (26.2.80)	TRUYES (4.3.80)
saturation en oxygène (%)	91%	87%	81%	83%	91%
O ₂ mg/l	9,8	9,8	9,3	9,2	10
Ph	6,9	6,9	7,1	6,9	6,6
Eh mv	235 mv	220	185	158	127
T° eau	11° 8	12° 2	12° 2	12°	11° 9
T° ext.	10° 7	10° 4	14° 8	4° 3	1° 9
résistivité à 20°	1718	1506	1577	1492	1504
conductivité à 20°	5,82 x 10 ⁻⁴	6,64 x 10 ⁻⁴	6,34 x 10 ⁻⁴	6,7 x 10 ⁻⁴	6,65 x 10 ⁻⁴
HCO ₃ ⁻ (degrés français)	27° 6	27° 4	27° 6	27° 4	27° 6
Ca ²⁺ mg/l	140	130	80	129	124
Mg ²⁺ "	2,9	2,75	2,5	2,75	2,75
Na ⁺ "	9,5	10,75	10,8	12,6	12,25
K ⁺ "	3	5,25			
NO ₃ ⁻ "	38,7	41,8	42,9	43,6	38,2
SO ₄ ²⁻ "					
Fe "					
Débit (estimation) m ³ /h					

	TRUYES (11.3.80)	TRUYES (1.4.80)	55 TRUYES (15.4.80)	COURÇAY (5.2.80)	COURÇAY (11.2.80)
saturation en oxygène (%)	85%	93%	86%	91%	87%
O ₂ mg/l	9,5	10,8	9,6	10,9	9,8
Ph	6,6	6,84	6,83	7,4	7,1
Eh mv	157	134	161	145	243
T° eau	12°	12°	12°	11° 8	12° 1
T° ext.	4° 7	13° 3	11° 6	10° 7	10° 6
résistivité à 20°	1495	1432	1396	1570	1600
conductivité à 20°	6,69 x 10 ⁻⁴	6,98 x 10 ⁻⁴	7,16 x 10 ⁻⁴	6,37 x 10 ⁻⁴	6,25 x 10 ⁻⁴
HCO ₃ ⁻ (degrés français)	26° 8	26° 8	27° 4	26° 7	26° 6
Ca ²⁺ mg/l	127,5	129	135	127	127,5
Mg ²⁺ "	2,75	2,87	3	2,8	2,8
Na ⁺ "	12,25	11,7	13,6	9,75	17,6
K ⁺ "				3,75	11,75
NO ₃ ⁻ " NO ₂ ⁻	42,8	48,6	54,4 9,005	30,2	32,3
SO ₄ ²⁻ "			19		
Fe "					
Débit (estimation) m ³ /h					

	COURÇAY (19.2.80)	COURÇAY (26.2.80)	COURÇAY (4.3.80)	COURÇAY (11.3.80)	COURÇAY (1.4.80)
saturation en oxygène (%)	80%	85%	91%	86%	81,5%
O ₂ mg/l	9,2	9,4	10	9,6	9,3
Ph	7,1	6,9	6,7	6,6	6,85
Eh mv	190	156	118	171	128
T°eau	12°1	11°9	12°	12°	12°
T°ext.	13°7	14°1	6°5	5°2	12°7
résistivité à 20°	1615	1566	1588	1579	1504
conductivité à 20°	6,19 x 10 ⁻⁴	6,38 x 10 ⁻⁴	6,29 x 10 ⁻⁴	6,33 x 10 ⁻⁴	6,65 x 10 ⁻⁴
HCO ₃ (degrés français)	26°4	26°1	26°5	26°	26°
Ca ²⁺ mg/l	119	120	117,5	120	120
Mg ²⁺ "	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Na ⁺ "	10,35	10,35	9,45	10,35	10,35
K ⁺ "					
NO ₃ ⁻ "	32,7	32,9	31,4	31,1	34,8
SO ₄ ²⁻ "					
Fe "					
Débit (estimation) m ³ /h	180 m ³ /h				
	SG COURÇAY (15.4.80)	BELLE SOURCE (5.2.80)	BELLE SOURCE (11.2.80)	BELLE SOURCE (19.2.80)	BELLE SOURCE (26.2.80)
saturation en oxygène (%)	95%	74%	87%	84%	84%
O ₂ mg/l	9,9	8,7	9,8	10	9,3
Ph	6,65	7,5	7,2	7,3	7,3
Eh mv	290	255	195	155	154
T°eau	12°	10°8	11°2	12°9	10°6
T°ext.	12°6	9°8	10°7	15°8	14°8
résistivité à 20°	1486	1307	1275	1322	1304
conductivité à 20°	6,73 x 10 ⁻⁴	7,65 x 10 ⁻⁴	7,84 x 10 ⁻⁴	7,56 x 10 ⁻⁴	7,67 x 10 ⁻⁴
HCO ₃ (degrés français)	25°4	26°1	26°	25°9	26°
Ca ²⁺ mg/l	126	142,5	151,3	122,5	140
Mg ²⁺ "	3	4,2	4,75	4,37	4,5
Na ⁺ "	14,15	11,55	17,63	13,8	13,5
K ⁺ "		6,5	13		
NO ₃ ⁻ " NO ₂ ⁻	40,28 0,009	100,9	101,7	100,6	102,7
SO ₄ ²⁻ "	20				
Fe "					
Débit (estimation) m ³ /h					

	BELLE SOURCE (4.3.80)	BELLE SOURCE (11.3.80)	BELLE SOURCE (1.4.80)	S4 BELLE SOURCE (15.4.80)
saturation en oxygène (%)	95%	74%	+100%	91%
O ₂ mg/l	10,8	8,7	11,5	10
Ph	7,1	6,95	7,15	6,61
Eh	81	149	111	206
T° eau	9°9	10°5	12°3	12°2
T° ext.	2°3	5°1	12°4	10°5
résistivité à 20°	1386	1292	1209	1225
conductivité à 20°	$7,21 \times 10^{-4}$	$7,74 \times 10^{-4}$	$8,27 \times 10^{-4}$	$8,16 \times 10^{-4}$
HCO ₃ ⁻ (degrés français)	26°4	26°	26°2	26°2
Ca ²⁺ mg/l	75	107,5	142,5	155
Mg ²⁺ "	4,25	4,25	4,37	4,62
Na ⁺ "	13,05	12,6	13,05	16,8
K ⁺ "				
NO ₃ ⁻ " NO ₂ ⁻ mg/l	98,4	103	94,9	103,4 9016
SO ₄ ²⁻ "				30
Fe "				
Débit (estimation) m ³ /h				

Analyses chimiques de l'eau des puits
de l'eau de l'Indre et des Sources de l'Herpenty (Athée-sur-Cher)
et de Cigogné

15. h. 80	Indre: Aignac	Indre: Veigné	(6.11.43) 488-3-13 Source Herpault	(6.11.43) 488-3-57 Cigogné Source	488-2-7 La Picardière
saturation en oxygène (%)	+100%	+100%	82%	48%	
O ₂ mg/l	11,2	10,5	8,85	5,4	
Ph	7,83	7,76	6,99	7,4	
Eh mV	74	264	283	135	
T° eau	13°1	13°	12°3	11°9	
T° ext.	11°6	12°	13°8	14°5	
résistivité à 20°	1831	1869	2150		1236
conductivité à 20°	5,46 x 10 ⁻⁴	5,35 x 10 ⁻⁴	4,44 x 10 ⁻⁴		8,1 x 10 ⁻⁴
HCO ₃ (degrés français)	21	20,8	23,2	21	30,4
Ca ²⁺ mg/l	95	92,5	102,8	116,6	150
Mg ²⁺ "	5,25	4,87	1,92	2,62	7,75
Na ⁺ "	16,8	14	6,24	7,18	20
K ⁺ "			0,86	1,52	
NO ₃ " NO ₂	26,3	26,2	35,6	16,9	41 0,008
SO ₄ ²⁻ "			12		26
Fe "					
Débit (estimation) m ³ /h				eau stagnante à l'époque du pélicier	

15. h. 80	488-2-51 Le Coir du Mur	488-2-83 Les Chaumes	488-2-72 Grandouet	488-3-73 Le Hay	488-3-47 Beaulande
saturation en oxygène (%)					
O ₂ mg/l					
Ph					
Eh					
T° eau					
T° ext.					
résistivité à 20°	1431	1370	885	1090	1445
conductivité à 20°	7 x 10 ⁻⁴	7,3 x 10 ⁻⁴	1,13 x 10 ⁻³	9,17 x 10 ⁻⁴	6,92 x 10 ⁻⁴
HCO ₃ (degrés français)	25,8	30	25,2	28,2	27,2
Ca ²⁺ mg/l	122,5	145	204	150	119
Mg ²⁺ "	2,75	2,87	6	5,5	4,25
Na ⁺ "	12,4	15,2	20	15,6	19,6
K ⁺ "					
NO ₃ " NO ₂	58,4 0,017	41,4 0,008	212 0,023	90,1 0,017	36,1 0,005
SO ₄ ²⁻ "	21	14	34	41	25
Fe "					
Débit (estimation) m ³ /h					

Analyses bactériologiques des Sources de l'Herpenty
(Athée-sur-Cher)

Analyse bactériologique des sources de l'Herpenty.

(Prélèvements faits à la suite immédiate de la station de captage)
en flacons stériles

6-5-80 :

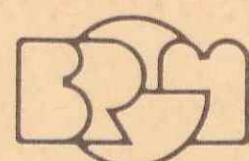
- Flore totale à 37°C : 600 / 100 ml
- Coliformes totaux : < 5 / 100 ml
- streptocoques fécaux : 1 / 100 ml
- Escherichia Coli : 0 / 100 ml

4-6-80 :

- Flore totale à 37°C : 500 / 100 ml
- Coliformes totaux : 0 / 100 ml
- streptocoques fécaux : 2 / 100 ml
- Escherichia Coli : 0 / 100 ml

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES
LACUSTRES DANS LA FOSSE D'ESVRES
ENTRE LE CHER ET L'INDRE
(INDRE-ET-LOIRE)

CARTE PIEZOMETRIQUE
SITUATION 1^{er} TRIMESTRE 1980



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Service géologique régional CENTRE
10 avenue Buffon - 45100 Orléans - Tél. 038 64 54 66

80 SGN 673 CEN

Octobre 1980

LEGENDE

- Crête piézométrique
- 80 — Hydroisohypse de la nappe des calcaires de Touraine
- 10 ● Source
- 73 ★ Puits piézométrique
- 29 ● Puits
- F Forage de reconnaissance réalisé dans la vallée de Vaudurands
- ⊙ AEP Captage AEP
- ⊙ D Captage
 - A... agricole
 - I... industriel
 - D... domestique
- ⊙ V Carrière transformée en décharge
 - O... ordures
 - V... carcasses de voitures
 - F... ferraille
 - P... pneus
- △ 25 Sites proposés pour une reconnaissance et profondeur en m
- Secteur favorable à une prospection
- 458.6 | 458.7 Coupure à 1/25.000 de l'archivage national
- 488.2 | 488.3
- Direction d'écoulement de la nappe
- Profil géologique (voir notice)

Echelle 1/25.000

