

S.C.I LES PINS
Domaine des Treilles 83-Tourtour

CONFIDENTIEL

**ETUDE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE
DU DOMAINE DES TREILLES
TOURTOUR - FLAYOSC**

par

Ch. GLINTZBOECKEL et A. SYSSAU



**BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL**

Service géologique régional PROVENCE-CORSE

**Domaine de Luminy route Léon Lachamp 13009
Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46**

74 SGN 098 PRC

Marseille : Février 1974

R E S U M E

L'étude géologique et hydrogéologique du domaine des Treilles a été réalisée pour le compte de la S.C.I. les Pins (Tourtour) ; elle avait comme objet d'effectuer une synthèse des connaissances et des résultats acquis à ce jour.

Après un aperçu de la géographie physique et de la climatologie du secteur, l'hydrologie (bassin versant, ruisseaux drainants, sources) a fait l'objet d'une description détaillée et a conduit à estimer le débit ponctuel qui exude aux émergences à 16 l/s (60 m³/h).

Les terrains s'échelonnent du Trias au Jurassique supérieur et concernent également le Miocène discordant sur les précédents terrains ainsi que les formations superficielles.

Au point de vue structural, la zone de Flayosc-Tourtour est caractérisée par une succession de plis de direction NW-SE qui font affleurer le Jurassique dans les points hauts et le Trias dans les creux topographiques ; les différentes structures ont été décrites.

Le domaine des Treilles recoupe partiellement ces différentes unités structurales successivement anticlinales et synclinales (unité des Treilles, unité de Bessoune, unité de Prat-Bouchon, unité de Pertus et unité des Plaines).

Au point de vue hydrogéologique, le domaine peut être divisé en deux unités : l'une calcaire et dolomitique perméable et l'autre argileuse imperméable. La circulation des eaux souterraines s'effectue généralement vers les axes de drainage NW-SE ainsi que du NE vers le SW où se situent les émergences qui constituent les exutoires naturels des massifs calcaires.

L'analyse chimique des eaux des émergences et du sondage B 1 permet de distinguer deux types d'eau, l'un bicarbonaté calcique, l'autre sulfaté calcique dont l'origine est à attribuer à un lessivage du Keuper.

Parmi les treize sondages réalisés dans les limites de la propriété, seul le sondage de Barjantane (B 1) peut être considéré comme productif (32m³/h). L'exploitation des sondages de Grain de Paille est handicapée par les venues de sable.

Des implantations de sondage sont proposées dans les secteurs de Grain de Paille, de Barjantane, de Prat-Bouchon et des Treilles. Des recommandations sont également formulées pour l'exécution de ces ouvrages.

En conclusion, la présente étude constitue principalement une mise au point des données géologiques et hydrogéologiques ; elle permet, en outre, d'orienter les recherches par sondage et, à cet effet, un programme de reconnaissance et d'études complémentaires est proposé.

S O M M A I R E

Résumé	1
Introduction	7
1 - <u>GENERALITES</u>	8
1-1 - But de l'étude	
1-2 - Déroulement des travaux	9
2 - <u>APERCU DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE</u>	10
3 - <u>GEOLOGIE</u>	12
3-1 - Cadre géologique	
3-2 - Nature lithologique des terrains	
3-3 - Etude structurale régionale	16
3-4 - Tectonique	18
3-5 - Etude géologique du Domaine des Treilles	19
4 - <u>CLIMATOLOGIE</u>	21
4-1 - Climat	
4-2 - Vents	
4-3 - Précipitations	22
4-4 - Températures	23
4-5 - Insolation	
4-6 - Evapotranspiration	
4-7 - Remarques	24
5 - <u>HYDROLOGIE DE SURFACE</u>	25
5-1 - Bassins versants	
5-2 - Emergences	

6 - <u>HYDROGEOLOGIE</u>	27
6-1 - Description des unités	
6-2 - Etude des circulations d'eaux souterraines	29
6-3 - Chimie des eaux, interprétation des résultats	31
6-4 - Renseignements fournis par les forages existants	33
7 - <u>PROPOSITION DE GESTION ET D'EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU</u>	35
7-1 - Exploitation des sondages antérieurs	
7-2 - Proposition de programme de recherche par sondages	36
7-3 - Exploitation des sources	42
8 - <u>CONCLUSIONS</u>	43
9 - <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	45

A N N E X E S

- 1 - Limites de l'étude - Echelle 1/20.000
- 2 - Carte géologique et structurale du secteur des Treilles - Tourtour
Echelle 1/20.000
- 3 - Carte géologique du domaine des Treilles - Echelle 1/5.000
- 4 - Coupe lithologique schématique de la série des Treilles
- 5 - Coupes structurales de l'anticlinal de Tourtour à l'anticlinal de Florielle
Echelles 1/10.000 et 1/5.000
- 6 - Tableau des hauteurs des précipitations annuelles - Période de 1966 à 1973
- 7 - Tableau des hauteurs de précipitations mensuelles en 1973
(Draguignan - Aups) et comparaison avec la période 1931 - 1960
- 8 - Tableau synoptique des sources
- 9 - Tableau synoptique des résultats de forage
- 10 - Carte hydrogéologique régionale - Echelle 1/200.000
- 11 - Carte hydrogéologique du secteur de Tourtour-Flayosc - Echelle 1/50.000
- 12 - Carte hydrogéologique du secteur des Treilles-Tourtour - Echelle 1/20.000
- 13 - Carte hydrogéologique du domaine des Treilles - Echelle 1/5.000
- 14 - Diagramme logarithmique des concentrations chimiques des eaux de deux
forages (B 1 et G 4)
- 15 - Diagramme logarithmique des concentrations chimiques des eaux des sources

I N T R O D U C T I O N

L'étude géologique et hydrogéologique du domaine des Treilles
(communes de Tourtour-Flayosc) a été réalisée à la demande de la Société
Civile Immobilière Les Pins (S.C.I. Les Pins - domaine des Treilles -
83 TOURTOUR)

1 - G E N E R A L I T E S

1-1 - BUT DE L'ETUDE

Bon nombre d'ouvrages de captage des eaux souterraines ont été réalisés sur le domaine des Treilles. Ceux-ci vont de l'aménagement de sources jusqu'à l'exécution de sondages de recherche d'eau. Tout ce système de captage concourt à valoriser un site déjà très agréable. Si, pour les sources, l'aménagement n'a pas posé de problèmes (leurs émergences étant bien localisées), il n'en a pas été de même pour les sondages. Sur une quinzaine qui ont, en effet, été réalisés, on peut dire qu'un seul a donné satisfaction (1). Sans vouloir aller plus avant dans la façon dont ont été déterminées les implantations et conduits les travaux de forage, il convient de bien pénétrer le problème.

Le B.R.G.M. a été consulté, au départ, pour l'implantation d'un nouveau sondage. Très vite, nous nous sommes rendus compte de la complexité géologique du site. Par ailleurs, il est apparu indispensable d'essayer de faire une synthèse des renseignements pouvant être fournis par les travaux déjà réalisés. Revoir en détail la géologie du site et pouvoir replacer celui-ci dans son contexte, telle devait être la première orientation à toute étude préliminaire d'une implantation de nouveaux captages d'eau souterraine. Parallèlement, l'étude approfondie des émergences devait permettre de déboucher sur une connaissance plus précise du réseau aquifère. L'étude hydrogéologique qui a été exécutée, découle donc de toutes ces données de base indispensables au choix des différentes zones de captage.

En résumé, l'étude devait comprendre la synthèse des résultats acquis à ce jour, un état des ressources en eau de la propriété et un programme d'exploitation et de gestion des ressources en eau. Elle devait également déterminer les secteurs où des ressources nouvelles seraient susceptibles d'être recherchées.

(1) Il s'agit du forage B 1

1-2 - DEROULEMENT DES TRAVAUX

Le déroulement des travaux s'est effectué en plusieurs phases qui ont été les suivantes :

- étude documentaire régionale
- interprétation des photographies aériennes et report sur un agrandissement à 1/8.500 (environ)
- levé géologique de surface à l'échelle 1/5.000
- jaugeage des sources
- relevés des niveaux d'eau dans les sondages
- synthèses cartographiques des résultats à 1/20.000 et 1/5.000
- rédaction du rapport

Nous remercions, à cette occasion, le personnel du domaine pour le concours efficace qu'il nous a apporté, nous facilitant ainsi le travail sur le terrain.

Mentionnons également le libre accès aux archives techniques du domaine, la mise à notre disposition de documents de valeur tels que la photographie aérienne à grande échelle de la propriété, par exemple. Tous ces facteurs ont permis de mener à bien la présente étude dans un climat d'entente et de cordialité.

2 - APERCU DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE

D'une superficie de 240 ha environ, le domaine des Treilles est situé sensiblement "à cheval" sur les communes de TOURTOUR et de FLAYOSC, dans l'arrière-pays du VAR (voir annexe 1).

La propriété borde la route départementale 77, reliant FLAYOSC à TOURTOUR (par la route nationale 577) et est éloignée de quelques 15 kilomètres de DRAGUIGNAN.

On accède au domaine par l'ancienne route de FLAYOSC, partant de la D 77, quelques kilomètres avant TOURTOUR.

Située dans un site géographique "montagneux" et boisé, très pittoresque, la propriété a été exceptionnellement valorisée par un système de voies de communication intérieures très développé. C'est ainsi que toutes les parties du domaine sont accessibles par des routes ou pistes carrossables.

C'est au Nord et au Nord-Est que l'on trouve les points les plus hauts, le point culminant étant à la cote + 644. Cette ligne de crêtes domine de plus de 100 mètres le vallon de Florielle orienté NW-SE et de près de 200 mètres le point le plus bas du domaine.

Les points bas se situent vers le Sud, aux environs de la cote + 450.

La topographie du site obéit aux lois de la morphologie, qui règlent le contraste entre les terrains durs, qui sont représentés par les points hauts, et les terrains tendres ou mous par les points bas. Ainsi, la partie centrale du domaine, où l'altitude décroît vers le Sud, est une zone basse constituée de marnes ou d'argiles.

Par son contexte géographique, le domaine est presque entièrement boisé : c'est la pinède. On y trouve d'ailleurs de très belles variétés de pins. Il existe également une certaine similitude avec la garrigue : présence de chênes verts et autres particularités liées à ce paysage.

Très agréablement "aménagé", le site est également bien drainé. Toutes les sources ou émissions d'eau ont été captées, permettant ainsi la réalisation d'un réseau d'adduction bien développé.

3 - GEOLOGIE

3-1 - CADRE GEOLOGIQUE

La région étudiée fait partie d'une zone triasique et jurassique plissée qui se développe entre la "dépression permienne du Luc" au Sud et les Plans de Canjuers essentiellement jurassiques au Nord.

Sur le plan régional, le secteur se situe au NE de l'Arc de Villard, et constitue une zone où le jurassique est fortement étiré et affecté par les plis, caractérisé par une orientation générale NW-SE ; ceux-ci correspondent aux derniers plis méridionaux de l'Arc alpin. Le domaine des Treilles se situe sur l'axe d'un de ces plis appelé zone anticlinale de **Flayoac-Tourtour**.

3-2 - NATURE LITHOLOGIQUE DES TERRAINS (annexe 4)

La description s'effectue du bas vers le haut de la série.

3-2-1 - Trias

Malgré le relief qui affecte le domaine et les travaux importants de voirie qui ont été réalisés, les affleurements continus ne sont pas fréquents par suite d'une importante couverture de formations superficielles récentes.

La succession des terrains peut néanmoins être établie grâce aux observations faites dans les zones limitrophes.

3-2-1-1 - Muschelkalk

Il est bien représenté dans l'unité de Prat-Bouchon et affleure également en un bel anticlinal en bordure nord du vallon de Florielle.

Il peut être divisé en trois ensembles :

Muschelkalk inférieur

Il est constitué de dolomies grises, de cargneules et de quelques passées de marnes dolomitiques verdâtres. Les roches sont fracturées et confèrent un aspect chaotique aux affleurements. Son épaisseur est de l'ordre d'une centaine de mètres.

Muschelkalk moyen

Ce sont des calcaires gris fumé alternant avec des dolomies jaunes ou rosées, des marno-calcaires et marnes jaunes ; leur épaisseur moyenne est de l'ordre de 50 mètres.

Muschelkalk supérieur

Il se présente à l'état de dolomie blanche, en blancs plus ou moins stratifiés avec quelques niveaux de calcaires dolomitiques ou de dolomies rosées. Son épaisseur n'est pas très importante (environ 40 mètres).

3-2-1-2 - Keuper

Aucune coupe continue ne peut être réalisée car le Keuper, très puissant (500 mètres), constitué principalement de matériaux plastiques (argile, gypse), forme des plis aigus et tectonisés. De plus, les affleurements, du fait de la morphologie tendre, ne sont pas nombreux et seulement sporadiques.

Nous retiendrons donc le schéma suivant :

- argiles plastiques rouges ou lie de vin, marnes vertes ou blanches, quelques niveaux de cargneules et de gypse.
- marnes lie de vin ou rouges avec niveaux de dolomies stratifiées et de cargneules en blocs enchassés dans les argiles, et le gypse. Des témoins de cette série affleurent dans le vallon de Prat-Bouchon.
- marnes rouges et vertes, dolomies blanches (en blocs) et gypse (rencontrés par les sondages M 1 et M 5).

3-2-1-3 - Rhétien

Ce sont des alternances régulières de calcaires gris durs à patine généralement rousse, de marnéo-calcaires jaunes, de calcaires en plaquettes, de marnes vertes, noires ou vert réséda. Une bonne coupe du Rhétien peut être réalisée dans le Vallon des Mandins (à proximité de la source S 1) : on y observe, en particulier, à la base du Rhétien, un niveau à dents de squales (bone-beds) ainsi qu'un banc roux à grandes "Ammonites". L'épaisseur du Rhétien est de l'ordre de 40 mètres.

3-2-2 - Jurassique

3-2-2-1 - Jurassique inférieur et moyen

1) Lias inférieur (Hettangien)

Ce sont des dolomies gris-cendré ou blanc mat bien stratifiées et à débit parallélépipédiques ; des intercalations de marnes vertes sont surtout fréquentes à la base. Une bonne succession de cette série peut être observée en bordure du chemin qui longe le ravin de Grain de Paille. La puissance de l'Hettangien est de l'ordre de 80 mètres.

2) Lias supérieur-Dogger

Il est constitué de calcaires roux à silex branchus et de calcaires marneux gris plus ou moins dolomitisés. Dans le périmètre du domaine des Treilles, cette série n'est que partiellement représentée (secteur des Plaines).

3-2-2-2 - Jurassique supérieur

Il est représenté par des dolomies grises, mal stratifiées, avec des calcaires gris clair en intercalations. En fait, la dolomitisation peut envahir d'une manière très irrégulière la série sous-jacente (Lias supérieur et Jurassique moyen) et rendre ainsi difficile la distinction avec l'Hettangien. Cette série couronne, en général, les pitons les plus élevés de la propriété (cotes supérieures à + 600 m.)

3-2-3 - Miocène (Tertiaire)

Il est à l'état de calcaire beige à jaune clair, compact, à cassures tranchantes et à grain fin, se présentant en bancs décimétriques. A la base de cet ensemble calcaire, on rencontre des marnes jaunes grumeleuses, un hard-ground, et enfin un conglomérat à gros éléments.

Le Miocène affleure particulièrement bien en bordure de la route départementale reliant Flayosc à Tourtour ainsi qu'au sud de Barbentane. La série est d'origine lacustre et repose en discordance sur le Keuper argileux.

3-2-4 - Quaternaire

On a pu remarquer ici des tufs anciens grisâtres à tubulures qui correspondent à d'anciens témoins de circulations d'eau et localisent ainsi d'anciennes émergences. Des affleurements sont visibles près de Pertus et localement à proximité de certaines sources actuelles ; à Pertus, ils ont barré le ruisseau des Rondins et ont été entaillés par la suite.

3-2-5 - Formations superficielles récentes

Elles sont constituées de matériaux colluvionnaires et de placages d'éboulis qui participent au comblement des dépressions creusées en particulier dans le Keuper. La zone des Treilles est particulièrement couverte par ce matériau dont l'épaisseur est variable (1 à 5 m. environ) et difficile à préciser, en l'absence de données de sondage.

3-3 - ETUDE STRUCTURALE REGIONALE (annexes 2 et 3)

Entre Flayosc et Tourtour, le Trias, principalement argileux (Keuper) constitue des plis aigus tandis que le jurassique essentiellement calcaire et dolomitique est représenté dans des synclinaux généralement perchés au-dessus des dépressions triasiques.

Les structures successives suivantes se développent d'Ouest en Est (annexe 2) :

3-3-1 - Anticlinal de Tourtour

Il est constitué essentiellement de Keuper mais localement la présence de petits lambeaux de Muschelkalk est à signaler (Burgès et aux Gorans au SE de Tourtour).

Près des Mandins, à proximité du fossé des Abeillons, un repli anticlinal se manifeste puis disparaît sous un placage redressé de tufs miocènes.

3-3-2 - Synclinal du Baou

Les calcaires jurassiques sont très redressés ; le synclinal est limité au Keuper par une faille verticale très importante (faille de Tourtour) qui passe à une flexure ; elle met en contact vers l'Ouest le Jurassique avec le Keuper de l'anticlinal de Tourtour.

3-3-3 - Anticlinal des Treilles

Il correspond à un pli constitué essentiellement de marnes, de gypsés et de cargneules du Keuper.

3-3-4 - Anticlinal de Prat-Bouchon

La charnière du pli est essentiellement calcaire et dolomitique (Muschelkalk).

3-3-5 - Synclinal de Bessoune

Il constitue un massif imposant essentiellement calcaire ; son flanc sud est très redressé et à la verticale aux Orgières. La cote + 651, près de Bessoune, est formée de dolomies du Jurassique qui reposent sur le Rhétien ; au SE, à la cote + 644 (à 450 mètres au NNE des Treilles) les dolomies sont broyées ; la fréquence des broyages à la base des dolomies souligne des étirements.

Le synclinal est affecté de failles (faille des Mandins à la cote + 610).

3-3-6 - Anticlinal de Florielle

Le pli, relativement simple, est très étroit. La largeur maximale de la charnière du Muschelkalk est de 200 mètres ; ses terminaisons périclinales sont assez aigües. Il est légèrement déversé vers le Sud comme la plupart des plis du Muschelkalk fayençais.

3-3-7 - Synclinal de Roque Rousse

Situé à l'est du Vallon de Florielle, le synclinal, essentiellement jurassique, est plus important par sa superficie que le synclinal de Bessoune.

3-3-8 - Synclinal de Grain de Paille

Il correspond à une structure arquée très pincée, aux flancs verticaux et dont l'extrémité occidentale est orientée NE-SW. Elle est bordée sur son flanc ouest par une faille qui épouse sa courbure. Au coeur du pli où les couches sont horizontales, les calcaires à silice du Jurassique moyen sont étirés, ainsi que sur une partie du flanc ouest.

L'extrémité orientale est beaucoup plus lâchement plissée et elle s'arrête contre une faille curviligne de direction NNE-SSW. Le synclinal transverse apparaît ainsi comme une courbure sigmoïde du synclinal de Bessoune s'accroissant en deux failles qui se relaient sur chaque bord.

3-4 - TECTONIQUE

La région de Flayosc-Tourtour a subi la tectonique provençale classique.

Le Keuper est affecté d'une tectonique disharmonique du fait de sa forte épaisseur en matériaux plastiques facilement déformables.

L'ensemble du Jurassique est concordant et est resté longtemps émergé.

Les premiers mouvements orogéniques importants se situent au Crétacé supérieur (directions des plis Est-Ouest).

La deuxième phase tectonique importante se situe à l'Eocène supérieur et se caractérise par la formation des plis transversaux orientés NW-SE.

L'émergence est totale à partir de ce moment-là et des formations continentales lacustres se sont déposées dans les dépressions au Miocène.

L'orogénèse alpine reprend l'ensemble de la région et plisse légèrement le Miocène.

3-5 - ETUDE GEOLOGIQUE DU DOMAINE DES TREILLES (annexe 3)

La propriété recoupe partiellement différentes unités structurales qui appartiennent elles-mêmes à l'ensemble de Flayosc-Tourtour ; l'interprétation géologique de ce secteur ne pouvait donc être compréhensible que si celui-ci est placé dans son contexte régional, ce qui explique l'étude structurale régionale ci-dessus.

Le domaine des Treilles couvre essentiellement le synclinal de Bessoune et l'anticlinal des Treilles ; la propriété borde, au SE à Grain de paille, un synclinal très pincé et limité par une faille à l'ouest de la propriété ; celle-ci intéresse partiellement le synclinal de Baou et l'anticlinal de Prat-Bouchon.

Dans les limites du domaine, nous décrirons successivement les principales unités :

3-5-1 - Unité de Bessoune

Elle peut se subdiviser en deux zones :

3-5-1-1 - la zone Nord couvre la charnière synclinale, constituée de dolomies du Jurassique supérieur, et qui se trouve perchée aux plus grandes altitudes du domaine (cotes supérieures à + 600 mètres).

La charnière synclinale n'est pas simple mais affectée par des failles qui la découpent en quatre petits compartiments affaissés.

3-5-1-2 - la zone Sud est plus simple et correspond uniquement à la bordure occidentale du synclinal constituée de calcaires de l'Hettangien et de marnes et calcaires du Rhétien.

Dans la partie méridionale de cette zone et en limite de propriété (secteur des lacs de Grain de Paille), le synclinal est mis brutalement en contact, à la faveur d'une faille arquée, avec une unité structurale (synclinale) transverse ; à son contact s'érige une petite voute anticlinale triasique (argile rouge, gypse, dolomie que l'on peut observer en bordure du chemin menant aux lacs).

3-5-2 - Unité des Treilles

Elle couvre un axe anticlinal triasique (Keuper) constitué d'argiles rouges, vertes, de gypse (observé près du petit barrage du vallon de Prat-Bouchon et de la petite excavation près du puits agricole) ainsi que de cargneules qui affleurent sporadiquement selon une direction NW-SE aux abords du vallon de Prat-Bouchon.

3-5-3 - Unité de Prat-Bouchon

Elle est constituée, au Nord, de Keuper argileux (avec une couverture de tufs à la traversée du vallon des Mandins de la R.D. 77) et au Sud exclusivement de calcaires et de dolomies qui représentent un axe anticlinal dont le coeur est particulièrement broyé. Dans le Muschelkalk moyen, quelques petites intercalations de marnes vertes sont à signaler.

3-5-4 - Unité de Pertus

Elle correspond à la terminaison périanticlinale faillée de la structure de Baou.

Les calcaires de l'Hettangien qui constituent cette unité viennent au contact du Keuper argileux à la faveur d'une faille. Elle forme un pli très aigu enchassé dans les terrains principalement argileux du Keuper.

3-5-5 - Unité des Plaines

Elle est très complexe et comprend au Nord des terrains calcaires du Miocène qui couvrent en discordance le Keuper et au Sud l'amorce d'une structure synclinale jurassique.

4 - CLIMATOLOGIE

4-1 - CLIMAT

Le climat de la région considérée, que l'on peut assimiler à celui du Nord-Est varois, est du type méditerranéen avec un caractère continental bien marqué au Nord de Draguignan. A cet effet, l'accroissement des reliefs vers le Nord a pour conséquence d'importantes différenciations en ce qui concerne les précipitations et les températures.

La tendance au caractère continental favorise les contrastes climatiques et l'existence de micro-climats en fonction de la proximité des reliefs importants.

On dispose pour l'établissement des données climatologiques des renseignements de plusieurs postes dont un principal à Draguignan, deux pluvio-thermométriques à Comps et Lorgues. Pour la proximité de la zone considérée, on utilisera les indications de celui de Lorgues. Enfin, il existe plusieurs postes pluviométriques dont Aups et Callas qui nous intéressent ici plus particulièrement.

4-2 - VENTS

Schématiquement, on peut dire que les vents dominants viennent des secteurs NNW - c'est le Mistral à la fois froid, sec et violent dont la fréquence est plus grande de Janvier à Mars, et de Novembre à Décembre - et ESE, apportant la pluie.

Localement, il n'existe pas de poste effectuant des observations relatives à la direction des vents et à leurs fréquences. La station la plus proche se situe à Toulon.

4-3 - PLUIES - PRECIPITATIONS (voir annexes 6 et 7)

Des quatre stations de référence précédemment citées, nous retiendrons plus particulièrement celles de Draguignan et d'Aups, pour leur situation proche du site considéré.

A - Régime des pluies

De l'annexe 6 représentant la pluviométrie annuelle des huit dernières années, il apparaît que 1973 serait une année moyenne, abstraction faite pour Draguignan et Callas dont les relevés sont incomplets.

Sur l'annexe 7 ont été figurées, d'une part, la comparaison entre la pluviométrie moyenne mensuelle pour la période 1931-1960 -élément de référence de la Météorologie Nationale- enregistrée à Draguignan et Aups, et, d'autre part, les valeurs mensuelles pour 1973. La moyenne sur les trente années permet de définir le régime des pluies. Celui-ci se caractérise par trois périodes : une saison pluvieuse de Janvier à Mai suivie d'une saison sèche durant les mois d'été, puis une saison très pluvieuse de Septembre à Décembre. L'année 1973, bien qu'apparaissant moyenne, ne reflète pas les mêmes caractéristiques, notamment pour les mois d'été dont la pluviosité s'est accentuée par suite d'orages. La fin d'année reste pluvieuse mais avec une période sèche en Novembre.

B - Régime interannuel

Si l'on considère que les hauteurs moyennes des précipitations pour la période de 1931 à 1960 ont été de 945 mm à Draguignan et 862 mm à Aups, on constate qu'à l'irrégularité du régime annuel, s'ajoute celle du régime interannuel (voir annexe 7). Seules les années 1971 et 1972 sont égales ou supérieures à la normale ; l'année 1973 est légèrement déficitaire.

4-4 - TEMPERATURES

Comparaison des moyennes mensuelles des températures
enregistrées à DRAGUIGNAN
entre la période 1931-1960 et l'année 1973
(en degrés et dixièmes)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
1931-1960	6.1	7.0	9.9	12.5	16.1	20.1	22.7	22.4	19.3	14.5	9.9	7.2	14.0
1973	7.3	6.3	9.1	11.3	15.8	20.5	23.4	23.9	20.3	14.3	10.8	7.5	14.2

Comparées à la moyenne des températures mensuelles enregistrées à Draguignan durant la période 1931-1960, l'année 1973 a été légèrement supérieure. La différence est surtout sensible pour les mois d'été.

4-5 - INSOLATION

La durée d'insolation moyenne annuelle enregistrée à St-Raphaël pendant la période 1946-1960 est de 2.959 heures (alors qu'à Paris elle n'est que de 1.900 heures environ pour la même période).

4-6 - EVAPOTRANSPIRATION

Partant du fait que les nappes d'eau souterraines sont alimentées essentiellement par les précipitations atmosphériques, l'évapotranspiration est la somme de toutes les pertes par transformation de l'eau en vapeur, quel que soit le facteur mis en jeu. Pour ce faire, la répartition journalière des pluies dans le temps et dans l'espace est plus importante que la hauteur moyenne mensuelle et à plus forte raison que les données annuelles.

Deux formules, tenant compte de tous ces facteurs, l'une établie par L. TURC et l'autre par THORNTHWAITE, permettent d'approcher l'évapotranspiration réelle qui serait de l'ordre de 20 à 40% pour la région considérée, ceci d'après des études faites antérieurement dans le Nord-Est varois.

4-7 - REMARQUES

Ces différentes données climatiques ont été fournies à titre indicatif ; elles pourront être utilisées pour d'éventuels calculs de bilan.

5 - HYDROLOGIE DE SURFACE

5-1 - BASSINS VERSANTS SUPERFICIELS ET COURS D'EAU (voir annexes 11 et 12)

Deux bassins versants hydrographiques intéressent le domaine des Treilles : le bassin de la Florielle axé sur Flayosc pour une grande partie de la propriété et, dans la partie ouest, le bassin de Villecroze-Tourtour, ou plus précisément le sous-bassin du vallon des Mandins. Le relief accidenté, comportant de nombreuses "buttes", y a déterminé un réseau hydrographique assez développé, accentuant lui-même le phénomène d'érosion. La pente des ruisseaux ou cours d'eau étant assez forte, ne peut qu'accentuer celui-ci.

Deux ruisseaux partent du domaine pour alimenter la Florielle : celui du Vallon des Treilles (1) ou de Prat-Bouchon, assez important, est notablement grossi par les trop-pleins de plusieurs sources (dont S 2 - S 3 - S 4 - S 5 - S 6, appartenant au domaine) et celui du Vallon de Fond Lachade (1) ou de Grain de Paille, alimenté par le trop-plein des eaux de deux lacs et par la source S 7.

A l'ouest du domaine, le ruisseau des Mandins prend naissance en dehors du domaine ; il est grossi par plusieurs petites sources.

5-2 - EMERGENCES

La lithologie des terrains encaissants composés de calcaire et de marne, alliée à leur structure, a permis à la nappe de laisser échapper le trop-plein au contact de ces deux terrains, la marne étant imperméable par sa nature argileuse. C'est ainsi que le Vallon des Treilles (1) est jalonné de plusieurs sources au débit assez important. Les autres sources sont régies par le même phénomène.

(1) Appellation donnée d'après les cartes topographiques de l'IGN

Ces émergences de nappe ont toutes été mesurées le 31 Janvier 1974. Elles avaient été préalablement reconnues le 24 Janvier 1974 pour localiser les points de mesure. Il est à noter que la date des mesures ou des jaugeages avait été précédée par plusieurs jours de pluie intense et continue. Il est, en effet, tombé entre le 26 et le 30 Janvier 62 mm de pluie à Draguignan et 35 mm à Aups, ce qui a vraisemblablement grossi leur débit temporairement si l'on fait la relation avec les niveaux de la nappe mesurée dans les forages (voir tableau synoptique des forages - annexe 9)

L'annexe 8 (tableau synoptique des sources) donne la valeur des débits mesurés.

Il est à signaler que la source S 3 a été trouvée sèche. Plusieurs personnes du domaine ne l'auraient jamais vu couler ou très peu, alors que le site est tapissé de tufs récents. Il pourrait également s'agir d'un trop-plein de ruissellement.

Au total, c'est un débit ponctuel de plus de 16 l/s. (60 m³/h.) qui exude des terrains perméables environnants.

Toutes ces sources sont captées par un système de drainage perfectionné permettant d'alimenter de nombreux points d'eau tels que piscines, postes d'incendie, etc... Le trop-plein, comme il a été exposé plus avant, s'écoule aux ruisseaux.

Il serait souhaitable de poursuivre ces mesures temporairement, et notamment en période d'étiage de la nappe, pour en connaître le régime de vidange et pouvoir esquisser ainsi un bilan. Celui-ci permettrait de connaître, même grossièrement, les réserves d'eau disponible dans le sous-sol du domaine.

6 - HYDROGEOLOGIE

6-1 - DESCRIPTION DES UNITES

La structure de la région étudiée est caractérisée par des axes anticlinaux principalement argileux et imperméables qui se situent dans les points bas et qui sont relayés par des charnières synclinales calcaires, perchées en altitude ; le Jurassique est, de ce fait, toujours en position topographique élevée par rapport au Keuper creusé dans les points bas.

6-1-1 - Unité calcaire et dolomitique

Cette unité couvre la partie méridionale du synclinal de Bessoune, la terminaison méridionale du synclinal du Baou ainsi que l'anticlinal de Prat-Bouchon.

6-1-1-1 - Anticlinal de Prat-Bouchon (Unité de Prat-Bouchon)

Rappelons qu'il est essentiellement constitué de calcaires, de dolomies et de cargneules disloquées, perméables par fissuration.

Aucune source n'est issue de cette structure qui est probablement drainée en profondeur.

Le coeur de la structure (Muschelkalk inférieur) constitue très certainement un très bon réservoir (ainsi que les grès du Trias inférieur sous-jacent) limité à sa base par le Permien principalement argileux à son sommet.

Ce réservoir est susceptible de constituer un aquifère intéressant si toutefois son alimentation est suffisamment assurée et si l'imperméable sous-jacent (Permien) est accessible à une profondeur non prohibitive (structure très redressée).

6-1-1-2 - Synclinal de Bessoune

Cette unité est constituée essentiellement de calcaires et de dolomies également perméables par fissuration.

Dans l'Hettangien, le Jurassique moyen et supérieur, il n'existe pas de série argileuse importante susceptible de constituer un écran imperméable.

Le Rhétien, par contre, comporte des niveaux marneux en alternances dans une série de calcaires relativement compacts. Il pourrait, de ce fait, constituer un écran imperméable. Il n'en est rien comme le prouve la localisation des émergences qui se situent toutes à la base de cette formation, voire même dans le Keuper supérieur.

Ajoutons également que les failles qui affectent la structure de Bessoune peuvent assurer un drainage préférentiel des eaux souterraines.

L'ensemble calcaire de Bessoune ne semble pas être karstifié et seul le secteur où le Jurassique est dolomitique peut donner lieu à un développement karstique qui est probablement très limité.

6-1-1-3 - Synclinal du Baou (Unité de Pertus)

• Il est constitué de calcaires et de dolomies mis en contact par une faille avec le Keuper argileux.

Les calcaires et dolomies présentent une perméabilité de fracturation qui peut être très développée au voisinage des accidents.

Il est probable que cette structure, plus perméable que son environnement, constitue une zone de drainage préférentielle pouvant se poursuivre jusqu'aux cargneules du Keuper ; cette hypothèse peut être étayée par l'existence de la source S 4 et le débit relativement important obtenu dans le sondage B 1, ainsi que la teneur relativement importante en sulfates de ces eaux.

6-1-2 - Unité argileuse (Unité des Treilles)

Cette unité est caractérisée par des terrains à dominante argileuse et de fait imperméable. Elle est affectée par une tectonique souple par rapport aux formations calcaires qui l'entourent.

Toutes les émergences de la propriété sont situées dans le Keuper et sous le contact avec le Rhétien. Ceci peut s'expliquer si l'on admet que les sources drainent les calcaires du Jurassique et du Rhétien par l'intermédiaire de lentilles de cargneules présentes au sommet du Keuper ou encore que les émergences véritables se situent effectivement au contact des terrains perméables (calcaire jurassique) et imperméables (argiles du Keuper) et diffusent dans les formations superficielles de pente.

Hormis les niveaux de dolomies et de cargneules, le Keuper est imperméable. La présence de gypse doit, par ailleurs, altérer la qualité de l'eau qui pourrait y circuler en la chargeant principalement en sulfates.

6-2 - ETUDE DES CIRCULATIONS D'EAUX SOUTERRAINES (annexes 11 et 12)

Sur le plan régional, la ligne de partage des eaux souterraines sépare deux domaines, l'un au Nord drainé par Fontaine l'Evêque, l'autre au Sud drainé par la Nartuby.

La zone de Flayosc-Tourtour (Nord dracenois) fait partie de l'ensemble fayençais constitué par des ondulations parallèles affectées parfois par des accidents longitudinaux ou transverses.

Les structures jurassiques ou du Muschelkalk perméables sont séparées entre elles par le Keuper imperméable.

L'hydrogéologie du secteur étudié de cette région est essentiellement commandée par une direction secondaire dominante NE-SW qui donne le sens de l'écoulement des eaux souterraines.

Les exutoires de chaque massif calcaire (généralement perché) sont situés sur leur flanc occidental à des altitudes très variables.

Les principaux massifs drainants sont les suivants :

- le massif des Espiguières (entre Aups et Tourtour) est drainé sur sa bordure méridionale par une série d'émergences (Vallaury, Tadei ou Sault, les Moulières) dont celle de St-Rosaire est la plus importante :

Elle réurge à l'altitude + 660 m. au contact du Jurassique et du Keuper faillé et débite environ 20 l/s.

- le massif de Roque Rousse (ou Puy de la Sigüe) a ses émergences sur son bord occidental :

- Source de Fontfreye (+ 640 m) : 4.5 l/s

- Source de Florielle (+ 600 m) : 8 l/s

- Source de la Haute-Vaoure (+ 500 m) : 8 l/s ; la teneur en sulfate est importante

- Source de Font Troussière (+ 550 m) : débit faible.

Signalons enfin plus au Sud, les sources de la Foux (+ 160 m), à proximité de Trans dont le débit est de 900 l/s, eau chargée en NaCl (2 gr/l) et qui constitue l'exutoire d'un réseau karstique s'étendant vers l'Est, les Frayères (+ 300 m) utilisée pour l'alimentation de la ville de Draguignan, débit 340 l/s, Flayosc (+ 310 m) et Lorgues (+280m).

Dans le domaine des Treilles, toutes les sources (au nombre de 7) sont situées dans le Keuper en bordure occidentale du massif de Bessoune; l'on peut donc admettre avec certitude que le sens des circulations d'eaux souterraines est dirigé du NE vers le SW et que les sources S 1, S 2, S 7 et probablement S 6 sont les exutoires naturels du massif de Bessoune. Les sources S 4, S 3 et S 5 sont plus probablement alimentées également par l'unité de Pertus drainée dans une zone faillée et mise en relation avec des cargneules (lenticulaires) du Keuper.

6-3 - CHIMIE DES EAUX (annexes 14 et 15)

6-3-1 - Généralités

Bien que des analyses chimiques sommaires aient été faites à partir des différentes émissions d'eau de la nappe, il nous est apparu souhaitable d'homogénéiser l'ensemble du réseau aquifère en procédant à un nouveau contrôle des concentrations chimiques des eaux à partir de chaque captage.

Des prélèvements ont été faits par nos soins les 31 Janvier et 1er Février 1974 sur chacune des sources et sur les deux forages exploités B 1 et G 4 ; les échantillons ont été envoyés aux fins d'analyses chimiques au Laboratoire de la Société des Eaux de Marseille.

Les principaux composants chimiques des eaux sont ainsi donnés de façon satisfaisante et permettent de mieux approcher le cheminement de celles-ci et de faire certains rapprochements (voir annexes 14 et 15).

- Les duretés sont comprises entre 38° et 56° ce qui classe ces eaux dans la zone de potabilité passable d'après les normes admises en France (entre 25° et 50°) voire médiocre (de 50° à 100°), notamment pour les sources S 4 et S 5 et le forage B 1.
- Les résistivités vont de 1000 à 1600 ohms-cm, ce qui en fait des eaux assez chargées.
- les ph sont assez homogènes et compris entre 7.3 et 7.6 montrant des eaux légèrement alcalines.

6-3-2 - Concentration des différents sels

L'analyse pondérale ne permettant pas d'établir l'origine de l'eau, ni de la comparer à d'autres eaux (la masse moléculaire et la valence n'y apparaissant pas), on est obligé de présenter l'analyse sous forme ionique : une eau minéralisée agit comme un électrolyte (dissociation en ions).

Ainsi les teneurs en sels, traduites en milliéquivalents (meq) sont les suivantes :

a) Cations

Ca^{++} est compris entre 4.5 et 9

Mg^{++} est compris entre 2.6 et 3.3

Na^+ combiné avec K^+ est compris entre 0.30 et 1 avec une anomalie pour la source S 4 où l'on enregistre une teneur de 2.09 meq/l.

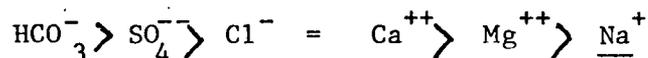
b) Anions

HCO_3^- est voisin de 7

SO_4^{--} est très variable (de 0.4 à 8)

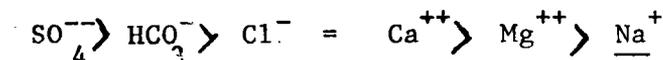
Cl^- est faible et compris entre 0.20 et 0.30

Cette transcription présentée sous forme ionique et d'inégalité mathématique permet de constater que :



est valable pour tous les points d'eau, hormis pour S 4. Ce qui donne une eau bicarbonatée calcique, du type normal des terrains calcaires. Elle traduit également le fait que nous sommes ici en zone d'affleurement du bassin d'alimentation ou au premier stade de l'évolution de l'eau.

Pour la source S 4, on a :



qui traduit une eau sulfatée calcique, ce qui la classerait dans le deuxième stade de l'évolution de l'eau. De là; faut-il en déduire qu'il y a cheminement au sein du Keuper par l'intermédiaire des cargneules enchassées dans les marnes ? Il est possible également que l'eau puisse se charger assez rapidement en sulfate de calcium au voisinage de son point d'émission. Il a en effet été observé la présence de gypse au sein des marnes à cet endroit.

6-3-3 - Relations entre eaux de forages et de sources

Les eaux du forage G 4 sont rigoureusement identiques à celles de la source S 7. Ainsi il y a une évidente relation entre les deux points de prélèvement. Cette identité confirme la même origine de l'eau. Il y a donc interférence certaine entre les deux captages ; ce phénomène avait d'ailleurs été déjà observé antérieurement à l'occasion de pompages prolongés sur le forage.

On constate également un faciès chimique assez identique entre les eaux de la source S 5 et celles du forage B 1 : la superposition de leur faciès est assez éloquent pour pouvoir également avancer une certaine similitude dans l'origine des eaux entre ces deux points. Par contre, les eaux de la source S 4, bien que située entre les deux points précédemment cités, n'ont pas le même faciès chimique ; elles sont davantage chargées en sulfate mais surtout en sodium. Il ne semble pas a priori y avoir de relation évidente entre cette source et le forage B 1.

6-4 - RENSEIGNEMENTS FOURNIS A PARTIR DES FORAGES EXISTANTS

Bien que le nombre des sondages exécutés sur le territoire de la propriété de ces dernières années soit assez impressionnant (environ une quinzaine), la somme de renseignements exploitables est quasi nulle. Le tableau synoptique des forages (voir annexe 9) reproduit les divers renseignements ayant pu être obtenus de diverses sources d'information.

Seules les coupes lithologiques de deux forages B 1 et G 4 présentent un certain intérêt parce que donnant quelques indications sur la nature des terrains traversés. Les hypothèses concernant certains niveaux lithologiques tels que la présence de quelques 36 mètres de sable au forage G 4 sont données plus loin au chapitre "Exploitation des forages antérieurs" (paragraphe 7-1).

Par ailleurs, l'absence de tout renseignement sur la façon dont les sondages ont été menés en cours de foration, puis développés afin de connaître leur productivité même approchée, n'autorise aucune hypothèse sur la "rentabilité" de tel ou tel ouvrage. A titre d'exemple, nous signalerons le B 1 qui, à l'origine, aurait été testé avec une pompe de 32 m³/h sans atteindre le débit critique. Quant au G 4, il est évident que la présence de sable fin gêne l'exploitation d'un tel ouvrage ; cependant, il existe des équipements rationnels permettant d'exploiter ces captages au mieux de leur possibilité. Mentionnons enfin l'existence de plusieurs sondages "M" où il a été relevé un niveau d'eau par nos soins, alors qu'aucun renseignement géologique ou hydrogéologique n'a pu être retrouvé.

En définitive, eu égard aux importants travaux réalisés sur le plan de la recherche du ou des aquifères, il en résulte une méconnaissance quasi complète des possibilités effectives en eau des terrains de la propriété, à partir des sondages réalisés.

Signalons enfin qu'une étude géophysique (sismique réflexion) a été réalisée par l'entreprise PERSON (étude probablement sous-traitée) dans le périmètre du domaine. Nous n'avons pu avoir communication des résultats de cette reconnaissance, les documents n'ayant pu être retrouvés par l'entreprise.

7 - PROPOSITION D'EXPLOITATION ET DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU

7-1 - EXPLOITATION DES SONDAGES ANTERIEURS (annexe 3)

Parmi les 13 sondages réalisés (plus de 350 m. de foration) seul le sondage Barjentane (B 1) peut être considéré comme produisant un débit de 32 m³/h ; les sondages de Grain de Paille (G 4, G 3 et G 2) fournissent un débit relativement faible, mais leur exploitation est handicapée par un entraînement de sables très fins lors des pompages, c'est le cas de G 4 notamment.

On peut donc chercher un remède à ces venues de sable. En premier lieu, il faut signaler que ces sables sont très fins, non siliceux mais dolomitiques ; il semble, par ailleurs, qu'ils constituent des formations de remplissage karstique (poches) dans un substratum irrégulièrement érodé et soumis à des phénomènes de dissolution des dolomies ou du gypse. La formation pourrait être constituée d'un mélange, en proportion variable d'argile de décalcification et de sable dolomitique.

Une seconde hypothèse permet de supposer que les sables sont d'âge tertiaire (Miocène), donc plus anciens, et d'origine fluviatile ou tertiaire. Ils furent piégés dans des cavités de dissolution du substratum, après avoir subi un transport à partir des dolomies de l'Hettan-gien ou plutôt du Jurassique supérieur, lors des ruissellements sur les pentes. Dans ce cas, leurs accumulations doivent se localiser dans les points bas de la propriété.

La troisième hypothèse qui peut être envisagée, mais qui paraît être la moins probable, est que les sondages ensablés ont traversé des niveaux alternés, tendres et peu cohérents de dolomies qui se sont désagrégés en sables dolomitiques.

N'ayant pas de coupes précises des séries traversées par ces sondages, il n'est guère possible d'opter pour une hypothèse plutôt que pour une autre.

Les sondages étant actuellement équipés, il n'est guère possible de remédier avec efficacité aux venues de sables.

Le seul moyen de prévenir l'ensablement des installations est de bien développer les sondages avant de les équiper et de surveiller étroitement les teneurs en sable de l'eau lors d'essais de pompage prolongés.

7-2 - PROPOSITION DE PROGRAMME DE RECHERCHE PAR SONDAGES (voir annexe 13)

Dans les limites du domaine des Treilles de nouvelles ressources en eau peuvent être recherchées par forages, dans différents secteurs que nous détaillerons ci-après :

7-2-1 - Secteur Grain de Paille

Selon les informations qui nous ont été données, ce secteur devrait être prioritaire étant donné la nécessité d'alimenter en eau deux petits lacs artificiels aménagés dans le Trias argileux et gypseux.

Deux possibilités d'implantation de forages de reconnaissance (A et B) peuvent être envisagées :

A - Implantation dans l'Hettangien du synclinal de Grain de Paille et à proximité immédiate de la faille mettant en contact cette formation avec le Trias essentiellement argileux. La cote de la position de sondage est + 520 m. et la profondeur de l'ouvrage ne devrait pas excéder 60 m. (sondage à arrêter au toit du Keuper).

Implanté dans une formation calcaire et dolomitique, ainsi que sur le tracé d'un accident, le réservoir devrait présenter une perméabilité de fracturation ; le résultat d'un tel ouvrage est toutefois fonction de l'alimentation de ce réservoir qui ne nous est pas connu.

B - Une deuxième implantation de sondage pourrait être envisagée dans l'Hettangien en amont de la source S 7 soit au NW du sondage G 4, soit plutôt en rive gauche du ruisseau de Grain de Paille (en dehors des limites du domaine). La profondeur d'un tel sondage serait de l'ordre de 50 mètres (arrêter l'ouvrage au toit du Keuper).

Remarque : Signalons qu'il n'est pas exclu que le sondage G 4 soit en communication avec le lac situé plus au Sud, par l'intermédiaire de la poche de sable et des fissurations. Dans ce cas, le sondage pomperait partiellement l'eau du lac. Il paraît également prouvé par ailleurs que l'exploitation de ce sondage influe le débit de la source S 7.

7-2-2 - Secteur de Barjantane

Dans ce secteur, le sondage B 1 est assez productif (32/m³ h) et la source S 4 a un débit appréciable. Si l'on envisage d'augmenter encore les ressources en eaux dans ce secteur, il y aurait intérêt à effectuer quelques travaux de reconnaissance préalable (géophysique, contrôle du débit de la source S 4 lors d'un pompage maximum au sondage B 1, coloration).

Ce secteur semble en effet être alimenté par des circulations d'eau venant du Nord transitant dans les dolomies de l'Hettangien qui sont mises en relation avec les cargneules du Trias (lenticulaires) où elles pourraient être piégées.

Après des études de contrôle visant à reconnaître en détail la géologie de ce secteur (extension de la faille, développement des cargneules triasiques) et à préciser le sens de l'écoulement des eaux souterraines, un forage pourra être implanté judicieusement.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il est probable que l'implantation sera à prévoir à l'Ouest ou au Nord-Ouest du sondage B 1 mais suffisamment éloigné pour ne pas influencer l'exploitation de celui-ci. De toute façon, il faudra implanter le sondage en le positionnant sur un axe drainant et en dehors de la zone de pollution chimique possible du Keuper. Il n'est d'ailleurs pas exclu que la contamination s'effectue à proximité immédiate de la zone d'émergence (S 4).

7-2-3 - Secteur de Prat-Bouchon

Les dolomies du Muschelkalk inférieur sont généralement broyées et fracturées et sont réputées constituer, dans l'ensemble de la Provence, un réservoir aquifère très intéressant.

Un sondage de reconnaissance pourrait être implanté soit au coeur de la structure (considérer alors les limites de la propriété), soit dans le secteur des Curniers sur une faille de décrochement.

Le pendage des couches est accusé sur les flancs de cette structure très aigue.

Il faut toutefois signaler que cet objectif, qui paraît être promoteur du fait de la fracturation du réservoir et de l'éventuelle possibilité d'atteindre les grès du Trias inférieur très perméable, est soumis à la condition d'une bonne alimentation en eau ; la structure est en effet coïncée dans le Keuper principalement argileux.

La profondeur du sondage qui serait à réaliser sur la structure de Prat-Bouchon est de l'ordre d'une centaine de mètres.

7-2-4 - Secteur des Treilles

Au sens large, ce secteur s'étend du vallon des Treilles (au Nord) jusqu'à Grain de Paille (au Sud) et intéresse l'ensemble des dolomies de l'Hettangien et du Jurassique supérieur.

Comme nous l'avons mentionné antérieurement, cette unité perméable est vidangée par plusieurs sources (S 1, S 2 -source Gisclar- et peut-être S 5 et S 6). Cette unité est faillée au Nord des Treilles.

Des sondages de reconnaissance peuvent être implantés dans les dolomies de l'Hettangien, et de préférence sur le tracé des accidents. Leur situation, à l'amont des exutoires, rend probable l'influence de leur exploitation sur le régime de ceux-ci. Leur productivité sera fonction de la perméabilité matricielle des terrains et surtout de la fracturation.

Dans la partie nord du domaine, située à des altitudes élevées (+ 550 m à + 600 m), la profondeur des sondages se situera entre 50 et 150 m. Il est probable que le niveau hydrostatique soit en équilibre avec la cote des émergences (entre + 500 et 550 NGF), selon la situation des ouvrages.

Remarques

Les implantations de sondages proposées, résultant de critères géologiques et hydrogéologiques, permettent de sélectionner des sites préférentiels et plus favorables pour une reconnaissance par forages. Il faut toutefois faire remarquer que les résultats ne sont pas pour autant assurés car ils dépendront encore de paramètres peu connus, tels que la perméabilité, le degré d'alimentation du réservoir et surtout la fissuration des terrains.

7-2-5 - Recommandations pour l'exécution des sondages

Eu égard aux enseignements fournis par l'étude des sondages existants, témoignant du peu de renseignements exploitables, il y aura lieu d'exécuter avec circonspection les nouveaux sondages aux emplacements proposés

7-2-5-1 - Foration

Les terrains recoupés devant être en majorité des calcaires ou des dolomies et la profondeur à atteindre n'étant pas excessive, on aura intérêt à utiliser la foration à l'air comprimé. Celle-ci a le gros avantage de déceler les moindres venues d'eau. On pourrait cependant craindre, à ce moment là, un certain colmatage occasionné par les cuttings mélangés à l'eau de nappe ; il n'en sera rien si l'injection d'air est suffisante pour provoquer alors un pompage par "air-lift", procédé utilisé pour le développement du sondage que nous verrons plus loin. En effet, la remontée des cuttings est assurée par le débit d'eau émulsée.

Il ne faudra pas rechercher un avancement excessif mais seulement la recherche de l'aquifère et sa meilleure exploitation possible. L'observation constante de l'échantillonnage, afin de déceler l'approche de venues d'eau, permettra d'agir au mieux lors de la rencontre de celles-ci. Elles seront chaque fois testées par l'air-lift afin de constater l'augmentation du débit. Une fois les niveaux imperméables du substratum de l'aquifère rencontrés et traversés sur plusieurs mètres, on procédera au lavage du trou jusqu'à l'obtention d'une eau relativement claire.

Il serait souhaitable, pour une meilleure connaissance des terrains en profondeur, de faire quelques passes carottées notamment dans l'Hettangien et le Keuper.

7-2-5-2 - Equipement

Cette phase importante de l'élaboration d'un forage pour son exploitation sera parfaite, si les diverses venues d'eau ont pu être localisées avec précision par l'emploi des diagraphies. La sonde à gamma-ray, par exemple, permettra de localiser avec exactitude les niveaux perméables. Ceux-ci seront alors tubés avec lanternage, ou mieux crépinés, alors que les horizons secs ou imperméables seront tubés plein. On aura également intérêt à tuber entièrement le forage et à terminer par un tube plein de plusieurs mètres et fermé à la base, il fera office de pot à décantation.

7-2-5-3 - Développement

La mise en production d'un ouvrage dans les conditions optimales de rentabilité suppose le conditionnement adéquat des horizons aquifères. Ce conditionnement comprend dans sa phase principale le développement de la couche aquifère. Celui-ci pourra être opéré de la façon suivante :

- connaître au mieux le débit "intrinsèque" de l'ouvrage et ceci après avoir procédé au nettoyage du forage par air-lift(1) et pompage. On peut d'ailleurs adopter pour ce dernier le principe des "coups de bélier" (2),
 - procéder ensuite à l'acidification qui, bien menée, offre des résultats certains,
 - terminer par un pompage avec un essai au débit maximum du captage avec observation du débit critique
- Pour ce faire, on réalisera ce pompage par paliers de débits croissants, avec observation judicieuse du débit et du rabattement.

Il va sans dire que, parallèlement à l'observation des débits des forages lors de leur développement, le débit de certaines sources, en particulier de celles situées à proximité ou non loin des forages, devra être suivi avec soin. Ceci permettra de constater l'interférence pouvant en résulter et d'organiser au mieux, dans ce cas, un régime de pompage sans nuire trop au régime d'utilisation des sources.

(1) le fluide d'injection est constitué par de l'air comprimé
(2) pompes brutaux

Ces différentes opérations pour la réalisation correcte d'un forage d'eau pourront être guidées voire suivies par le B.R.G.M., sur la demande du Maître d'Oeuvre.

7-3 - EXPLOITATION DES SOURCES

Actuellement, les sources s'écoulent librement vers les vallons. Il serait judicieux de pouvoir disposer d'une partie de ce volume d'eau en créant de petits lacs collinaires dont les sites seraient à définir et à étudier. Ils seraient à implanter dans les séries argileuses du Keuper.

8 - CONCLUSIONS

L'étude hydrogéologique du domaine des Treilles permet de placer le site dans un contexte sédimentaire susceptible d'être aquifère, d'effectuer la synthèse des données et de compléter les connaissances par les résultats de forages.

Pour les secteurs de Grain de Paille, de Prat-Bouchon, de Barjentine et des Treilles, des implantations de sondage sont proposées. Il importe néanmoins d'effectuer encore des reconnaissances préalables complémentaires dans le secteur de Barjentine, de suivre des jaugeages continus (période minimale d'un an) ainsi que le régime des sources afin de pouvoir établir la courbe de tarissement de la nappe et de mieux connaître l'exploitabilité des forages productifs.

Lors de l'exécution de nouveaux forages, il faudra enfin assurer une surveillance étroite de leurs réalisations afin de pouvoir bénéficier du maximum de renseignements à l'ISSU des ouvrages et de les réaliser (foration et complétion) dans les meilleures conditions afin d'être assurés d'une exploitation efficace.

Les études réalisées montrent l'importance des ressources en eau du domaine des Treilles qui pourraient être utilisées ; ceci justifie la réalisation d'un programme de recherche à long terme.

Si, dans l'état actuel de nos connaissances du réseau aquifère intéressant le domaine des Treilles, l'on ne peut parler de bilan des ressources en eau au sens hydrogéologique du terme, c'est que l'étude s'est déroulée en un laps de temps trop court, et à une période de l'année peu propice aux estimations ; on peut toutefois dire que le problème a été cerné et éludé en partie. On peut donc proposer, avec davantage de chances de succès, plusieurs zones d'investigation, probablement d'inégale valeur certes, mais plus adaptées aux contingences du réseau aquifère.

Pour avoir une connaissance plus approfondie de ce réseau, et par là, esquisser un bilan limité et approximatif des ressources en eau de la propriété, il conviendrait de poursuivre les observations sur les sources pendant une période d'une année, ceci afin d'avoir un cycle complet des fluctuations de la nappe.

9 - BIBLIOGRAPHIE

- ARVOIS R. - COVA A. - DUROZOY G. - GOUVERNET C. - OLIVO Ch. :
Etude hydrogéologique du Nord-Est varois
Rapport B.R.G.M. 69 SGL/295 PGC - 1969
- AUBOIN J. et MENESSION G.
Essai sur la structure de la Provence - livre Mém.
P. FALLOT 2 - 1962
- BELAIR P.
Observation sur la tectonique de la région située au Nord
de Draguignan (feuille de Draguignan au 1/80.000) Bull. carte
géol. N° 197 - p. 208 - 217 - 1931
- GOGUEL J.
Description tectonique de la bordure des Alpes et de la Bléone
au Var. Mém. carte géol. Fr. 1936
- de LAPPARENT A.F.
Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines
entre le Var et la Durance - Bull. serv. carte géol. Fr. 40
N° 194 - 1939
- MENESSION G.
Etude tectonique des confins alpino-provençaux entre le
Verdon et l'Argens - Mém. Soc. géol. Fr. nouvelle série 38,
N° 4 - 1959
- MENESSION G.
Sur l'évolution morphotectonique des régions provençales
entre le bas-Verdon et l'Argens. Revue géogr. phys. et géol.
dyn. (2), 3 N° 1 - 1967
- NICOD J.
Recherches morphologiques en basse Provence calcaire -
Etudes et travaux de "Méditerranée" - 1967
- Carte géologique à 1/50.000 Salernes

SOCIETE CIVILE IMMOBILIERE LES PINS

Etude hydrogéologique du domaine "Les Treilles" (Var)

SECTEUR LES TREILLES - TOURTOUR
CARTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURALE

ECHELLE : 1/20 000



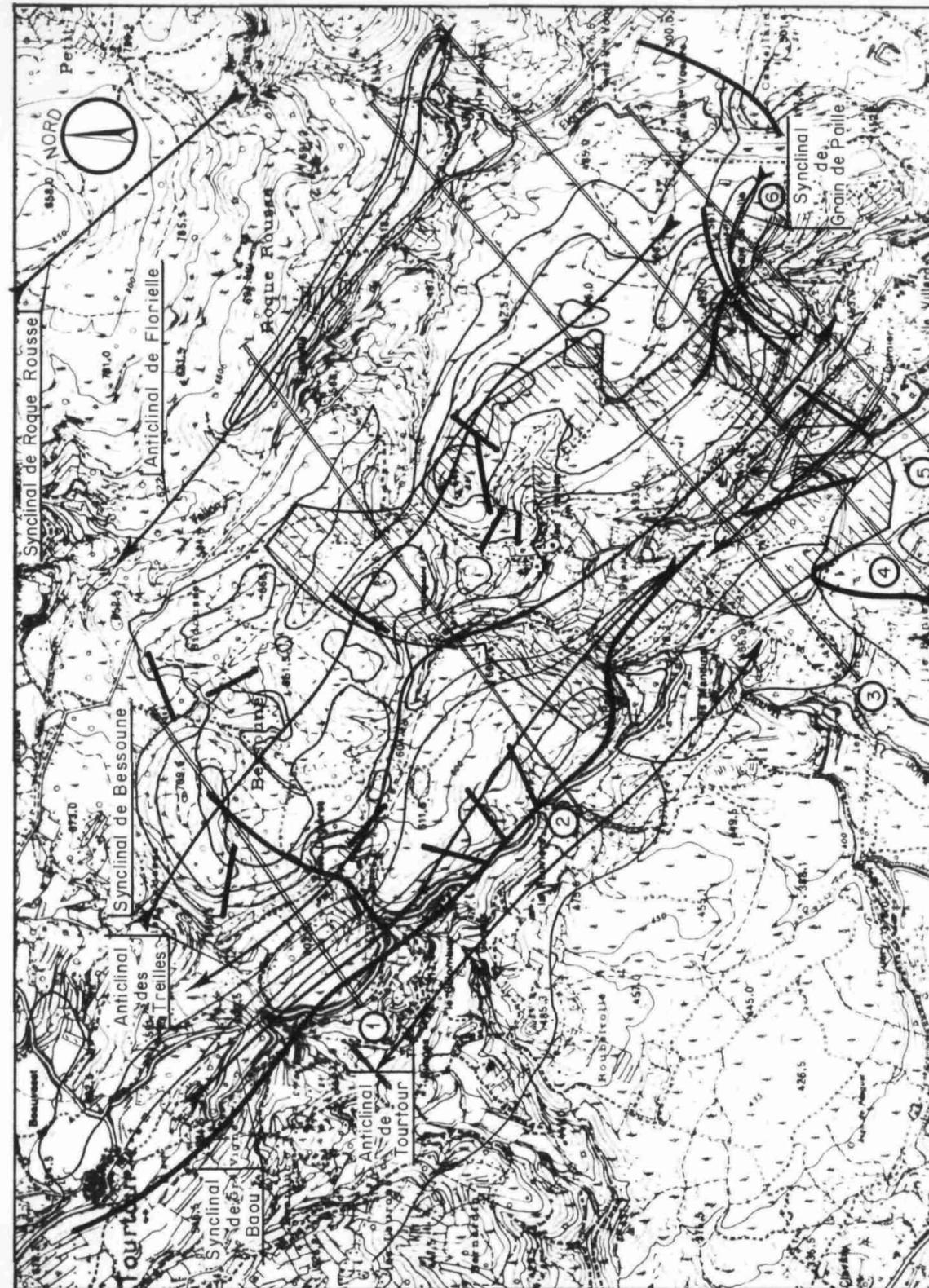
Annexe n° 2

MODIFICATIONS

Dessiné le : Février 1974

74 SGN 098 PRC

NE.83



	Limite du domaine des Treilles		
	Eboulis, alluvions	- Récent	Alternances de marne et de calcaire - Rhétien
	Tufs	- Quaternaire	- Keuper
	Calcaire beige à grain fin	- Miocène	- Sup.
	Dolomie grise mal stratifiée - Sup.	- Jurassique	- Moy.
	Calcaire gris ou roux à silex - Moy.	- Hettangien (Jurassique Inf.)	- Inf.
	Dolomie gris cendre		
	Coupes structurales et son n° (cf. a annexe 5)		

Etude hydrogéologique du domaine
 Les Treilles
 (Var)

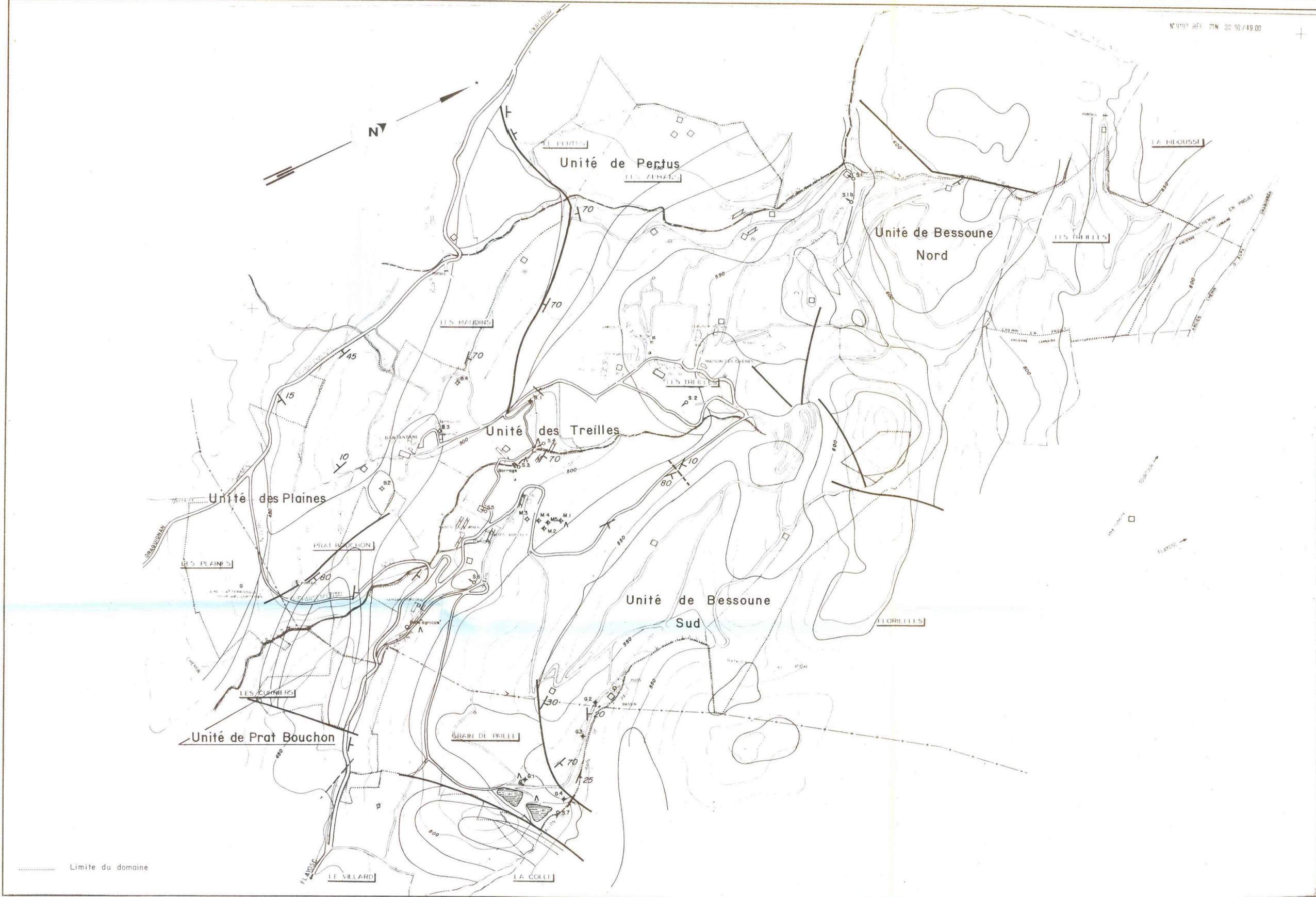
CARTE GEOLOGIQUE DU DOMAINE DES TREILLES

ECHELLE 1 / 5.000



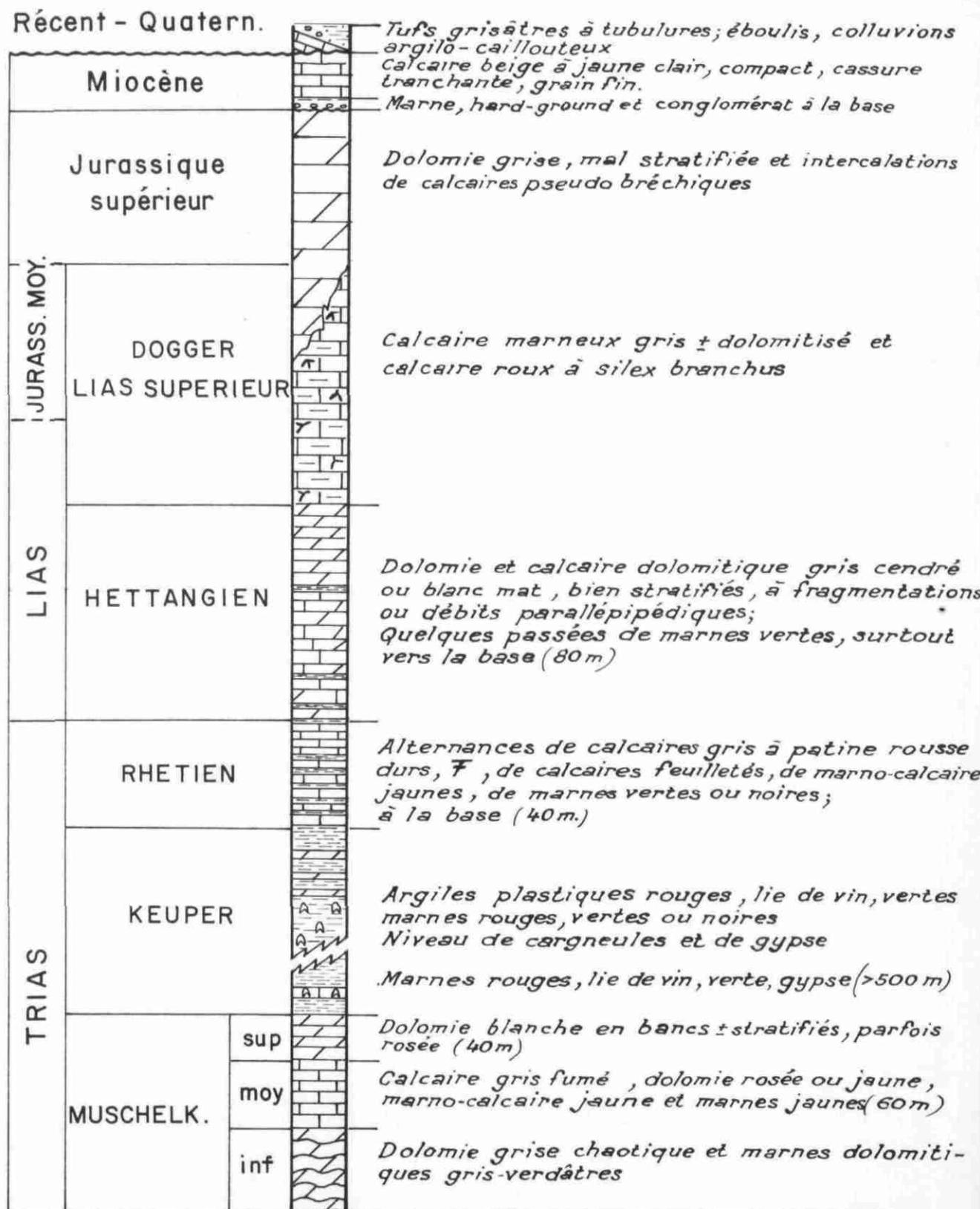
Annexe n° 3		MODIFICATIONS	
Dessiné le : Février 1974			
74 SGN 098 PRC	NE. 83		

LEGENDE			
	Eboulis, colluvions, alluvions		Récent
	Tufs		Quaternaire
	Calcaire beige à grain fin		Miocène
	Dolomie grise peu stratifiée	SUPERIEUR	Jurassique
	Calcaire gris ou roux à silex	MOYEN	
	Dolomie gris cendré	INFERIEUR	
	Alternances de marnes et de calcaires feuilletés ou en bancs roux, fossiles	RHETIEN	Trias
	Marnes, argiles, gypses, cargneules	KEUPER	
	Dolomie blanche ou rosée	SUPERIEUR	
	Calcaire gris fumé	MOYEN (MUSCHELKALK)	
	Dolomie grise fracturée, cargneules	INFERIEUR	
	A Gypse		
	Faille		
	Pendage		
	Limite du domaine		



COUPE LITHOLOGIQUE SCHEMATIQUE DE LA SERIE DES TREILLES

Echelle 1/2000



Etude hydrogeologique du domaine

"Les Treilles"

(Var)

COUPES STRUCTURALES



Annexe n° 5	MODIFICATIONS
Dessiné le : Février 1974	
74 SGN 098 PRC	NE. 83

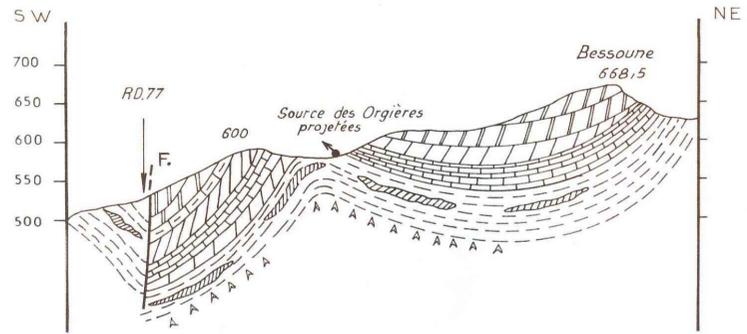
LEGENDE

	Calcaire beige à grain fin, marne et conglomérat à la base	MIOCENE
	Dolomie	JURASSIQUE SUP.
	Calcaire à silex	LIAS SUP. - DOGGER
	Calcaire dolomitique	HETTANGIEN-LIAS INF.
	Alternances de calcaires et de marnes	RHETIEN
	Argiles, cargneules, gypse	KEUPER
	Calcaires et dolomies	MUSCHELKALK

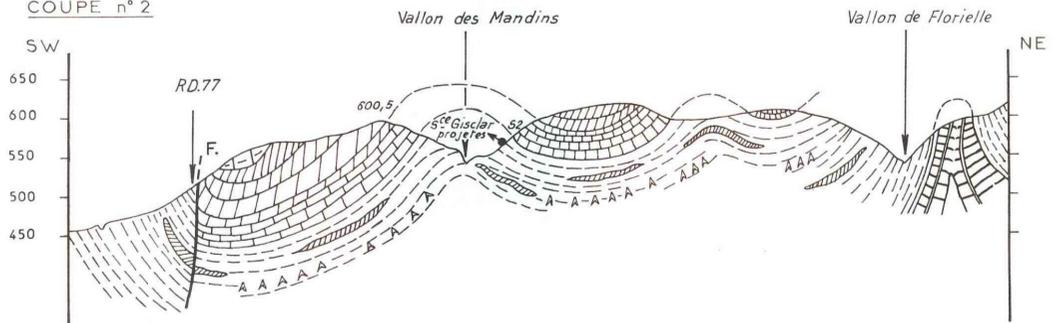
← Sens d'écoulement des eaux souterraines

N.B Les coupes sont positionnées sur l'annexe n°2

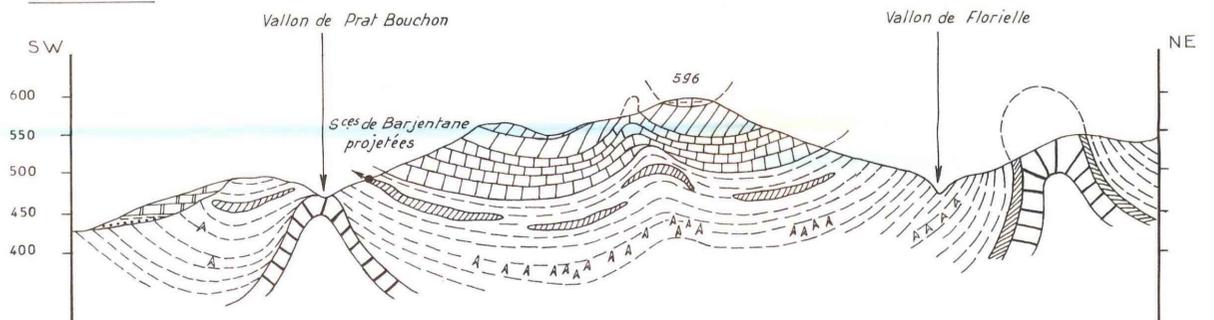
COUPE n°1



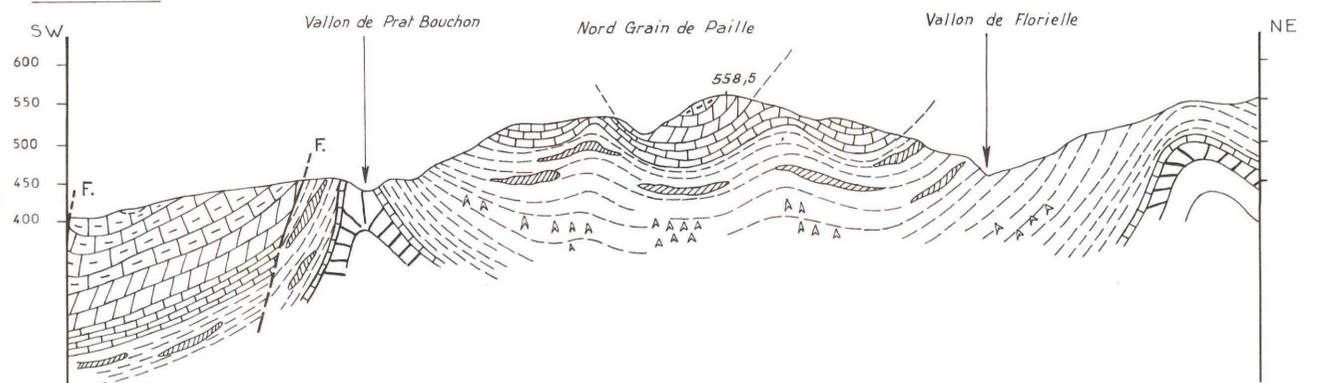
COUPE n°2



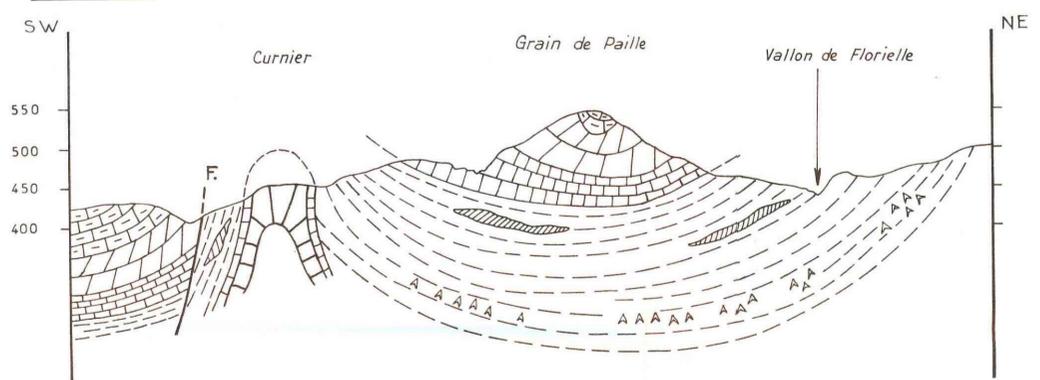
COUPE n°3



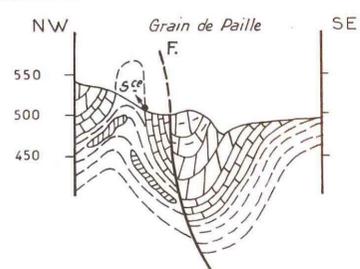
COUPE n°4



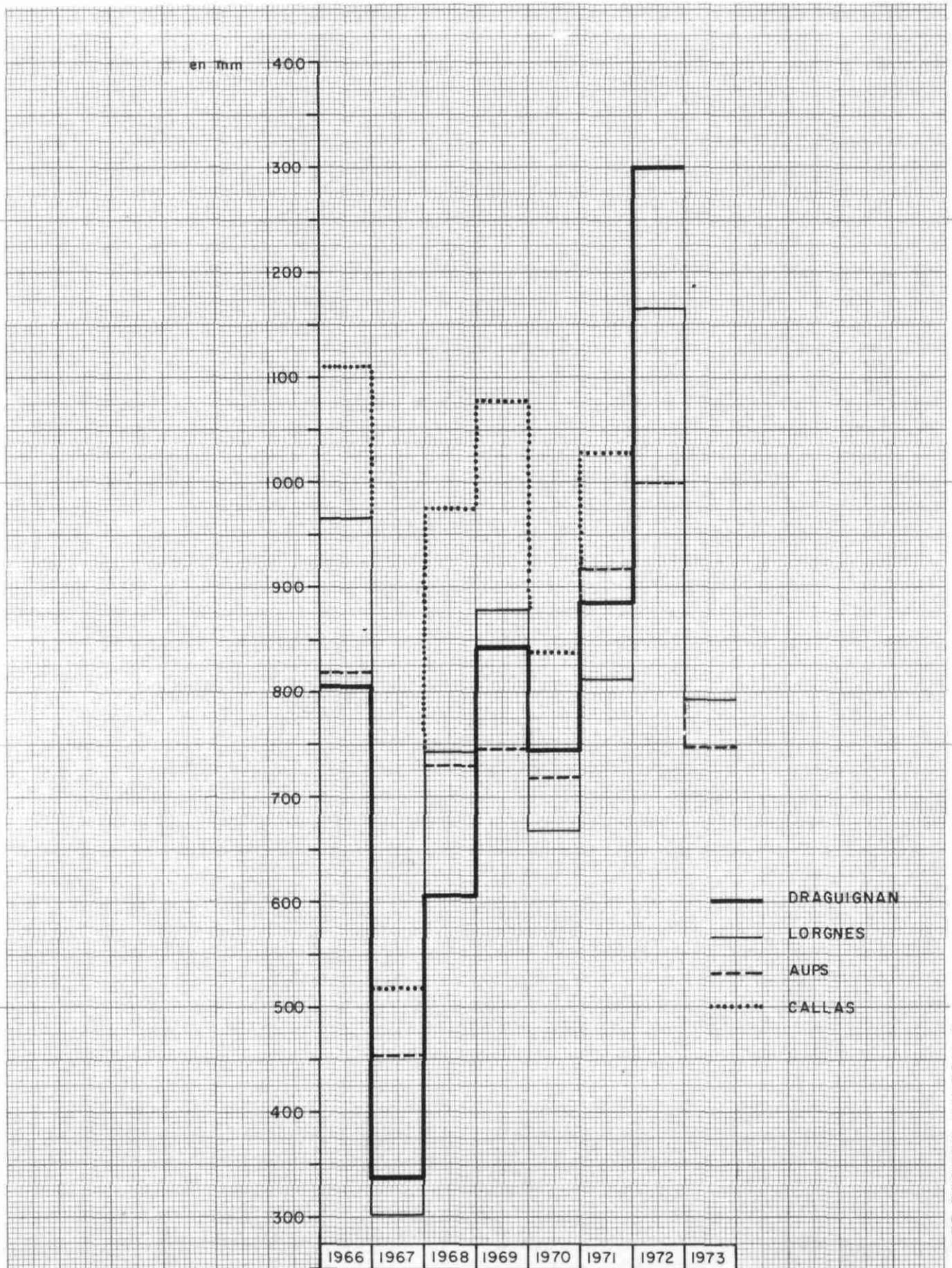
COUPE n°5



COUPE n°6



Hauteurs des précipitations annuelles - Période de 1966 à 1973



Hauteurs des précipitations mensuelles en 1973
 pour Draguignan (⊖) et Aups (⊗)
 et comparaison avec la période 1931-1960
 Draguignan (⊙) et Aups (⊕)

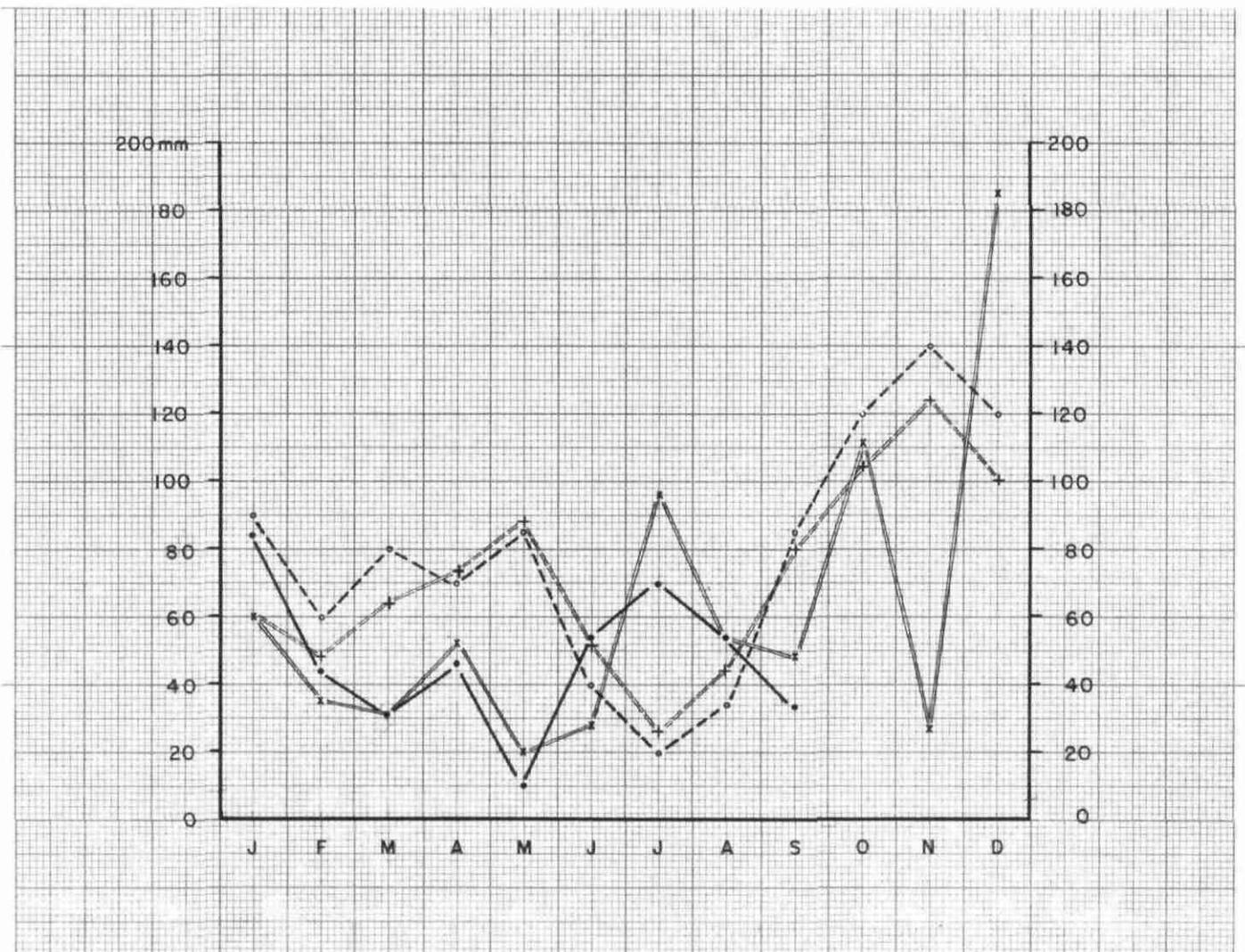


TABLEAU SYNOPTIQUE DES SOURCES

Dénomina- tion	Altitude	Horizon aquifère présumé	Débit en l/sec.	Date de la mesure	CONCENTRATIONS CHIMIQUES ANALYSES faites le 8/2/1974													
					pH	Résisti- vité en ohms à 20 cm	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺	HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁻⁻		Cl ⁻		Tempé- rature
							mg/l	meq	mg/l	meq	meq	mg/l	meq	mg/l	meq	mg/l	meq	
S1+S1 B	+ 360 et + 570	Hettangien, Jurassique sup. (Unité de Bessoune)	5.0	31.1.74	7.26	1400	118	5.85	33.6	2.75	0.29	437	7.16	75.5	1.55	6.4	0.18	13° 4/10
S 2	+ 535	idem	2.8	"	7.3	1310	124	6.2	31.7	2.6	0.69	403	6.61	121	2.55	11.3	0.33	13° 2/10
S 4	+ 483	Hettangien & Keuper (Unité de Pertus)	4.1	"	7.6	940	182	9.1	33.4	2.75	2.09	342	5.61	385	8.0	11.3	0.33	11° 3/10
S 5	+ 480	Keuper (Unité de Bessoune)	1.05	"	7.24	1090	158	7.8	39.6	3.3	0.95	419	6.87	235	4.9	9.9	0.28	13° 8/10
S 6	+ 485	Keuper (Unité de Bessoune)	0.75	"	7.32	1180	144	7.2	37.7	3.2	0.68	449	7.36	168	3.5	7.8	0.22	13° 2/10
S 7	+ 495	Hettangien (Unité de Bessoune)	2.8	"	7.42	1610	92.8	4.6	35.3	2.9	0.37	445	7.30	17.5	0.37	7.1	0.20	12° 2/10

CARTE HYDROGEOLOGIQUE REGIONALE

Echelle 1 / 200 000



LEGENDE

-  *Massifs calcaires ou dolomitiques perméables*
-  *Terrains marneux imperméables*
-  *Sens d'écoulement des eaux souterraines*
-  *Exutoires (sources)*

SOCIETE CIVILE IMMOBILIERE LES PINS

Etude hydrogéologique du domaine "Les Treilles" (Var)

SECTEUR LES TREILLES-FLAYOSC

CARTE HYDROGEOLOGIQUE

ECHELLE : 1/50.000



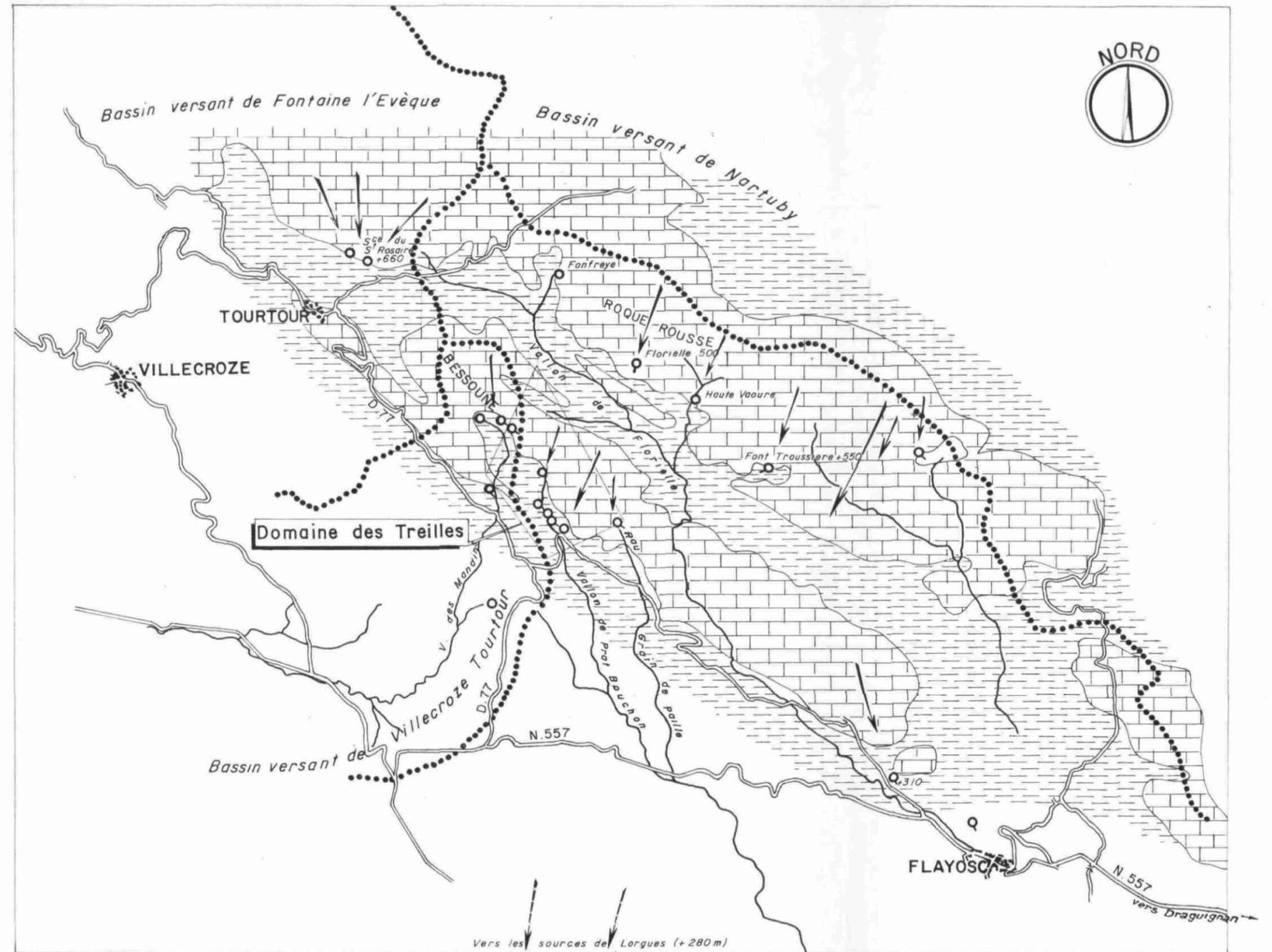
Annexe n° 11

MODIFICATIONS

Dessiné le : Février 1974

74 SGN 098 PRC

NE. 83



LEGENDE

- | | | | |
|--|---|---------------------------|--|
| | Limite du bassin versant superficiel | | Massifs calcaires ou dolomitiques perméables |
| | Source et sa cote N.G.F. | | Terrains principalement argileux et imperméables |
| | Sens d'écoulement des eaux souterraines | } UNITES HYDROGEOLOGIQUES | |

SOCIETE CIVILE IMMOBILIERE LES PINS

Etude hydrogéologique du domaine "Les Treilles" (Var)

SECTEUR LES TREILLES - TOURTOUR

CARTE HYDROGEOLOGIQUE

ECHELLE : 1/20 000



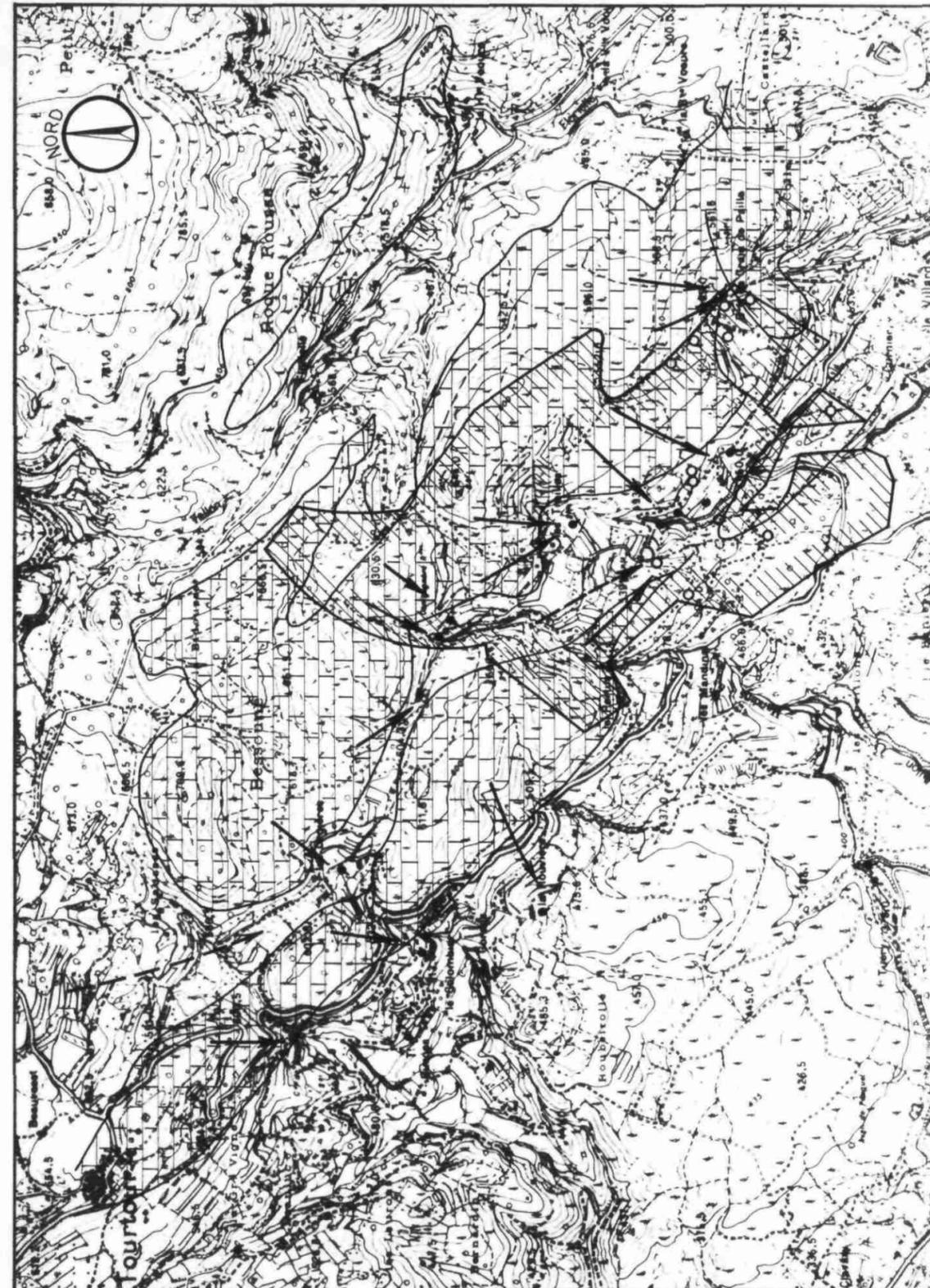
Annexe n° 12

MODIFICATIONS

Dessiné le : Février 1974

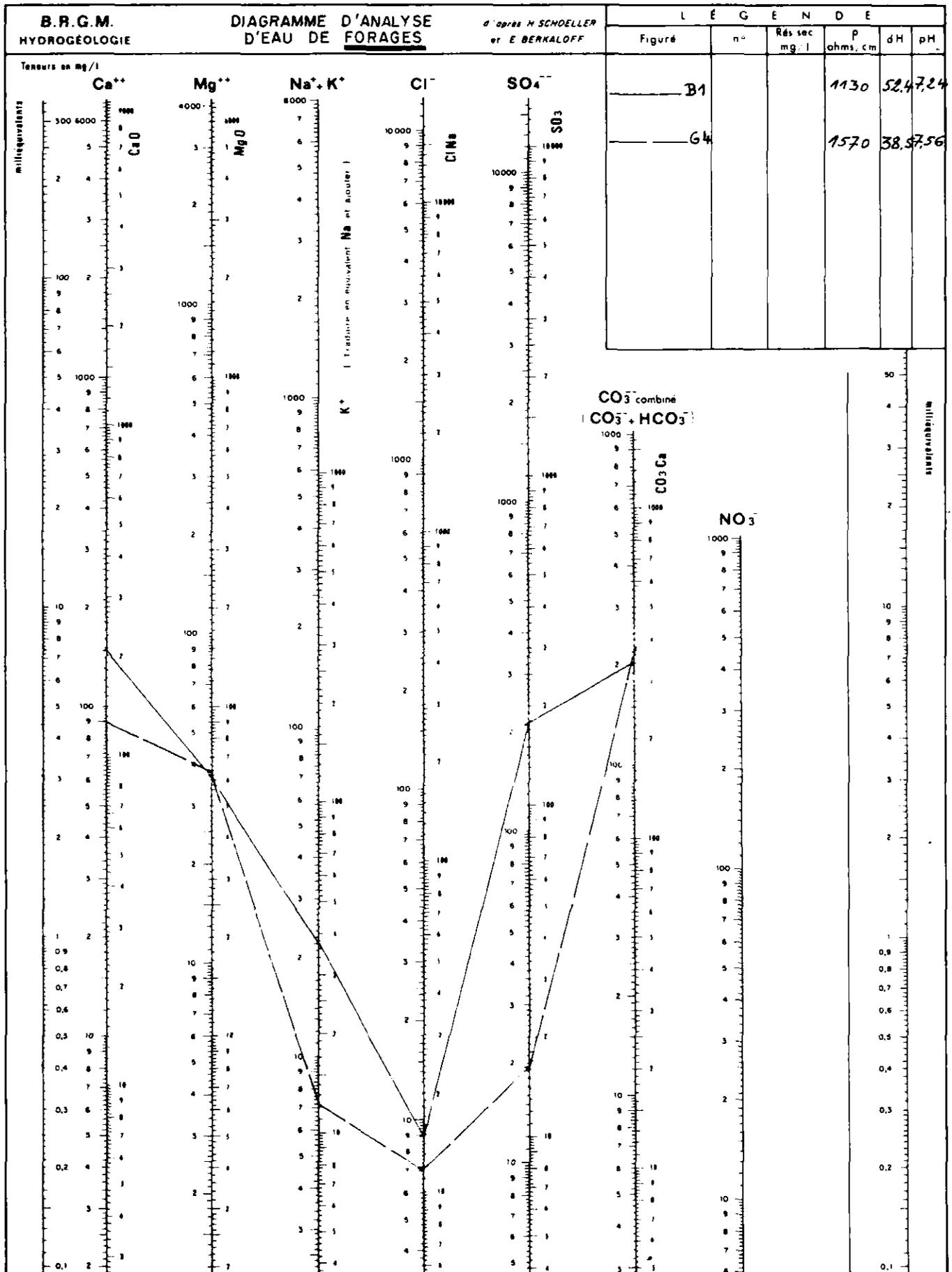
74 SGN 098 PRC

NE.83

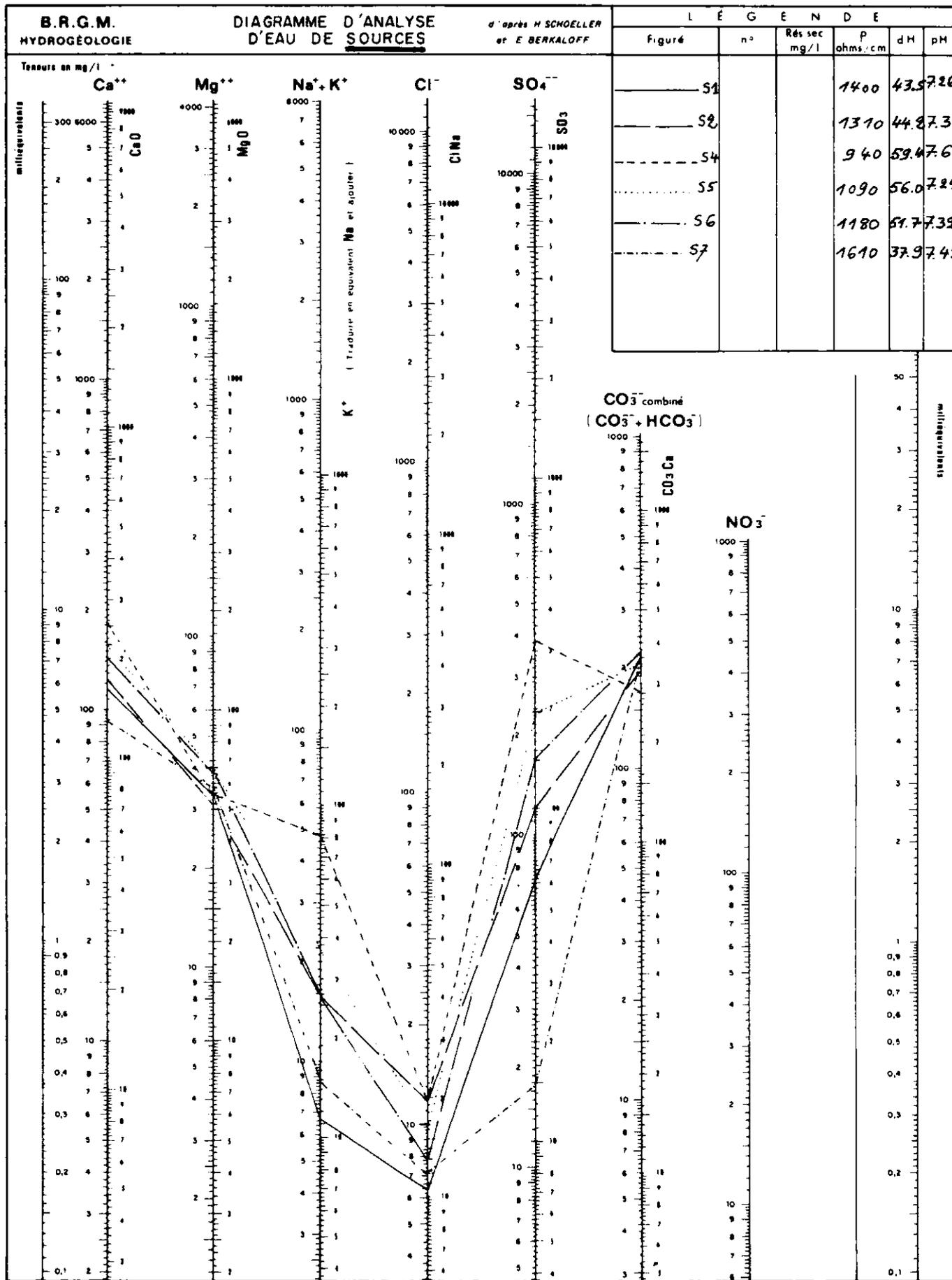


LEGENDE

- Source
- Sondage
- ⊕ Proposition de forage
- ▨ Limite du domaine des Treilles
- ▤ Massif calcaire ou dolomitique perméable
- ▥ Terrain principalement argileux imperméable
- ↗ Sens des circulations des eaux souterraines



ANALYSES CHIMIQUES FAITES LE 7.2.1974



ANALYSES CHIMIQUES FAITES LE 7-2-1974