



BRGM

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES & MINIERES

74, Rue de la Fédération
PARIS XV^e
Tel. Sul. 94.00

DEPARTEMENT DES SERVICES
GEOLOGIQUES REGIONAUX

S.G.R. JURA-ALPES
Chilly-le-Vignoble (Jura)
Tel. 14

RECHERCHE D'UN MAGASIN AQUIFERE EN
DOMAINE KARSTIQUE
(Premier Plateau du Jura)

par

J.J. COLLIN, M. DREYFUSS et G. LIENHARDT

avec la collaboration de

R. AMAT-CHANTOUX - P. BEAUDUC - M. CAMUS - J. TOUBIN

R E S U M E

Le présent rapport a pour but l'étude des possibilités hydrogéologiques du karst du plateau lédonien. Cette étude a été inscrite au programme du service géologique régional Jura-Alpes dans le cadre de l'avenant 1963 à la convention passée entre l'Etat et le B.R.G.M.; elle met en évidence, d'une part, une alimentation très abondante du magasin éventuel, d'autre part, une structure fermée par faille susceptible de constituer un vaste réservoir aquifère.

Un programme d'étude plus approfondie en vue d'une éventuelle utilisation de cette ressource est proposé en conclusion.

SOMMAIRE

RESUME	Pages
1 - <u>INTRODUCTION ET GENERALITES</u>	1
11 - BUT DE L'ETUDE	1
12 - PLATEAU LEDONIEN	1
13 - LIGNES DIRECTRICES DE L'ETUDE	1
131 - <u>Alimentation</u>	1
132 - <u>Stockage</u> (Etude des pièges)	1 - 2
2 - <u>ALIMENTATION</u>	2
21 - METEOROLOGIE	2
211 - <u>Pluviométrie</u>	2
212 - <u>Température</u>	2
213 - <u>Evapotranspiration</u>	5
22 - INFILTRATION	5 - 7
23 - CHEMINEMENTS SOUTERRAINS ET SOURCES	7
24 - QUALITE DE L'EAU	7
25 - PROBLEME POSE ET ELEMENTS DE PROGRAMME	7
3 - <u>STOCKAGE</u> (Etude du piège)	10
31 - GEOLOGIE	10
32 - STRUCTURE	10 - 12
33 - PROBLEME POSE ET ELEMENTS DE PROGRAMME	12 - 13
4 - <u>CONCLUSION</u>	13

LISTE DES FIGURES ET PLANCHES

		Pages
Fig. 13	Coupe schématique à travers le Plateau lédonien montrant la possibilité d'un vaste réservoir aquifère.	3
Fig. 211	Carte des précipitations en mm/an (échelle 1/320.000)	4
Fig. 22	Extrait des feuilles topographique LONS 3 & 4 montrant l'abondance des dolines (1/20.000)	6
Pl. 23 a	Résurgences et accidents karstiques (carte au 1/50.000)	hors texte
Fig. 23 b	Sources de FRONTENAY - Débits en l/seconde	8
Fig. 24	Diagramme de potabilité des eaux	9
Fig. 31	Extrait d'une coupe stratigraphique comprise dans la superficie couverte par la carte topographique de LONS 3.	
Pl. 32 a	Carte du piège probable (ech. 1/50.000)	hors texte
Pl. 32 b	Coupe E.W. de la reculée de PERRIGNY à la Côte de l'Heute.	hors texte

RECHERCHE D'UN MAGASIN AQUIFERE EN DOMAINE KARSTIQUE

(Premier Plateau du Jura)

I - INTRODUCTION ET GENERALITES

11 - BUT DE L'ETUDE

La partie du Jura qui s'étend de SALINS-LES-BAINS à LONS-LE-SAUNIER, contrée relativement humide, a souffert et souffre encore d'une pénurie d'eau préjudiciable à son expansion. Les ressources mises en évidence et déjà partiellement exploitées seront très rapidement insuffisantes. Il faut donc orienter les recherches vers d'autres réservoirs. Les plaines alluviales donneront bientôt au maximum, le Vignoble et la Bresse ne peuvent fournir que de petits débits d'intérêt domestique ; il ne reste donc, contrairement à ce que l'on pourrait penser à priori, que le Plateau qui puisse apporter une contribution valable.

12 - PLATEAU LEDONIEN

Le plateau lédonien, ou Premier Plateau, qui fait suite au contrefort du Vignoble, est la première manifestation importante du relief jurassien (son altitude moyenne oscille entre 500 et 600 m) ; son rebord est jalonné à l'Ouest par les villes de SALINS, ARBOIS, POLIGNY et LONS-LE-SAUNIER ; à l'Est, une ride très nette, la chaîne de l'Heute, délimite cette unité morphologique. Le plateau ainsi défini s'étend sur une longueur d'environ 40 km pour une largeur maximum de 10 km ; sa forme est grossièrement rectangulaire et sa superficie approximative de 325 km².

13 - LIGNES DIRECTRICES DE L'ETUDE

Cette étude préliminaire a été guidée par les observations suivantes :

- 131 Alimentation

Le Plateau reçoit une forte pluviométrie sur toute sa superficie et n'a aucun réseau hydrographique de surface ; d'autre part, l'écoulement par sources est limité au rebord ouest alors qu'à l'Est il n'y a aucune émergence.

- 132 Stockage (Etude des pièges)

Les couches ont un léger pendage d'ensemble vers l'Est. Il semblerait que la faille occidentale de la côte de l'Heute puisse

ramener à une altitude assez élevée des terrains imperméables. Cet accident pourrait ainsi avoir un rôle d'écran c'est-à-dire fermer un vaste piège (figure 13).

Nous allons examiner ces différentes remarques à la lumière des méthodes de l'hydrogéologie, et ainsi tenter de vérifier l'existence d'un tel magasin.

2 - ALIMENTATION

21 - METEOROLOGIE

211 - Pluviométrie (Figure 211)

Les précipitations sont abondantes sur ce premier relief qui se dresse à l'Est de la plaine bressanne. A BESAIN, la moyenne établie sur 10 années atteint 1572 mm, soit environ le double de la moyenne des précipitations en France.

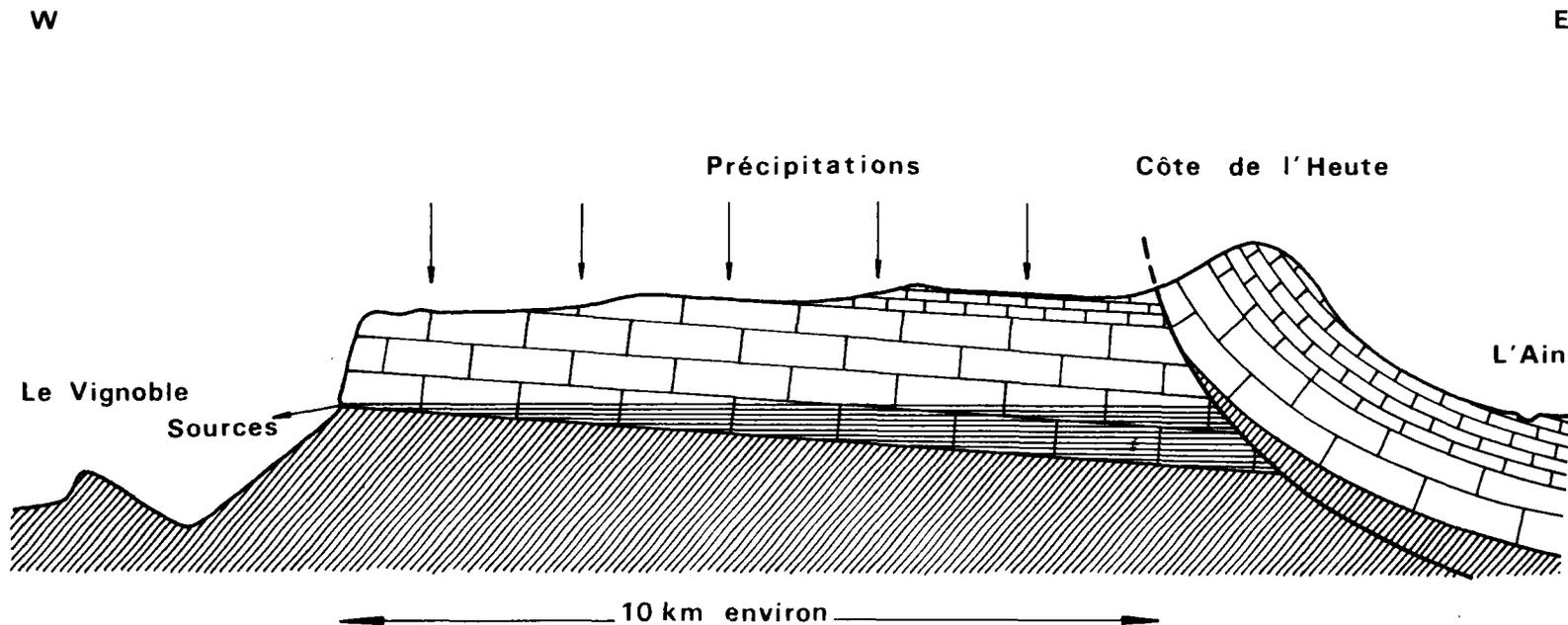
Années	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Hauteur en mm	1590,3	1940,7	1051,5	1637,4	1394,4	1644,6
Années	1957	1958	1959	1960	MOYENNE	
Hauteur en mm	1479,6	1897,2	1304,3	1775,3	1572	

212 - Température

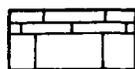
Le Plateau a un climat assez rude. Le tableau ci-dessous résume les résultats de dix années et permet d'établir la moyenne à 8,36° C.

Années	1951	1952	1953	1954	1955	1956
°C	8,81	8,07	8,45	7,65	8,43	6,95
Années	1957	1958	1959	1960	MOYENNE	
°C	8,85	8,73	9,87	7,71	8,364	

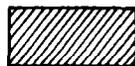
COUPE SCHEMATIQUE A TRAVERS LE PLATEAU LEDONIEN MONTRANT
LA POSSIBILITE D'UN VASTE RESERVOIR AQUIFERE .



LEGENGE :



Calcaires du Jurassique moyen .



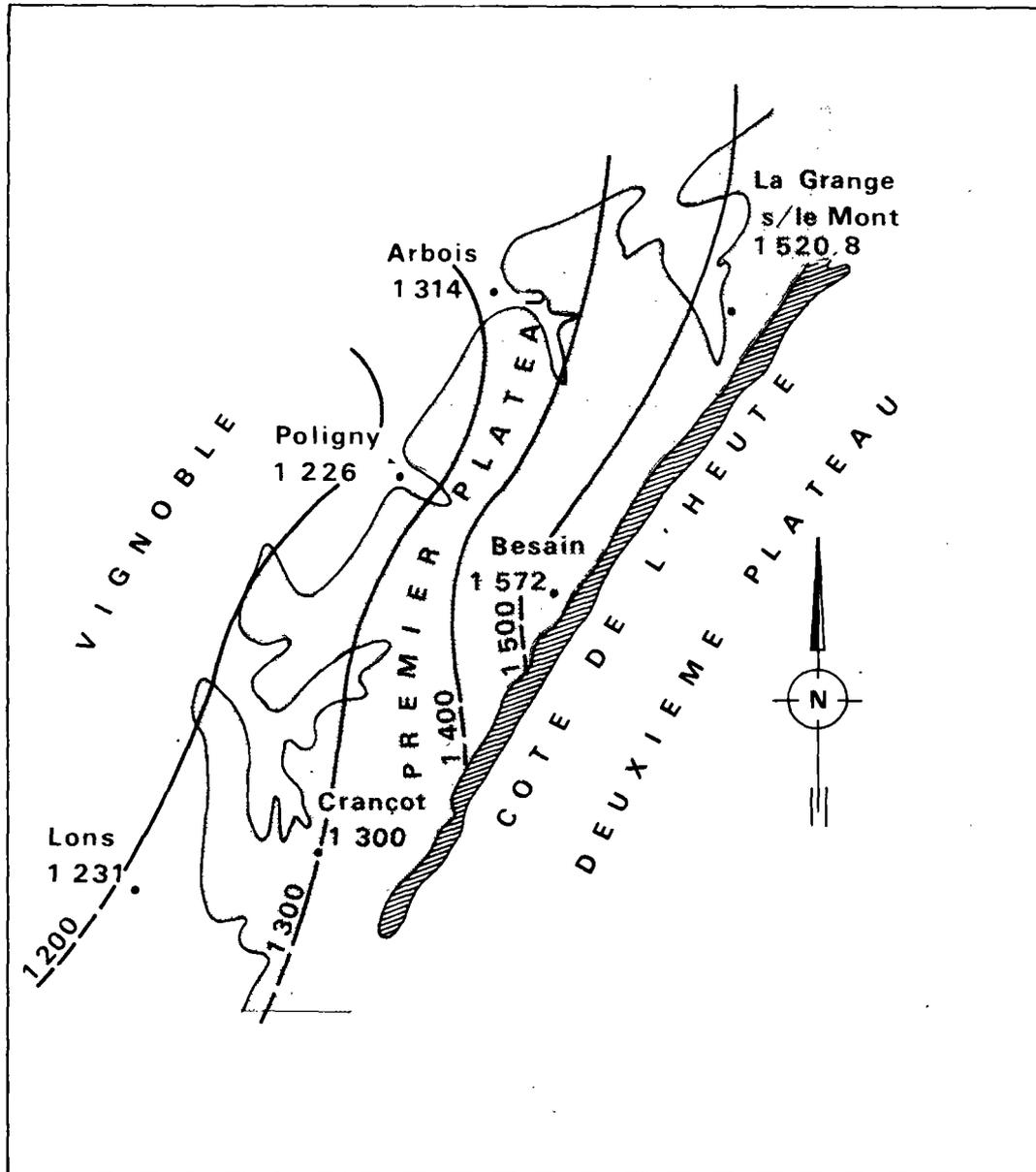
Marnes du Lias .



Réserves aquifères possibles .

CARTE DES PRECIPITATIONS

. MOYENNE SUR 10 ANNEES .



Echelle: 1/320 000

212 - Evapotranspiration

D'après les données ci-dessus, la formule de Turc permet d'évaluer l'évapotranspiration à 512 mm soit moins du 1/3 des précipitations. (1)

22 - INFILTRATION

L'infiltration est extrêmement intense, elle n'est freinée par aucun obstacle : la couverture végétale est très mince, l'humus souvent inexistant, les produits d'altération et les alluvions sont également rares. Le plateau est donc un terroir de culture de faible valeur où les effets d'une sécheresse passagère se font rapidement sentir. Exceptées quelques mares retenues dans des dolines comblées par de l'argile de décalcification ou sur les marnes du Bathonien inférieur, il n'y a aucune eau stagnante sur le plateau. Les phénomènes karstiques sont par ailleurs très nombreux. Les forages ont traversé le plateau en perte totale d'injection. Quelques gouffres ont été explorés et les renseignements recueillis archivés par le service spéléologique du B.R.G.M. Le terrain est constellé de dolines qui prouvent une percolation active (figure 22).

Dans de telles conditions la masse des eaux pluviales pénètre avec une grande facilité dans le sous sol. Il n'y a par conséquent aucun ruissellement superficiel continu. L'existence des cours d'eau est généralement limitée aux quelques heures qui suivent une forte averse.

En l'absence d'écoulement superficiel on peut donc évaluer le volume V d'eau infiltrée : $V = (P-E)S$ où P = Hauteur de précipitation, E = Hauteur d'évapotranspiration, et S = Surface. Le calcul avec les données des moyennes météorologiques citées au paragraphe 21 donne : $1572 - 512 = 1060$ mm (valeur de la lame d'eau infiltrée). Ces données doivent être recueillies plus nombreuses (§25)

(1) L. TURC a établi la formule suivante :

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0,9 + P^2/L^2}}$$

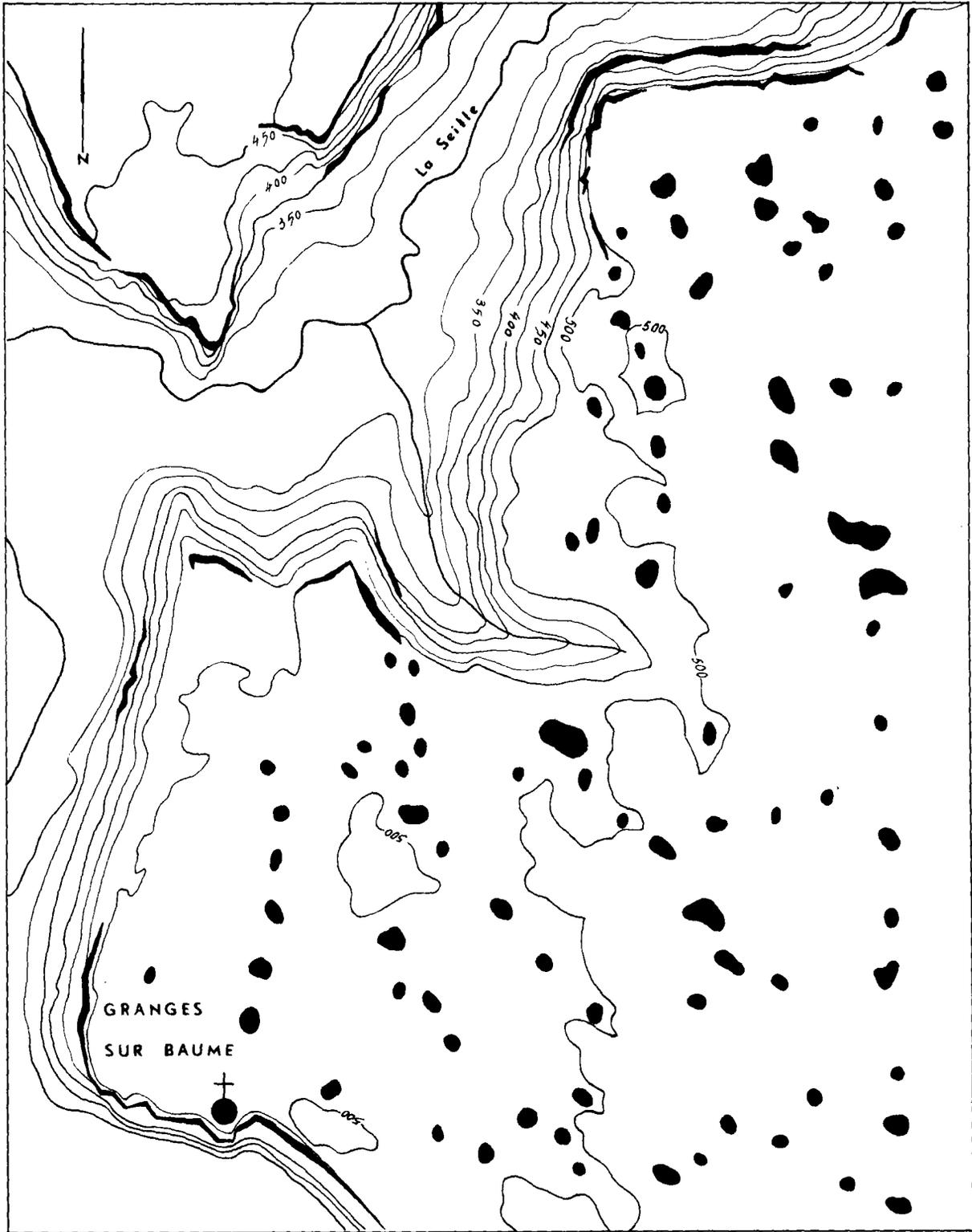
E_r = évapotranspiration réelle annuelle en mm

P = hauteur de précipitation annuelle en mm

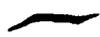
L = coefficient égal à : $300 + 25 T + 0,05 T^3$

T = moyenne annuelle de la température en °C

Extrait des feuilles Lons 3 & 4 montrant l'abondance des dolines



ECHELLE 1/20 000

-  Falaise
-  Doline
-  Courbe de niveau : Espacement 25 m

Le volume total infiltré atteindrait donc, en m³ :
 $1060 \times 325 \times 10^6$ ou : 344,5 millions de m³/an.

Toutefois, il est fort probable que le volume infiltré soit supérieur à ce chiffre car la percolation directe soustrayant une partie de la pluviométrie au sol superficiel l'évapotranspiration s'en trouve diminuée d'autant. Le volume infiltré pourrait donc être notablement supérieur.

23 - CHEMINEMENTS SOUTERRAINS ET SOURCES (planche 23 a)

Il semble qu'au voisinage du rebord du plateau l'écoulement souterrain soit principalement E-W. Quelques colorations ou quelques traceurs occasionnels l'attestent (pollutions fermières).

Les sources et résurgences sont très abondantes dans toutes les reculées qui font office de drain, les débits de ces sources sont extrêmement variables. (figure 23 b). A côté de sources fournissant des débits de l'ordre du m³/h, on rencontre des résurgences de plusieurs centaines de m³/h. De même telle source peut voir son débit centuplé à la suite de fortes pluies.

Le temps de réaction de ces sources semble assez bref, mais cela ne préjuge en rien de l'absence de réserves car il peut fort bien s'agir de la réponse d'un trop plein.

24 - QUALITE DE L'EAU

Comme toute eau d'origine karstique, l'eau du plateau lédonien est suspecte au point de vue bactériologique. Au point de vue chimique elle est légèrement calcaire ainsi que le montrent les deux analyses représentées (figure 24).

25 - PROBLEME POSE ET ELEMENTS DE PROGRAMME

Pour mener à bien l'étude du bilan hydraulique du plateau il importe d'effectuer de nombreuses mesures régulières.

- Météorologie: Les stations météorologiques trop peu nombreuses devront être multipliées afin de pouvoir estimer au plus juste les quantités d'eau infiltrée dans un temps donné.

- Jaugeages : Malgré l'abondance des sources, les exutoires du plateau sont assez peu nombreux. Il faudra néanmoins prévoir 6 à 8 stations de jaugeages.

SOURCES de FRONTENAY

Débits en l/seconde

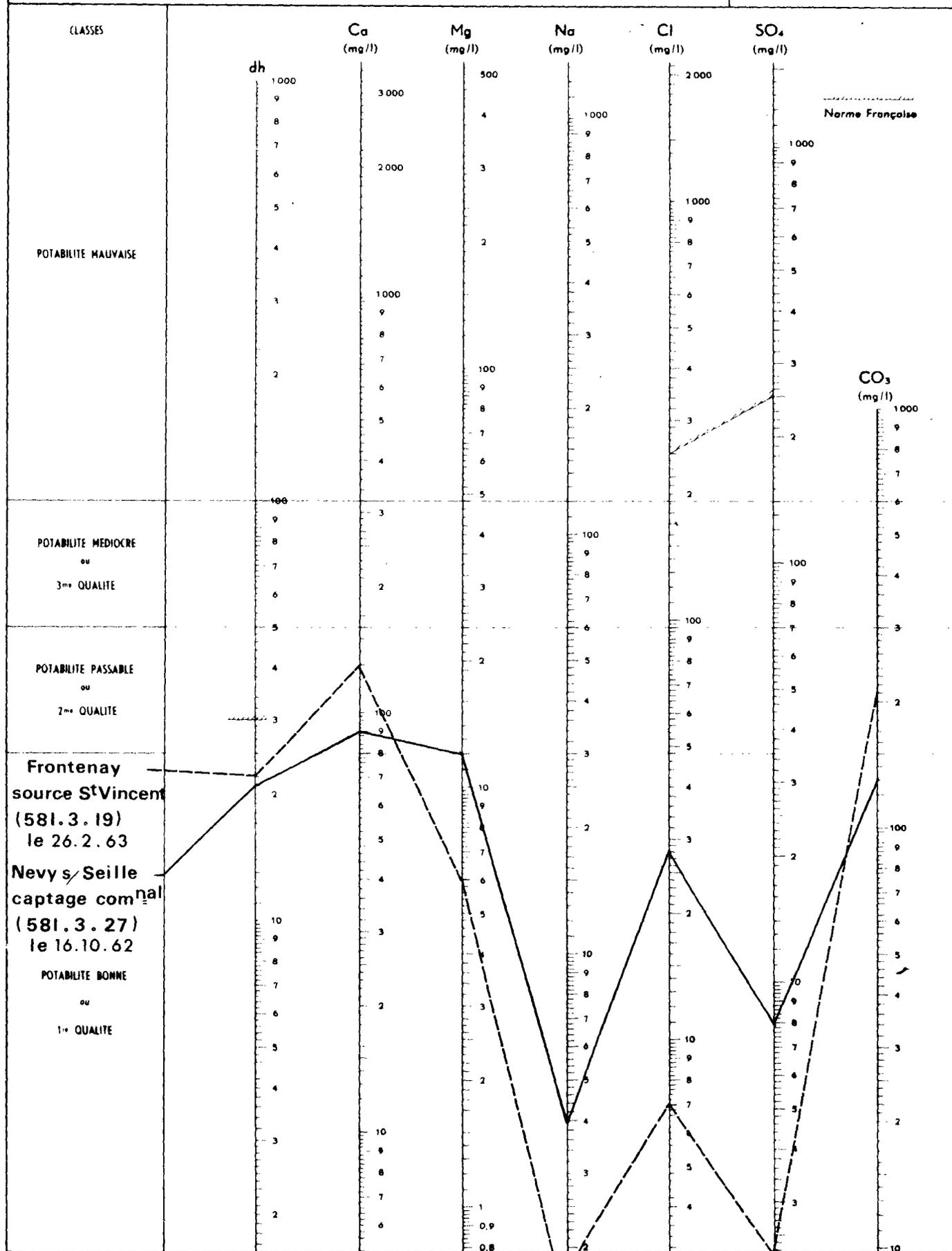
DATES	581.3.19	581.3.116	581.3.147	581.3.148	581.3.149
Fin sept. 47	0,500				
5 août 1949		2,600	0,244	0,596	0,463
14 oct. 1949	0,550	2,270	0,101	0,396	0,391
1 Fév. 1950		3,290	0,396	1,250	0,735
24 mars 1950		3,289	0,357	1,275	0,757
8 mai 1950		5,000	0,568	1,984	0,573
16 jan. 1951	25,600	2,850	2,000	2,860	1,000
3 avr. 1951	16,900	3,330	1,430	2,500	0,625
16 mai 1952	1,125	5,000		1,280	0,450
10 juin 1952	1,995	4,160		0,895	0,390
8 juil 1952	0,202	2,370			
9 déc. 1952	6,100	3,450	0,909	2,320	0,720
27 Fév. 1953	15,400	3,250	0,950	2,500	0,750
23 août 1962	1,000	4,000			
25 sept 1962	0,850		0,080	0,470	0,340

B.R.G.M.

DIAGRAMME DE POTABILITE DES EAUX

(d'après la classification de G. WATFLOT)

Fig. 24



Ces stations justifieraient toutes l'emploi de limnigraphes car la rapidité et la fugacité des crues rendent vaines des mesures hebdomadaires ou mensuelles. Un tel dispositif imposerait donc de tenir compte de l'impluvium des reculées, mais à la sensibilité fallacieuse de mesures instantanées, il substituerait une approximation continue dont la marge d'erreur serait connue.

- Circulation : Les observations par coloration sur les trajets souterrains seront à effectuer aux périodes les plus favorables. Pour cela une véritable "stratégie" devra être mise au point afin de contrôler au mieux les rétentions d'eau et de connaître les temps de réponse pour des zones données.

3 - STOCKAGE (étude du piège)

31 - GEOLOGIE (figure 31)

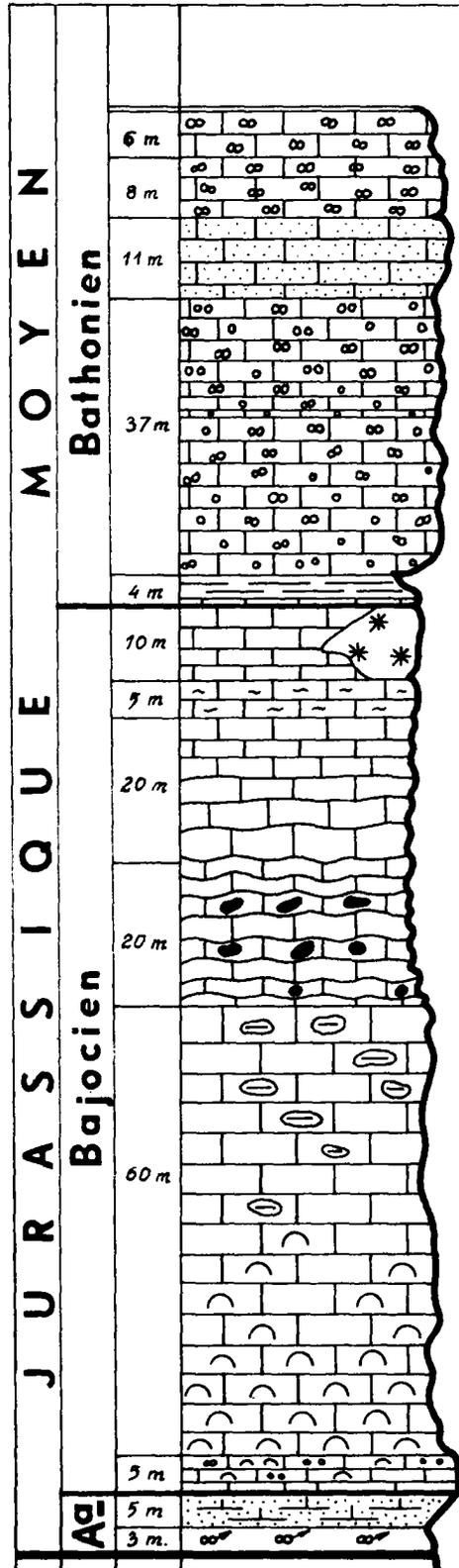
Le plateau est constitué exclusivement de calcaire, admettant une mince intercalation marneuse. On distingue au sommet environ 60 m de calcaire, surtout oolithique, du Bathonien, au milieu quelques mètres de marne calcaire du Bathnien inférieur, puis des calcaires gris ou beige, grossiers, à entroques, contenant des niveaux de silex, du Bajocien (puissance 120 m environ). Quelques mètres de calcaire gréseux de l'Aalénien (1) reposent sur le premier niveau imperméable : l'Oolithe de Rosnay (marno calcaire à oolithes ferrugineuses).

32 - STRUCTURE

La karstification étant bien établie, tout au moins dans la tranche connue du plateau, nous savons que le magasin présente des caractéristiques favorables au stockage et à la circulation de l'eau. Tout comme en recherche pétrolière il nous faut maintenant trouver un piège susceptible de retenir les fluides du sous-sol. Cependant dans notre cas, à l'opposé de nos confrères pétroliers, il nous faut déceler non pas un dôme mais une cuvette ! Quelle que soit la structure recherchée les mêmes méthodes sont valables et nous allons les appliquer à notre propos (planches 32 a & b).

EXTRAIT D'UNE COUPE STRATIGRAPHIQUE COMPRISE
DANS LA SUPERFICIE COUVERTE PAR LA CARTE TOPO-
GRAPHIQUE DE LONS 3.

ECHELLE 1/1000



Marnes supérieures

Calcaire pisolithique

Calcaire à oolithes juxtaposées

Calcaire gréseux beige

Calcaire oolithique, à oolithes souvent développées autour de débris ou d'entrouques.

Marne calcaire bleue schistoïde

Calcaire très fossilifère

Calcaire grossier à zones récifales

Calcaire grossier à débris de coquilles

Calcaire gris, compact, dur en petits bancs jointifs

Calcaire grossier en bancs ondulés à nombreux silex interbancs argileux au sommet.

Calcaire grenu, gris sale, rognons marneux en gros bancs. Passe progressivement à :

calcaire à entroques, bistre, en bancs épais

Calcaire à entroques et oolithes rares

Marno-calcaire gréseux gris

Marne à oolithes ferrugineuses.

Divers arguments structuraux démontrent un enfoncement vers l'Est du substratum imperméable :

- L'examen des coupes publiées par la PREPA dans son rapport sur la chaîne de l'Heute montre que dans ce secteur le toit du Lias est à une cote inférieure à celle où il affleure au rebord du Plateau.

- Les sondages pétroliers R.A.P. et les sondages G.d.F. ont également montré l'enfoncement du toit du Lias vers l'Est.

- Dans le secteur étudié les variations d'épaisseur du Bajocien sont très faibles. Si l'on soustrait à la cote d'affleurement du toit du Bajocien la valeur de l'épaisseur de cet étage, on obtient la cote du toit du Lias. Cette cote elle aussi montre l'enfoncement général vers l'Est.

Ce faisceau d'argument tend donc à confirmer l'hypothèse née de la seule lecture de la carte géologique. La planche 32 b, carte du piège, met en évidence (partie hachurée) la zone où les cotes du substratum imperméable sont inférieures aux cotes d'affleurement des marnes dans les reculées ainsi qu'aux altitudes des émergences (*). La portion hachurée représente la zone limitée à l'Est par la faille de l'Heute, où une partie du karst, située plus bas que le niveau des déversements, risque donc d'être noyé, c'est-à-dire le piège.

33 - PROBLEME POSE ET ELEMENTS DE PROGRAMME

La délimitation globale d'un vaste piège n'est pas suffisante pour mener une telle étude à son terme, c'est-à-dire au choix des emplacements les plus favorables à des captages.

- A la suite de l'étude géologique les techniques géophysiques appropriées à une recherche à moyenne profondeur permettront de déterminer les secteurs les plus intéressants tant au point de vue des structures qu'au point de vue des qualités du magasin. Il importe enfin de définir des zones où le karst est à la fois noyé, et où une bonne fissuration favorise les circulations.

(*) Cela ne signifie pas que la pente du toit du Lias soit uniforme et continue ; cela ne préjuge en rien de directions d'écoulement locales. De même des fermetures correctes devront être mises en évidence.

A cet effet quelques forages pourront être implantés et permettre ainsi l'évaluation de la puissance et de la richesse du magasin (en particulier par des essais de débit).

4 - CONCLUSION

Les observations rassemblées dans cette note montrent que le problème du karst du Plateau lédonien justifie une étude plus approfondie : le tableau ci-dessous résume en guise de conclusion les différentes phases qu'une telle étude nécessite.

	ALIMENTATION	STOCKAGE
1 ^o Année	Etude du bilan hydrogéologique du plateau →	
2 ^o Année		Etude géophysique des zones les plus favorables. ↓
3 ^o Année		Détermination des points optimums de captage. (Forages et essais de débit)

G. LIENHARDT

M. DREYFUSS

J.J. COLLIN

Ingénieur géologue
au B.R.G.M.

Professeur de Géologie
Université de
BESANCON

Ingénieur géologue
au B.R.G.M.

Chef du S.G.R. Jura-Alpes

Résurgences & accidents karstiques

PLANCHE 23a

Légende

● Agglomération

Hydrographie

○ Débit : de 0 à 1 m³ h

● de 1 à 10 m³ h

□ de 10 à 100 m³ h

■ + de 100 m³ h

→ Circulation connue.

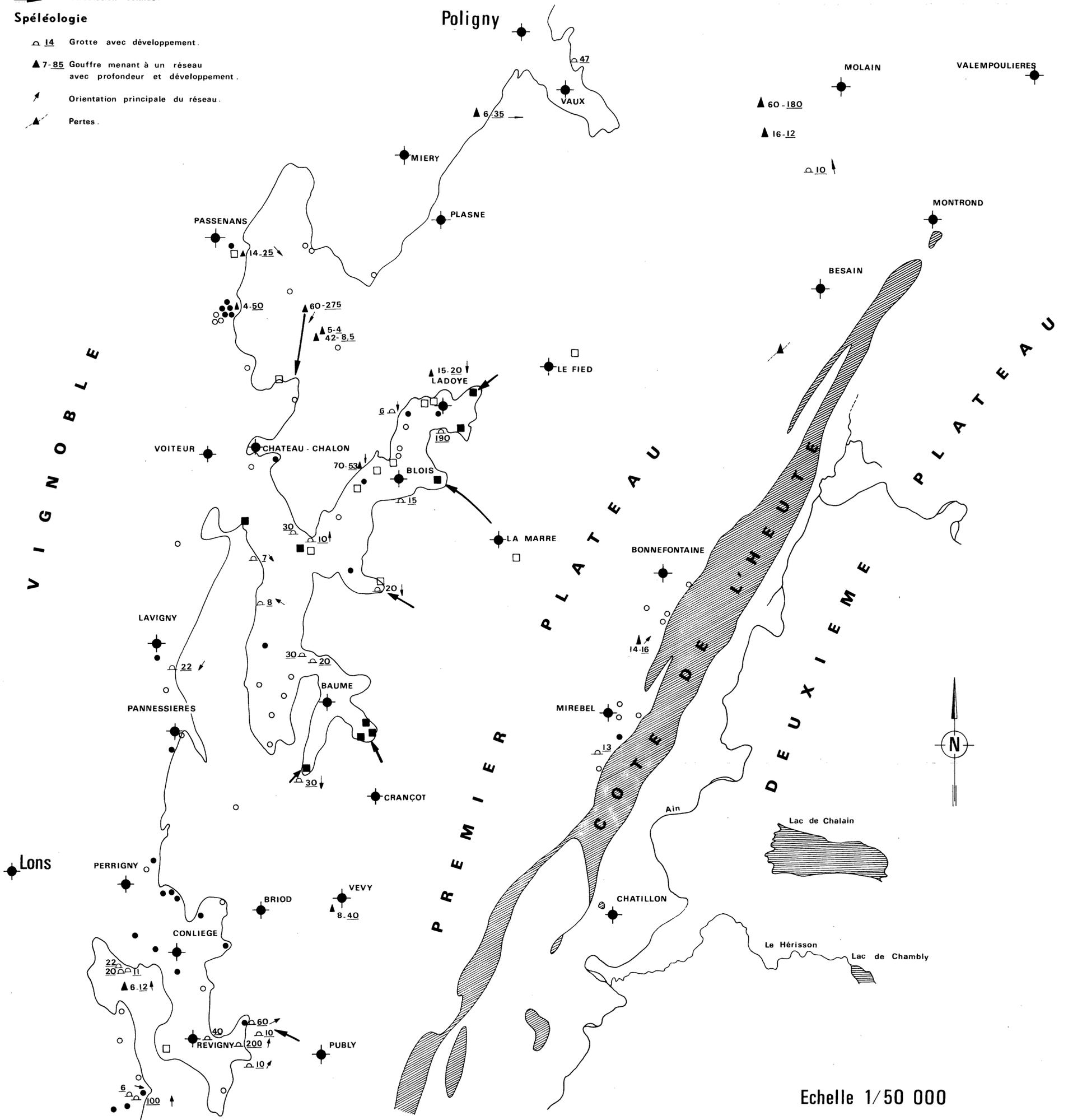
Spéléologie

△ 14 Grotte avec développement.

▲ 7-85 Gouffre menant à un réseau avec profondeur et développement.

↗ Orientation principale du réseau.

▲ Pertes.

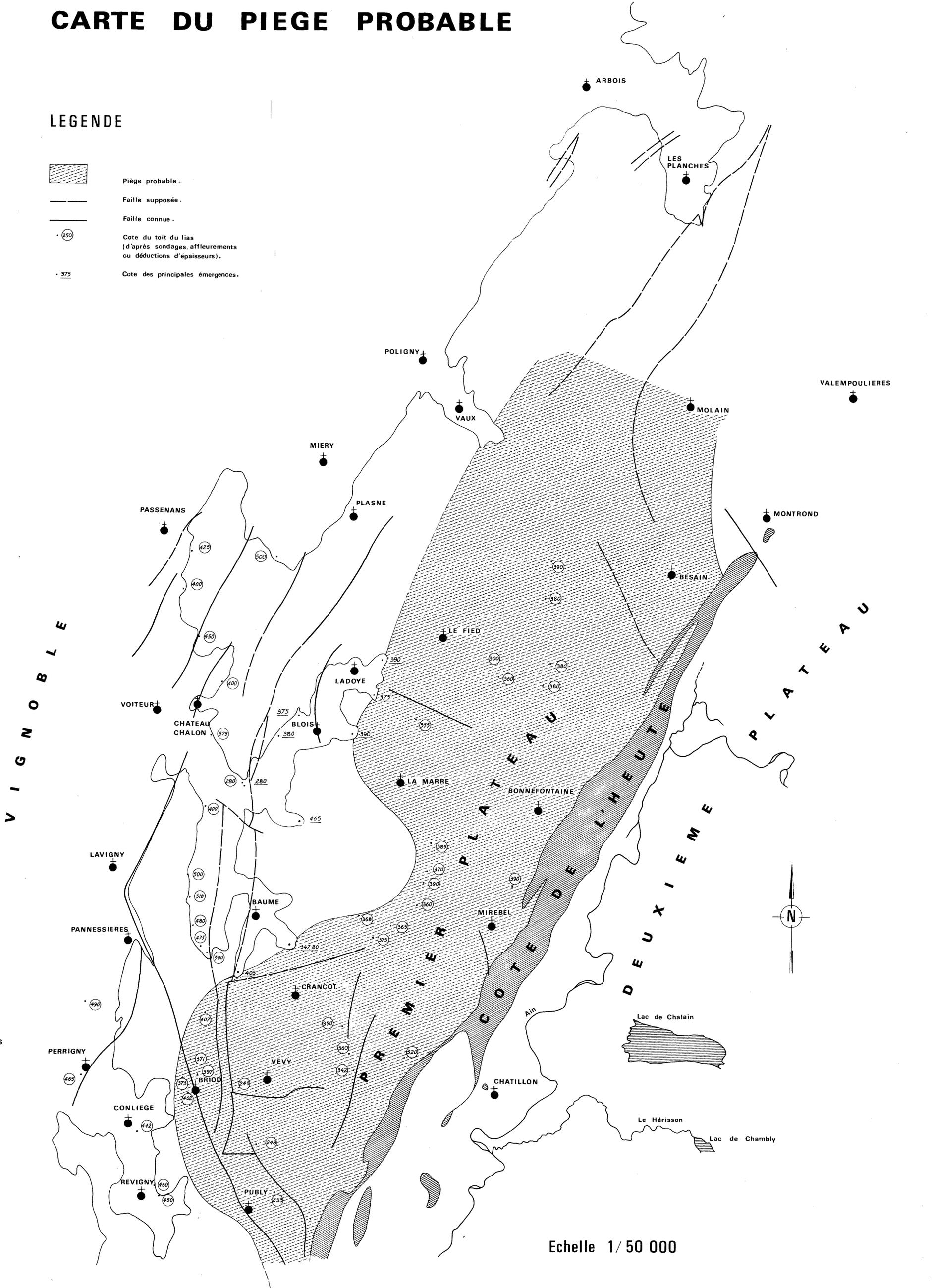


Echelle 1/50 000

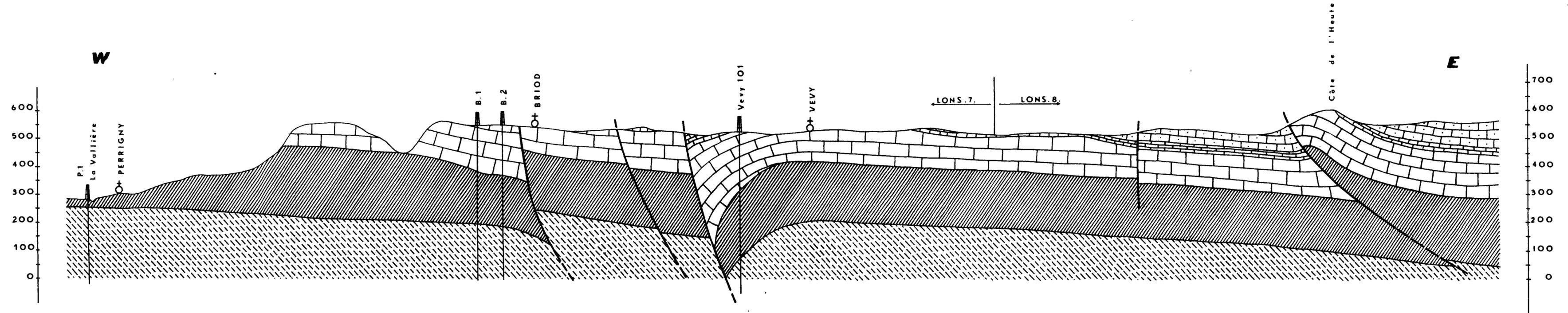
CARTE DU PIEGE PROBABLE

LEGENDE

-  Piège probable.
-  Faille supposée.
-  Faille connue.
-  Cote du toit du lias (d'après sondages, affleurements ou déductions d'épaisseurs).
-  Cote des principales émergences.



COUPE EST-OUEST DE LA REGULEE DE PERRIGNY A LA COTE DE L'HEUTE



Légende :

-  Bathonien supérieur et moyen
-  Bathonien inférieur
-  Bajocien
-  Lias
-  Keuper

ECHELLE : X : 1/20 000
 Y : 1/10 000