

Zeitschrift:	Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Herausgeber:	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band:	34 (1981)
Artikel:	Observations hydrologiques sur les sources de Divonne-les-Bains (Ain) : hydrological observations on the springs of Divonne-les-Bains (Ain)
Autor:	Morel, Paul
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-740045

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES SUR LES SOURCES DE DIVONNE-LES-BAINS (AIN)

Hydrological observations on the springs of Divonne-les-Bains (Ain)

PAR

Paul MOREL *

INTRODUCTION — GÉOGRAPHIE — GÉOLOGIE

La Ville de Divonne est située à la corne nord-est du Mont Mussy qui, avec le Mont Mourex plus au Sud-Ouest, ne constitue qu'une seule colline, surgissant de la plaine (pays de Gex, pays de Genève), allongée du SW au NE sur un peu plus de 5 km.

Le vallon de Vesancy (vallée morte à méandres: ces méandres sont maintenant recoupés par la nouvelle route de Gex à Divonne qui en a détérioré complètement l'aspect), sépare cette colline de celle de Riamont, plus élevée, s'adossant directement à la haute chaîne du Jura et qui comporte au-dessus d'un plateau légèrement incliné, deux petits sommets (925 et 941 m).

La Haute Chaîne (Crêt d'Eau, Reculet, Colomby de Gex) qui s'abaisse à 1320 m au Col de la Faucille, subit à partir de ce point une torsion vers l'Est, après quoi, plus au Nord-Est encore, elle reprend sa direction initiale précisément à sa soudure au contrefort de Riamont; mais changeant de style, elle passe d'une crête souvent aiguë au SW du col à une zone de plateaux élevés (1 250 à 1 400 m), sillonnés de petites dépressions rectilignes se recouplant les unes les autres et aboutissant parfois, sur les versants, à des ruz (Combe de l'Eau, etc...), particulièrement sur le versant oriental de ce Jura divonnais dont l'allure se transforme d'ailleurs dès la frontière Franco-Suisse et passe aux chaînons bien accusés du massif de la Dôle.

Tectoniquement, le Jura divonnais est ainsi une sorte de double plateau constituant le sommet d'un anticlinal coffré, pris et affaissé entre l'anticlinal de la Haute Chaîne au SW de la Faucille et la zone d'anticlinaux du massif de la Dôle.

La séparation entre les plateaux contigus formés de calcaires portlandiens souvent très fissurés, est marquée par une longue faille F5 (voir croquis tectonique fig. 1 et carte géologique de Saint-Claude au 1/50 000) de direction NNW SSE, et sou-

* 71 La Granière, Parc Kallisté, F-13015 Marseille.

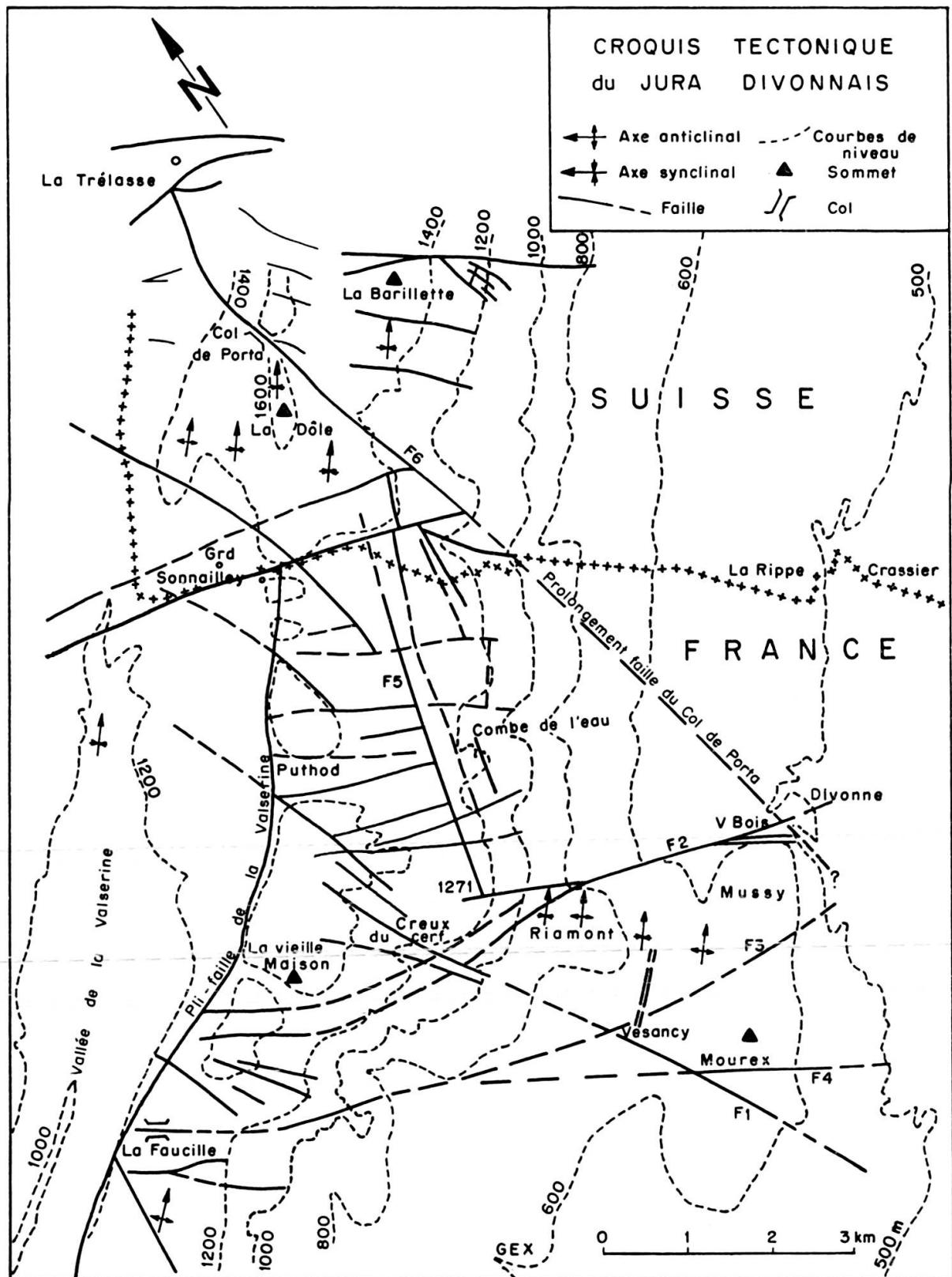


FIG. 1. — Croquis tectonique du Jura divonnaise.

lignée par la topographie qui montre un affaissement de plus de 100 m de la partie orientale.

Les petites dépressions rectilignes signalées ci-dessus correspondent à un réseau de fractures dessinant une sorte de quadrillage losangique VINCIENNE (1932, 1939) et qui aboutissent le plus souvent à la faille F5.

Au Nord-Ouest des plateaux, c'est-à-dire vers l'intérieur du massif jurassien, les couches s'inclinent brusquement vers la vallée synclinale de la Valserine, à laquelle elles passent par pli-faille qui met en contact anormal, le Portlandien avec le Crétacé inférieur.

A l'opposé, côté Alpes, les couches portlandiennes et kiméridgiennes, après s'être maintenues horizontales, plongent progressivement vers la plaine, passant à la verticale et se renversant parfois.

Les calcaires entrelardés de marnes du Séquanien (Kimeridgien inférieur) si visibles à la Faucille, ne se montrent dans le Jura divonnais qu'à la faveur de l'entaille du ruz de la Combe de l'Eau, à l'altitude de 850-900 m; mais sous les plateaux, ils doivent former un plancher peu perméable vers 1 100-1 200 m, plancher renforcé par les marnes argoviennes sous-jacentes et qui doit retenir une partie importante des eaux infiltrées souvent rapidement, au travers des calcaires du jurassique supérieur, très fissurés.

Les eaux, collectées par les nombreux chenaux, dont la plupart ont des fractures pour origine, sont conduites, pour la partie qui se dirige côté sud-est, et grâce au pendage favorable, à s'accumuler dans les vides du calcaire vers la base du flanc oriental de la montagne. Protégées par le placage souvent important de glaciaire local formant barrage, elles montrent qu'on a affaire là à un karst barré. L'eau ressort à l'air libre là où l'épaisseur de la moraine glaciaire est devenue insuffisante, donnant naissance à de petites sources, au pied du Jura; mais comme on le verra, elle peut, suivant des chenaux privilégiés, resurgir sur le tracé des diverses fractures de la masse calcaire.

Revenant aux collines de Riamont — Monts Mussy-Mourex, nos observations (MOREL, 1945 et 1946), consignées en 1946 et 1947 dans le Bulletin de la Société des Naturalistes, et Archéologues de l'Ain, avaient permis de préciser celles de SCHARDT (1891) et de mettre en évidence l'existence de deux anticlinaux: le premier, aigu (Riamont) à cœur purbeckien, s'adossant à l'anticlinal de la Haute Chaîne par pli-faille ou synclinal très couché. Le second, séparé du premier par le synclinal évasé du plateau de la chapelle de Riamont est moins accusé dans son flanc NW, mais au SE, il plonge brusquement, en se renversant parfois, vers la plaine du Léman, montrant tout l'ensemble des couches néocomiennes surmontées de molasse chattienne visible à Grilly et à Arbère.

L'érosion (peut être initialement à la faveur de failles longitudinales) a creusé le faîte de cet anticlinal, ce qui a donné naissance au vallon de Vesancy qui débouche, d'une part aux environs nord-ouest de Divonne, vers le pied de la montagne, et

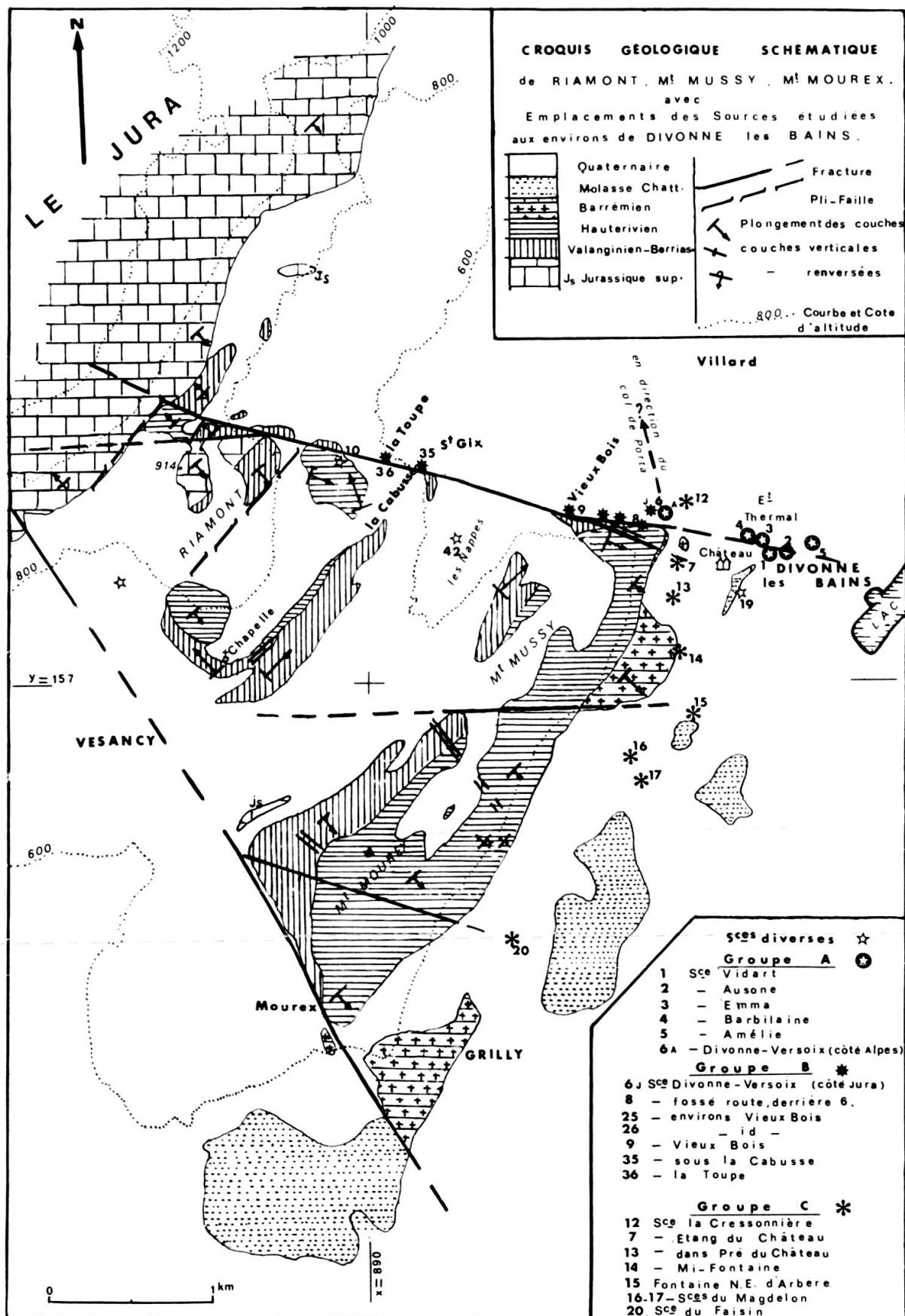


FIG. 2. — Croquis géologique schématique de Riamont-Mt-Mussy-Mt-Mourex.

d'autre part, aux environs sud-est de Gex, rejoignant la vallée de l'Oudart. Ce vallon, à proprement parler, est donc une combe anticlinale.

On trouve d'autres exemples de ces replis secondaires en bordure du Jura. Le Mont de Chamblon, en particulier, a déjà été étudié par Schardt des points de vue géologique et hydrologique.

Ici, les collines de Riamont-Mussy-Mourex apparaissent à la façon d'un horst, émergeant de la plaine du Léman par deux fractures importantes. L'une d'elles F₁ (voir fig. 1), presque NW-SE, prend vraisemblablement naissance aux environs du creux du Cerf, puis s'aligne sur des ruz avant de rejoindre Vesancy, puis Mourex. Dirigée presque Ouest-Est, l'autre est à peu près parallèle aux grands accidents transversaux de la Faucille et de Saint-Cergue. Elle se traduit remarquablement dans la topographie par des abrupts qui bordent, au Nord, Mont Mussy et Riamont, laissant apercevoir, dans des carrières, les calcaires et marnes de l'infra-crétacé. En plusieurs points, avant l'envahissement par la végétation on pouvait observer le passage de cet accident, important du point de vue hydrologique, puisque un certain nombre de sources des environs de Divonne jalonnent son parcours de la Toupe à la source même de la Divonne-Versoix et aux sources de l'établissement thermal de Divonne.

L'étude des variations de température aux griffons de ces sources, en fonction des conditions météorologiques, ce qui selon SCHOELLER (1962) est un bon indice des parcours souterrains, nous a permis de montrer que ces eaux, bien que toutes d'origine jurassienne, avaient des parcours souterrains distincts et de découvrir qu'au pied oriental du Mont Mussy-Mourex, jaillissent des eaux à caractères bien différents.

Nous avons donc classé les sources que nous avons étudiées, en trois groupes:

- (A) Sources de l'Etablissement thermal: Vidart, Barbilaine, Emma, Ausone, Amélie, source de la Divonne-Versoix (griffons jaillissant au côté Alpes du bassin).
- (B) Sources jalonnant la ligne de fracture Nord Mussy-Riamont (F2), La Toupe, La Cabusse, St-Gix, Vieux-Bois, Source de la Divonne-Versoix (griffons jaillissant au côté Jura du bassin).
- (C) Sources en bordure Sud-Est du pied des Monts Mussy-Mourex (à température plus élevée): des abords de la source de la Divonne-Versoix aux environs de Grilly (voir croquis géologique avec emplacements des sources fig. 2).

* * *

DESCRIPTION DES SOURCES

On trouvera dans les graphiques annexés des extraits des relevés de température et de débits relatifs des sources étudiées correspondant à des périodes météorologiques caractéristiques.

GROUPE A

On notera que la source Ausone est recouverte maintenant par suite de travaux, que la source Barbilaine est captée pour les besoins de l'établissement thermal, que la source Amélie est captée pour utilisation, après traitement, comme eau potable.

Les débits de ces sources sont en relation avec les infiltrations en montagne au-dessus de 900-1 000 m, des eaux provenant, soit de précipitations pluvieuses, soit de fonte des neiges.

Point important: les infiltrations dans les collines de Riamont-Mussy-Mourex, malgré un pendage général des couches de 10% vers le NE, n'ont aucune influence, ni sur le débit, ni sur la température des eaux.

Au flanc oriental de la Haute Chaîne, ce n'est qu'au-dessus de 900-1 000 m que le glaciaire local ou alpin, cesse franchement de protéger les calcaires sous-jacents. Ceci permet aux eaux de fonte des neiges ou des précipitations pluvieuses, de s'infiltrer et d'atteindre les réseaux de circulation souterraine des calcaires.

A chaque entrée massive des eaux sous la surface du sol, été comme hiver, correspondent alors des crues aux exutoires. L'intervalle de temps peut devenir inférieur à une demi-journée. Nous avons observé un cas où l'augmentation du débit de la source Vidart se manifestait 6 heures après le début d'un orage brusque éclatant sur la montagne.

Eté comme hiver, chaque crue souterraine provoquée par des pluies ou la fonte des neiges dans le Jura proche, au-dessus de 900-1 000 m, la température de l'eau de la source considérée, s'abaisse et ceci d'autant plus que la masse d'eau infiltrée est plus grande; mais cette chute, parfois importante, ne débute que deux à trois jours après le commencement des précipitations ou de fonte brusque des neiges. Après quoi, lorsque ces dernières ont cessé leur effet, la température suit un palier, puis remonte progressivement vers un degré supérieur. On verra sur les graphiques ci-joints ces influences des infiltrations en montagne, et on notera que ces sources du groupe A ont une température variant de 8°,5 environ (basses eaux) à environ 7° (crues). L'influence des saisons est presque insensible (moyenne de l'année à la source Vidart: 7°,79).

On n'observe entre les différentes sources du groupe que de faibles différences. Et, par rapport à diverses sources de pays calcaires, leur température est relativement constante (cf. sources de l'Orbe, variations annuelles 11°,2; Fontaine de Vaucluse: 5 à 7°).

SCHOELLER 1962 (p. 253) pense que ce sont les variations de température dans la zone d'infiltration qui jouent un rôle important. Ce même auteur (*ibidem*) étudiant les sources du Klettgau, montre que le décalage observé pour la chute de température, correspond au temps que met l'onde thermique pour arriver de la surface d'infiltration à la source.

Dans le cas présent, on conçoit d'ailleurs que les eaux qui s'infiltrent en montagne tendent à prendre la température de la roche encaissante qui, à ces altitudes et sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur, est en dessous de la température ambiante moyenne de l'air aux griffons, et d'autant plus que le lavage par les eaux qui s'infiltrent a tendance, surtout en hiver, à refroidir la surface de contact de l'eau avec la roche, refroidissement qui peut s'étendre sur une certaine épaisseur des parois des chenaux et constituer une réserve de frigories. Ce phénomène modifie donc la valeur locale du degré géothermique.

Ainsi, dans ce groupe A, les eaux froides provenant des zones supérieures, mettent deux à trois jours pour arriver à la source où elles remplacent les eaux plus chaudes des réserves souterraines.

Une autre particularité des sources de ce groupe s'observe, surtout aux brusques et fortes précipitations : juste avant l'arrivée des eaux plus froides, la température remonte provisoirement de 1 à 2/10 de degré dessinant un ressaut caractéristique (voir fig. 3 concernant la source Vidart où ce phénomène a été particulièrement étudié).

Pour expliquer ce phénomène, l'hypothèse d'un réchauffement par accroissement du frottement de l'eau sur les parois nous semble moins satisfaisante que celle qui consiste à envisager, par suite de la proximité des sources du groupe C, un mélange de ces diverses eaux. Passant dans des zones plus profondes en conduite forcée et ressentant immédiatement en pression, donc en débit, l'effet des précipitations, ces eaux plus chaudes contribueraient à provoquer ainsi ces ressauts de température jusqu'à ce que les arrivées d'eaux plus froides aient effacé le phénomène. Peut être aussi, au moment des crues, l'amorçage de siphons d'aménée d'eaux encore plus chaudes, aboutirait-il à un changement important dans le rapport des volumes des eaux froides et des eaux plus chaudes.

Des analyses fines et fréquentes de la teneur en ions SO₄ ou des mesures de radioactivité ne pourraient-elles, par exemple, permettre de rattacher ces teneurs à une plus grande richesse en sulfates des eaux plus chaudes ?

Dans le bassin de la source Vidart, ainsi qu'à ceux des sources voisines, on note au moment des fortes crues souterraines, un certain trouble jaunâtre de l'eau. Aux très forts débits, la turbidité s'accroît et apparaissent de nombreuses bulles qui parfois se rassemblent en écume. Même phénomène à la source de la Divonne-Versoix, mais les bulles sont plus rares, se dégageant déjà avant l'entrée de l'eau dans le bassin.

Ces troubles peuvent être attribués, non seulement à un récurage des fonds de chenaux par l'augmentation de la vitesse de l'eau, mais aussi à un lessivage accentué, de bas en haut, de la moraine alpine plus ou moins argileuse au travers de laquelle s'élèvent ces eaux, et ceci particulièrement pour les sources de l'établissement thermal et avoisinantes.

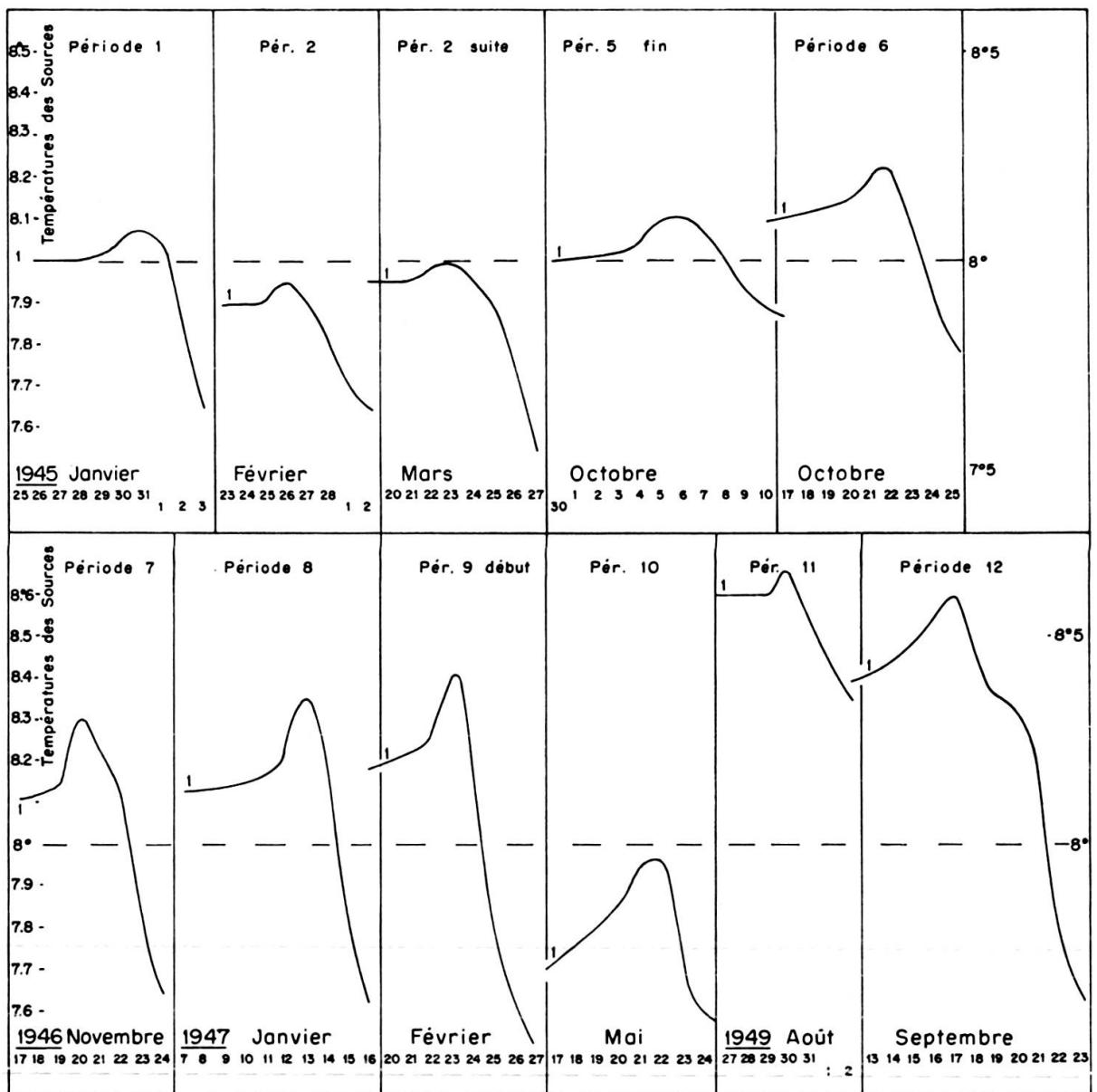


FIG. 3. — Ressauts de température au début des crues à la source Vidart.

Cas de la source de la Divonne-Versoix (n° 6 griffons bn, e, f, o, p, q, r, fig. 4)

A la corne nord-est du Mont Mussy, plusieurs griffons (bn, e, f, o, p, q, r) apportent leurs eaux dans un bassin semi-circulaire qui les déverse dans le lit de la rivière ainsi formée. Mais sur le pourtour, côté Jura (NW), les arrivées d'eaux (h, i, j, k) offrent des caractéristiques différentes des précédentes.

Les secondes, dans l'évolution de leur température suivent, comme on le verra, les sources du groupe B. Les premières, celles du groupe A que nous venons d'étudier (à part quelques petits jaillissements à température un peu plus élevée et qu'on peut rattacher à des apports d'eaux du groupe C), suivent donc dans leur température,

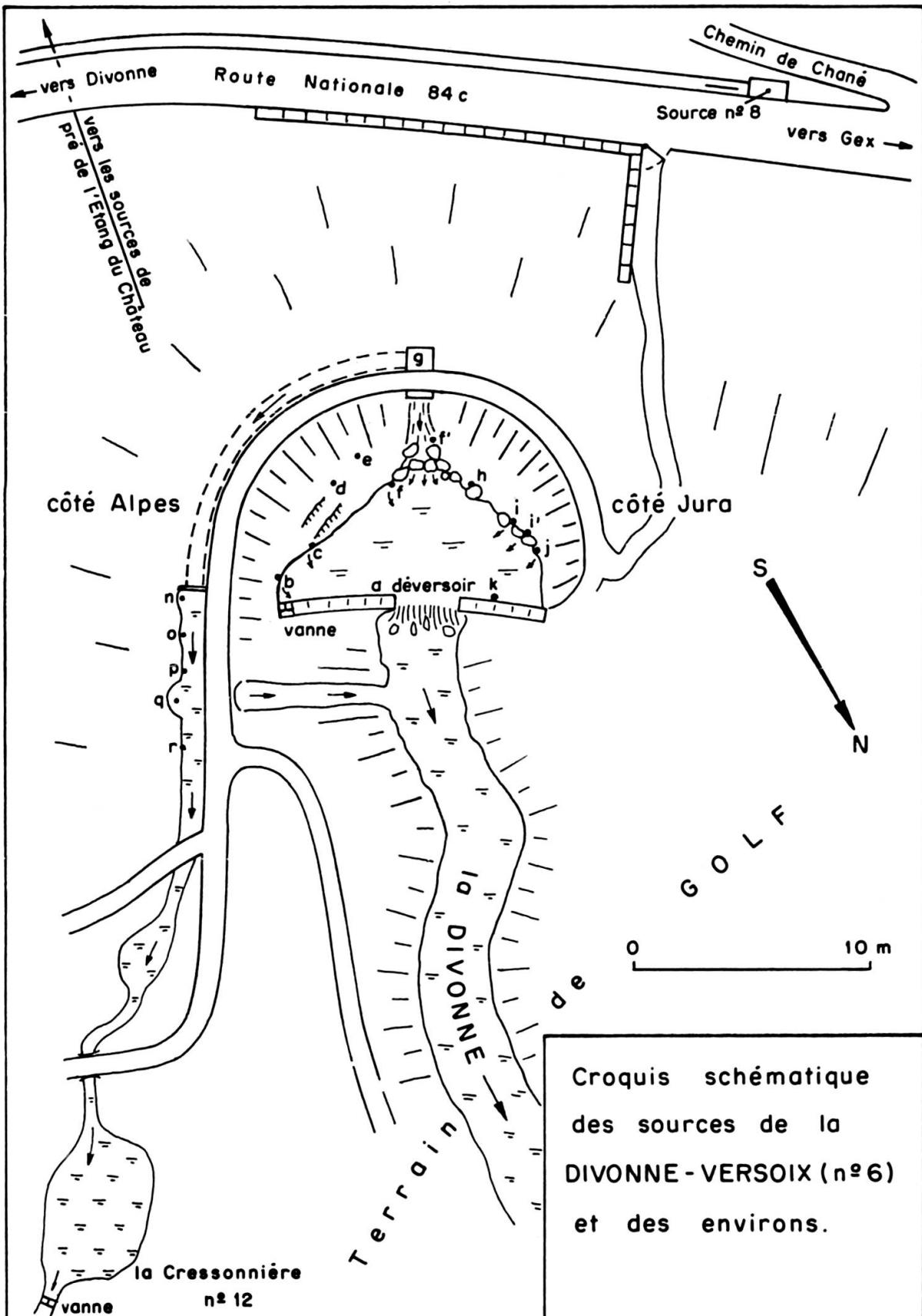


FIG. 4. — Croquis schématique des sources de la Divonne-Versoix.

souvent à $1/10$ de degré près (voir planches I et II) les évolutions des sources Vidart, Emma, Barbilaine, etc...

Cette différence d'origine est d'ailleurs visible dans l'aspect du fond du bassin de la source La Divonne-Versoix: côté Jura, les limons sont d'un beige un peu ocreux, côté Alpes, la coloration tire sur le gris verdâtre.

GROUPE B

Elles jalonnent exactement la ligne de fracture F2 (Nord Mussy-Riamont).

On note d'aval en amont: la Toupe, la Cabusse, le Vieux-Bois, les sources de la Divonne-Versoix, côté Jura; mais elles sont en général assez souvent taries.

Au Vieux-Bois, la source jaillit de fissures du rocher (marbre bâtard) qui coïncident avec la ligne de fracture où le rejet vertical, de l'ordre de 5 m, s'accompagne d'un rejet horizontal difficile à évaluer.

A l'époque des hautes eaux, en contrebas, jaillissent aussi de petites sources présentant les mêmes caractéristiques qui sont différentes de celles du groupe A; la température y est nettement plus basse.

Au Vieux Bois: Semestre chaud: Maxi: 7°,49 — Mini: 6°76 — moyenne 7°12

Semestre froid: Maxi: 7°,24 — Mini: 6°70 — moyenne 6°97

Moyenne générale: 7°,01 contre 7°,79 pour la source Vidart.

L'influence saisonnière est assez peu marquée et comme pour le groupe A, ce sont seulement les précipitations ou les fontes de neiges en montagne (> 900 - $1\,000$ m) qui les alimentent.

Mais c'est dans l'allure des courbes de température (voir fig. 5 en particulier) que s'exprime surtout la différence importante entre ces deux groupes. Au Vieux Bois, par exemple, l'effet des précipitations se fait sentir très tôt sur les températures qui montrent des oscillations fréquentes et souvent non concordantes avec celles, plus adoucies de la source Vidart. Nous n'avons pu, non plus, mettre en évidence pour ce groupe, le ressaut de température observé au début des crues pour le groupe A.

Les pluies tombant uniquement à basse altitude, ne paraissent pas avoir d'influence sur la température de la source. Cette température est d'ailleurs assez basse pour que l'alimentation du karst montagnard s'effectue à des altitudes supérieures à 1 000 m.

Il s'agit encore là d'un réseau de type vauclusien dont le Vieux-Bois représente l'un des trop pleins, sur la ligne de ces sources.

On remarque aussi la rapide remontée des températures dès cessation des précipitations, ce qui peut être l'indice, soit de faibles réserves, soit de l'arrêt de siphonnage d'eaux plus froides encore, hypothèse que le tarissement et le jaillissement brusqués paraissent confirmer.

Souvent après une rapide montée des eaux, celles-ci apparaissent laiteuses, emplies de fines bulles, comme si l'on assistait à un dégazage. Il semble y avoir là de l'eau amenée brusquement en décompression après avoir absorbé, sous les pressions

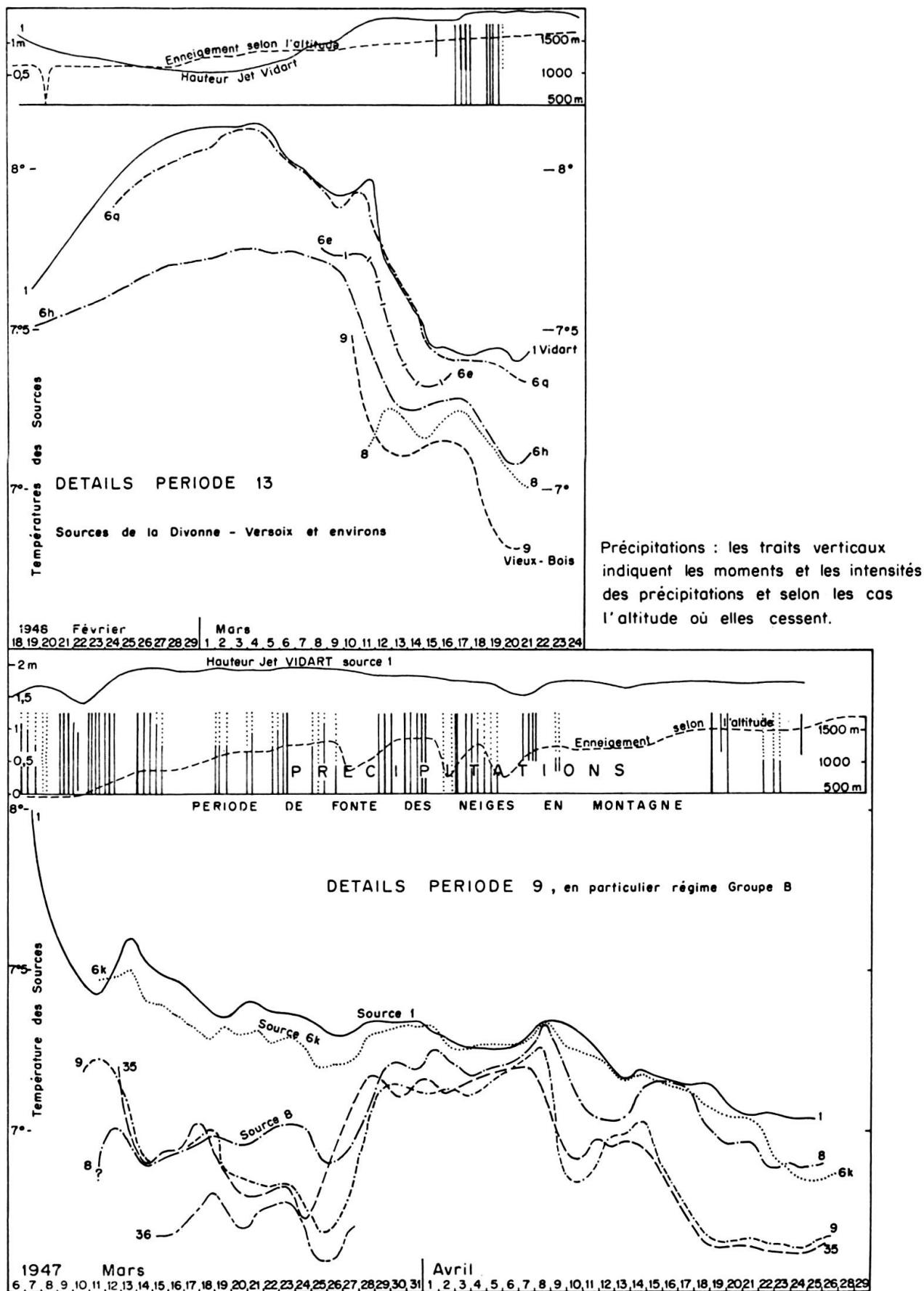


FIG. 5. — Tableau comparatif des températures des sources, de la hauteur du jet Vidart et de la pluviométrie (détails).

existant au cœur de la montagne, une certaine proportion de *dioxyde de carbone* (CO_2) de provenance humique ou végétale qui a pu dissoudre un peu du carbonate de calcium de la roche. Un amorçage de siphons ramenant les eaux à l'air libre aurait pour effet ce départ de CO_2 et la précipitation de carbonate de calcium très divisé.

A La Cabusse, et surtout à la Toupe, l'eau jaillit plus rarement qu'au Vieux-Bois; il y faut de fortes précipitations ou fonte de neiges en montagne; mais malgré la discontinuité des relevés, les températures et leurs variations sont calquées sur celles du Vieux-Bois, à ceci près que ces dernières montrent un retard de quelques heures sur les premières, ce qui se conçoit aisément par la durée du trajet à parcourir d'Ouest en Est dans les chenaux souterrains.

A la Toupe, l'eau est cependant un peu plus froide (${}^1/_{10}$ à ${}^3/_{10}$ de degré ce qui peut être dû à l'influence de la roche encaissante assez proche de la surface du sol protégée du soleil et qui tend surtout, en saison froide, où ces sources fonctionnent (les débits étant malgré tout assez faibles), à abaisser la température de l'eau.

A la source de la Divonne-Versoix, nous avons noté ci-dessus qu'à l'Ouest du bassin semi-circulaire (n° 6), les températures des griffons sont plus basses que du côté est (plus de $0,5^\circ$) et fluctuent sous l'influence des précipitations ou fontes en montagne, comme celles du Vieux-Bois, de la Cabusse et de la Toupe. Il se confirme donc que l'accident tectonique F2 est bien le chemin suivi par les eaux du groupe B. Quelques expériences en février 1948, à l'aide de traceurs chimiques (fluorescéine, sel marin) nous ont permis de mettre en évidence une communication entre le Vieux-Bois et les sources 6 (h, i, j) de la Divonne-Versoix. La durée de passage entre ces deux points éloignés l'un de l'autre d'environ 500 m variait de $3/4$ d'heure à 1 heure.

GROUPE C

En dehors des sources des groupes A et B, dont les eaux montrent une température inférieure à la moyenne annuelle de celle de l'air à Divonne (environ 10°), nous avons reconnu au pied sud oriental des collines Mussy-Mourex, et jalonnant une ligne allant de Grilly à Divonne (abords de la source de la Divonne-Versoix) un ensemble d'émergences dont la température dépasse, parfois fortement cette température moyenne.

A Arbère (SW de Divonne), au lieu dit le Magdelon, deux sources (n° 16 et 17) manifestent une température le plus souvent supérieure à 14° . L'une d'elles approche parfois les 15° , même en saison froide (comparer avec les sources du Mont de Chambon (SCHARDT, 1897, p. 211).

A mi-Fontaine (n° 14), non loin de l'Hôtel Marquis à Divonne, l'eau qui sort du rocher urgonien est en général à plus de 12° et atteint souvent $12^\circ,5$.

La source du Faisin (n° 20), non loin du cimetière de Grilly se situe entre 11° et 12° , même en hiver.

Non loin de l'étang du château de Divonne, une petite source (n° 13) oscille entre 10°,5 et 11°,5.

Quant à la source de l'étang du château, elle présente un régime complexe de température où l'on retrouve les influences des eaux des groupes A et C.

Plus au Nord-Est, après avoir recoupé la fracture F2, on peut observer que les venues d'eau de la pièce d'eau dite « La Cressonnière », située non loin de la source de la Divonne-Versoix, ont une température variant de 9° à 11°, c'est-à-dire nettement supérieure à celle des groupes A et B. Un certain nombre de ces sources du groupe C sont certainement mélangées à des eaux de surface et surtout à celles qui peuvent provenir d'une alimentation par l'impluvium des monts Mussy-Mourex. Malgré tout, leur température montre qu'une certaine proportion de leur débit provient d'une profondeur notable.

Pour la plupart de ces sources le débit, assez faible, est influencé par les précipitations sur le haut Jura. Par contre, au Magdelon par exemple, les précipitations en montagne ne paraissent pas avoir d'influence immédiate (moins d'une semaine) sur l'évolution de leur température.

Les analyses des eaux des sources du Magdelon et de Mi-Fontaine ont montré des teneurs notamment plus élevées en sels de Magnésium et en sulfate que celles des eaux des groupes A et B.

On notera pour les sources allant du Faisin à Mi-Fontaine leur position sur des accidents provenant de la Faucille ou de leurs prolongements, ce qui peut expliquer la présence de sulfates et de sels de Magnésium par la proximité du Trias au creux de l'Envers, dont l'extrémité nord-est jouxte précisément ces accidents. Une autre hypothèse, moins probable, est celle de l'influence de la molasse, présente entre Grilly, Arbère et Divonne, molasse dont certains niveaux sont gypseux, ces niveaux ne se manifestant pas dans les environs immédiats des sources en question.

Relevé des quelques températures parmi les Sources du Groupe C

- La Cressonnière n° 12
 - 1.3.1948: 10°,05 — 29.8.1948: 11°,6 — 4.9.1948: 9°,3
 - 24.12.1949: 9°,20 — 12.8.1954: 9°,4
- Mi-Fontaine n° 14
 - 20.3.1946: 12° — 10.7.1946: 12°,4 — 9.10.1946: 12°,5 — 21.11.1946: 12°,6
 - 13.1.1947: 11°,3 — 25.4.1947: 11°,84 — 20.9.1949: 12°,3 — 9.11.1952: 11°,6
- Magdelon n° 17
 - 16.3.1946: 14°,35 — 13.9.1946: 14°,8 — 4.12.1946: 14°,45 — 12.8.1949: 14°,6
- Le Faisin (Grilly) n° 20
 - 11.3.1946: 11°,2 — 28.3.1946: 11°,5 — 21.11.1947: 11°,2

* * *

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

ANALYSES CHIMIQUES

Dans les documents laissés par le Docteur Vidart, fondateur de la station thermale, on peut trouver les renseignements suivants (strictement transcrits), relatifs aux environs de 1880-1890:

- Analyse des gaz s'échappant parfois par des bulles:

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 &= 26 \\ \text{O}_2 &= 162,5 \\ \text{N}_2 &= 809,5\end{aligned}$$

- Gaz dissous (pour 1 000 gr. d'eau)

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 &= \text{traces (?)} \\ \text{O}_2 &= 1 \text{ cm}^3 = 0,001432 \text{ g} \\ \text{N}_2 &= 5 \text{ cm}^3 = 0,00633 \text{ g}\end{aligned}$$

- Sels minéraux contenus dans l'eau:

Bicarbonate de calcium	:	0,22556
Bicarbonate de Magnésium	:	0,02159
Phosphate de Calcium	:	traces sensibles
Nitrate de Calcium	:	traces
Chlorure de Potassium	:	0,000670
Chlorure de Sodium	:	0,000687
Silice	:	0,0011965
Alumine, Oxydes de fer et de Manganèse:	:	0,00839

- Substances organiques :

- Glairine	:	0,001360
- Acide crémique	:	traces
- Acide apocrénique	:	0,019040

- Débit des quatre sources (Vidart-Emma-Ausone-Barbilaine)	:	85 000 litres par minute.
(ce débit est bien de l'ordre de celui que nous avons constaté).		

Le professeur THORAL (Lyon, septembre 1952) a étudié les sources de l'Amélie, qu'il considère comme ayant une origine commune avec les sources de l'établissement thermal.

Analyse I 13 n° 5031:

Matières organiques: en milieu acide, O₂ correspondant: 1,85 mg/litre
en milieu alcalin, O₂ correspondant: 1,10 mg/litre

NH₃-NO₂-H₂S Fe⁺⁺⁺ : Néant

Nitrates NO₃ : 1,50 mg/l

Chlorure Cl : 7,02 mg/l

Sulfates SO₄ : 8,0 mg/l

Alcalinité totale : 92

Degré hydrotimétrique total : 17°

Degré hydrotimétrique permanent: 7°

Résistivité en ohms : 3

ph : 7,5

Absence d'indices chimiques de contamination microbienne.

Des analyses bactériologiques sur l'eau de la source VIDART ont donné:

- Janvier 1937: 1 000 Colibacilles/litre
- Janvier 1947: 200 Colibacilles/litre
- Janvier 1948: 100 Colibacilles/litre

Le tableau suivant résume les résultats de nos propres analyses:

Analyses diverses d'eaux des sources étudiées

DÉBITS DES SOURCES — IMPLUVIUM

Nous donnons ici un condensé des mesures qui ont été effectuées:

- Bief issu de la source Vidart:
 - Eaux assez basses: environ $0,72 \text{ m}^3/\text{sec}$.
 - hautes eaux : environ $2 \text{ m}^3/\text{sec}$.
- Rivière à la sortie de l'agglomération divonnaise:
 - Minima : voisins de $1 \text{ m}^3/\text{sec}$.
 - Maxima: voisins de $4 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Après une longue période de sécheresse, le débit des sources de l'Etablissement Thermal reste encore notable, alors qu'en amont, les sources de la Divonne-Versoix sont taries.

Pour cette rivière, il est vraisemblable que pendant sa traversée de l'agglomération, une partie du débit se perd dans un cône d'alluvions très aplati sur lequel est bâti la ville, et y alimente une nappe phréatique, d'ailleurs mise au jour au moment de la création du lac artificiel de Divonne.

Quant à l'impluvium apparent de la Divonne-Versoix au point où elle vient de s'adoindre, les sources de l'Etablissement, nous l'avons planimétré à $34,56 \text{ km}^2$.

En admettant en ce point un débit moyen de $2 \text{ m}^3/\text{seconde}$, l'abondance relative, en tenant compte des ruisseaux affluents antérieurs, serait de 60 litres/seconde au kilomètre carré, ce qui s'écarte légèrement du cadre des rivières de la région Jurassienne (Valserine: 40 l/sec/km^2 ; AIN: $38 \text{ à } 39 \text{ l/sec/km}^2$).

Mais si l'on ne tient compte, lorsqu'on considère seulement les sources du groupe A (source de la Divonne-Versoix, Source Etablissement Thermal, Amélie), que de l'aire d'alimentation située au-dessus de 1 000 m, cet impluvium apparent se réduit à 9 km^2 .

En admettant une hauteur de précipitations annuelles de 2 m d'eau en moyenne au-dessus de l'altitude de 1 000 m et un déficit d'écoulement (évapo-transpiration) voisin de 0,50 m (PARDE, 1947), la tranche d'eau infiltrée en altitude serait donc de 1,50 m, ce qui correspondrait à $13\,500\,000 \text{ m}^3$ par an, soit en moyenne à $0,428 \text{ m}^3$ par seconde.

Or, la seule source Vidart (n° 1) offre déjà un débit qui ne paraît être que rarement inférieur à $0,72 \text{ m}^3/\text{seconde}$. Si on y ajoute les autres sources du groupe A, ainsi que celles du groupe B, on voit qu'une valeur de $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ est en moyenne atteinte ou dépassée.

On ne peut, même en considérant un impluvium apparent s'étendant des sommets à l'altitude de 600 m ($16,39 \text{ km}^2$), atteindre ce débit de $1 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Aussi, puisque toutes nos observations montrent que l'alimentation de ces sources se fait au travers des calcaires de la montagne, ne faut-il pas admettre un

impluvium véritable, plus vaste, nourrissant d'importantes réserves que des chenaux souterrains collecteraient au bénéfice de ces sources ?

Du côté de la Valserine, au-delà de la ligne de crête la disposition géologique des couches ne paraît pas favoriser une marche des eaux vers le Sud-Est. Au bassin de l'Oudart, du côté Gex-La Faucille, vu l'altitude basse, en moyenne, et malgré les sommets voisins de la Faucille, cette zone ne nous semble guère non plus pouvoir être retenue.

Par contre, c'est dans le bassin adjacent du Boiron, ou mieux de ses arrières en montagne que constituent les massifs de la Dôle, de la Barilette et même sur l'autre versant, la Pétroulaz, les Dappes qu'on remarque (voir travaux de LAGOTALA (1920) et de FALCONNIER (1955), une importante faille (F6) dirigée NNW-SSE naissant à la Trélasse, sectionnant l'arête de la Dôle au col de Porta, et se dirigeant par le creux du Pralet, en suivant par le bas, les escarpements des contreforts de « Potraux » et de « sur les Roches », après quoi on ne peut la suivre dans les moraines et éboulis qui tapissent au-dessous de 900-1 000 m les pentes du Jura.

Il ne nous paraît pas impossible que cette fracture, d'ailleurs rencontrée par d'autres accidents, puisse servir de guide aux circulations d'eaux souterraines de cette région de la Dôle. Et si par la pensée on la prolonge vers le Sud, on aboutit presque exactement à la source de la Divonne-Versoix. D'où l'hypothèse que les griffons (côté Alpes) de la source de la Divonne-Versoix, ainsi que les sources de l'Etablissement Thermal qu'on a vu posséder des caractéristiques thermiques quasi-identiques (Groupe A) pourraient être alimentés, au moins en partie, par des chenaux que cette fracture aurait fait naître. Ces conduits draineraient des eaux infiltrées dans ce nouvel impluvium (versant SE de la Dôle, synclinal du Vuarne, partiellement massif de la Barilette, impluvium qu'on peut encore supposer s'étendre plus loin au Nord).

En considérant ce versant du Jura qui va de Vesancy au col de St-Cergue et au-delà, on est surpris de ne pas trouver, en dehors de la Divonne-Versoix, davantage de rivières assez importantes pour évacuer les eaux tombées sur la montagne et sur ces pentes.

Il est vrai que des circulations souterraines cachées peuvent exister sous la plaine ou au pied des monts; c'est le cas de la nappe phréatique des Pralies découverte par FALCONNIER (1953) qui a montré que son alimentation par les massifs de la Dôle et de la Barilette sur un impluvium estimé à 20 km², pourrait apporter très largement un débit de plus de 170 litres/seconde.

On notera aussi qu'au pied du Jura, vers Nuchon, Contremble, sur le trajet de cet accident F6 se manifestent dans le glaciaire (souvent à prédominance jurassienne), nombre de petites sources, certaines étant captées pour l'alimentation en eau potable.

Elles reçoivent au travers de cette moraine filtrante (« groise »), non seulement les eaux tombées sur cette moraine, mais aussi celles que le massif jurassien peut leur apporter à son contact et certainement sous une certaine pression, grâce aux chenaux dont l'origine pourrait être vraisemblablement cette fracture F6.

Il ne nous semble d'ailleurs pas déraisonnable de penser que le vallon du château (vallée morte ?) séparant le Mont Mussy de la butte molassique du château de Divonne, ait pour origine un prolongement de la fracture du col de Porta (F6), prolongement qu'on pourrait suivre le long du pied du Mont Mussy-Mourex et qui favoriserait alors la venue des eaux d'origine plus profondes du groupe C.

CONCLUSIONS

Il apparaît à la suite de cette étude que les sources des groupes A et B sont des exurgences des eaux infiltrées dans les calcaires du Jura.

S'il nous semble bien évident que le groupe B reçoit grâce à la fracture nord du Mussy-Riamont (F2), les eaux d'un Jura assez proche, à l'exclusion des eaux infiltrées sur les collines de Mussy-Mourex-Riamont (oscillations thermiques suivant de près les phénomènes météorologiques), par contre celles du groupe A pourraient provenir d'une zone un peu plus lointaine de ce même Jura (massif de la Dôle ?), ces eaux arrivant seules ou s'ajoutant à des eaux en provenance du Jura divonnais, mais d'origine différente de celles du groupe B.

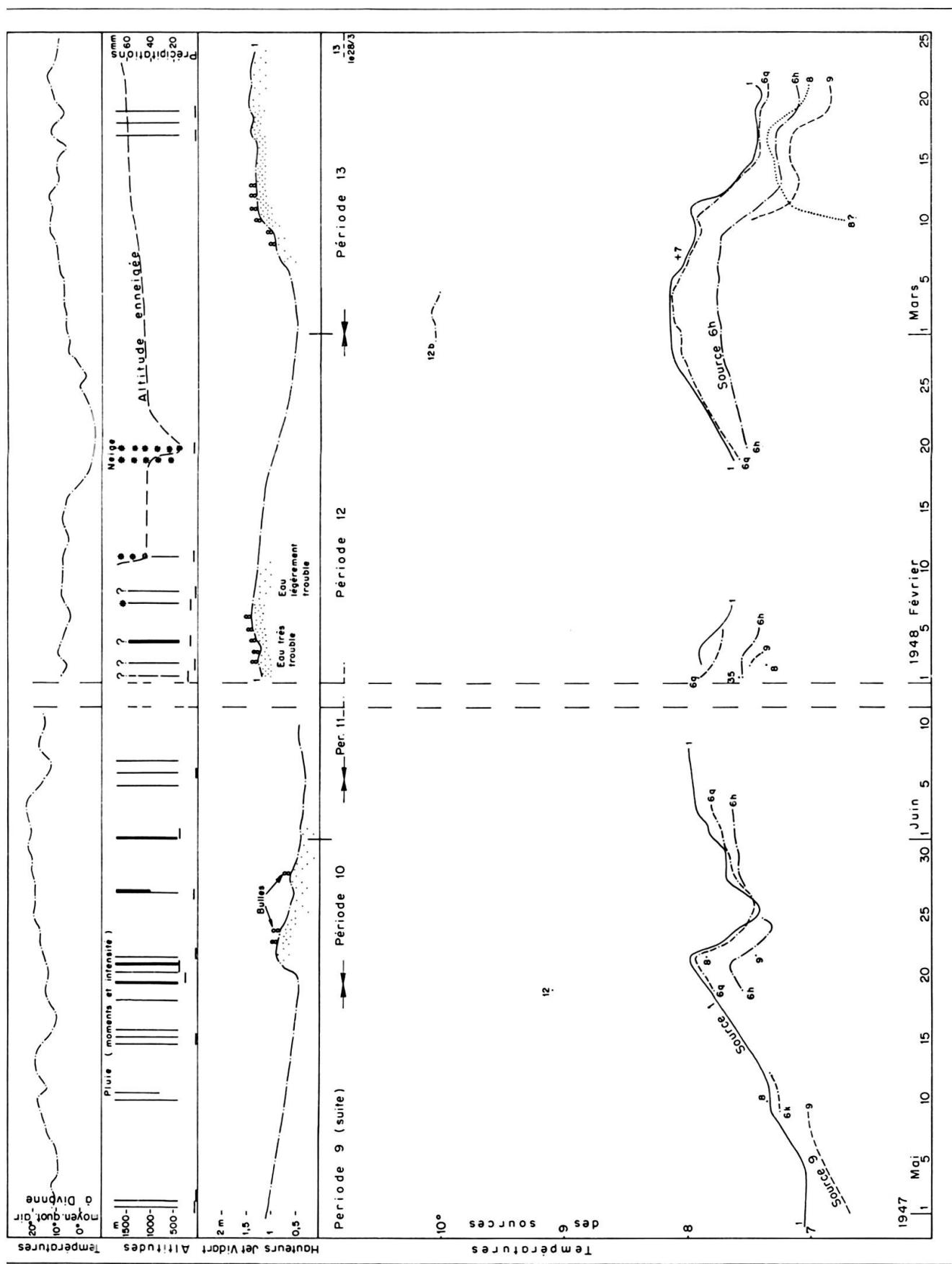
Cette hypothèse appelle de nouvelles recherches, plus approfondies qui pourraient permettre, grâce aux moyens modernes d'investigation, de mieux préciser les zones d'alimentation de ces sources.

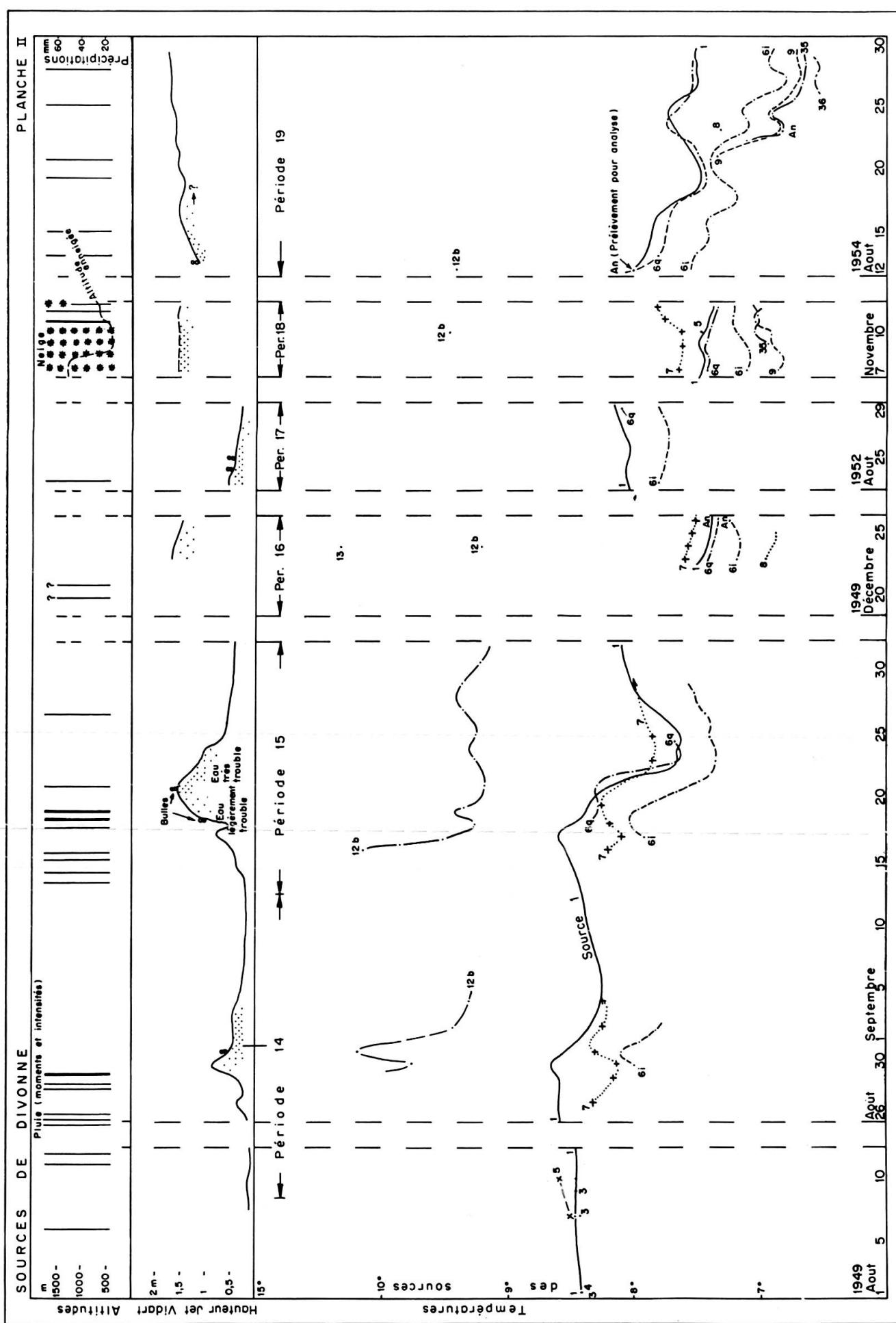
Pour le groupe C, vraisemblablement aussi d'origine jurassienne, dont l'intérêt, outre la température plus élevée, réside dans la composition chimique qui en fait des eaux légèrement sulfatées magnésiennes, à côté des sels de calcium. Ceci confirme notre désir de voir entreprendre de nouvelles études complètes et synthétiques des sources de tout ce versant du Jura et des plaines et plateaux qui le bordent, du pays de Gex aux cantons de Vaud et de Neuchâtel. La comparaison à peine ébauchée entre les collines ici étudiées et celle de Chamblon, pourrait être ainsi plus poussée.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- FALCONNIER, A. (1953). Découverte de la nappe phréatique des Pralies. *Bull. techn. suisse romande*, n° du 25 mai 1953, p. 353.
- (1955). Etude du décrochement de St-Cergue La Cure. *Eclogae geol. Helv.*, 48/2, 389-399.
- LAGOTALA, H. (1920). Etude géologique de la région de la Dôle. *Mat. carte géol. suisse*. n.s., 46/4.
- MOREL, P. (1946 et 1947). Riamont, Mt-Mourex, Mt-Mussy, étude de quelques avant-plis du Jura gessien. *Bull. soc. Naturalistes et Archéol. Pays Ain.* n° 60, 86-117. n° 61, 37-46.
- PARDÉ, M. (1947). *Fleuves et Rivières*. Armand Collin.





- SCHARDT, H. (1891). Etudes géologiques sur l'extrême méridionale de la première chaîne du Jura (chaîne du Reculet-Vuache). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 27/103.
- (1897). Notice sur l'origine des sources vauclusiennes du Mont de Chamblon. *Bull. Soc. Neuchât. Sc. nat.* 26, p. 211.
- SCHOELLER, H. (1962). *Les Eaux souterraines*. Masson.
- VINCENNE, H. (1932). Les décrochements horizontaux dans le sud du Jura. *C.R. Ac. Sc.*, Paris 13/6/32.
- (1939). Sur la structure des anticlinaux des hautes chaînes du Jura méridional. *C.R. Acad. Sc.*, Paris. t. 208, 26/6/39.

PLANCHE I

Tableau comparatif des températures des sources, de la hauteur du jet Vidart,
de la pluviométrie et de la température de l'air (mai 47-mars 48).

PLANCHE II

Tableau comparatif des températures des sources, de la hauteur du jet Vidart,
de la pluviométrie et de la température de l'air
(août 49-août 54)

