

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
SERVICE REGIONAL D'AMENAGEMENT DES EAUX
DE FRANCHE - COMTE

15 rue Gambetta (25) BESANCON - Tél. 83 79 34

EXPERIENCES DE COLORATION REALISEES
DANS LE BASSIN SYNCLINAL DE
L'ISLE-SUR-LE-DOUBS (Doubs)

Par
Y. Kerrien
avec la collaboration
de P. Beauduc - G. Poncet - J. Toubin - A. Viot



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45 Orléans (02) - Tél.: (38) 66.06.60

Service géologique régional JURA-ALPES
43 boulevard du 11 novembre 1918-69 VILLEURBANNE
B.P. 6083 VILLEURBANNE - CROIX-LUIZET-Tél: 52.26.67

71 SGN 99 JAL

Lyon, mai 1971

Rapport 71 SGN 99 JAL "Expériences de coloration réalisées dans le Bassin synclinal de l'Isle sur le Doubs.

Erratum

- Page 4 liste des figures à remplacer par nouvelle page 4 ci-jointe.

- Page "Résumé", § Résultats 3° alinéa :
lire "des communications entre les karsts..."
4° alinéa :
"elles semblent dépendre surtout du gradient de pente..."

- Page 11, 23° ligne :
ajouter le signe Δ entre les parenthèses : "...situation favorable (Δ sur la carte)"

- Page 30, dernier § 2° ligne :
lire "sur le territoire de la feuille de Belfort"
avant dernière ligne :
"... ont reconnu la présence d'eau artésienne..."

R E S U M E

- Modalités administratives :

Etude réalisée dans le cadre de la convention passée le 4 Juin 1969 avec le Service Régional d'Aménagement des eaux de Franche-Comté.

- Objet :

Etude hydrogéologique du synclinorium de l'Isle-sur-le-Doubs - reconnaissance des circulations souterraines par coloration à la fluoresceïne.

- Résultats :

La limite occidentale du bassin a été précisée.

Les origines des principales émergences ont été reconnues.

Des documentations entre les karsts du Jurassique supérieur et inférieur existent dans le secteur d'Onans.

Les vitesses de circulation des eaux souterraines sont très variables, elles semblent dépendre surtout de gradient de pente et de la pluviométrie.

- Perspectives d'avenir :

Des mesures de débit sur le Doubs et les principales émergences du bassin ainsi que des relevés thermo-pluviométriques doivent permettre l'établissement d'un bilan. La confrontation de ce bilan et des résultats contenus dans le présent rapport amènera des précisions sur les possibilités de stockage d'eaux souterraines dans le "piège hydrologique" de l'Isle-sur-le-Doubs.

Ingénieur S.G.R. responsable de l'opération : Mr Y. KERRIEN

Interlocuteurs S.R.A.E. : Mrs GLEIZES & MAYA

Techniciens : Mrs BEAUDUC, PONCET, TOUBIN, VIOT

Dessinateur : Mr RIEUX

Secrétariat : R. DEBIESSE

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	page
1 - <u>METHODE</u>	6
11 - COLORANT	6
12 - SURVEILLANCE	6
13 - TEMOINS	7
14 - TRAITEMENT DES FLUOCAPTEURS	7
2 - <u>COLORATION N° 1 A VIETHOREY</u>	7
21 - BUT DE L'EXPERIENCE	7
22 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe I)	7
23 - POINTS D'OBSERVATION	8
24 - INJECTION DU COLORANT	8
25 - SURVEILLANCE ET ETUDE DES EMERGENCES	9
251 - <u>Résultats</u> (annexe II)	9
2511 - <u>Source D</u> (source d'Uzelle)	9
2512 - <u>Source C</u> (moulin de Montby)	9
2513 - <u>Source B</u>	9
2514 - <u>Autres points d'observation</u>	10
26 - CONCLUSION	11
3 - <u>COLORATION N° 2 AU CREUX DE PISSEPONT</u>	11
31 - BUT	11
32 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe III)	12
33 - POINTS D'OBSERVATION	12
34 - POINT D'INJECTION	13
35 - INJECTION DU COLORANT	13
36 - METEOROLOGIE - REGIMES DES EAUX (voir diagramme des précipitations annexe IV)	13
37 - SURVEILLANCE DES EMERGENCES	13

	page
38 - RESULTATS (annexe V)	14
39 - CONCLUSIONS	15
4 - <u>COLORATION N° 3 PERTE D'ONANS</u>	15
41 - BUT	15
42 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe VI)	15
43 - POINT D'INJECTION	16
44 - POINTS D'OBSERVATION	16
45 - INJECTION DU COLORANT	17
46 - CONDITIONS METEOROLOGIQUES	17
47 - SURVEILLANCE DES EMERGENCES	17
48 - RESULTATS	17
5 - <u>COLORATION N° 4 PERTE DU RUISSEAU DE CONVILLARS</u>	18
51 - BUT	18
52 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe VIII)	19
53 - POINT D'INJECTION	19
54 - POINTS D'OBSERVATION	19
55 - INJECTION DU COLORANT	20
56 - PLUVIOMETRIE - REGIME DES EAUX (voir graphique annexe IX)	20
57 - RESULTATS DE L'EXPERIENCE	21
58 - CONCLUSION	21
6 - <u>COLORATION N° 5 A ECOT</u>	22
61 - BUT	22
62 - SITUATION (voir carte annexe X)	22
63 - POINT D'INJECTION	23
64 - POINTS D'OBSERVATION	23
65 - PLUVIOMETRIE - REGIME DES EAUX	24
66 - INJECTION DU COLORANT	24
67 - SURVEILLANCE DES EMERGENCES ET RESULTATS	25
7 - <u>COLORATION DE GLAINANS</u>	26
8 - <u>CONCLUSION D'ENSEMBLE</u>	26

Liste des Figures

---:---:---:---:---:---:---:---

	texte	page
Annexe I		
Coloration n° 1 = Situation de l'expérience	22	7
Annexe II		
Coloration n° 1 = Résultats	251	9
Annexe III		
Coloration n° 2 = Situation de l'expérience	32	12
Annexe IV		
Coloration n° 2 = Pluviométrie, régime des eaux	36	13
Annexe V		
Coloration n° 2 = Surveillance et résultats	38	14
Annexe VI		
Coloration n° 3 = Situation de l'expérience	42	15
Annexe VII		
Coloration n° 3 = Pluviométrie, régime des eaux	46	17
Annexe VIII		
Coloration n° 4 = Situation de l'expérience	52	19
Annexe IX		
Coloration n° 4 = Pluviométrie, régime des eaux	56	20
Annexe X		
Coloration n° 5 = Situation de l'expérience	62	22
Annexe XI		
Coloration n° 5 = Pluviométrie, régime des eaux	65	24
Annexe XII		
Carte générale des circulations souterraines	8	26

EXPERIENCES DE COLORATION REALISEES DANS LE BASSIN SYNCLINAL DE L'ISLE-SUR-LE-DOUBS POUR LE COMPTE DU S.R.A.E. DE FRANCHE-COMTE.

La convention signée le 4 Juin 1969 entre le S.R.A.E. de Franche-Comté et le B.R.G.M., confiait au Service Géologique Régional Jura-Alpes la première partie de l'étude hydrogéologique du bassin synclinal de l'Isle-sur-le-Doubs, le but fixé étant de déterminer les possibilités de stockage d'eaux souterraines dans le piège tectonique que représente ce bassin. Les terrains jurassiques constituant l'essentiel de cette zone sont principalement calcaires et karstifiés et le programme d'étude prévoyait d'exécuter des expériences de coloration pour tenter de définir l'extension du bassin hydrogéologique et les caractéristiques des écoulements souterrains.

Cinq expériences ont été réalisées de Décembre 1969 à Décembre 1970.

Le but du présent rapport n'est pas d'apporter une interprétation définitive des résultats obtenus, mais de rendre compte d'une étape de l'étude entreprise. L'analyse détaillée des phénomènes observés s'intégrera, par la suite, dans un rapport de synthèse plus vaste.

C'est pour cette raison que le cadre géologique d'ensemble et la manifestation en surface des phénomènes karstiques ne sont pas traités ici ; c'est tout aussi volontairement que l'historique des recherches antérieures n'a pas été abordé. Toutefois la carte synthétique (annexe XII) contient l'indication des circulations reconnues par des colorations anciennes.

Notre exposé se limite donc après un aperçu sur la méthode employée, à décrire chacune des cinq expériences de traçage que nous avons effectuées, dans leur ordre chronologique :

- Coloration 1 Viethorey
- Coloration 2 Creux de Pissepont
- Coloration 3 Perte d'Onans
- Coloration 4 Perte de Gonvillars
- Coloration 5 Ecot

Quelques indications sont données sur une coloration mise en oeuvre à Glainans en juin 1970, par le groupe spéléologique des Campeurs d'Alsace.

En conclusion les différents résultats obtenus sont confrontés pour mieux préciser les limites hydrogéologiques du bassin et pour tenter de dégager quelques caractéristiques principales des écoulements souterrains.

1 - METHODE

Afin de ne pas avoir pour chaque cas à revenir sur l'exposé de la méthode employée, nous allons la préciser ici :

11 - COLORANT

Le colorant utilisé est la fluorescéine en poudre, dissoute, au moment de l'injection soit dans l'eau, soit dans une solution alcoolo-ammoniacée.

12 - SURVEILLANCE

En plus de l'observation directe les émergences contrôlées ont été équipées de fluocapteurs. Ces fluocapteurs ont été relevés quotidiennement, au moins pendant la première phase, en double exemplaire pour permettre, éventuellement, un contrôle et une mesure au fluorimètre.

Pour les colorations 1 et 2 la surveillance a été doublée par le ramassage, toutes les quatre heures, d'échantillons d'eau analysés au fluorimètre du laboratoire S.R.A.E par Mr MAYA. La fréquence de ramassage était suivie jusqu'à détection du colorant, ensuite réduite à un relevé quotidien jusqu'à retour aux valeurs d'avant coloration.

Pour les colorations suivantes la méthode de surveillance sur échantillons d'eau a été abandonnée. Les variations naturelles des eaux se sont montrées très importantes, surtout en période de crues, rendant difficile l'interprétation des mesures. Il est apparu que cette méthode, précise mais astreignante, devait être éliminée dans une phase de reconnaissance. Elle conviendrait par contre, dans une deuxième phase, pour

surveiller particulièrement quelques points douteux et pour donner des valeurs plus précises des vitesses d'écoulement.

13 - TEMOINS

Avant chaque expérience des témoins (fluocapteurs et échantillons d'eau) ont contrôlé l'absence de résidus de coloration antérieure.

14 - TRAITEMENT DES FLUOCAPTEURS

Après séchage, les fluocapteurs ont été traités dans un tube à essai par une solution alcoolique de potasse afin de libérer la fluorescéine, qui aurait été captée. L'examen direct à la lumière du jour, puis dans un faisceau lumineux en chambre noire était effectué immédiatement, et après 6, 12, 24 et 48 heures. Les fluocapteurs des colorations 1 et 2 ont fait l'objet de mesures au fluorimètre dans le laboratoire du S.R.A.E. de Besançon. Pour les autres colorations des contrôles sur les fluocapteurs relevés en double ont été opérés aux laboratoires du S.G.R. Jura-Alpes.

2 - COLORATION N° 1 A VIETHOREY

21 - BUT DE L'EXPERIENCE

La limite occidentale du bassin synclinal de l'Isle-sur-le-Doubs est marquée par un système de grandes failles subméridiennes ; ces failles morcellent et laminent les anticlinaux liasiques imperméables susceptibles d'assurer la fermeture du bassin. Afin d'étudier cette fermeture et le comportement des failles quant aux circulations d'eaux, une première expérience de coloration a été tentée à partir d'un point d'injection situé à l'Ouest des limites strictes du bassin.

22 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte en annexe I)

Le point d'injection est situé à 1500 m au Nord-ouest du village de Viethorey ($x = 907,57$ $y = 278,18$ $z = 413$).

Douze sources ont été retenues comme points d'observation. L'ensemble de ces points (voir tableau ci-dessous) est situé sur le territoire des cartes I.G.N. au 1/20 000 - Beaume-lès-Dames 3, 4, 7, 8 et Montbéliard 1 et 5.

23 - POINTS D'OBSERVATION

Repère	Dénomination	z	x	y	n° inventaire B.R.G.M.
A	Source de Clerval	282	913,87	274,475	474/5/17
B	Soye - source de Gourdevau	300	912,185	279,225	474/1/27
C	Source du Moulin de Montby	339	910,85	280,87	473/4/2
D	Uzelle - source du Moulin ruiné	336	910,15	281,45	473/4/3
E	Ruisseau de Nans	339	907,580	282,900	
F	Ruisseau de Gondenans- lès-Moulins	306	904,920	281,560	
G	Ruisseau de Gouhelans		902,75	280,72	
H	Ruisseau de Huanne- Montmartin		902,42	277,94	
I	Ruisseau de Verne		903,48	274,47	
J	Source du Lonot	269	905,10	269,472	
K	Source de Hyèvre-Paroisse	287	909,05	271,58	473/8/4
L	Bief de l'Ermite	275	910,82	270,91	473/8/6

N.B : Les points E à J extérieurs aux limites du bassin, ne figurent pas à l'inventaire B.R.G.M.

Les points G, H et I sont situés sur des ruisseaux collectant les eaux de plusieurs émergences ; leur Z ne serait donc pas significatif.

Le point J est une source temporaire à très faible débit, sa cote d'émergence est pratiquement celle du Doubs.

24 - INJECTION DU COLORANT

Le 8 Décembre 1969 à 11 heures, cinq kilogrammes de fluoréscéine, dilués dans une solution alcool-ammoniacée, ont été versés dans la perte de Viethorey. Le débit du ruisseau estimé à 10 l/s a permis un entraînement rapide du colorant.

25 - SURVEILLANCE ET ETUDE DES EMERGENCES

Du 8 au 12/12 inclus : relevé quotidien des fluocapteurs, trois prises d'échantillons d'eau par jour ;

Du 12 au 15/12 inclus : aucun prélèvement, les routes étant impraticables à cause du verglas ;

Du 16 au 18/12 inclus : relevé quotidien eau et fluocapteurs.

Autres relevés : le 23/12/69 et le 7/1/70.

La surveillance a été abandonnée après retour aux valeurs des échantillons témoins.

Les échantillons récoltés ont été traités et étudiés au fluorimètre par Mr MAYA dans le laboratoire du S.R.A.E. à Besançon ; les fluocapteurs recueillis en double ont été examinés au S.G.R. Jura-Alpes à Lyon.

251 - Résultats (annexe II)

2511 - Source D (source d'Uzelle)

Apparition massive du colorant 70 h après l'injection, en baisse 24 h après. La mesure au fluorimètre donne une concentration de 1 mg/l.

La distance supposée (voir carte) étant de 5,250 km, la vitesse minimale de circulation des eaux est de l'ordre de 75 m/h (1,8 km/jour) ($2,10^{-2}$ m/s) pour un dénivelé de 77 m soit un gradient de pente de 0,015.

2512 - Source C (Moulin de Montby)

L'arrivée du colorant n'a pas été observée. Sur les échantillons d'eau relevés le 16/12/69, on note une concentration de 0,002 mg/l, en baisse le 17/12/69. La comparaison avec la source D peut se faire d'après les mesures sur fluocapteurs : la concentration mesurée en C ne représente que 3,5 % de celle relevée en D.

2513 - Source B

Réapparition après perte des eaux prove-

nant des deux sources C et D. On aurait dû observer deux passages du colorant correspondant au décalage observé entre C et D, avec une dilution correspondant au mélange des deux ruisseaux.

Malheureusement, ces deux flux se sont présentés entre le 12 et le 16 Décembre, période où les prélèvements n'ont pu être réalisés. De plus, le 16/12/69, les fluocapteurs avaient été emportés par le ruisseau en crue et nous n'avons aucune mesure valable pour cette source.

2514 - Autres points d'observation

La mesure au fluorimètre montre une très légère augmentation de la fluorescence entre le huitième et le dixième jour suivant l'injection du colorant. Ce phénomène coïncide avec une période de fortes crues et son interprétation est délicate.

Le contrôle sur fluocapteur laisse subsister un doute : en effet, l'examen direct à la lampe, après traitement, ne montre aucune coloration nette, alors que la mesure au fluorimètre indique une concentration telle que cette coloration devrait être sensible (2×10^{-8}). Cette valeur est toutefois une valeur limite et l'on peut présenter deux explications :

- L'augmentation constatée de la fluorescence est sans rapport avec l'expérience, les eaux en crue ayant entraîné des matières (organiques ?) responsables du phénomène ;

- la fluorescéine est responsable du phénomène, mais celui-ci reste lié au régime de crues qui aurait provoqué la dispersion d'un trop plein de réservoir karstique.

Le doute pourrait être dissipé par des prélèvements en régime normal et en régime de crues, en l'absence de tout colorant ; ceci permettrait de contrôler les variations spontanées de la fluorescence de l'eau aux divers points observés.

26 - CONCLUSION

S'il demeure une incertitude quant à l'interprétation de l'ensemble des observations, le but essentiel de l'expérience a été atteint. Il semble en effet démontré que les grandes failles nord-sud, qui affectent la fermeture occidentale du synclinal, ne jouent pas le rôle de drain vers le Sud, en direction du Doubs. Ces failles toutefois ne forment pas un écran aux circulations d'eau, mais par le jeu de la tectonique (pendages, contacts entre horizons géologiques différents) le drainage se fait d'Ouest en Est, vers l'intérieur du bassin étudié. Ce n'est, peut-être, que d'une manière accidentelle, en période de très hautes eaux, qu'une partie de celles-ci peut s'écouler vers l'extérieur, à partir d'un secteur tout à fait périphérique. En sens inverse par contre, les circulations semblent impossibles et la fermeture du bassin apparaît certaine dans la zone considérée.

Il reste un secteur étroit où cette certitude n'existe pas et où il convient d'effectuer une nouvelle expérience de coloration : c'est le secteur de l'hôpital Saint-Lieffroy. Entre la retombée nord de l'anticlinal de Clerval et l'anticlinal liasique nord-sud, qui assure la fermeture vers l'Ouest, les calcaires du Jurassique supérieur et ceux du Jurassique moyen sont en contact par faille. Pour l'injection du colorant, un gouffre présente une situation favorable (sur la carte), mais il n'y a aucun écoulement superficiel et une amenée d'eau par citerne (le village est à 2 km) sera nécessaire pour mener à bien la tentative.

Il serait enfin intéressant, pour compléter les renseignements de cette première opération, de mesurer comparativement les débits du ruisseau de Viethorey, des sources B (Soye-Gourdevau), C (Moulin de Montby), et D (Uzelle).

3 - COLORATION N° 2 AU CREUX DE PISSEPONT

31 - BUT

L'expérience de coloration n° 1 réalisée pour l'étude

de la fermeture occidentale du bassin de l'Isle-sur-le-Doubs n'avait pu apporter aucune précision dans le secteur de l'Hôpital-St-Lieffroy ; entre la retombée nord de l'anticlinal de Clerval et l'anticlinal liasique nord-sud, une zone étroite montre (cf carte géologique Montbéliard au 1/80 000^e) un contact par failles entre les calcaires du Jurassique supérieur et ceux du Jurassique moyen. L'expérience n° 2 avait pour objet l'étude particulière de cette zone.

32 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe III)

Le point d'injection retenu est situé à 1100 m au Nord du village de l'Hôpital-St-Lieffroy en $x = 911,250$, $y = 275,70$ et $z = 387$, Il s'agit d'un gouffre à double orifice dénommé "creux de Pissepont" et dont la position sur le fond topographique IGN est erronée. Ce gouffre, ouvert dans les calcaires séquaniens, est profond d'une dizaine de mètres et se poursuit par une fissure impénétrable. Il n'existe aucun écoulement en surface.

Six sources et deux fontaines ont été choisies comme points d'observation. L'ensemble des points se trouve sur les cartes topographiques IGN au 1/20 000 Beaume-Les-Dames 4 et 8 et Montbéliard 1 et 5.

33 - POINTS D'OBSERVATION

Repère	Dénomination	z	x	y	n° inventaire B.R.G.M
A	Clerval (source de Vesslotte)	282	913,575	274,575	474/5/17
B	Soye	300	912,15	279,25	474/1/19
C	Moulin de Montby	339	910,86	280,53	473/4/2
D	Hôpital-St-Lieffroy	328	911,17	274,67	
E	Voillans (source Combe du moulin)	399	907,12	273,02	
F	Aigle (fontaine)	425	906,16	270,24	
G	Bois la ville (fontaine)	368	907,34	270,77	
H	Hyèvre-Paroisse	285	909,33	271,77	473/8/4

N.B : Le point D n'a fait l'objet d'une fiche d'inventaire ; ce sont des émergences multiples, diffuses, non pérennes, à débit non mesurable.

Les points E,F,G extérieurs aux limites, ne figurent pas à l'inventaire.

34 - POINT D'INJECTION

Dénomination	z	x	y	n° inventaire B.R.G.M.
Creux de Pissepont	387	911,250	275,70	473/8/9

35 - INJECTION DU COLORANT

L'absence de circulation superficielle a nécessité l'amenée d'eau par camion citerne. 10 m³ d'eau ont permis d'injecter 4 kgs de fluorescéine avec un débit moyen de 2 l/s. L'absorption s'est faite au fur et à mesure de l'injection, qui a eu lieu le 17 juin de 10 h 30 à 11 h 45.

36 - METEOROLOGIE - REGIME DES EAUX (voir diagramme des précipitations annexe IV).

Lors de l'injection les conditions étaient tout à fait favorables : temps chaud et ensoleillé, régime des eaux très proche de la normale.

Malheureusement, quelques heures après, un orage d'une extrême violence se déclenchait et dès le 17 juin à 24 heures, l'ensemble des ruisseaux et des émergences voyaient leur débit multiplié de 20 à 30 fois.

37 - SURVEILLANCE DES EMERGENCES

Commencé le 17 juin à 16 heures, le relevé des échantillons d'eau toutes les quatre heures a été effectif jusqu'au 18 juin à 16 heures. L'étude au fluorimètre ayant montré le passage du colorant, cette forme d'observation a été abandonnée.

Les fluocapteurs ont été relevés les 18, 19, 23, 26, 30 juin et le 13 septembre.

Il ne nous a pas paru utile d'effectuer un échantillonnage plus serré étant donné les conditions d'observation particulièrement déplorable (exutoires inondés, eaux troubles, gonflement des eaux provoquant l'extrême dilution du colorant, débit rapide des sources).

38 - RESULTATS (annexe V)

Les échantillons d'eau ont montré l'apparition du colorant à la source de Clerval (point A) 18 heures après l'injection. La distance linéaire entre le point d'injection et la source positive étant de 2700 m, la vitesse minimale de circulation des eaux est de 150 m/h soit le double de celle observée lors de la précédente expérience. Le gradient de pente (rapport $\frac{z \text{ injection} - z \text{ réapparition}}{\text{distance linéaire entre les deux points}}$) est de 0,039, deux fois plus élevé, lui aussi, que dans la coloration n° 1. Ceci explique, au moins en partie, la différence entre les vitesses d'écoulement.

Mais ce phénomène peut-être également en liaison directe avec les fortes précipitations observées : une brusque et abondante alimentation dans un karst déjà très rempli aurait pu provoquer le remplissage de chenaux superficiels plus larges et l'évacuation par ces chenaux.

La coloration n'a pas été observée directement, d'une part parce que le gonflement des eaux a produit une dilution importante du colorant, d'autre part parce que les eaux étaient très troublées et teintées par les matières en suspension. Par contre sur les fluocapteurs la présence de fluorescéine a été détectée dès le 18 juin, soit 24 heures après l'injection. La fluorescéine était présente, quoique sa teneur fut en baisse, sur le fluocapteur relevé le 23 juin. Cette persistance semble confirmer l'hypothèse s'une évacuation rapide par des chenaux superficiels, le retour à un régime normal amenant progressivement les eaux encore teintées du circuit habituel plus lent. Le traitement des fluocapteurs relevés le 23 juin a montré

de faibles traces en quatre autres points : source en contre-bas du village de l'Hôpital-St-Lieffroy (point D), source de Voillans (E), fontaine d'Aigle (F) et source du ruisseau d'Hyèvre-Paroisse (H). Pour ce dernier point les traces sont si faibles que le doute est permis.

Les fluocapteurs relevés après le 23 juin se sont tous révélés négatifs.

39 - CONCLUSIONS

Le phénomène de crues qui avait contrarié le déroulement de la première expérience s'est produit à nouveau avec une intensité plusieurs fois supérieure. Cette coloration a cependant mis en évidence un drainage préférentiel d'Ouest en Est vers l'intérieur du bassin. Si l'étanchéité n'est pas absolue les circulations vers l'extérieur sont beaucoup plus lentes et ne se produisent sans doute qu'en régime exceptionnel de très forte alimentation.

Dans les conditions de l'étude du bassin hydrologique de l'Isle-sur-le-Doubs et de ses réserves il paraît raisonnable de considérer comme étanche la limite occidentale et de négliger ces pertes accidentelles vers l'extérieur.

4 - COLORATION N° 3 PERTE D'ONANS

41 - BUT

Dans la zone centrale du bassin de l'Isle-sur-le-Doubs, théoriquement la plus favorable pour une exploitation, il était intéressant d'étudier les relations possibles (ou au contraire l'indépendance) entre le karst du Jurassique moyen et celui du Jurassique supérieur. Il a donc été recherché un point d'injection correspondant à une pénétration dans le karst inférieur, les points d'observation devant permettre de contrôler les émergences de l'un et l'autre des deux karst.

42 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe VI)

Le point d'injection est la perte du ruisseau d'Onans ; né du ruissellement sur des marnes liasiques, le ruisseau disparaît à l'entrée du village dans des calcaires du Bajocien. Neuf points d'observation, dont liste et coordonnées sont

données ci-dessous, ont été choisis. Cinq de ces émergences proviennent du karst supérieur, quatre du karst inférieur. L'expérience se situe sur le territoire des feuilles topographiques IGN au 1/20 000 Montbéliard 1, 2 et 3.

43 - POINT D'INJECTION

	Niveau géologique	z	x	y	N° inventaire B.R.G.M.
Perte du ruisseau d'Onans	Callovien	352	921,66	286,90	474/2/28

44 - POINTS D'OBSERVATION

1. Mancenans	Callovien	289	916,82	281,21	474/1/21
2. Appenans	Argovien ou alluvions	289	918,02	280,21	474/1/30
3. Abbaye des 3 Rois	Callovien	300	918,575	282,600	474/1/20&28
4. Isle-sur-Doubs Source du Moulin	Rauracien	290	919,67	281,00	474/2/19
5. Médière (lavoir)	Séquanien moyen	289	921,07	281,72	474/2/13
6. Médière (Bous-sots)	Séquanien moyen	290	921,32	281,60	474/2/12
7. Moulin de Soules	Séquanien inférieur	300	923,40	281,15	474/2/14
8. Lougres (Bonne fontaine)	Rauracien inférieur	309	927,32	282,30	474/3/22
9. Lougres, ferme de la Font (sources de la Lougres)	Bajocien Bathonien	312	927,90	284,35	474/3/14

45 - INJECTION DU COLORANT

Le 30 juin, 5 kg de fluorescéine ont été injectés par dissolution directe dans l'eau du ruisseau juste avant sa perte. Le débit a été estimé à 3 l/S. L'opération a nécessité environ 1 heure, l'absorption du colorant a été rapide, sans aucune stagnation. Il faut noter que cette perte n'est pas capable d'absorber les très forts débits ; les traces d'une inondation récente étaient encore bien visibles et les habitants des maisons voisines sont considérablement gênés lors des crues (chemin recouvert, inondation des caves et des dépendances, odeur de purin).

46 - CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Malgré des orages et des pluies fréquentes (voir diagramme annexe VII), le débit des émergences surveillées n'a pas subi de variations importantes pendant toute la durée de l'observation. Après la forte crue du 30 juin le régime des eaux s'est rapidement stabilisé.

47 - SURVEILLANCE DES EMERGENCES

Commencée le 1 juillet 1970, elle a été poursuivie jusqu'au 17 juillet. A cette date aucune trace de fluorescéine n'était plus décelable.

48 - RESULTATS

Seules les deux émergences situées dans le village de Médière (n° 5 et 6) ont donné un résultat positif : coloration visible directement dès le 4 juillet, les eaux restent teintées jusqu'au 7 juillet. La distance linéaire entre point d'injection et points de réapparition est de 5100 m, la vitesse minimale de circulation des eaux est de 53 m/h avec un gradient de pente de 0,012. Il y a contradiction apparente entre cette vitesse réduite, indice d'un cheminement difficile et la réapparition massive du colorant montrant qu'il n'y a pas diffusion, mais circulation suivant un trajet préférentiel. Il faut chercher l'explication dans le fait que les eaux infiltrées

dans le Jurassique moyen viennent ressortir dans le Jurassique supérieur. Les deux "réservoirs karstiques" sont mis en communication par le jeu de la tectonique, mais cette communication ne doit pas être directe ; l'écoulement le long de failles est vraisemblable, entraînant un allongement du trajet réel accompli par les eaux. La structure géologique de ce secteur est beaucoup plus complexe que ne l'indique la carte au 1/80 000 : les levés détaillés au 1/25 000 effectués récemment par G. Kuntz montrent en effet la présence de très nombreuses cassures dans cette zone.

Le résultat le plus important de cette coloration est de montrer qu'une partie des eaux qui s'infiltré dans le karst inférieur ne s'y emmagasine pas mais vient au contraire alimenter le karst supérieur, et ceci dans la zone centrale du bassin, théoriquement la plus favorable à une exploitation. Ce résultat est un élément négatif qu'il conviendrait peut-être de tempérer en considérant que l'expérience a été réalisée en période de pluviosité importante : le karst inférieur pourrait alors être saturé dans cette zone centrale, la coloration n'ayant touché que des circulations superficielles s'éliminant en trop-plein par le karst supérieur. Ceci n'excluerait pas d'ailleurs la possibilité de circulation inverse en période de sous-alimentation et les risques de contamination du "réservoir inférieur" par les eaux du karst supérieur très vulnérables aux pollutions.

Il n'est guère possible d'obtenir, par la méthode des colorations, des résultats plus probants sur ce secteur ; il faudrait pouvoir disposer d'un forage atteignant la base du Bajocien dans la région de Médière pour contrôler ces hypothèses ; encore faudrait-il que ce forage rencontre des calcaires fissurés ou fracturés de telle sorte qu'ils puissent jouer rôle de réservoir.

5 - COLORATION N° 4 PERTE DU RUISSEAU DE GONVILLARS

51 - BUT

Il est apparu intéressant d'utiliser la perte du ruisseau de Gonvillars, pour une expérience de coloration. Trois raisons principales ont guidé ce choix :

- étudier l'éventualité d'un drainage de tout ou partie des eaux en direction de la rivière la Scey et le réseau de l'Ognon.

- contrôler l'hypothèse d'une résurgence possible vers le ruisseau du Rupt.

- rechercher les possibilités de communication entre karsts inférieur et supérieur en surveillant les émergences de ces karsts en direction du Doubs.

52 - SITUATION DE L'EXPERIENCE (voir carte annexe VIII)

Le point d'injection est la perte d'un ruisseau entre Villers-sur-Saulnot et Gonvillars, près de la ferme de la Beaume (x=924,15 y=291,15 z=362).

Ce ruisseau se perd totalement par plusieurs fissures sur une distance d'environ 80 m. Le débit avant perte était de l'ordre de 20 l/s, le niveau géologique est le Bajocien inférieur.

18 points d'observation ont été retenus, dont liste est donnée ci-après. Les points se situent sur les cartes topographiques IGN au 1/25 000 Lure 6 et 7 et Montbéliard 2 et 3.

53 - POINT D'INJECTION

	Niveau géologique	x	y	z	N° inventaire B.R.G.M
Perte de la ferme de la Beaume	Bajocien	924,15	291,15	362	443/6/10

54 - POINTS D'OBSERVATION

1. St Julien	Alluvions récentes	928,500	289,350	346	443/7/6
2. Semondans	Callovien	927,875	251,750	350	443/7/7
3. Le Vernoy	Rhétien	926,388	293,998	384	443/7/5
4. Corcelles	Sinémurien	922,30	291,85	370	443/6/14
5. Corcelles "Les Vignottes"	Toarcien	922,00	291,475	400	443/6/15

6. La Chapelle Epine noire	Rhétien	920,69	291,45	342	443/6/16
7. Gémonval	Toarcien	920,750	290,525	392	non archivé
8. Marvelise source de Roux	Toarcien	920,475	288,125	370	443/6/17
9. Marvelise	Toarcien	920,475	288,838	370	443/6/18
10. Arcey, fontaine d'Alancourt	Callovien	925,462	288,525	371	474/3/37
11. Montenois	Callovien	926,32	285,76	378	474/3/21
12. Presentvillers	Callovien	930,775	287,075	339	474/3/36
13. Bavans, fon- taine du Rupt	Bathonien	931,04	285,04	310	474/3/19
14. Lougres (résur- gence de la Lougres	Bajocien - Batho-	927,90	284,35	312	474/3/14
15. Lougres Bonne- Fontaine	Rauracien infé- rieur	927,32	282,30	309	474/3/22
16. Longevelle	Rauracien	926,225	281,600	302	474/3/16
17. Moulin de Soulces	Séquanien infé- rieur	923,40	281,15	300	474/2/14
18. Médière (la- voir)	Séquanien moyen	921,07	281,72	289	474/2/13

55 - INJECTION DU COLORANT

Effectuée le 19 septembre 1970, 8 kgs de fluorescéine en poudre ont été utilisés pour cette coloration.

56 - PLUVIOMETRIE - REGIME DES EAUX (voir graphique annexe IX)

Du 1 au 17 septembre la station de Sainte-Marie avait enregistré 68,2 mm de précipitations avec de très fortes pluies le 11 et le 16 septembre. Le début de l'expérience a coïncidé avec le commencement d'une période sèche qui s'est poursuivie jusqu'au 1er octobre sans aucune précipitation.

Une décrue générale s'amorçait donc et la remontée des eaux n'a été sensible qu'à partir du 3 octobre 1970.

En regard du diagramme des précipitations ont été figurées les variations de débit de la source de la Lougres d'après mesures enregistrées par limnigraphe.

57 - RESULTATS DE L'EXPERIENCE

Commencée le 19 septembre 1970 la surveillance s'est poursuivie jusqu'au 15 octobre.

Le 3 octobre la réapparition massive du colorant a été observée à la source - résurgence de la Lougres près de la ferme de la Font. Les fluocapteurs posés le 5 octobre et relevés le 9 montraient encore de faibles traces de fluorescéine. Après cette date aucune trace de colorant n'a pu être détectée. Toutes les autres émergences surveillées ont donné des résultats négatifs.

La distance linéaire entre point d'injection et point de réapparition est de 8 km 500 ; la différence d'altitude entre ces deux points étant de 50 m, le gradient de pente est de 0,006. La durée du cheminement souterrain a été de 14 jours ce qui représenterait une vitesse moyenne minimale de 600 m/jour ou 25 m/h. Cette vitesse très faible est liée à la période de sécheresse qui a régné pendant la deuxième quinzaine de septembre. Pendant cette période le colorant s'est emmagasiné dans un réservoir souterrain (réseau de la grotte aux chiens) et il n'a fallu que 48 heures après les fortes pluies du 1er octobre pour constater la réapparition au jour de la coloration.

Les points 10 (Arcey) et 11 (Montenois), bien que situés approximativement sur le trajet mis en évidence, n'ont pas été marqués par le colorant. Ces points contrôlent en effet des eaux circulant dans le Callovien, indépendamment du réseau profond venant de Gonvillars. Il est probable cependant que ces eaux "épidermiques" s'enfoncent vers l'aval pour finalement alimenter la résurgence de la Lougres.

58 - CONCLUSION

Les hypothèses formulées au départ de cette expérience

se trouvent toutes infirmées. Le drainage des eaux se fait uniquement vers le centre du bassin de l'Isle-sur-le-Doubs et leur circuit se limite au karst inférieur. Ce réseau recueille les eaux d'un vaste secteur et les apporte au Doubs par l'intermédiaire de la Lougres ; elles ne s'emmagasinent donc pas dans les réservoirs profonds. Le débit de la résurgence est important (en moyenne $24 \text{ m}^3/\text{mn}$), l'étude de ses variations par enregistrement limnigraphique est particulièrement important car il semble intéressant de capter ces eaux qui, moyennant un traitement minimum, pourraient fournir un rapport appréciable dans l'alimentation des grandes agglomérations voisines.

6 - COLORATION N° 5 A ECOT

61 - BUT

Cerné par un méandre du Doubs le vaste massif jurassique supérieur d'Ecot reçoit d'importantes précipitations qui s'infiltrent dans les calcaires de façon presque immédiate. Le but de l'expérience était de déterminer le sens préférentiel de l'écoulement de ces eaux d'infiltration, de rechercher si ces eaux diffusaient vers les émergences existant au contact de l'Argovien sur toute la périphérie du massif ou bien au contraire, si elles se collectaient dans un chenal vers un point privilégié.

62 - SITUATION (voir carte annexe X)

Le point d'injection a été recherché dans une zone centrale du massif. Au Nord du petit village d'Ecot à une distance de 1 km les calcaires séquaniens se montrent perforés d'un ensemble de dolines de profondeur variable. Aucune de ces dolines ne bénéficie d'une circulation d'eau. Le choix a donc porté sur la facilité d'accès pour les citernes, l'absence de détritrus et la possibilité de décolmater le fond sans trop de difficultés. Le point choisi est situé en X 930,875, Y 280,00, à une altitude Z = 470 m. Cette doline

se présente comme entonnoir régulier de 5 m de diamètre sur 5 de profondeur, creusé dans les calcaires sublithographiques du Séquanien.

La liste des émergences surveillées (20 au total) est donnée ci-dessous. L'ensemble de ces points se situe sur les feuilles IGN au 1/20 000 Montbéliard 2, 3, 4, 7 et 8.

63 - POINT D'INJECTION

	Niveau géologique	z	x	y	N° inventaire B.R.G.M.
Écot	Séquanien	470	930,875	280,00	

64 - POINTS D'OBSERVATION

St Maurice- Echelotte	1.Sce du Breuil	Argovien	321	926,25	279,25	474/3/20
"	2.Est de St Maurice-Echelotte	Rauracien inférieur	309	925,30	280,10	474/2/16
Colombier Fontaine	3.Bourberangle II	Rauracien inférieur	320	927,05	280,38	474/3/24
"	4.Bourberangle I	Rauracien inférieur	302	927,50	280,80	474/3/23
"	5.Sce de la Vierge	Rauracien	312	928,50	281,30	474/3/15
"	6.Cimetière de Col.-Fontaine	Alluvions récentes sur Oxfordien	308	928,450	281,875	474/3/39
"	7.Sce de Charbonnières	Rauracien inférieur	335	929,07	282,20	474/3/25
Etouvans	8.Sce du Rorbe	Argovien	350	929,75	282,17	474/3/17
"	9.Sce de la Misère	Contact Argovien-Rauracien	375	930,45	282,78	474/3/27
Dampierre	10.Sce du Bas-Thiebaut	Rauracien inférieur	375	931,40	283,30	474/3/26

Voujeau-	11.Sce du Monnot	Rauracien	310	933,40	284,34	474/4/34
court		supérieur				
"	12.Ecole de Voujeau-	Alluvions	313	934,30	284,575	474/4/33
	court	récentes				
"	13.Fontaine de la	Alluvions	318	934,775	285,60	474/4/38
	Prate	récentes				
Mandeure	14.Saint-Symphorien	Alluvions	358	937,100	282,875	474/4/39
		anciennes				
Bourgui-	15.Combe de Vauva-	Séquanien	418	933,575	277,840	474/8/3
gnon	rembourg					
Remondans	16.Combe d'Hyans	Contact ar-	385	931,675	275,162	474/7/7
		govien -				
		Rauracien				
Remondans	17.Mauchamp	Contact ar-	407	930,490	274,675	474/7/5
		govien -				
		Rauracien				
Mathay	18.Sce du Saussoi	Rauracien	370	932,62	280,36	474/4/35
		inférieur				
Ecot	19.Sce du Bié	Rauracien	408	930,88	276,68	474/7/4
Villars	20.Sce de Mélivau	Séquanien	416	929,800	278,425	474/7/9
s/Ecot						

65 - PLUVIOMETRIE - REGIME DES EAUX

La station pluviométrique d'Ecot n'ayant pas transmis ses relevés, nous avons utilisé les éléments provenant de la station d'Anteuil. L'annexe XI met en regard les précipitations enregistrées par cette station et les variations de la source de la Vierge à Colombier-Fontaine pendant le déroulement de l'expérience.

66 - INJECTION DU COLORANT

Pour pallier l'absence d'écoulement en surface l'eau a été amenée à l'aide de citernes. 10 kgs de fluorescéine en poudre préalablement délayés dans une solution alcool-ammoniacée ont été injectés le 5 novembre 1970 grâce à 12 m³ d'eau. Le dégagement du fond de la doline a permis une absorption très rapide.

67 - SURVEILLANCE DES EMERGENCES ET RESULTATS

Commencée le 6 novembre elle a été continuée avec relevés journaliers des fluocapteurs jusqu'au 20 novembre. Deux autres relevés ont été effectués le 26 novembre et le 3 décembre.

Le 15 novembre une réapparition massive du colorant s'est produite à la grosse source vauclusienne de la Vierge à Colombier-Fontaine. Nettement visible encore le 16, elle ne pouvait plus être détectée, le 17, que sur fluocapteurs. Le 18 toute trace de fluorescéine avait disparu.

La distance linéaire entre le point d'injection et la source de la Vierge est de 3 km ; la vitesse minimale de circulation des eaux est donc de 13 m/h avec un gradient de pente de 0,052.

Sur les autres émergences les examens ont été négatifs. Il faut signaler que la tradition orale répandue parmi les habitants de Colombier-Fontaine prétend que les eaux de la source de la Vierge proviennent du Doubs, grâce à des infiltrations et des pertes se produisant dans la région de Vermondans-Pont-de-Roide. Cette opinion est donc infirmée par le résultat de la présente expérience. La zone d'alimentation potentielle représentée par le triangle Ecot, Etouvans, Colombier-Fontaine doit permettre à elle seule de justifier les débits. Un examen plus approfondi de cette question pourra être fait lors du dépouillement des relevés limnimétriques de la source et des renseignements thermo-pluviométriques de la station d'Ecot. Il est en tous cas prouvé qu'un secteur du massif d'Ecot est drainé préférentiellement vers une seule émergence importante située à la base du karst du Jurassique supérieur.

Le débit minimum relevé à la source de Colombier-Fontaine au cours du deuxième semestre 1970 est de $1,9 \text{ m}^3/\text{min}$ auquel il conviendrait d'ajouter la fraction prélevée pour l'alimentation du village. Des débits de l'ordre de $7,5 \text{ m}^3/\text{min}$

ont été mesurés par B. Angély en juin 1969. Il y a donc là une très intéressante possibilité de captage et il convient de protéger cette source en évitant sur le plateau d'Ecot toute implantation qui risquerait d'être cause de pollution importante. L'évacuation des eaux usées du village d'Ecot devrait également faire l'objet de travaux assurant la protection des ressources karstiques.

7 - COLORATION DE GLAINANS

Cette expérience a été réalisée en juin 1970 par le groupe spéléologique des Campeurs d'Alsace, la fluorescéine nécessaire était fournie par le B.R.G.M. La carte schématique annexe XII donne les positions du point d'injection et des émergences surveillées. Les points de surveillance au nombre de 8, situés en rive droite du Doubs entre Blussans à l'Est et la grotte de Rang à l'Ouest se sont tous révélés positifs sur fluocapteurs mais seulement à l'examen à la lampe de Wood. Au moment de cette expérience de très violents orages se sont abattus sur la région et ont provoqué des crues extrêmement violentes. Ces phénomènes, ajoutés aux faits que la quantité de fluorescéine utilisée (3,8 kgs) était trop faible et que la surveillance n'a pas été constante, conduit à considérer avec beaucoup de réserve le résultat obtenu.

Il est envisagé de refaire une nouvelle tentative au printemps prochain avec 10 kgs de fluorescéine, une surveillance quotidienne d'au moins 15 jours, en englobant des émergences situées entre Clerval et Roche-les-Clerval. Il sera en effet intéressant d'étudier la possibilité de la fuite d'une partie des eaux vers le synclinal annexe compris entre le Lomont au sud et l'anticlinal de Clerval au nord.

8 - CONCLUSIONS D'ENSEMBLE

La carte générale, annexe XII, présente les connaissances acquises sur les circulations souterraines du bassin de l'Isle-sur-le-Doubs, tant par des expériences antérieures que par celles que, nous-mêmes, avons effectuées.

Ces résultats permettent de préciser l'origine des émergences les plus importantes du bassin, à l'exception toutefois des sources du Moulin de Soulces, à l'ouest de Longevelle, dont la liaison probable avec le secteur de Beutal reste à démontrer. Il est donc possible de délimiter avec une approximation suffisante les zones d'alimentation de ces grosses émergences et l'on pourra établir, pour chacune d'elle, un bilan hydrologique lorsque les jaugeages en cours seront achevés.

Pour les expériences antérieures nous nous sommes bornés à l'indication des trajets reconnus. Il s'agit de traçages souvent très anciens contrôlés à vu dans l'eau des sources et des ruisseaux. Seule une apparition massive du colorant pouvait être ainsi détectée et nous ignorons par ailleurs les conditions dans lesquelles furent effectués ces essais (dose de colorant, émergences surveillées, pluviométrie...)

Un traçage mis en oeuvre en 1968 par Mr SAILLARD, Inspecteur sanitaire à Montbéliard, mérite d'être signalé : 300 g de fluorescéine injectés dans les égouts du village de Ste Marie sont venus colorer les eaux domestiques de ce même village, alimenté par une station de pompage située à Presentvillers et exploitant des eaux du Callovien.

Les renseignements fournis par nos propres expériences peuvent se résumer ainsi :

Les colorations 1 et 2 ont permis de mieux préciser l'extension du bassin vers l'Ouest et d'apporter des renseignements sur l'étanchéité de cette limite. Il semble que l'on puisse considérer la grande faille méridienne passant par Abbenans, Gondenans-Montby et rejoignant le Doubs entre Branne et Hyèvre-Paroisse comme marquant la limite réelle du bassin. L'établissement du bilan doit cependant tenir compte des eaux recueillies par le secteur de Viethorey situé au delà de cette limite. On peut admettre que le ruisseau formé par les sources d'Uzelle et du moulin de Montby représente l'essentiel de l'apport extérieur à la limite fixée.

Dans les secteurs où les marnes liasiques n'assurent pas la fermeture, l'étanchéité est néanmoins assurée par un drainage actif d'Ouest en Est.

L'exutoire naturel du bassin est le Doubs lui-même vers lequel le karst du jurassique supérieur se vidange, en particulier par les sources de Soye et par celle de Clerval. Dans l'hypothèse où le karst inférieur constituerait un réservoir exploitable il ne semble exister aucune possibilité d'évacuation à cette limite occidentale.

Dans le secteur d'Onans (coloration 3) nous avons vu que les eaux infiltrées dans le karst inférieur venaient ressortir aux émergences du karst supérieur dans le village de Médière. Les deux karsts sont en communication grâce aux failles qui affectent ce secteur. L'expérience ayant eu lieu en période de précipitations abondantes il serait intéressant de vérifier, en période sèche si cette communication n'est qu'une évacuation de trop plein laissant la possibilité d'une accumulation de réserves dans le karst inférieur ou si au contraire les calcaires du Jurassique supérieur, plus exposés aux karstifications, drainent, au niveau de failles, la majeure partie des eaux reçues par ceux du Jurassique moyen ; il semble difficile de lever le doute par une simple coloration en période sèche sans pouvoir disposer d'un forage atteignant le Lias dans le secteur de Médière.

La coloration n° 4 par contre (ruisseau de Gonvillars) montre des circulations importantes dans le karst inférieur qui dispose d'un exutoire très actif aux sources de la Lougres. L'expérience ayant eu lieu en période sèche, il est apparu une certaine capacité de rétention du karst et il semble probable que des niveaux inférieurs à l'émergence sont capables de former réservoir. Lors de cette coloration les fluocapteurs placés par exemple à Arcey (n° 10) et Montenois (n° 11), en des points qui paraissent être des regards sur une circulation souterraine, n'ont pas été marqués par le colorant.

Ces deux points sont situés dans le Callovien et il y a une relative indépendance entre les circulations dans ce niveau géologique et celles qui se produisent dans la masse calcaire importante du Bajocien-Bathonien.

La coloration n° 5 n'a pas apporté de résultat marquant outre le fait de nous préciser la zone d'alimentation de la source de la Vierge à Colombier-Fontaine. Une étude structurale précise du massif jurassique supérieur d'Ecot pourrait peut-être déterminer des zones déprimées favorables à une accumulation d'eau exploitable. Il semble toutefois que l'intérêt économique d'une telle recherche ne soit pas justifié.

Les vitesses de circulation souterraine déterminées au cours de ces cinq expériences de coloration sont largement divergentes ainsi que le montre le tableau ci-après.

	Coloration 1 Viethorey	Coloration 2 Hopital St- Lieffroy	Coloration 3 Onans	Coloration 4 Gonvillars	Coloration 5 Ecot
Vitesse minimale des eaux	75 m/h	150 m/h	53 m/h	25 m/h	13 m/h
Gradient de pente	0,014	0,038	0,012	0,006	0,052
Régime des eaux	normal	crues	normal	basses eaux	basses eaux

La comparaison entre ces vitesses et le régime des eaux pendant le déroulement des expériences est significatif. Les vitesses relevées en régime normal au cours des expériences 1 et 3 peuvent être considérées comme représentatives. La vitesse en coloration 2 s'explique par un gradient de pente plus accusé et le régime de forte alimentation.

Dans les colorations 4 et 5, les faibles vitesses s'expliquent par le manque d'alimentation et la rétention du colorant qui n'a pu ressortir qu'à la suite de nouvelles précipitations. Une dernière constatation s'impose : les diverses émergences, observées au cours de ces expériences, réagissent très rapidement aux précipitations et le délai, ainsi que le montre les graphiques des annexes VII, IX, XI,

le plus souvent inférieur à 24 heures. Ceci semble indiquer un système karstique typique présentant une surface largement perméable et des circulations souterraines dans des chenaux importants.

Il convient cependant de rapporter, pour chaque expérience les résultats obtenus aux conditions particulières de pluviométrie qui les ont accompagnées. Ces résultats dans d'autres conditions pourraient être bien différents et il serait intéressant de renouveler ces colorations dans des régimes variés d'alimentation.

Cependant si de nouveaux crédits pouvaient être consacrés à la recherche d'une meilleure connaissance des circulations souterraines dans le synclinorium de l'Isle-sur-le-Doubs, deux colorations supplémentaires seraient particulièrement intéressantes :

a) - le ruisseau du moulin de Hyemondans après un trajet superficiel d'environ 3 km, se perd dans la courbe de Belin-vau en amont de Sourans.

Deux hypothèses principales sont possibles :

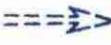
- les eaux infiltrées peuvent suivre un trajet profond correspondant à la vallée sèche qui de Sourans s'oriente vers le Nord-est. Elles pourraient alors contribuer à former le ruisseau de Sourans qui rejoint celui du Bié en amont de Saint-Maurice Echelotte.

- une autre vallée s'étend des granges de Miémont à Blussans ; sèche dans ses 2/3 supérieurs, elle est parcourue par un ruisseau permanent à partir de la source des Combes. La possibilité d'une liaison entre la perte du ruisseau du moulin de Hyemondans et ce deuxième trajet, n'est pas à exclure à priori. Les failles mises en évidence dans le secteur de Sourans peuvent favoriser l'un ou l'autre de ces cheminements.

b) - au Nord-est de Montbéliard, sur le territoire de la faille de Belfort, les sondages de Froidefontaine et Gonvillars ont reconnu la présence d'eau extérieure, dans les calcaires rauraciens. L'hypothèse émise par B. Angély, de

l'existence d'une nappe captive mériterait d'être expérimentée. Pour Angély, les niveaux d'eau dans ces forages représenteraient la surface d'une même nappe dont la pente serait inclinée vers le Sud. Il devrait être possible, moyennant certaines conditions tenant aux caractéristiques des puits, de vérifier par coloration l'existence de cette nappe et peut-être, de rechercher son déversement dans le Doubs.

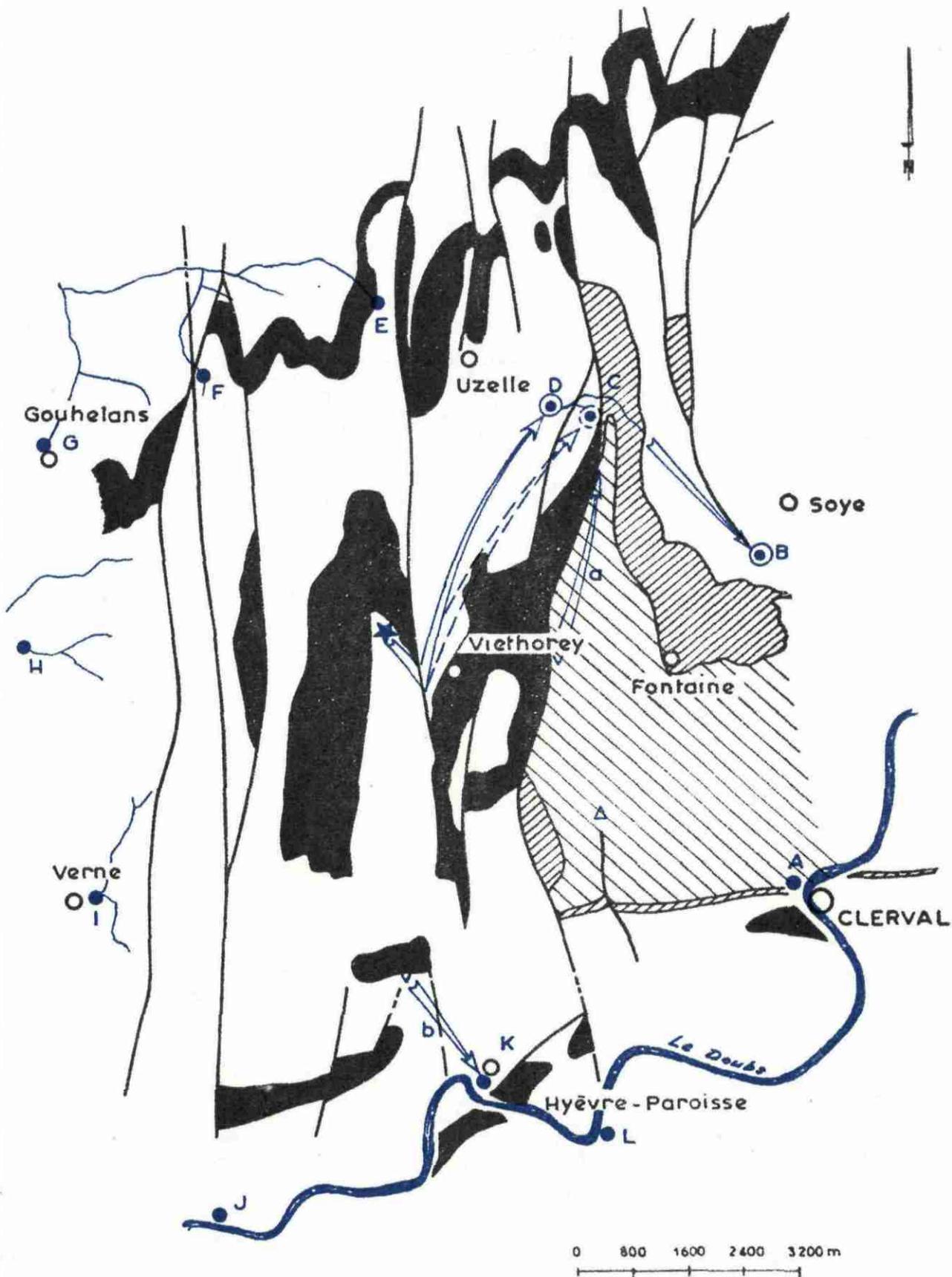
LEGENDE DES CARTES

	<i>Alluvions récentes</i>
	<i>Karst du Jurassique supérieur</i>
	<i>Argovo-Oxfordien imperméable</i>
	<i>Karst du Jurassique moyen</i>
	<i>Lias supérieur marneux</i>
	1 - <i>Limite des formations</i> 2 - <i>Failles</i>
	<i>Point d'injection</i>
	<i>Emergences surveillées *</i>
	<i>Coloration visible directement</i>
	<i>Coloration détectée sur fluocapteurs</i>
	<i>Aven sans circulation</i>
	<i>Perte</i>
	<i>Trajet principal théorique des eaux souterraines</i>
	<i>Trajet secondaire</i>
a, b	<i>Colorations antérieures</i>

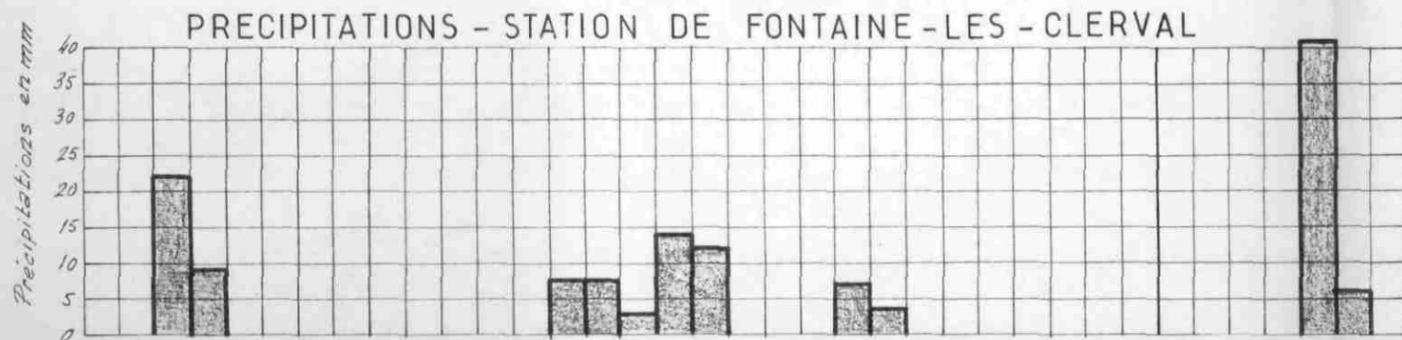
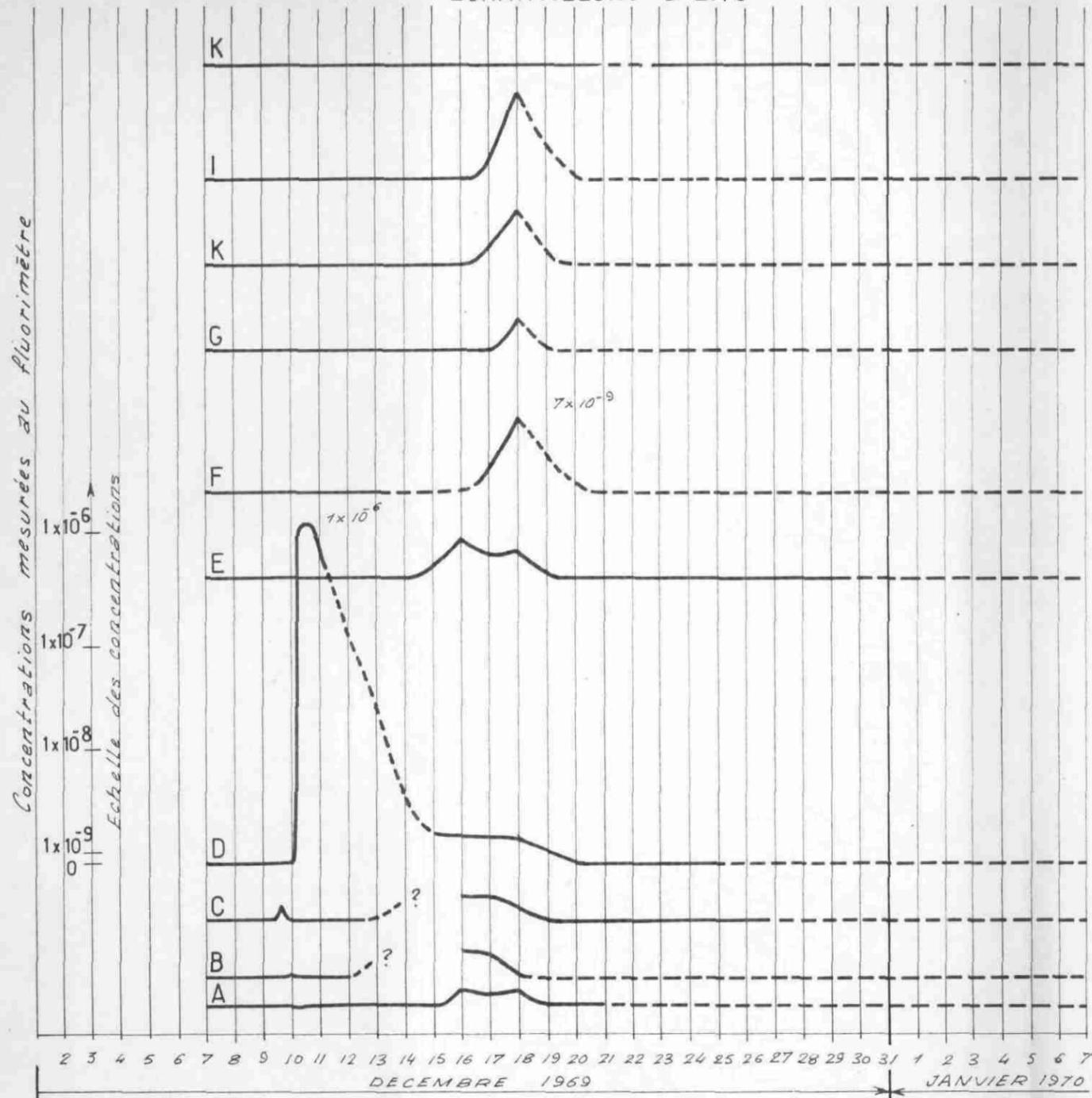
* Les lettres majuscules ou les chiffres renvoient au tableau dans le texte

ISLE-SUR-LE-DOUBS

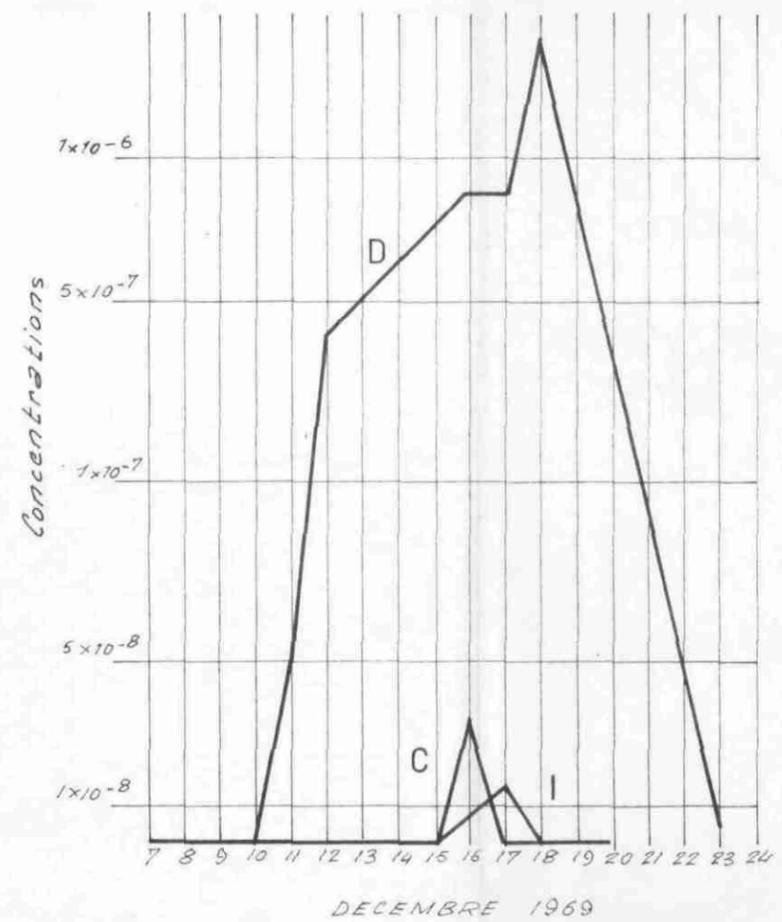
COLORATION N° 1



COLORATION DE VIETHOREY - RESULTATS DES MESURES SUR ECHANTILLONS D'EAU



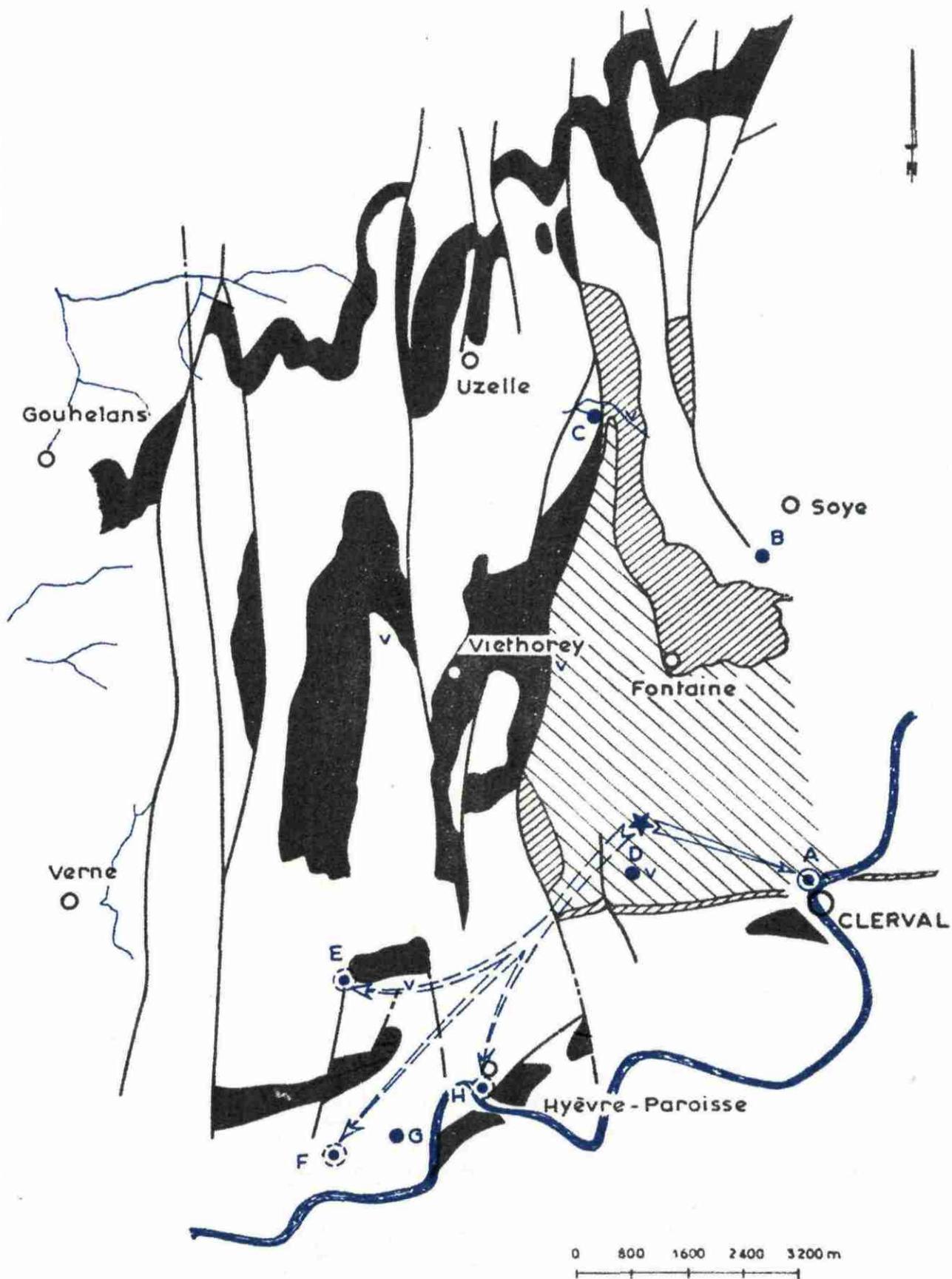
COLORATION DE VIETHOREY
MESURES SUR FLUOCAPTEUR



SGR Jura Alpes
Juin 1970

ISLE - SUR-LE-DOUBS

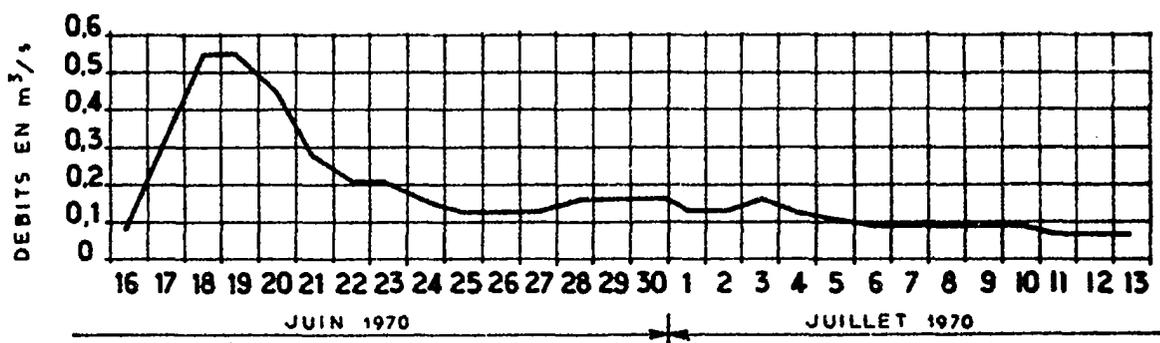
COLORATION N°2



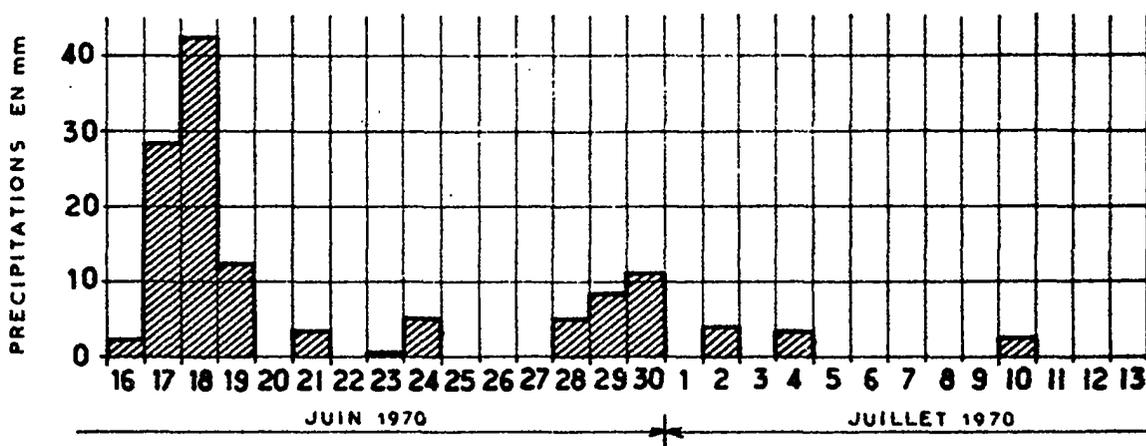
ISLE SUR-LE-DOUBS

COLORATION N°2

DEBITS - SOURCE DE CLERVAL



PRECIPITATIONS - STATION DE FONTAINE-LES-CLERVAL



ISLE-SUR-LE-DOUBS COLORATION N° 2

SURVEILLANCE ET RESULTATS

J U I N 1 9 7 0						
	17	18	19	23	26	30
Injection						
Clerval		+	+	+	o	o
Soye		o	o	o	o	o
Montby		o	o	o	o	o
Hôpital-St-Lieffroy		o	o	/	o	o
Voillans		o	o	/	o	o
Aigle		o	o	/	o	o
Bois-la-Ville		o	o	o	o	o
Hyèvre-Paroisse		o	o	?	o	o

o = aucune fluorescence

/ = faible trace

+ = fluorescence légère

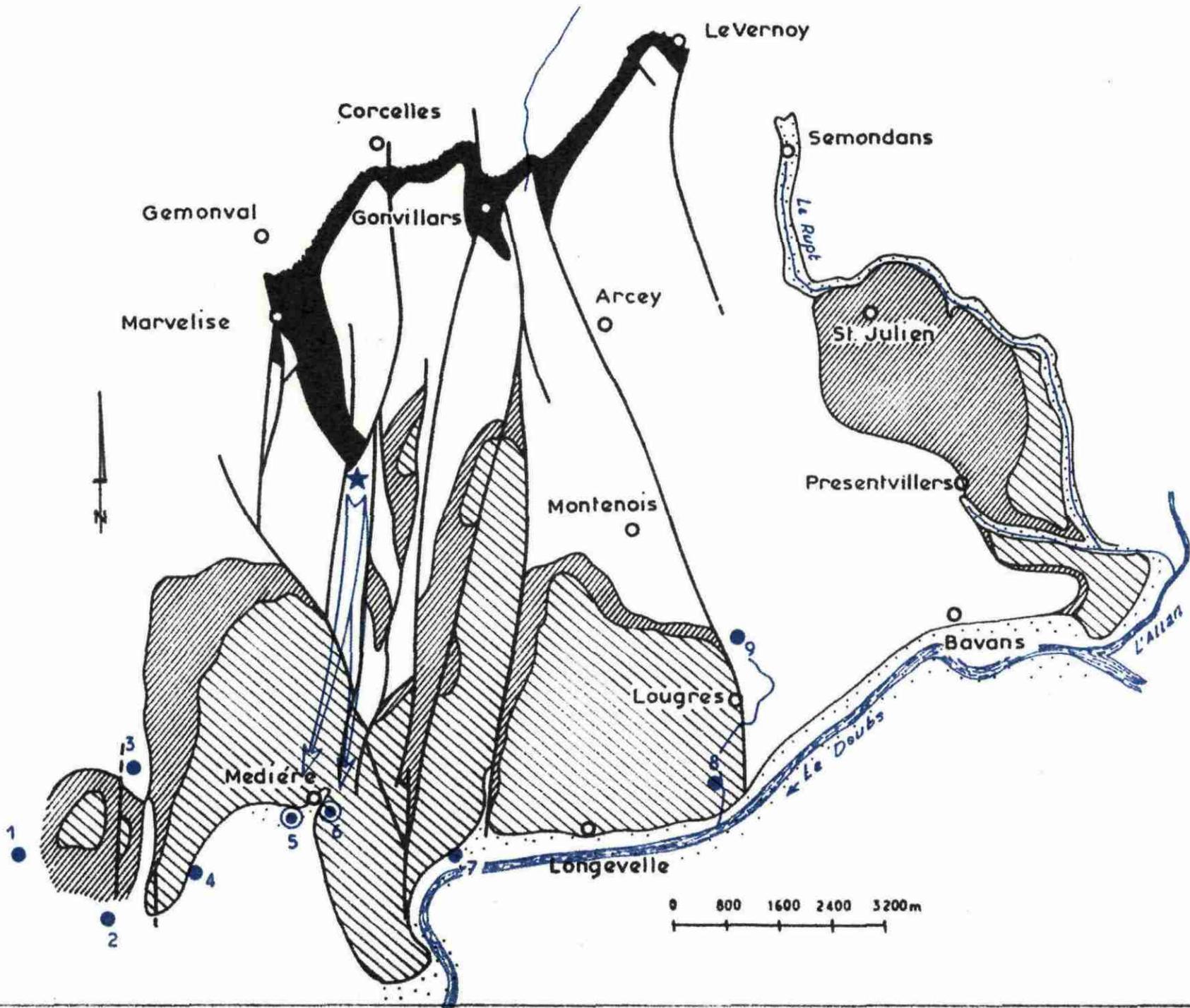
++ = fluorescence nette

? = résultat douteux

ISLE-SUR-LE-DOUBS

COLORATION N°3

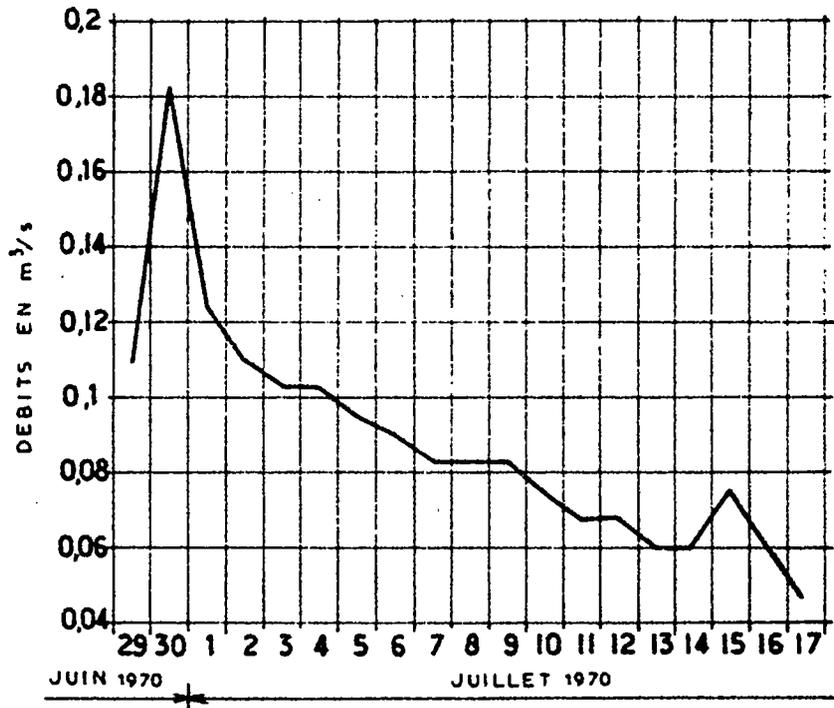
Annexe VI



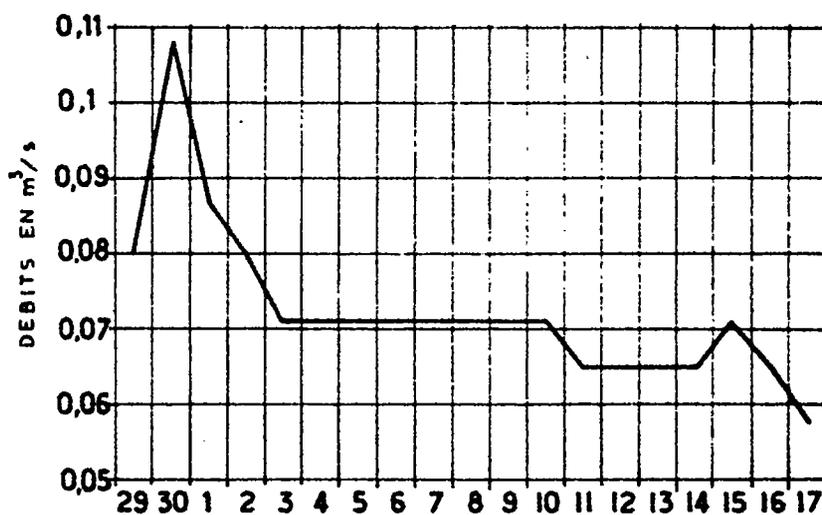
ISLE SUR-LE-DOUBS

COLORATION N°3

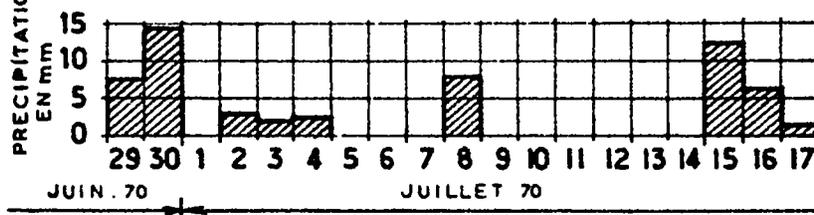
DEBITS - MEDIERE - SOURCE DES BOUSSOTS

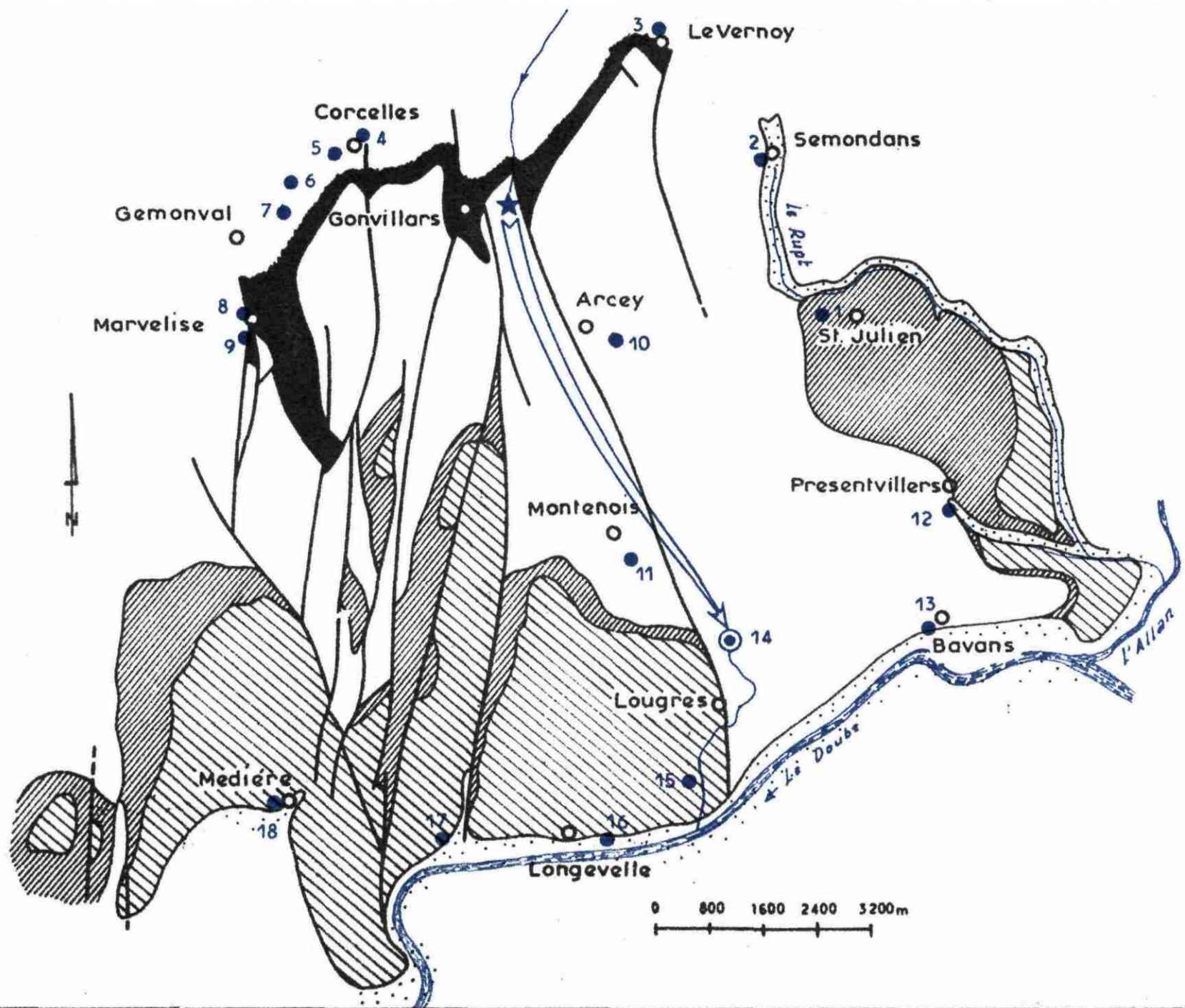


DEBITS-MEDIERE-SOURCE DU LAVOIR



PRECIPITATIONS - STATION DE STE-MARIE



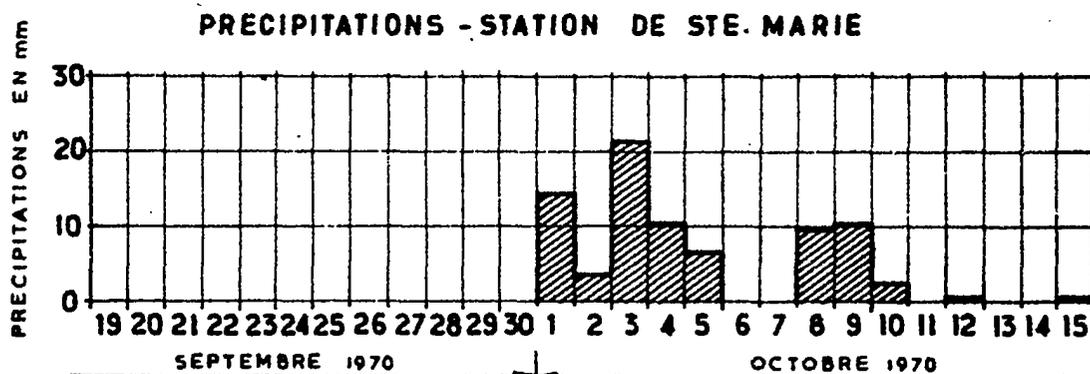
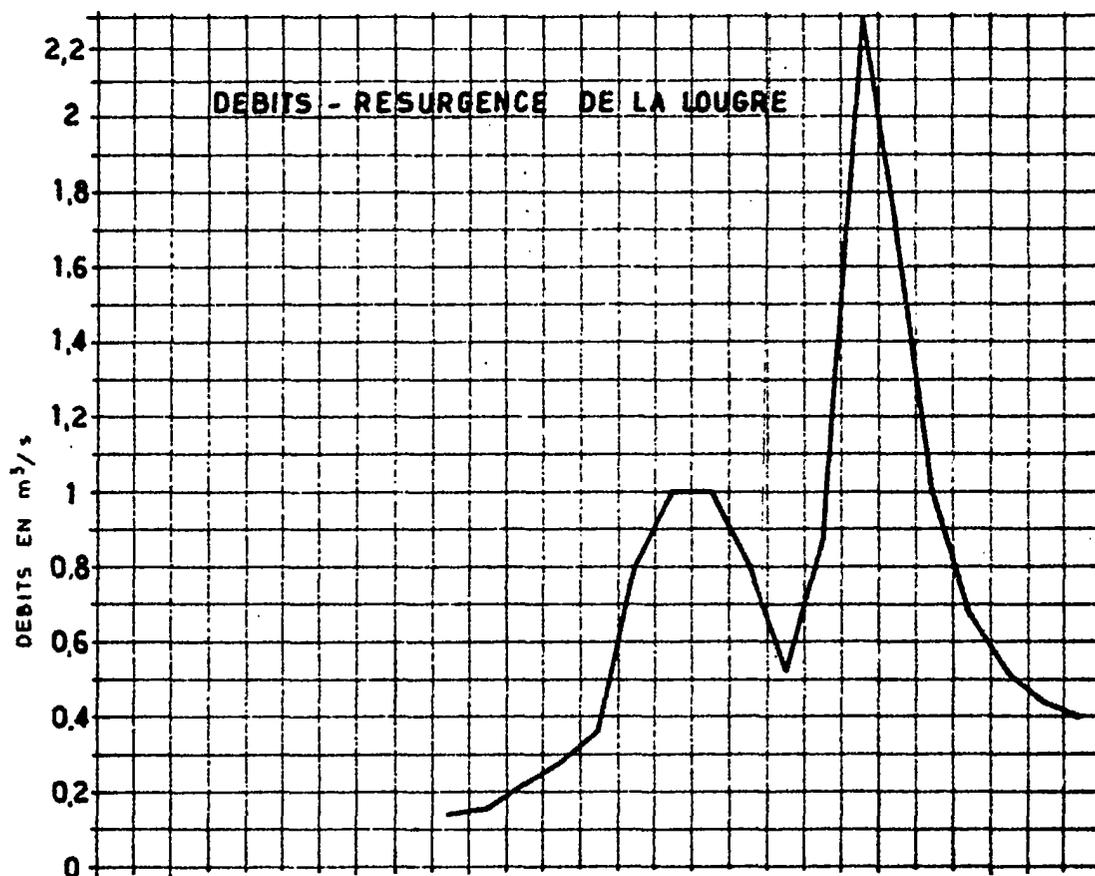


COLORATION N° 4

ISLE-SUR-LE-DOUBS

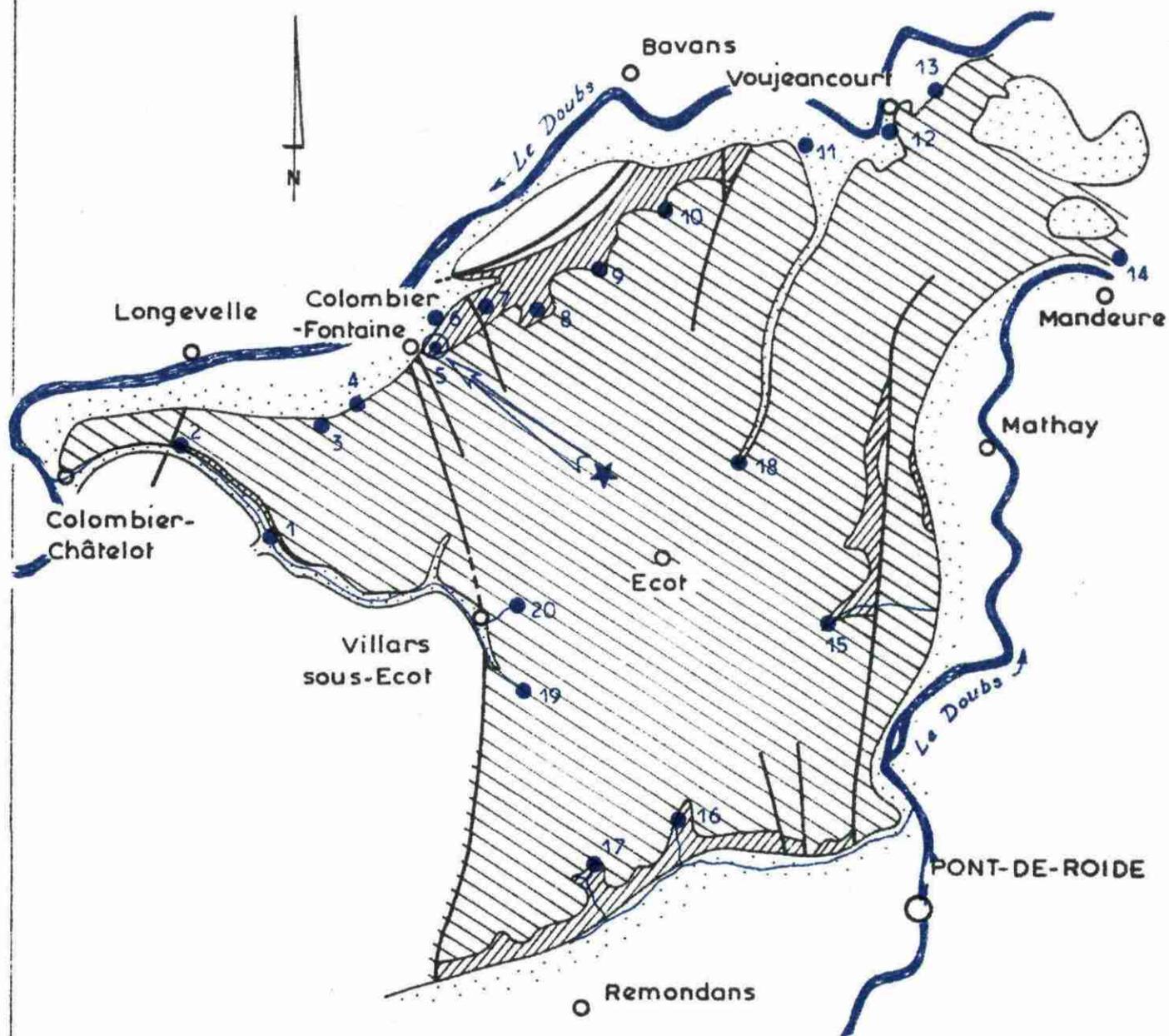
ISLE SUR-LE-DOUBS

COLORATION N°4



ISLE-SUR-LE-DOUBS

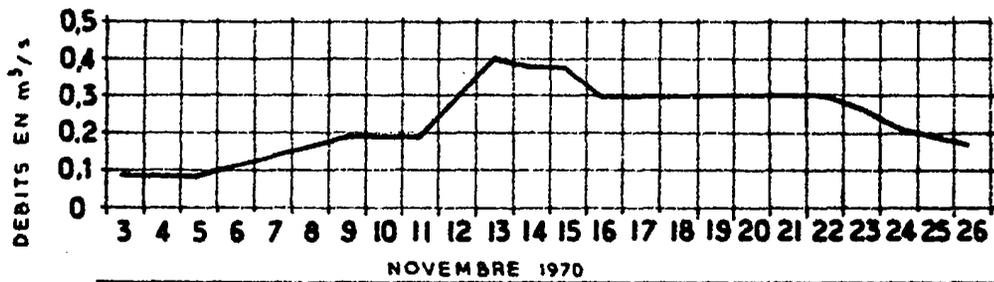
COLORATION N° 5



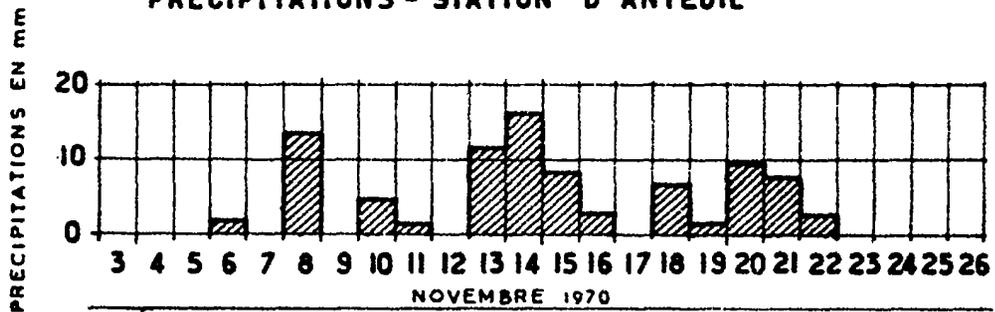
ISLE SUR-LE-DOUBS

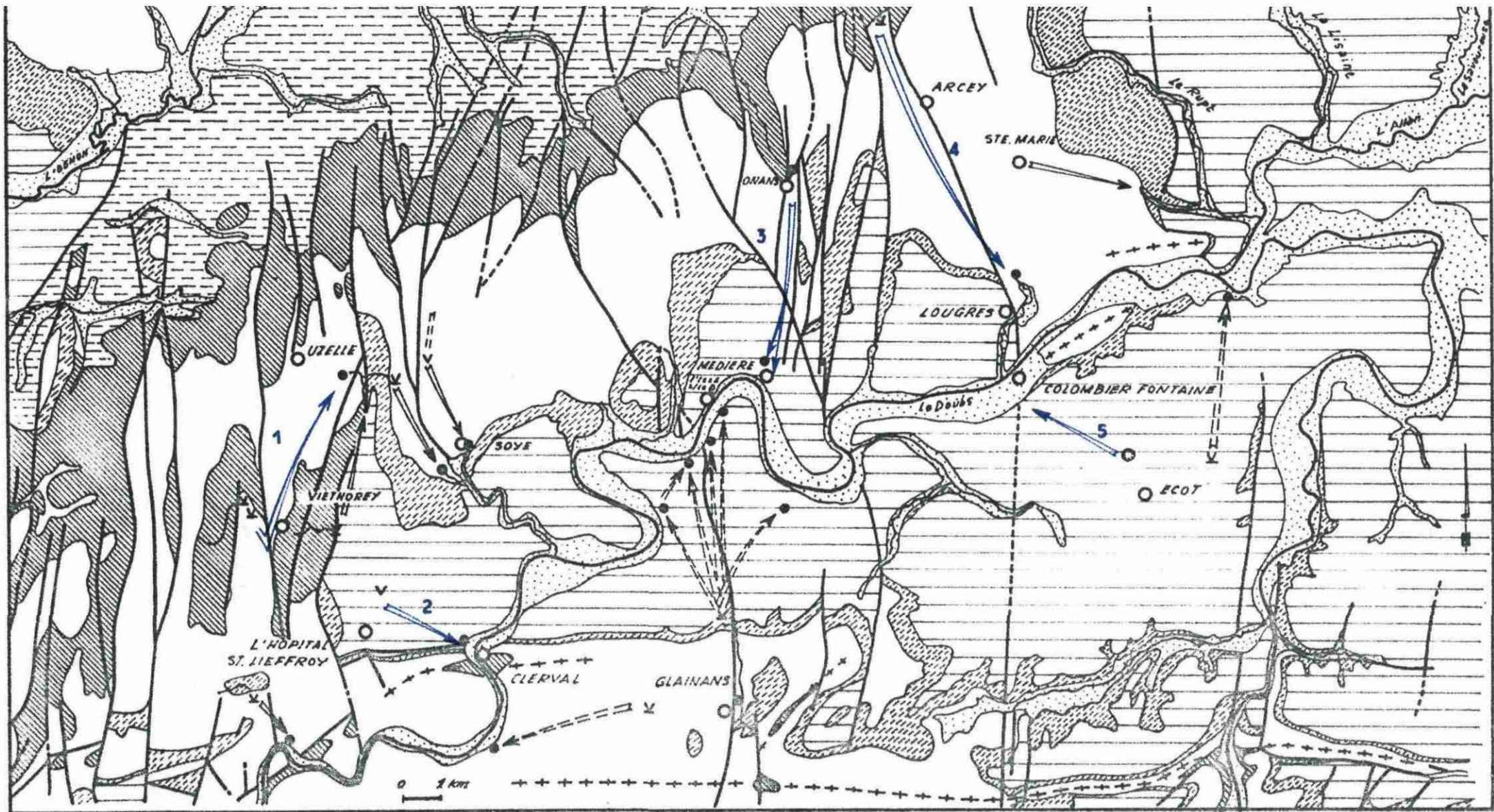
COLORATION N°5

DEBITS - COLOMBIER-FONTAINE - SOURCE DE LA VIERGE



PRECIPITATIONS - STATION D'ANTEUIL





COLORATION DE L'ISLE SUR LE DOUBS - CARTE GENERALE -

-  Alluvions
-  Karst du Jurassique sup.
-  Argovo-oxfordien imperméable
-  Karst du Jurassique moyen
-  Lias
-  Trias

-  1 limite de formation
2 faille
-  Principaux axes anticlinaux
-  Aven
-  Perte
-  Doline
-  Résurgence

CIRCULATIONS SOUTERRAINES

-  Reconnues par coloration BRGM (1 à 5)
-  Reconnues par coloration antérieure
-  Probable