

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES  
74, rue de la Fédération - 75-Paris (15<sup>ème</sup>) - Tél. 783 94-00

DIRECTION DU SERVICE GEOLOGIQUE ET DES LABORATOIRES  
Boite postale 818 - 45-Orléans - La Source - Tél. 87-06-60 à 64

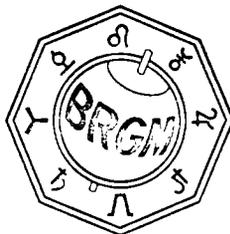
Texte présenté au 88<sup>ème</sup> congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences  
Besançon - juillet 1969

LES EAUX DES CALCAIRES JURASSIQUES DU BASSIN  
DE MONTBAZIN-GIGEAN ET DE SES BORDURES

(pli de Montpellier et massif de la Gardiole  
Hérault)

par

A. BONNET et H. PALOC



Montpellier, juillet-octobre 1969

69 SGL 207 LRO

Service géologique régional Languedoc-Roussillon

Mas Jausserand - La Pompignane 34 - Montpellier

Tél. 72-13-31

## RESUME

Exposé des données nouvelles relatives aux circulations souterraines de type karstique, alimentant les émergences du "pli de Montpellier et du massif de la Gardiole". Mise en évidence d'une karstification profonde dans les niveaux calcaires jurassiques situés dans la région intermédiaire, dite "bassin de Montbazin-Gigean", sous recouvrements miocènes non calcaires : la position de ces niveaux, notablement en dessous des émergences pérennes qu'ils alimentent, et leur grande extension sous le niveau piézométrique de l'eau souterraine, laissent présager l'existence d'un volume important d'eau exploitable dans le Jurassique. L'exploitation rationnelle du réservoir aquifère jurassique - dont on cherche actuellement à préciser qu'elles devraient en être les modalités - conduirait notamment à récupérer une part non négligeable de l'eau souterraine qui se vidange directement dans l'étang de Thau par une forte émergence sous-marine (la Vise) ; elle permettrait en outre, de s'affranchir une fois pour toutes des effets observés d'une contamination périodique par l'eau de mer des diverses sources littorales du massif de la Gardiole, contamination dont les conséquences sont particulièrement graves pour celles de ces sources qui se trouvent déjà captées.

## S O M M A I R E

### RESUME

1 - INTRODUCTION	1
2 - CONDITIONS GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUES	2
2.1 - Caractères généraux	2
2.2 - Structure des différentes zones étudiées : acquisitions nouvelles relatives à leurs relations géologiques	3
3 - HYDROGEOLOGIE DES CALCAIRES JURASSIQUES	6
3.1 - Abondance des ressources directement observables	6
3.2 - Localisation des sources	8
3.3 - Extension des bassins d'alimentation	8
3.4 - Caractéristiques physico-chimiques des écoulements	10
4 - CONCLUSION : PERSPECTIVES NOUVELLES D'EXPLOITATION DES CALCAIRES JURASSIQUES	11
5 - BIBLIOGRAPHIE : PRINCIPALES REFERENCES	

ANNEXES : Tableau 1 : Liste des points cités situés sur la carte de la planche 1.  
          Tableau 2 : Résultats techniques des expériences de colorations effectuées par le Bureau de recherches géologiques et minières.

## P L A N C H E S

- 1 - Esquisse de l'hydrogéologie des calcaires jurassiques du bassin de Montbazin-Gigean et de son environnement - Plan et coupe schématique nord-sud.
- 2 - Bassin de Montbazin-Gigean : minéralisation des différentes sources étudiées (Sources n° 1, 3, 4, 5, 6, 9 et 14).
- 3 - Bassin de Montbazin-Gigean : minéralisations diverses observées sur la source de la Vise (source n° 3).

## 1 - INTRODUCTION

Les projets de développement économique et touristique du littoral méditerranéen français et la nécessité qui en découle de devoir y satisfaire dans l'avenir des besoins en eau de plus en plus importants, conduisent les administrations responsables à la recherche et à l'étude de nouvelles ressources, les plus proches possibles des lieux d'utilisation. C'est notamment le cas dans la région montpelliéraine dans les secteurs formant le rivage de la mer méditerranée, et tout particulièrement au voisinage du petit massif de la Gardiole : vient en effet s'ajouter à l'extension prévisible des installations portuaires et industrielles des villes de Sète et de Frontignan, une vocation touristique indéniable liée à l'existence -assez exceptionnelle dans cette partie de la côte - de petits reliefs montagneux à proximité immédiate du littoral et de la capitale du Bas-Languedoc.

Ce sont les principaux résultats des observations, d'ordre géologique et hydrogéologique, que nous avons entreprises depuis 1966 dans cette région, qui se trouvent exposés dans la présente note : ces observations ont été faites dans le cadre des études hydrogéologiques du service géologique régional Languedoc-Roussillon du Bureau de recherches géologiques et minières.

Il s'agissait pour nous d'examiner l'état actuel des principaux captages et les facteurs limitant leur utilisation, de mieux définir l'extension et les caractéristiques des divers terrains aquifères, et d'entreprendre les opérations nécessaires à la mise en évidence de nouvelles ressources en eau souterraine tout en cherchant à préciser quelles pourraient en être les modalités d'exploitation.

Nous avons été amenés à étendre les limites de l'étude aux divers territoires figurés sur la carte de la planche 1 : ils constituent en effet un ensemble qui ne saurait être dissocié en raison de leur rapport étroit du point de vue géologique et de certaines relations hydrauliques qui viennent d'y être révélées.

## 2 - CONDITIONS GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUES

### 2.1 - Caractères généraux

La région étudiée est située au Sud-Ouest de la ville de Montpellier (Cf. planche 1) : elle est constituée par deux zones montagneuses, le causse d'Aumelas et la montagne de la Gardiole, séparées par une plaine de faible altitude, le bassin de Montbazin-Gigean. Les superficies respectives de ces 3 zones sont approximativement les suivantes :

- causse d'Aumelas : 190 km<sup>2</sup> - point culminant à 350 m,
- montagne de la Gardiole : 65 km<sup>2</sup> - point culminant à 234 m,
- bassin de Montbazin-Gigean : 85 km<sup>2</sup> (en prenant la Mosson comme limite orientale : son tracé paraît d'ailleurs correspondre au passage en profondeur d'un accident important) - Altitude moyenne du bassin comprise entre 30 et 40 m.

Les zones montagneuses sont formées en grande partie de terrains calcaires d'âge Jurassique. Elles constituent deux aires anticlinales avec nombreux replis secondaires et nombreux accidents ; une importante structure synclinale s'individualise notamment à la partie occidentale du causse d'Aumelas, le bassin de Villeveyrac, où les calcaires du Jurassique s'ennoient sous des formations variées à prédominance gréseuse du Crétacé supérieur.

Le bassin de Montbazin est constitué quant à lui de dépôts plus récents représentés surtout par des argiles sableuses et des grès molassiques, d'âge Helvétien, et par des formations superficielles plio-quadernaires. Vers le Sud-Ouest, on observe un rétrécissement : là se situe l'apophyse nord orientale de l'étang de Thau (crique de l'Angle) où vient déboucher la vallée de la Vène. Vers le Nord-Est les termes de base de la série miocène, toujours absents au Sud du Coulazou, apparaissent largement à l'affleurement au voisinage de la Mosson. Il y avait donc augmentation de la profondeur en direction du Nord-Est, ce que confirment du reste les données des son-

dages ; ce n'est qu'à l'Helvétien que la transgression miocène atteindra le secteur sud-ouest du bassin, secteur qui nous intéresse plus spécialement ici.

Enfin, entre le rivage de la mer Méditerranée, qui constitue la bordure méridionale de l'ensemble étudié, et la montagne de la Gardiole, se développe une zone de basses plaines en partie occupée par des étangs et des marais, et où n'affleurent pratiquement que des formations plio-quaternaires ; toutefois la montagne de Sète constitue un relief notable de calcaires jurassiques dans le prolongement de l'axe de la montagne de la Gardiole : il en aurait été séparé par un effondrement correspondant à l'emplacement actuel de l'apophyse orientale de l'étang de Thau.

Du point de vue climatique, rappelons que toute la région est soumise aux influences du régime méditerranéen : notamment, les pluies y sont très irrégulières, concentrées le plus souvent en averses violentes, groupées au début du printemps et au début de l'automne ; l'été, au contraire, est sec et très chaud. La moyenne annuelle des chutes d'eau calculée sur une longue période est voisine de 700 mm sur l'ensemble de la région.

Les eaux superficielles se trouvent drainées par des écoulements temporaires, ou de très faibles débits pérennes, mais véhiculant en crues d'énormes volumes d'eau : les plus importants de ces collecteurs sont la Vène et la Mosson (et son affluent rive droite le Coulazou).

## 2.2 - Structure des différentes zones étudiées : acquisitions nouvelles relatives à leurs relations géologiques. (cf. planche 1)

D'après les observations faites antérieurement à notre étude, il apparaissait que la géologie des zones montagneuses avait été examinée de très près conduisant à une bonne connaissance structurale grâce notamment à l'exécution de deux forages pétroliers profonds, l'un sur le causse d'Aumelas à Murviel (forage n° 21), l'autre au coeur de la montagne de la Gardiole (forage n° 20). En particulier, le premier de ces forages retrouvant à plus de 1000 m de profondeur en dessous de la série jurassique le Crétacé (Vitrollien) affleurant plus au Nord dans la région de St Paul et Valmalle, faisait

la preuve d'une avancée chevauchante du causse d'Aumelas - ici dénommé "pli de Montpellier" - de 4 à 5 km au minimum vers le Nord.

Par contre, la géologie profonde du bassin de Montbazin était plus obscure : l'étude des affleurements miocènes n'avait elle-même donné lieu, depuis les travaux de Roman (1), à aucune publication d'ensemble, et les feuilles Montpellier et Sète de la carte géologique au 1/50 000 n'en donnent du reste qu'une figuration assez sommaire, d'autant plus surprenante qu'on peut sur le terrain y suivre plusieurs bancs repères et y déceler des accidents (notamment à proximité du forage n° 32). C'est sur la géologie profonde de ce bassin que nous avons recueilli quelques données nouvelles en exploitant les renseignements recueillis à l'occasion de l'exécution de forages et en procédant surtout à des expériences de coloration. Le problème se posait en effet de savoir s'il y avait ou non continuité des formations jurassiques du causse d'Aumelas à la montagne de la Gardiole en dessous du bassin de Montbazin. Deux hypothèses avaient en effet été proposées :

- a) - le bassin était le résultat d'un effondrement ayant débuté à l'Oligocène ainsi que c'est le cas pour ses voisins d'Alès et de la Costière du Gard, et d'une façon plus générale pour les bassins dits "fossés oligocènes" qui, de l'Espagne à l'Alsace, traversent notre territoire.
- b) - sous l'effet de l'avancée chevauchante vers le Nord du causse d'Aumelas, une déchirure se serait produite entre celui-ci et la montagne de la Gardiole restée "en place" ou tout au moins "en arrière", de toute la largeur du fossé ultérieurement comblé par le Miocène (4) (6).

La réussite de nos deux expériences de coloration sur lesquelles nous reviendrons plus loin (cf. tracé des relations planche 1) établit aujourd'hui de façon décisive la continuité des calcaires jurassiques en dessous du Miocène (\*), la deuxième des hypothèses envisagées devant être ainsi abandonnée ; elle confirme de façon originale les premières indications données par les rares forages, exécutés antérieurement à ces expériences, qui avaient atteint le Jurassique (forages n° 25 et 32) : de fait, le forage n° 27 exécuté très récemment à bien lui aussi retrouvé les calcaires en profondeur.

(\*) N.B. : La continuité des calcaires jurassiques n'apparaît pas au niveau de la coupe de la planche 1, le Lias marneux se trouvant directement sous le Miocène dans le voisinage du forage de Courmonterral. On a pourtant jugé préférable de conserver cette coupe élaborée à partir des observations conduites sur les forages pétroliers de Murviel et de la Gardiole, plutôt que de se placer plus à l'Ouest, où l'absence de forages profonds aurait conduit à une interprétation d'ensemble plus hypothétique.

D'autre part, deux nouveaux forages (n° 22 et 23), à peine distants de 150m, nous ont permis de déceler l'existence d'une faille importante grâce aux différences d'épaisseur des terrains qu'ils traversent : son rejet paraît en ce point compris entre 100 et 200m et son tracé, compte tenu de ce que l'on observe à l'affleurement, pourrait être le suivant : vers le nord-est, elle passerait en bordure de l'éperon bajocien de Foncaude -localisant la situation de la source thermale n° 39-, elle limiterait ensuite l'affleurement jurassique à proximité du Mas de Gimel, pour enfin se diriger vers le pointement basaltique de Montferrier ; vers le sud-ouest, elle constituerait la limite sud du causse d'Aumelas, notamment au voisinage de la source de la Vène, et pourrait correspondre, tout-à-fait au sud-ouest, à l'accident, affectant les couches jurassiques, qui est noté sur la carte géologique au sud-ouest du village de Poussan.

Le bassin de Montbazin-Gigean se trouve ainsi bien délimité en profondeur par deux importantes failles bordières, l'une qui était déjà connue, au contact de la montagne de la Gardiole, l'autre au contact du causse d'Aumelas : bien que de même direction générale, de tels accidents ne paraissent pas avoir un rejet comparable à ceux contemporains de la phase de distension ayant désorganisé, à l'Oligocène, le système pyrénéo-provençal (11). Par la suite, en dehors de mouvements épirogéniques ayant intéressé l'ensemble de la région, seuls des rejeux de faible ampleur paraissent avoir affecté le Miocène : en effet, dans les secteurs de bordure du bassin où les affleurements du Miocène s'étendent au delà du trajet des failles ne s'observent pas les effets tectoniques auxquels on pourrait s'attendre s'il s'était produit un déplacement de quelque importance au voisinage de ces accidents : c'est ce que nous avons fait apparaître sur la coupe schématique donnée en planche 1.

Le Miocène s'est donc déposé dans une dépression déjà formée résultant d'effondrements plus anciens entre les zones montagneuses de la Gardiole et du Causse d'Aumelas dont les rebords devaient constituer alors d'importantes falaises dominant la dépression. Il interrompait ainsi une longue période d'émersion ayant affecté l'ensemble de la région et durant laquelle la karstification a été particulièrement active ; c'est ce que confirme sans équivoque l'examen du contact Jurassique-Miocène au voisinage de la source de la Vène : des lapiaz, des éléments de falaise, des blocs de calcaire, un orifice de cavité, l'environnement même de la source, s'y trouvent

perforés à profusion par des phollades dont les tubes résiduels sont plus ou moins comblés par l'Helvétien très fossilifère dans ce secteur. Il est bon d'avoir tout cela à l'esprit en abordant, maintenant, l'examen des conditions hydrogéologiques.

### 3 - HYDROGEOLOGIE DES CALCAIRES JURASSIQUES

Les observations qui sont présentées ici sont relatives à l'hydrogéologie des calcaires jurassiques<sup>(+)</sup>. Ces calcaires s'individualisent très nettement des autres réservoirs aquifères de la région dont on connaissait déjà, à la suite des études antérieures (5) (12), les principales caractéristiques hydrogéologiques : ainsi les grès molassiques, sables argileux, cailloutis, du Miocène et du Plio-quadernaire se révèlent, du point de vue des ressources en eau, d'un intérêt restreint : si plusieurs horizons aquifères y ont été reconnus, les débits d'exploitation restent relativement modestes (de l'ordre de 20 m<sup>3</sup>/h dans les meilleurs cas), quelque soit le type et la profondeur du captage, en raison de la faible perméabilité des divers dépôts et de la faible puissance des nappes qu'ils renferment. En outre, la réalimentation par les eaux de surface est mal assurée, les plaines se trouvant privées des apports des reliefs voisins, aucun écoulement notable de quelque durée ne s'y manifestant. Enfin, dans les secteurs littoraux une minéralisation excessive des nappes souterraines est presque la règle qui contribue à limiter les possibilités d'exploitation. Quant aux rares formations alluviales, elles sont d'extension beaucoup trop faible pour contenir des ressources capables de satisfaire des besoins de quelque importance.

En ce qui concerne les calcaires jurassiques, les faits essentiels qui doivent être retenus sont les suivants :

#### 3.1 - Abondance des ressources directement observables

La richesse en eau souterraine des formations calcaires de cette région, par rapport aux autres formations lithologiques, est attestée par l'e-

---

(+) N.B. : La terminaison orientale du causse d'Aumelas, à l'Est du Coulazou possède quelques sources dont l'étude n'est pas encore très avancée (sources de Davis, de la Paillade, de Font-Caude, de Murviel) : les données recueillies à ce jour sur ces sources ne paraissent pas susceptibles de devoir modifier sensiblement nos conclusions actuelles, plus générales, valables pour l'ensemble de la région.

xistence de nombreuses sources, pérennes ou temporaires, dont les principales ont été reportées sur la carte de la planche 1. Ainsi les plus gros captages ont été réalisés à partir de ces émergences : sources d'Issanka (n° 1 et 2) captées pour la ville de Sète, de Cauvy (n° 4) captées pour la ville de Frontignan, d'Inversac (n° 5) captée par la Sté Saint-Gobain pour ses besoins industriels.

Le débit global d'étiage des plus fortes sources pérennes peut être estimé à 500 litres environ par seconde ; il est fourni par cinq sources : la source sous-marine de la Vise (n° 3) : 300 litres, les sources d'Issanka (n° 1 et 2) : 80 litres, la source de Cauvy (n° 4), la source d'Inversac (n° 5), la Roubine de Vic (n° 6) : environ 30 litres chacune.

Le débit global de crue (débit estimé) peut dépasser  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , essentiellement fournis par les sources de la Vène (n° 9) et d'Issanka (n° 1 et 2) : de l'ordre de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  chacune, de la Roubine de Vic (n° 6) et du Puits de l'Aven (n° 7) : de l'ordre de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  chacune, d'Inversac (n° 5) et de la Madeleine (n° 13) : de l'ordre de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  chacune, de Cournonterral (n° 8) et des Oulettes (n° 10) : de l'ordre de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  chacune.

Par contre, les sources de la Vise (n° 3) et de Cauvy (n° 4) ne semblent pas soumises à de fortes variations de débit. Toutefois, nous nous devons de signaler que la source sous-marine de la Vise - sur laquelle un captage partiel a été mis en place par le B.R.G.M. pour en effectuer l'étude - a cessé de manifester son écoulement d'octobre 1967 à mars 1969, phénomène tout à fait exceptionnel d'après les diverses informations recueillies. Un fait doit à cet égard retenir l'attention : c'est l'existence, dans la partie la plus méridionale du causse d'Aumelas, au voisinage du point 19, d'importantes carrières dont l'exploitation nécessite le rabattement par pompage continu de la nappe contenue dans les calcaires jurassiques (ici des dolomies) ; le débit d'exhaure peut dépasser  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ , le niveau de l'eau devant être rabattu notablement en dessous du niveau de la mer. De tels pompages s'étant produits durant toute la période où la source n'a pas fonctionné, on ne peut s'empêcher d'envisager une relation de cause à effet entre les deux phénomènes. Nous nous efforçons de préciser la possibilité d'une telle relation.

### 3.2 - Localisation des sources

Les sources pérennes importantes se trouvent situées en totalité à la périphérie de la montagne de la Gardiole et plus spécialement, exception faite de la Roubine de Vic, vers la terminaison occidentale de ce massif. La situation des plus fortes d'entr'elles (la Vise et Issanka) correspond au tracé de l'accident de son rebord septentrional (limite de la Gardiole et du bassin de Montbazin, contact du Jurassique et de l'Helvétien).

On constate à l'opposé qu'il n'existe à la périphérie du causse d'Aumelas aucune source pérenne importante, comparable aux sources de la Gardiole précitées : par contre, s'y rencontrent plusieurs sources temporaires (n° 7 à 12) aux débits de crue parfois très élevés (n° 7 et 9 notamment), mais ne fonctionnant que quelques jours à quelques semaines par an.

Il apparaît ainsi un notable déséquilibre entre le volume des eaux restituées à l'étiage par chacune de ces zones calcaires eu égard à leurs surfaces d'affleurement respectives : pour des conditions lithologiques à peu près semblables, le causse d'Aumelas, au débit d'étiage apparent pratiquement nul, offre en effet une superficie trois fois plus importante que celle de la montagne de la Gardiole, au débit d'étiage apparent voisin de 500 l/s.

De là est venue l'idée, exprimée par la plupart des auteurs (3), que certaines sources pérennes de la Gardiole pouvaient être au moins en partie alimentées par les calcaires du causse d'Aumelas.

### 3.3 - Extension des bassins d'alimentation

C'est cette hypothèse d'une relation possible entre les eaux infiltrées sur le causse d'Aumelas et celles écoulées par certaines sources de la Gardiole qu'il importait de vérifier. Notamment deux sources paraissaient susceptibles de s'intégrer dans un tel schéma : la Vise et Issanka ; en effet, un raisonnement simple établissait, compte tenu des surfaces de réception des calcaires jurassiques (au total 255 km<sup>2</sup>), et de la somme des débits écoulés à l'étiage (soit 500 litres par seconde), que la part théo-

rique qui pouvait être ainsi attribuée aux eaux en provenance du causse d'Aumelas, correspondait sensiblement (380 l/s) aux débits écoulés par ces deux seules sources, les conditions pluviométriques étant, à peu de choses près, voisines sur les deux zones calcaires.

Cette première approximation devait être beaucoup mieux étayée par de nombreuses observations entreprises, depuis 1967, sur les diverses sources de la Gardiole : l'évolution comparée de leur régime indiquait notamment que les sources de Cauvy (n° 4), d'Inversac (n° 5) et de la Roubine de Vic (n° 6) manifestaient une indépendance très nette vis à vis du comportement des sources de la Vise et d'Issanka. Enfin des données nouvelles relatives à l'extension du bassin d'alimentation de la Roubine de Vic étaient apportées par la réussite de notre expérience de coloration de la rivière souterraine de la Madeleine (n° 14) en septembre 1968 (relation 14 - 6) : (Cf. expérience n° 1, tableau 2). Une telle relation venait par ailleurs renforcer l'hypothèse d'un appoint possible à l'alimentation de ce réseau par la Mosson, à partir de pertes (n° 16) qui paraissent se produire durant sa traversée de la montagne de la Gardiole. Nous avons alors recherché des points d'injection possible de colorant sur le causse d'Aumelas. La difficulté venait de ce que les pertes reconnues, ou les écoulements recoupsés dans des cavités naturelles pénétrables, ne se révélaient pratiquement colorables qu'en période de crue, c'est à dire au moment où fonctionnaient les sources temporaires n° 7 à 10 : on pouvait dès lors s'attendre à ce que le traceur soit entièrement restitué par ces résurgences temporaires ; ainsi une précédente coloration conduite par des membres du Spéléo-club alpin languedocien à partir de la perte n° 2 du Coulazou (n° 18) avait seulement permis de mettre en évidence une relation avec la source de la Vène, n'intéressant donc que la partie affleurante des calcaires du causse d'Aumelas (relation 18 - 9). D'autres colorations s'étaient soldées par des échecs.

Nous décidâmes alors de tenter les expériences à partir des sources temporaires aussitôt après l'arrêt de leur fonctionnement en émergence. Deux colorations successives furent ainsi tentées, et réussies, en injectant directement la fluorescéine dans le griffon et en "poussant" le colo-

rant avec de l'eau prélevée par pompage à des laisses voisines. Les résultats de ces deux expériences sont donnés dans le tableau 2 (expériences n° 2 et 3). Ils apportent la preuve qu'une partie des eaux infiltrées sur le causse d'Aumelas assure bien l'alimentation de sources situées sur le rebord nord de la montagne de la Gardiole (Issanka) après avoir transité en profondeur par le bassin de Montbazin-Gigean.

De nouvelles expériences sont maintenant projetées pour mieux définir l'extension de la zone drainée par Issanka et par ses sources de trop-plein. De même il reste à vérifier que la source de la Vise est bien elle aussi, comme nous le pensons (Cf. § 3.1) alimentée par le causse d'Aumelas.

#### 3.4 - Caractéristiques physico-chimiques des écoulements

Les analyses complètes effectuées (Cf. planches 2 et 3), et diverses mesures périodiques entreprises sur les différentes sources (température, résistivité, dosage des chlorures), font apparaître l'existence de pollutions chimiques pour ceux des écoulements qui se manifestent au voisinage ou au contact de l'eau de mer ou des étangs. Seules les sources d'Issanka et de la Vène sont de bonne qualité et constantes dans leur composition (faciès bicarbonaté calcique typique). Par contre, les autres sources (n° 3 à 6), de même que la rivière souterraine de la Madeleine (n° 14), se trouvent soumises à une augmentation périodique de salure, selon le régime, qui contrarie de façon plus ou moins grave les possibilités d'exploitation (évolution plus ou moins marquée vers le faciès chloruré-sodique). La minéralisation la plus élevée s'observe sur la source sous-marine de la Vise (n° 3) qui émerge directement en milieu marin.

Ainsi se trouve perdue une grande quantité d'eau en raison de la situation de la plupart des exutoires dans les secteurs littoraux : il ne fait pas de doute - et ceci est parfaitement illustré par la relation Madeleine - Roubine de Vic - qu'une telle pollution s'étend bien au delà du site même de ces sources, affectant une partie notable de leur réservoir aquifère, et limitant les possibilités de créer de nouveaux points de captage dans le voisinage immédiat des points d'émergence.

#### 4 - CONCLUSION : PERSPECTIVES NOUVELLES D'EXPLOITATION DES CALCAIRES JURASSIQUES

Les diverses constatations faites permettent de proposer aujourd'hui une solution aux difficiles problèmes posés par l'exploitation de l'eau souterraine dans la région étudiée, exploitation gravement compromise à ce jour, lorsqu'elle n'est pas tout à fait impossible, au voisinage du littoral en raison d'une contamination plus ou moins prononcée par l'eau de mer.

Cette solution consiste à prélever par pompage l'eau contenue dans les calcaires et dolomies jurassiques du bassin de Montbazin-Gigean, en se plaçant en amont des seules sources pérennes qui présentent, quelle que soit la période, de bonnes caractéristiques physico-chimiques, c'est-à-dire en amont des sources d'Issanka.

Toutes les conditions sont en-effet requises pour que le volume d'eau souterraine susceptible d'être ainsi sollicité soit considérable :

- vaste bassin d'alimentation dont la capacité d'absorption des eaux de surface est très élevée,

- disposition structurale éminemment favorable à la constitution de réserves en raison de l'envoyage des calcaires du causse d'Aumelas sous les formations tertiaires du bassin de Montbazin-Gigean : le toit de l'aquifère calcaire s'y trouve en effet sur plusieurs dizaines de kilomètres carrés à plus de cent mètres en dessous de la surface topographique du bassin et, corrélativement, à plus de cent mètres en dessous des émergences pérennes d'Issanka qu'il alimente,

- la fracturation intense du Jurassique, liée aux diverses phases tectoniques auxquelles il a été soumis, sa grande épaisseur, l'altération karstique qui s'y est manifestée avec ampleur durant les très longues périodes d'émergence ante-helvétiques et qui s'est exercée à une profondeur notable, ainsi qu'en attestent les résultats des expériences de coloration, la présence de nombreux horizons poreux liés aux faciès dolomitiques qui abondent dans cette région, sont autant de facteurs qui font présager l'existence d'un volume de vides très important occupé par l'eau souterraine,

- enfin l'existence de l'exutoire sous marin de la Vise atteste qu'une grande partie des écoulements issus, selon toutes probabilités, des calcaires jurassiques se trouvent actuellement perdus, qui pourraient être au moins

partiellement récupérés en amont de la zone de contamination par l'eau de mer.

Il importe maintenant d'étudier les moyens pratiques de prélèvement de l'eau de cet aquifère jurassique du causse d'Aumelas et du bassin de Montbazin-Gigean.

Divers travaux de reconnaissance ont été proposés dans ce but en vue de définir les conditions de captage soit à partir de la source temporaire de la Vène, soit à partir de forages profonds dans le bassin de Montbazin-Gigean en se plaçant en amont des sources d'Issanka. Il ne fait pas de doute en effet qu'une telle exploitation sera très vite rendue nécessaire en raison de la situation de cette très remarquable ressource en eau souterraine dans une région appelée dans les années à venir aux plus grands développements.

- 1 - ROMAN F., 1897, Etudes stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas Languedoc, Thèse, Ann. Univ. Lyon.
- 2 - BLAYAC J., 1936, Les terrasses marines quaternaires du littoral du Bas Languedoc, C.R. 69ème Congr. Soc. savantes, Montpellier 1935.
- 3 - GEZE B., 1938, "Les sources mystérieuses des Monts de la Gardiole", in La Géographie, T. LXIX, n° 4.
- 4 - GOTTIS M., 1960, Résultats du sondage Murviel 1 de la Compagnie d'Exploration Pétrolière. Leur apport à la connaissance tectonique de la région de Montpellier. B.S.G.F. (7) T I p. 546-549.
- 5 - DELMAS J.P., 1961, Contribution à l'Etude hydrogéologique du bassin de Villeveyrac et de la rive ouest de l'étang de Thau. Thèse 3ème cycle, C.E.R.H., Montpellier.
- 6 - GOTTIS M., 1963, Architecture tertiaire en Bas Languedoc, Développement de fossés superficiels par soustraction tangentielle de couches profondes au cours de phénomènes de glissement. Livre à la mémoire du Professeur P. FALLOT. T. I p. 383-395.
- 7 - MATTAUER M., et PROUST F., 1963, Sur la tectonique de la fin du Crétacé et du début du Tertiaire en Languedoc. Revue de Géogr. phys. et de Géol. dyn. (2) Vol. V. Fasc. 1. p. 5 à 11 Paris.
- 8 - DUBOIS P., 1964, Esquisse de l'Hydrogéologie du massif de la Gardiole - Spelunca - Mémoires de la F.F.S., n° 4, p. 57 - 67.
- 9 - COMBES P.J., 1965, Remarques sur un type particulier de failles normales dans le massif de la Gardiole ("Hérault") - O.R. som. Scéances Soc. Géologique de France - fasc. 2 p. 55 et 56.
- 10 - DUROZOY G. et PALOC H., 1966, Recherches sur les ressources en eaux karstiques du littoral méditerranéen français - AIHS, n° 72, p. 457-465.
- 11 - MATTAUER M. et PROUST F., 1967, L'évolution structurale de la partie est du domaine pyrénéo-provençal au Crétacé et au Paléogène. Extrait des comptes rendus du Colloque sur la Biogéographie du Crétacé Eocène de la France Méridionale. Paris - p. 9 à 20.
- 12 - BERTRAND J., 1967, Introduction à l'étude hydrogéologique du bassin de Montbazin et des massifs calcaires environnants. Thèse 3ème cycle, CERH, Montpellier.
- 13 - BONNET A. et PALOC H., 1969, Résumé de l'exposé sur les conditions hydrogéologiques du bassin de Montbazin-Gigean. Excursion de l'Association des géologues du Languedoc, 16 mars 1969, Ann. Soc. Hort. et Hist. Nat. Hérault. Vol. 109. Fascicule 2.

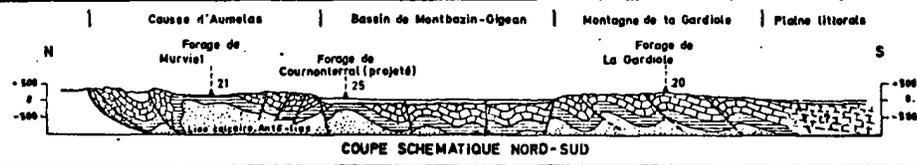
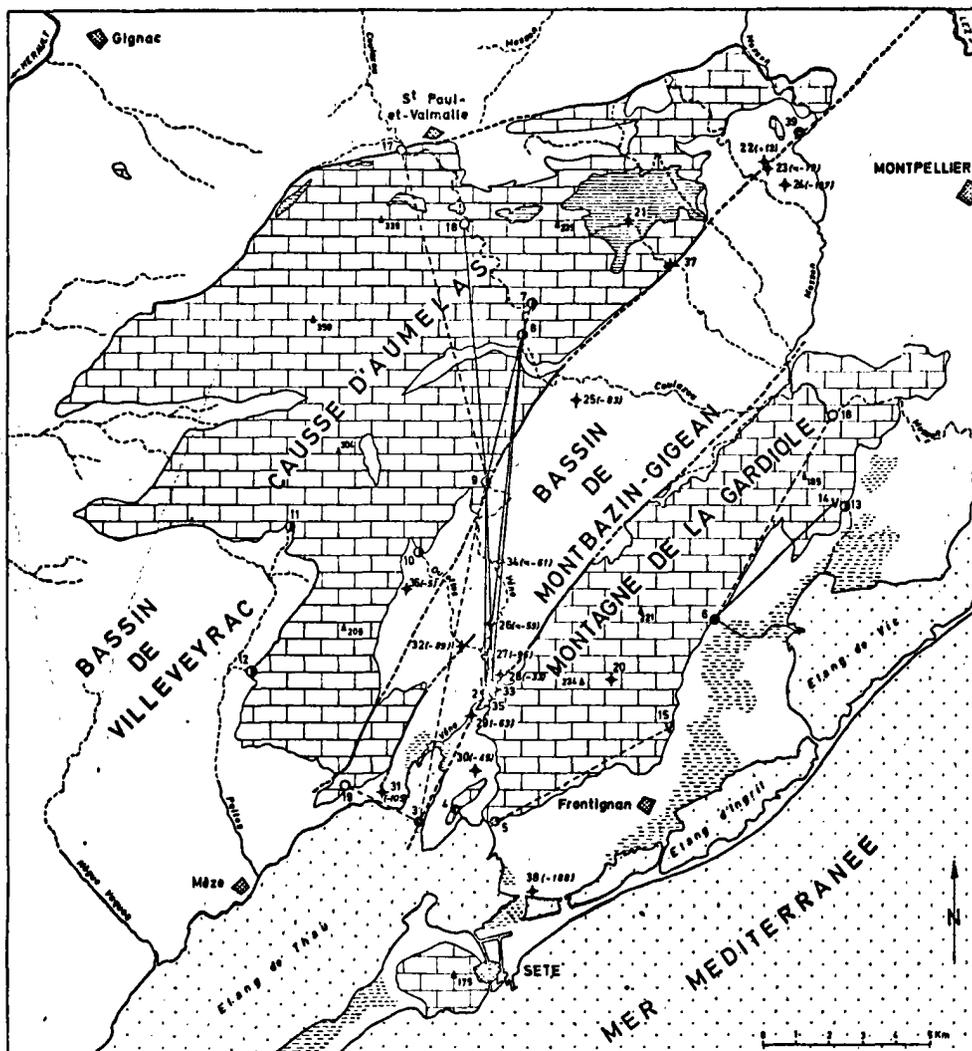
Tableau 1

## LISTE DES POINTS SITUÉS SUR LA CARTE DE LA PLANCHE 1

Numéro	Dénomination	Altitude sol	Indice B.R.G.M.	Observations
1	Source amont d'Issanka	+ 10	1016.2.10	Relation démontrée avec 8 et 9
2	Source aval d'Issanka	+ 10	1016.2.10	Relation démontrée avec 8 et 9
3	Source de la Vise	- 32	1016.5.4	
4	Source de Cauvy	+ 0,7	1016.5.21	
5	Source d'Inversac	+ 0,7	1016.6.10	
6	Source de la Roubine de Vic	+ 2	1016.3.15	Relation démontrée avec 14
7	Source du Puits de l'Aven	+ 65	990.6.13	
8	Event-Perte de Cournonterral	+ 52	990.6.10	Relation démontrée avec 1, 2 et 9
9	Source de la Vène	+ 35	1016.2.13	Relation démontrée avec 1, 2 et 18
10	Source des Oulettes	+ 55	1016.1.86	
11	Exsurgence du Mas de Cairol	+ 90	1016.1.87	
12	Source de Veyrac	+ 45	1016.1.89	
13	Source de la Madeleine	+ 3	1016.3.28	
14	Grotte de la Madeleine	+ 15	1016.3.16	Relation démontrée avec 6
15	Grotte du Mas Argelliers	+ 13	1016.6.29	
16	Perte de la Mosson	+ 5	1016.3.29	
17	Perte n° 1 du Coulazou	+125	990.5.33	
18	Perte n° 2 du Coulazou	+ 95	990.6.32	Relation démontrée avec 9
19	Perte du Joncas	+ 15	1016.5.118	
20	Forage de la Gardiole	+216	1016.2.12	S'ouvre dans le Jurassique
21	Forage de Murviel	+108	990.6.7	S'ouvre dans le Jurassique (Lias)
22	Forage Siam	+ 58	990.7.9	Jurassique à - 45
23	Forage Biret	+ 61	990.7.114	Jurassique non atteint à - 140
24	Forage Superbéton	+ 58	990.7.141	Jurassique (Lias) à - 255
25	Forage de Cournonterral	+ 46	1016.2.7	Jurassique (Lias) à - 129
26	Forage de Gigean	+ 17	1016.2.2	Jurassique possible à - 76
27	Forage C.G.E.	+ 14	1016.2.19	Jurassique à - 110
28	Forage Orenge	+ 13	1016.2.20	Jurassique à - 46
29	Forage de Frescaly	+ 6	1016.2.22	Jurassique à - 59
30	Forage Chatelin	+ 15	1016.6.41	Jurassique à - 60
31	Forage de Bouzigues	+ 5	1016.5.117	Jurassique à - 110
32	Forage de Poussan	+ 25	1016.1.84	Jurassique à - 114
33	Forage de Merinda	+ 12	1016.2.24	S'ouvre dans le Jurassique
34	Forage de Montbazin	+ 25	1016.2.6	Jurassique possible à - 86
35	Forage des Chalets	+ 20	1016.2.25	S'ouvre dans le Jurassique
36	Forage Bauxite	+ 56	1016.1.83	Jurassique à - 61
37	Forage de Pignan	+ 52	990.6.2	S'ouvre dans le Jurassique
38	Forage de la Cie Bordelaise	+ 2	1016.6.42	Jurassique à - 190
39	Source de Font-Caude	+ 42	990.7.168	

	Expérience n° 1	Expérience n° 2	Expérience n° 3
<b>POINT d'INJECTION</b> (numéro carte : cf. planche 1)  Date Quantité de fluorescéine injectée Volume d'eau injectée Altitude évaluée du plan d'eau	Rivière souterraine de la MADELEINE (n° 14)  18/7/1968   3/9/1968 0,2 kg   2 kg Néant (débit nat.:40 l/s) + 3 m	Event-perte de COURNONTER RAL (n° 8)  8/12/1968 10 kg 340 m <sup>3</sup> en 2 jours + 46 m	Source de la VENE (n° 9)  30/6/1969 10 kg 100 m <sup>3</sup> en 3 jours + 31 m
<b>POINT de REAPPARITION</b> (numéro carte)  Date 1 ère réapparition Altitude évaluée du plan d'eau Débit estimé à la première réapparition	ROUBINE de VIC (n° 6)  29/11/1968 + 2 m 100 l/s	Sources d'ISSANKA (n° 1 et 2)  31/12/1968 + 10 m 500 l/s	Sources d'ISSANKA (n° 1 et 2)  5/7/1969 + 10 m 500 l/s
<b>RESULTATS</b>  Distance Dénivellation Pente théorique Temps de passage (1 ère réapparition) Vitesse Durée restitution du colorant Mode de détection	5 000 m 1 m 0,2 ‰ < 2 088 h (2e injection) > 2,4 m/h env. 3 mois (21/2/1969) Par fluocapteurs	10 500 m 36 m 3,4 ‰ < 552 h > 19 m/h env. 1 mois $\frac{1}{2}$ (18/2/1969) Par fluocapteurs	6 100 m 21 m 3,4 ‰ < 110 h > 55 m/h visible à l'oeil durant 12 j Directe et par fluocapteurs
<b>Autre point de réapparition</b>	Néant	Source de la VENE (n° 9) à la suite d'une crue fin Décembre	Néant
<b>Autres points surveillés par fluocapteurs sans résultat (numéro carte)</b>	4, 5, 13 et divers puits et petites sources à 2km autour du point 13	4, 5, 6, 10, 12 et 19	3, 4, 5, 6, 19, 28 et 33

ESQUISSE DE L'HYDROGEOLOGIE DES CALCAIRES JURASSIQUES  
DU BASSIN DE MONTBAZIN-GIGEAN ET DE SON ENVIRONNEMENT



LEGENDE

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Mer - Etangs côtiers.</li> <li> Terrain variés post-jurassiques.</li> <li> Calcaires karstifiés et fissurés du Jurassique moyen et supérieur.</li> <li> Marnes du Lis Mur imperméable apparent des calcaires du Jurassique moyen et supérieur.</li> <li> Faille - Contact anormal (les nombres accélerés, diversément orientés, qui affectent la Causse d'Aumelas et la Montagne de la Gardiolle, n'ont pas été figurés).</li> <li> Observé</li> <li> Présumé</li> <li> Limite d'affleurement</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> ● 5 Emergence pérenne (et son numéro #)</li> <li> ○ Emergence temporaire</li> <li> ○ Perte pérenne ou temporaire</li> <li> V Cavité naturelle recevant une circulation</li> <li> 20 Forage (et son numéro #)</li> <li> † 257 (- 257) Cote absolue du toit du Jurassique sous les terrains de couverture</li> <li> — Relation démontrée par soloration (froid théorique)</li> <li> - - - Relation présumée</li> <li> Marshes</li> <li> Ecoulement permanent</li> <li> Ecoulement temporaire</li> <li> Δ 254 Altitude</li> <li> Principales agglomérations</li> </ul> |
|--|---|

\* : Voir dans le texte liste des points cités.

Planche I

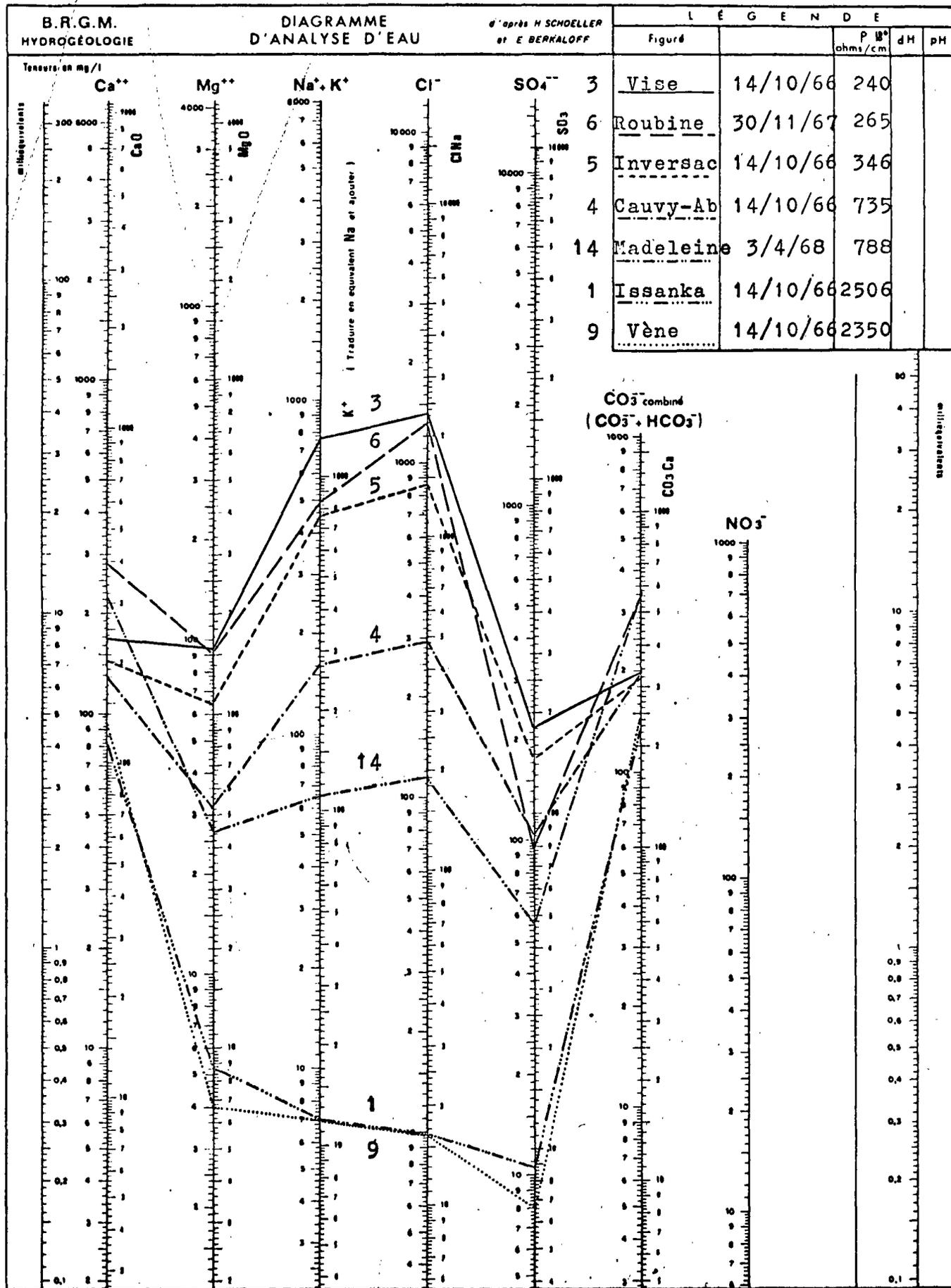


Planche 2

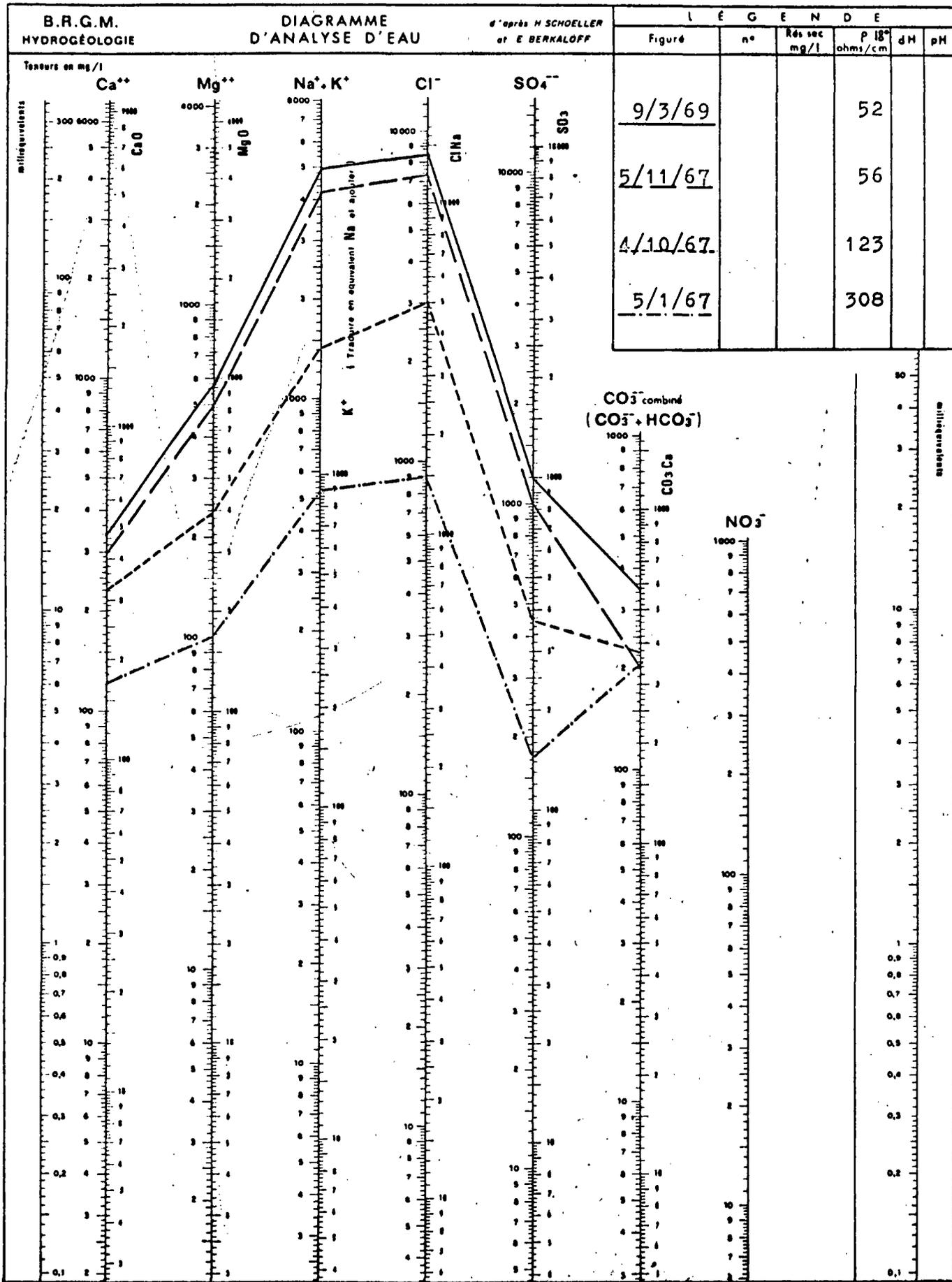


Planche 3