Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 98 (1975)

Artikel: Relations entre éléments structuraux et morphologie dans la région du plateau de Bure (Jura tabulaire)

Autor: Siméoni, Gianpietro / Jamier, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89078

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: 02.07.2025

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

INSTITUT DE GÉOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL

CENTRE D'HYDROGÉOLOGIE

RELATIONS ENTRE ÉLÉMENTS STRUCTURAUX ET MORPHOLOGIE DANS LA RÉGION DU PLATEAU DE BURE (JURA TABULAIRE)

par

GIANPIETRO SIMÉONI et DANIEL JAMIER [1]

AVEC 6 FIGURES

INTRODUCTION

1.1 But du travail

Le Jura tabulaire est caractérisé par la position subhorizontale de ses assises géologiques et par le faible relief de sa morphologie.

Le plateau de Bure est marqué par une succession de vallons latéraux qui s'amorcent dans les hauteurs du plateau et descendent vers la vallée de l'Allaine. Il apparaît assez évident que la plupart des tronçons rectilignes des vallées latérales ne sont pas orientés au hasard mais selon des directions préférentielles.

Dans ce travail on va vérifier, à l'aide de méthodes statistiques :

a) l'anisotropie de la distribution des axes des vallées ;

b) les éventuelles relations existant entre les directions des vallées et des différents groupes de fissures.

1.2. Situation géographique et géologique de la région étudiée

La région est délimitée à l'W par la frontière franco-suisse, à l'E par la vallée de l'Allaine, au N par la région de Milandre et, enfin, au S par la coordonnée parallèle 252. Elle est donc située dans le Jura tabulaire, au NW du plateau de l'Ajoie, où affleure essentiellement le Malm.

Les stations de mesure de la fissuration sur le terrain se trouvent dans les calcaires du Séquanien, dont la puissance est comprise entre 100 et 160 m et du Rauracien, épais de 100-120 m.

[1] C.R.G. Thonon-les-Bains (France).

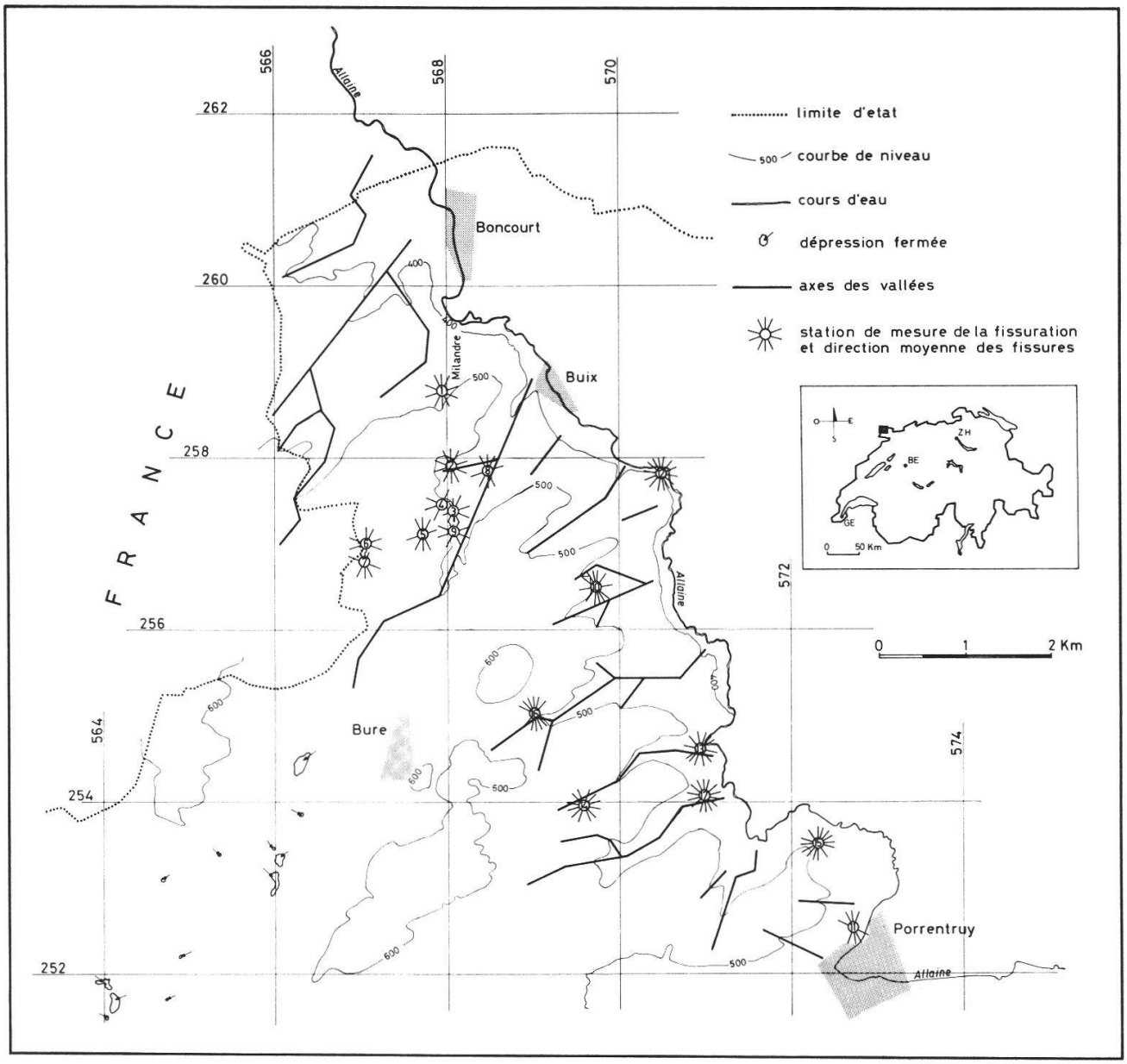

Fig. 1. Direction des axes rectilignes des vallées latérales et situation des stations de mesure de la fissuration.

2. Etude des vallées latérales

2.1. Présentation des résultats

Les tronçons droits des axes des vallées sont matérialisés par des segments dans la figure 1. Ils ont été établis à partir de la carte topographique au 1 : 25 000 de la région, après une reconnaissance préliminaire sur le terrain. Notons qu'il s'agit en grande partie de vallées sèches, le thalweg des autres étant emprunté par des cours d'eau temporaires.

A l'aide d'un coordinatomètre sont relevées les coordonnées extrêmes des segments de la figure 1 ; les données ont été ensuite traitées à l'ordinateur avec le programme ELKAL qui fournit la longueur réelle et l'orientation de chaque segment droit.

Dans la figure 2 est représenté le nombre d'éléments linéaires et leur longueur cumulée par secteurs angulaires de 10°. Ce diagramme présente deux accumulations principales orientées environ N 35° et N 60°. L'établissement des limites angulaires des deux groupes peut être rendu plus aisé par l'application du test de Vistelius (1966).

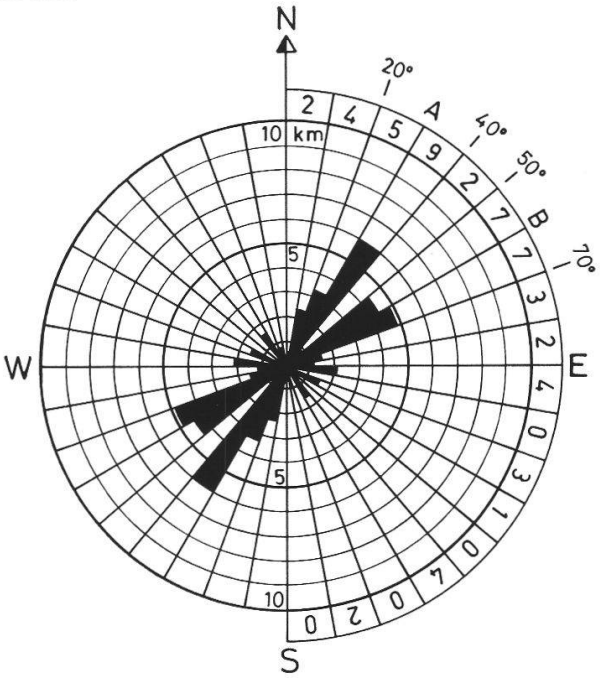

Fig. 2. Distribution angulaire du nombre et de la longueur des tronçons droits des vallées, cumulés par secteurs de 10°.

2.2. Répartition angulaire des axes des vallées

A chacun des 18 secteurs angulaires de 10 degrés correspond une variable l_i qui exprime la longueur, en km, des éléments linéaires compris dans le i^{eme} secteur, ou *fréquence absolue*. La longueur moyenne l, ou nombre moyen d'hectomètres, est définie par :

$$l = \frac{\sum_i l_i}{18} = \frac{\mathrm{L}}{18}$$

Sur la base de la théorie de l'estimation de l'intervalle de confiance d'une fréquence de population à partir d'un petit échantillon, A. B. Vistelius *(op. cit.)* donne une méthode de calcul des limites de confiance ($\pm m$), permettant de déterminer, pour un seuil de confiance choisi, quelles sont parmi les valeurs de l_i, celles qui s'écartent significativement de la moyenne l.

$$\pm m = \frac{L\,(2l + t^2) \pm \sqrt{t^4 N^2 + 4t^2 L l\,(L - l)}}{2\,(t^2 + L)}$$

t est la variable centrée réduite.

Ainsi pour $t = \pm 2$ et $t = \pm 3$, on peut calculer les limites supérieures et inférieures des intervalles de confiance pour 95,45 % et 99,73 % respectivement.

Se référant à la figure 3, relativement aux vallées, cercle extérieur, la répartition angulaire des tronçons de vallées peut être classée, d'après les longueurs l_i, selon le critère suivant :

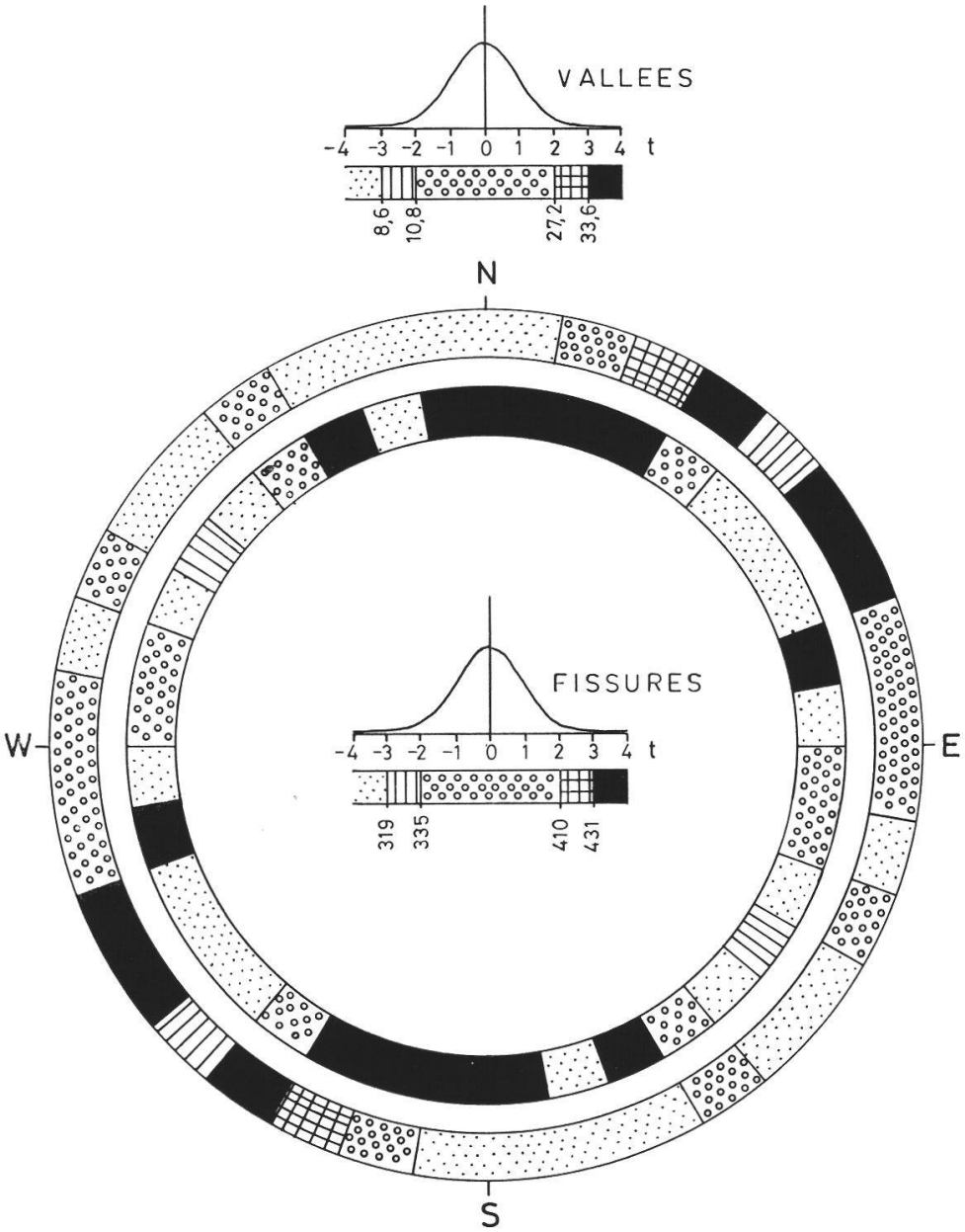

Fig. 3. Représentation graphique du test de VISTELIUS. Cercle extérieur : axes des vallées ; cercle intérieur : fissuration.

— $l_i < 8{,}6$: longueur significativement faible ;

— $8{,}6 < l_i < 10{,}8$: longueur moyennement faible ;

— $10{,}8 < l_i < 27{,}2$: intervalle d'isotropie ;

— $27{,}2 < l_i < 33{,}6$: longueur moyennement élevée ;

— $l_i > 33{,}6$: longueur significativement élevée.

En pratique, toute valeur de l_i externe à l'intervalle 8,6-33,6, appartient à la zone d'anisotropie.

Deux groupes caractérisés par des longueurs anormalement élevées peuvent être distingués :
groupe A, compris entre 20° et 40° ;
groupe B, compris entre 50° et 70°.

2.3. Extension moyenne des segments de vallées

La figure 4*a* montre que la longueur moyenne des segments de vallons, établie par tranches de 10°, est plus élevée selon les directions parallèles aux groupes A et B. D'autre part, les mêmes longueurs moyennes varient proportionnellement au nombre d'éléments n_i, selon une loi non linéaire (fig. 4*b*).

2.4. Comparaison des groupes A et B

La variabilité des longueurs des éléments de vallées est à l'origine de la dispersion des mesures unitaires autour des moyennes des groupes A et B. Avec l'analyse de variance, on peut comparer, par le test de Snedecor, la variance due à la dispersion des moyennes des échantillons A et B, autour de la moyenne générale, à celle engendrée par les mesures unitaires à l'intérieur de chaque échantillon.

TABLEAU I

Tableau d'analyse de variance

Source de variance	SC	DL	CM	F calculé
Entre groupes	0,0004	1	0,0004	0,002
A l'intérieur des groupes	5,09	26	0,19	
Totale	5,2	27	0,19	

SC : somme des carrés des écarts par rapport à la moyenne ;
DL : degré de liberté ;
CM = SC/DL : carré moyen (estimation de la variance totale).

D'après le tableau I, l'estimation de la variance entre groupes est pratiquement nulle ; la seule source de variance est la dispersion des longueurs unitaires à l'intérieur des groupes A et B. Dans ce cas, le test F de Snedecor n'est pas nécessaire, et on peut conclure qu'il n'est pas possible de distinguer les groupes A et B d'après leurs longueurs moyennes.

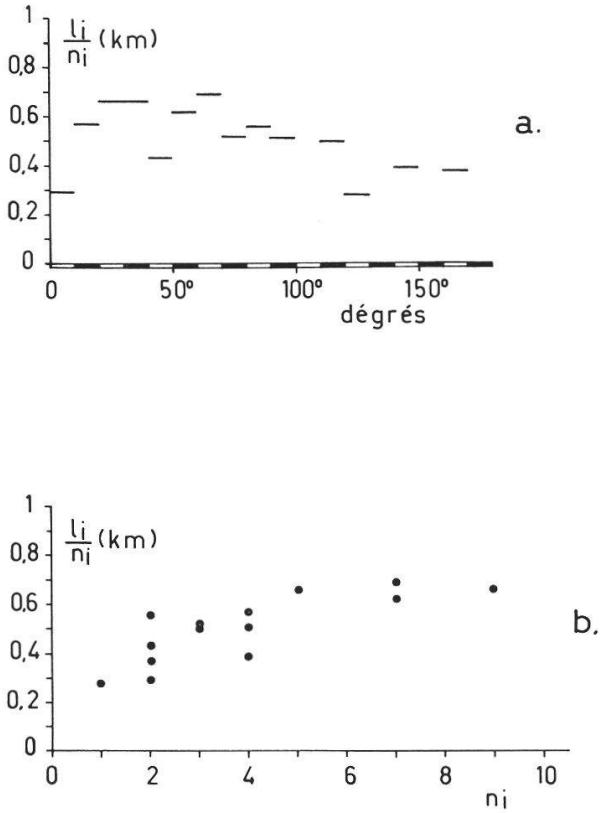

Fig. 4. a) Répartition de la longueur moyenne des tronçons de vallées par tranches de 10°.
b) Relation entre la longueur moyenne et le nombre d'éléments linéaires par secteurs de 10°.

3. Etude de la fissuration

3.1. Présentation des résultats

Les mesures de la fissuration ont été faites sur le terrain selon une méthode mise au point par L. Kiraly (1969) d'après Müller (1963) et Scheidegger (1965). Les stations de mesure 10 à 17 ont été choisies de façon à intéresser toute la région étudiée.

Les pôles des fissures sont reportés en projection stéréographique sur un diagramme équisurface, hémisphère supérieur, et séparés en groupes unimodaux. Pour chaque groupe on a calculé, à l'aide d'un ordinateur, le pôle moyen et la fréquence réelle des fissures.

Les pôles moyens, ainsi que les fréquences (pour 10 m de normale) leur correspondant, ont été reportées sur un diagramme de synthèse

(fig. 5). Sur le même graphique figurent également les pôles moyens relatifs aux stations 1 à 9, relevés par KIRALY, MATHEY et TRIPET (1971). Finalement, la séparation des accumulations des pôles moyens unimodales conduit à la reconstitution de 7 groupes de fissures subverticales.

TABLEAU II

Groupe	Direction	Dispersion angulaire	Fréquence par 10 m
I	99°	95°-105°	44
II	124°	110°-130°	47
III	152°	145°-160°	55
IV	179°	170°-185°	62
V	18°	10°-25°	72
VI	37°	30°-50°	34
VII	72°	60°-85°	73

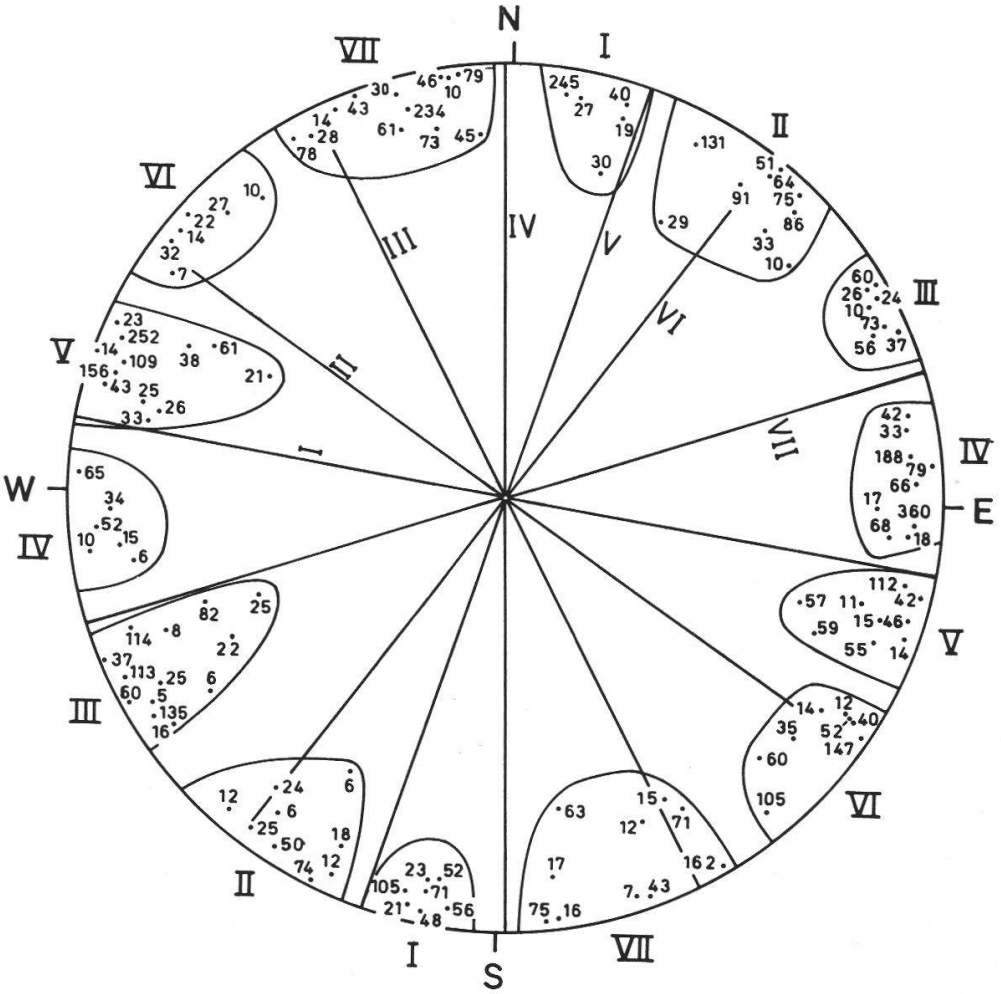

Fig. 5. Séparation des pôles moyens des fissures en groupes et direction des plans moyens des 7 systèmes de fissures. Projection équisurface, hémisphère supérieur.

3.2. Données microtectoniques

Nous mentionnons également quelques mesures complémentaires de microtectonique, relatives aux stylolithes et aux veines de calcite.

Les pics stylolithiques s'agencent suivant deux ensembles, d'après leurs orientations et pendages (fig. 6) :

— groupe 1 : les pics stylolithiques sont perpendiculaires aux plans des couches qui sont subhorizontales ;

— groupe 2 : les pics sont subhorizontaux et présentent une direction moyenne N 165° subparallèle aux filons calcitiques du groupe 4 (fentes de tension, N 175°) et au système de diaclases IV.

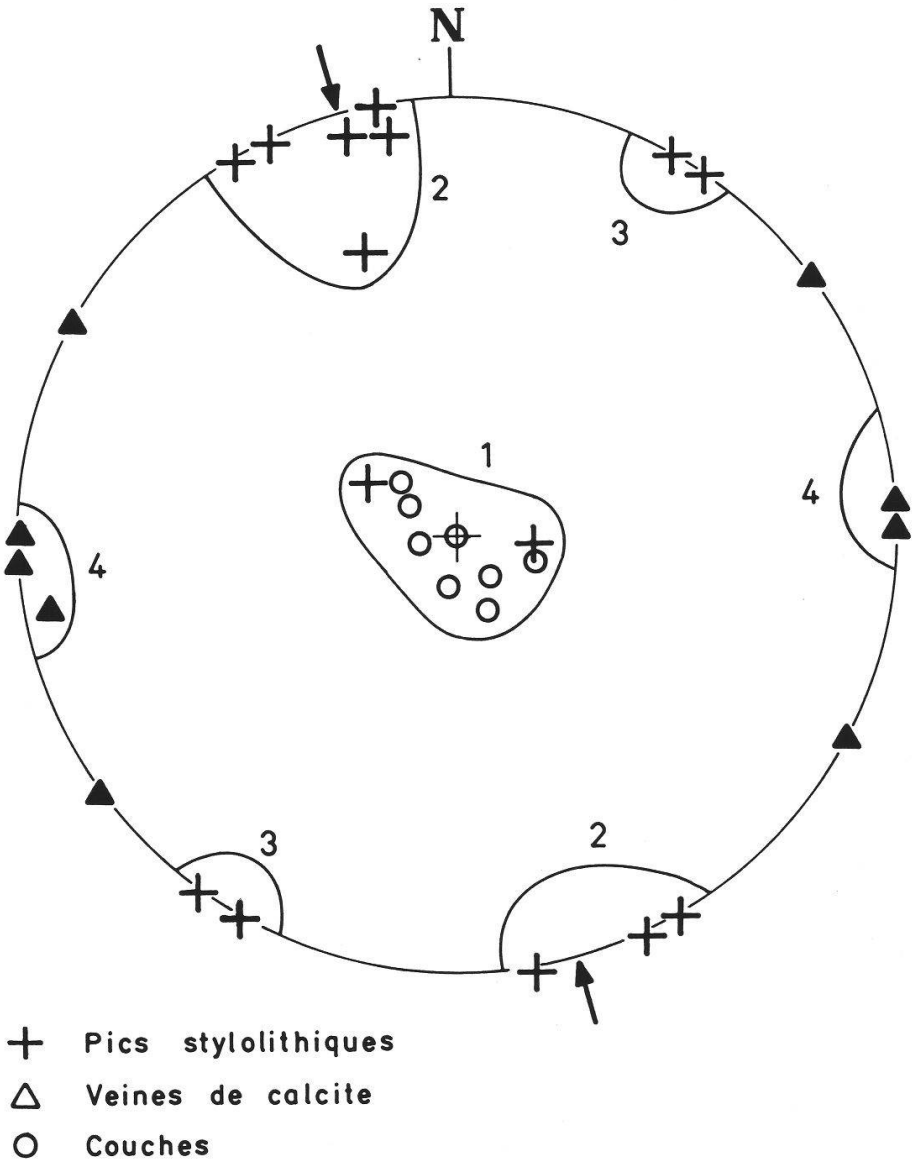

Fig. 6. Orientation des pics stylolithiques en relation avec les pôles des couches et des veines de calcite. Projection équisurface, hémisphère supérieur.

Ils sont donc en relation avec la tectonique. Ces faits s'accordent avec les propositions d'ARTHAUD et MATTAUER (1969).

De plus, les diaclases N 20° du système V sont fréquemment striées (cisaillements senestres). Ces données s'accordent avec la macrotectonique, la direction des axes étant pratiquement E-W (carte géologique de la Suisse 1 : 200 000, Basel-Bern).

3.3. Répartition angulaire des fréquences des fissures

Par l'application du test de VISTELIUS, on étudie l'hétérogénéité de la distribution angulaire des fréquences des fissures f_i par tranches de 10°. Les limites de confiance calculées pour $t \pm 2$ et $t \pm 3$ nous amènent à faire les distinctions suivantes :

— $f_i < 319$: zone de concentration très faible ;

— $319 < f_i < 335$: transition entre la zone d'isotropie et de faible concentration ;

— $335 < f_i < 410$: zone d'isotropie ;

— $410 < f_i < 431$: transition entre la zone d'isotropie et de concentration élevée ;

— $f_i > 431$: zone de concentration significativement élevée.

Toute valeur de f_i externe à l'intervalle 319-431 entre dans le domaine de l'anisotropie.

4. CORRÉLATION ENTRE LES AXES DES VALLÉES ET LA FISSURATION

Dans un récent travail, KIRALY, MATHEY et TRIPET *(op. cit.)* ont montré qu'il existe une relation entre les directions des axes des galeries de la grotte de Milandre, située au nord de la région étudiée et les composantes de l'écoulement souterrain relatives aux différents systèmes de fissures.

Il apparaît, d'après les figures 2 et 5 et le tableau II, que l'orientation du groupe d'axes A correspond aux systèmes de fissures V et VI, alors que le groupe B est approximativement parallèle au système VII. Précisons que les systèmes V et VII sont caractérisés par des fréquences très élevées. Toutefois, sur la figure 3, les zones de concentration des fréquences des fissures ne coïncident pas avec celles des densités des axes des vallées. Ce décalage implique que la fréquence des diaclases n'est pas un facteur susceptible d'expliquer seul la genèse des vallées. La vallée principale de l'Allaine étant orientée NW-SE, le gradient du ruissellement et celui des écoulements hypodermiques favorisant l'altération chimique et l'érosion, lui est perpendiculaire. Cette direction NE-SW peut expliquer que le 60 % de la longueur des axes des vallées soit compris dans les groupes A et B, sans relation directe avec la distribu-

tion des fréquences des diaclases. Mais il reste évident que la direction des diaclases initialement ouvertes et de grande extension, non nécessairement parallèles aux plans moyens des systèmes V, VI et VII, conditionnera l'activité érosive des ruissellements superficiels.

5. Conclusions

Les axes des vallons latéraux dans la région du plateau de Bure, à l'W de la vallée de l'Allaine, sont distribués de façon anisotrope, selon deux directions principales : N 20°-40° et N 50°-70° (groupes A et B).

La variabilité des longueurs des tronçons rectilignes à l'intérieur des groupes A et B est plus grande qu'entre les groupes mêmes.

Il existe une relation directionnelle entre les groupes A et B et trois systèmes de fissures orientées NE-SW (systèmes V, VI et VII, fig. 5). L'hétérogénéité de la répartition angulaire des tronçons droits des vallées latérales est liée à leur processus génétique ; l'effet d'érosion superficielle est plus intense selon des directions de diaclases subparallèles à l'orientation générale des écoulements superficiels et dépend en moindre partie de la fréquence des groupes de fissures.

Résumé

On étudie par des méthodes statistiques l'hétérogénéité de la distribution angulaire des segments droits des vallées dans une région du Jura tabulaire (Ajoie).

On compare les directions des vallées avec celles des différents systèmes de fissures régionalement développées, en relation avec la genèse des phénomènes d'érosion.

Summary

Applying statistical methods, the heterogeneity of the angular distribution of vertical segments of the valleys in a part of the Tabular Jura (Ajoie) was studied.

We compare the directions of the valleys with those of the different systems of regionally developped fissures in relation to the genesis of the phenomena of erosion.

BIBLIOGRAPHIE

ARTHAUD, F. et MATTAUER, M. — (1969). Exemples de stylolithes d'origine tectonique dans le Languedoc, leurs relations avec la tectonique cassante. *Bull. Soc. géol. de France* (7e série) 1 : 738-744.

COMMISSION GÉOLOGIQUE SUISSE. — (1951). Geologische Generalkarte der Schweiz 1 : 200 000. Erläuterungen zu Blatt 2, Basel-Bern.

KIRALY, L., MATHEY, B. et TRIPET, J.-P. — (1971). Fissuration et orientation des cavités souterraines. Région de la grotte de Milandre (Jura tabulaire). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 94 : 99-114.

MÜLLER, L. — (1963). Der Felsbau. Theoretischer Teil. 624 S., 307 Abb., 22 Fat. *Stuttgart.*

SCHEIDEGGER, A. E. — (1965). On the statistics of the orientation of bedding planes, grain axes, and similar sedimentological date. *U. S. Geol. Survey Prof. Paper.* 525-C : 164-167.

SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL. Carte nationale de la Suisse 1 : 25 000 ; feuilles 1064, 1065, 1084 et 1085.

SPIEGEL, M. R. — (1972). Theory and problems of statistics. *McGraw-Hill Inc. New York.*

VISTELIUS, A. B. — (1966). Structural diagrams. 178 pp. (Pergamon Press).