

Stratonomie des formations molassiques de Suisse romande

Autor(en): **Favini, Gian-Carlo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **70 (1968-1970)**

Heft 333

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-276277>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Stratonomie des formations molassiques de Suisse romande

PAR

GIAN-CARLO FAVINI

Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne

Les publications géologiques qui ont pour objet la molasse de Suisse romande contiennent de nombreuses descriptions d'affleurements présentées en termes d'épaisseur des couches lithologiques. En effet la rareté des fossiles rend les descriptions lithologiques indispensables pour distinguer et corrélérer les pointements molassiques. Nous utilisons alors dans le sens de formations, les étages géologiques en présence, à savoir, Chattien, Aquitanien, Burdigalien.

En lisant ces publications, nous nous sommes aperçu que les données lithologiques des affleurements permettent non seulement d'effectuer des corrélations stratigraphiques mais qu'elles peuvent être le point de départ de recherches sédimentologiques plus poussées.

Nous avons donc traité statistiquement les épaisseurs des bancs molassiques en établissant d'abord les lois expérimentales de distribution des épaisseurs mesurées et en déterminant ensuite les lois théoriques valables pour toutes les épaisseurs.

Nous n'interprétons pas les résultats statistiques obtenus ; nous laissons ce travail, qui constitue la suite logique de l'étude stratonomique, aux sédimentologues, qui peuvent intégrer les données statistiques à d'autres données du phénomène molassique.

Les deux paramètres que nous utilisons sont l'épaisseur et la lithologie des couches molassiques. Nous ne nous occupons pas de l'ordre dans lequel les couches se superposent ; en procédant ainsi, nous ne tenons pas compte de la structure spatiale des bancs molassiques, considérés alors comme des éléments d'une population non ordonnée. Nous éliminons des informations qui pourraient être utiles mais qui nécessitent un autre type de traitement statistique.

De plus, les variables épaisseur et lithologie tirées d'un affleurement ne sont pas liées à des coordonnées précises, car nous faisons l'hypo-

thèse, qui correspond à une situation bien réelle, que la sédimentation molassique autour de l'affleurement est la même ou légèrement diverse, de telle façon que le phénomène est stationnaire, et par ce fait il peut être soumis à des épreuves répétées au sens probabiliste. Les épaisseurs des couches et leur composition lithologique mesurées sur une partie bien précise d'affleurement sont des variables aléatoires naturelles qui sont valables et représentatives de tout l'affleurement et de la région environnante.

Dans l'organigramme 1 (Etude stratonomique molassique), nous montrons le schéma statistique applicable à notre étude stratonomique. Nous nous occupons de l'ensemble de la molasse du plateau de Suisse romande (population cible) ainsi que de ses formations géologiques (sous-populations). Etant donné l'impossibilité de connaître l'épaisseur de tous les bancs, nous avons choisi un échantillonnage (population sondée) basé sur les mesures des différents auteurs (voir tableau 2). Pour chaque population sondée, nous avons calculé les distributions de fréquence des épaisseurs des bancs molassiques classés par lithologie. Nous avons ensuite calculé les distributions pour l'ensemble de la lithologie et pour les formations.

La connaissance des distributions des populations sondées permet d'effectuer une inférence sur les populations cibles, c'est-à-dire de connaître les distributions des épaisseurs de tous les bancs molassiques.

Rigoureusement, les épaisseurs en différents points d'une même unité sont différentes, mais on peut les considérer comme constantes par rapport aux dimensions horizontales, qui sont toujours très grandes.

Chaque auteur des descriptions d'affleurement possédant sa propre classification avec beaucoup de classes lithologiques, nous avons réduit, pour le besoin de notre étude, la lithologie molassique à cinq termes : grès, grès marneux et marno-grès, marne, argile, calcaire lacustre. Cette classification grossière est du moins commune à tous les auteurs et accessible à des non-spécialistes de la sédimentation molassique.

L'organigramme 3 présente le traitement statistique des épaisseurs. On remarque que la distribution lognormale est la loi théorique trouvée et testée. (Une distribution est appelée lognormale lorsque les logarithmes de la variable sont distribués normalement.) Nous avons donc choisi la transformation des épaisseurs en logarithmes naturels pour tester la lognormalité des distributions. (On reconnaît la lognormalité, lorsque la distribution est caractérisée par une droite sur un papier de probabilité possédant, en abscisse, les fréquences relatives cumulées, et en ordonnée une échelle logarithmique des épaisseurs.)

Nous avons représenté les distributions de fréquence des différentes populations classées par région, par formation et par lithologie, sur les figures 1 à 7. Le nombre d'éléments constituant la population est donné entre parenthèses.

TABEAU 1 — ETUDE STRATONOMIQUE MOLASSIQUE

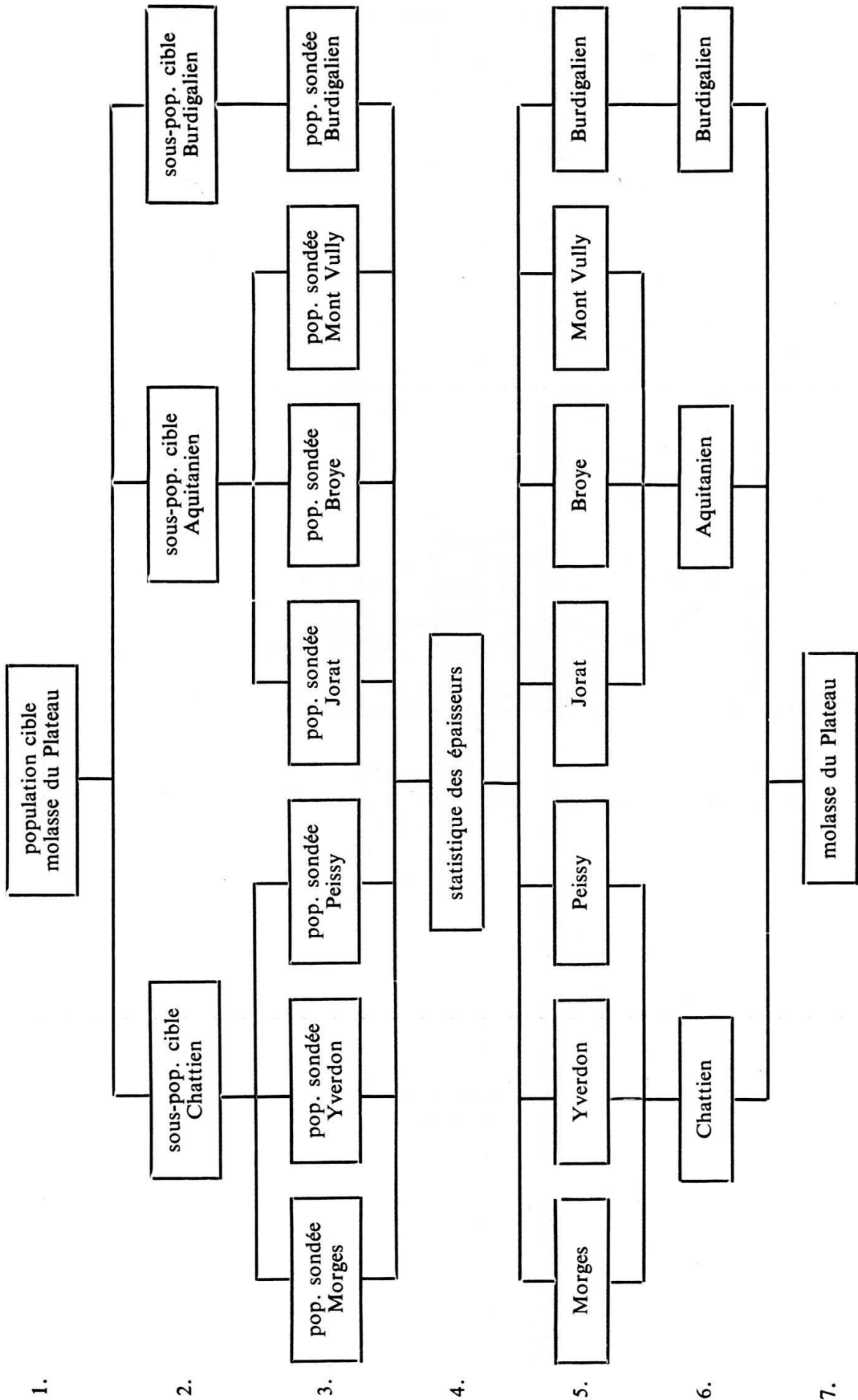


TABLEAU 2. — SOURCES D'INFORMATION DE L'ÉTUDE STRATONOMIQUE

Population cible	Population sondée	Type de population	Auteur	Information
Chattien	Morges	affleurement	VERNET	p. 166, 168, 170, 171, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191
	Yverdon Peissy	affleurement carottes forage	JORDI LAGOTALA	tableau III communication personnelle
Aquitanien	Jorat Broye	affleurement affleurement	BERSIER CRAUSAZ INGLIN RUMEAU SIEBER	coupes 1-24 p. 18, 23, 24 p. 15, 21, 26 p. 15, 19
	Mont-Vully	affleurement	RAMSEYER	p. 132, 134, 135, 144 tableau IX
Burdigalien	Burdigalien	affleurement	CRAUSAZ INGLIN RUMEAU SIEBER	p. 50 p. 46, 47 p. 17, 19, 20 p. 159, 161, 164

TABEAU 3. — STATISTIQUE DES ÉPAISSEURS

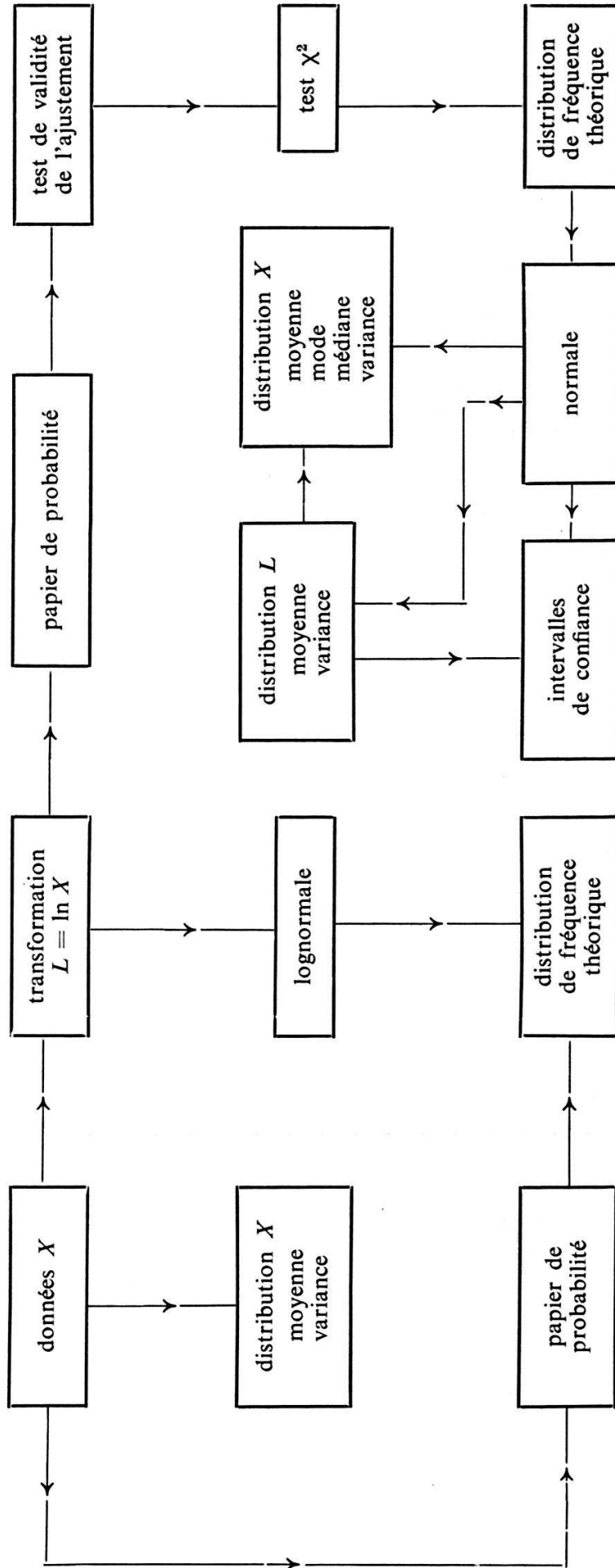


TABLEAU 4. — PARAMÈTRES DES DISTRIBUTIONS DES ÉPAISSEURS

Population	Nombre	Distribution Ln X		Distribution X		
		Moyenne	Variance	Moyenne (m)	Mediane (m)	Mode (m)
Morges	347	-0,83 ± 0,105	1,21	0,80	0,44	0,14
Yverdon	235	-0,83 ± 0,078	0,87	0,68	0,44	0,18
Peissy	135	-0,50 ± 0,175	1,06	1,03	0,60	0,21
Jorat	224	0,10 ± 0,147	1,25	2,05	1,15	0,32
Broye	140	0,00 ± 0,176	1,10	1,73	1,00	0,27
Vully	111	-0,65 ± 0,173	0,94	0,84	0,52	0,21
Grès	368	0,25 ± 0,140	1,85	3,22	1,28	0,20
Grès marneux	362	-0,20 ± 0,087	0,70	1,16	0,82	0,40
Marne	427	-0,60 ± 0,094	0,98	0,89	0,55	0,21
Argile	113	-1,60 ± 0,150	0,64	0,28	0,20	0,11
Chattien	717	-0,75 ± 0,08	1,10	0,82	0,47	0,16
Aquitanien	475	-0,13 ± 0,10	1,22	1,62	0,88	0,26
Burdigalien	142	0,73 ± 0,19	1,33	4,00	2,07	0,55

TABLEAU 5. — PUISSANCE TOTALE DES BANCS MOLASSIQUES TESTÉS

Lithologie	Chattien		Aquitanien		Burdigalien		Molasse	
	ép. (m)	%	ép. (m)	%	ép. (m)	%	ép. (m)	%
Grès	138,4	25	427,4	57,4	448	81	1013,8	55
Grès marneux								
marno-grès	209,4	38	164,5	22	85	15	458,9	24,9
Marne	173,3	31,5	133,9	18	18	4	325,2	17,6
Argile	16,7	3	17,5	2,5	—	—	34,2	1,8
Calcaire lacustre	13,6	2,5	—	—	—	—	13,6	0,7
Total	551,4	100	743,3	100	551,0	100	1845,7	100

Fig. 1

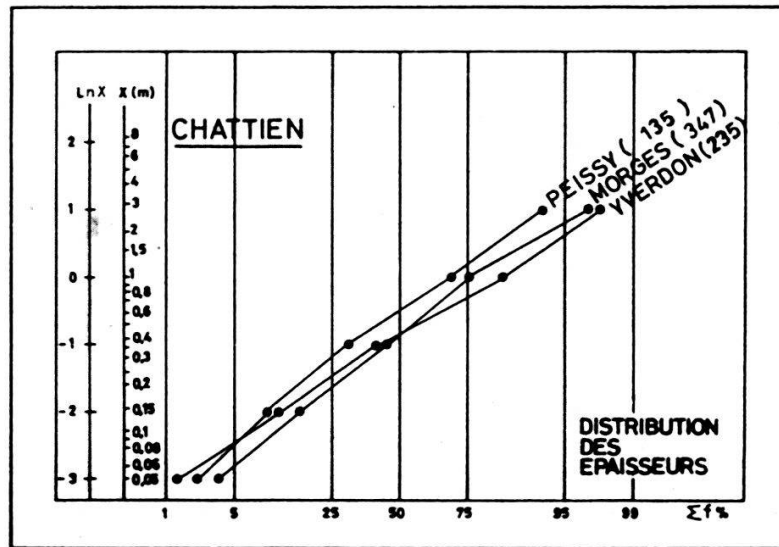


Fig. 2

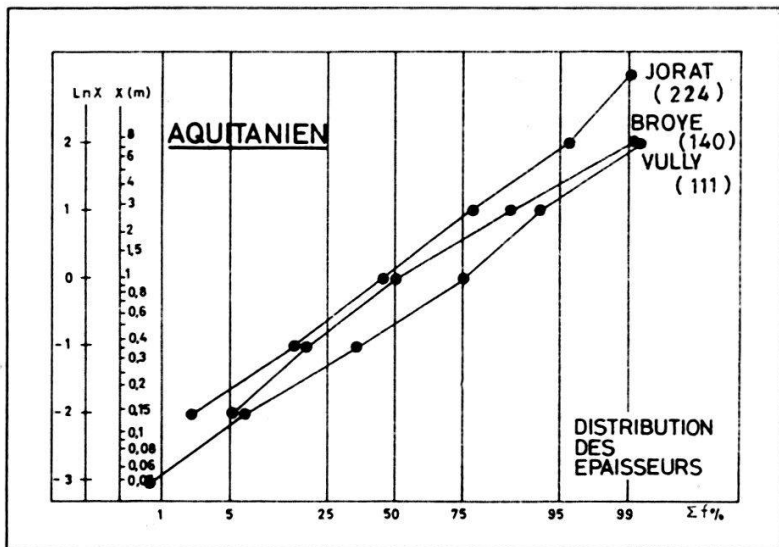
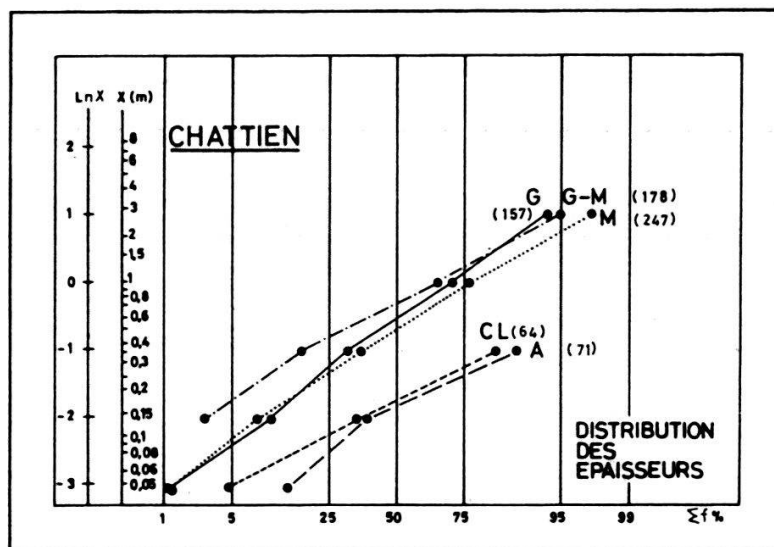


Fig. 3



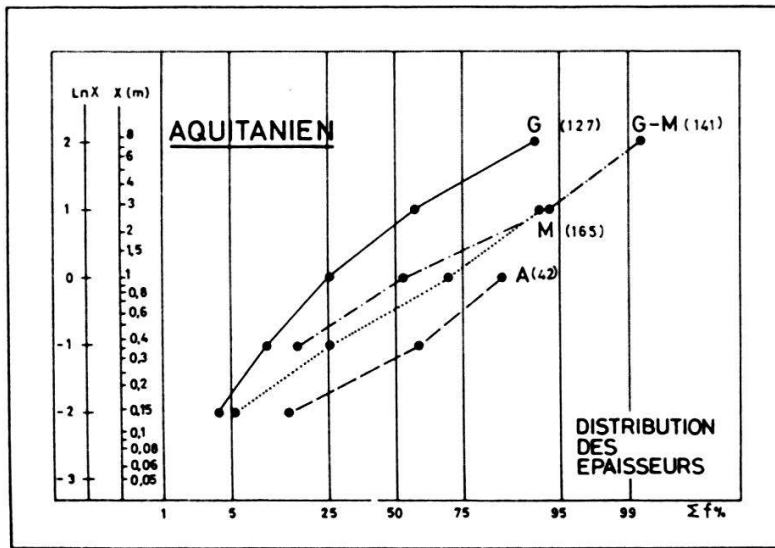


Fig. 4

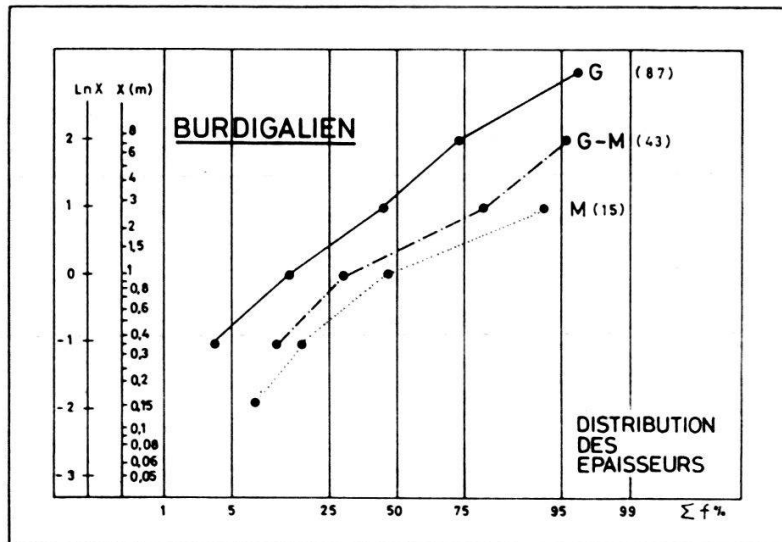


Fig. 5

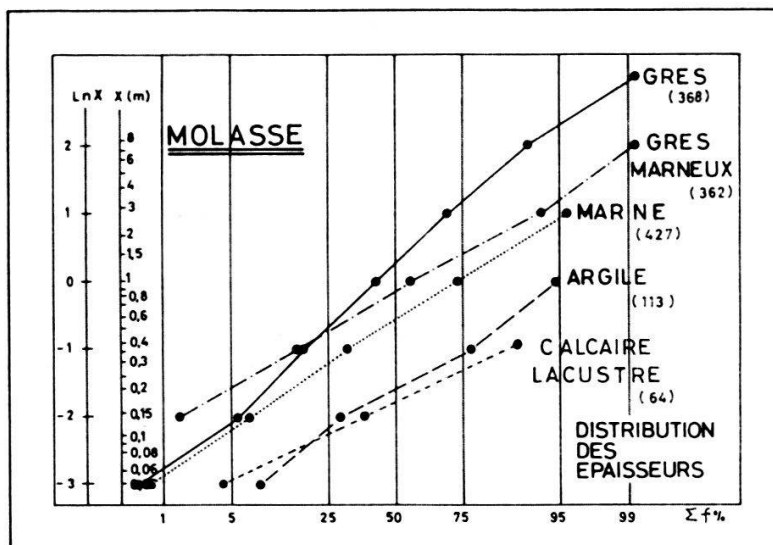


Fig. 6

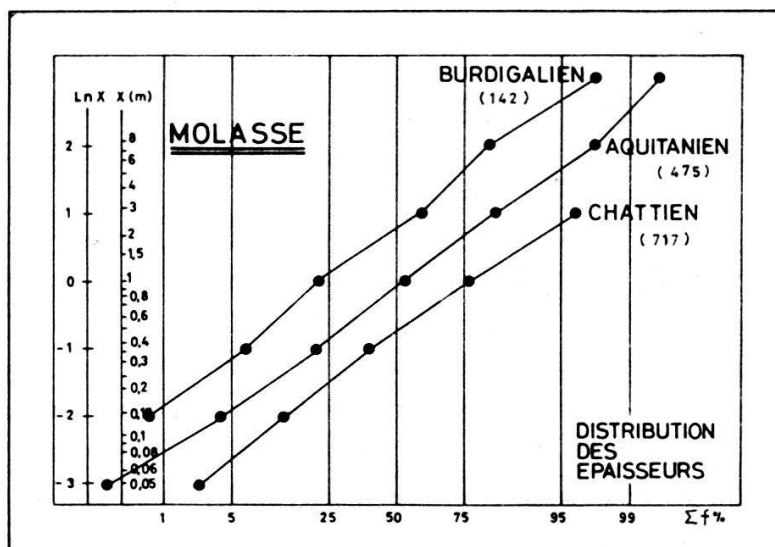


Fig. 7

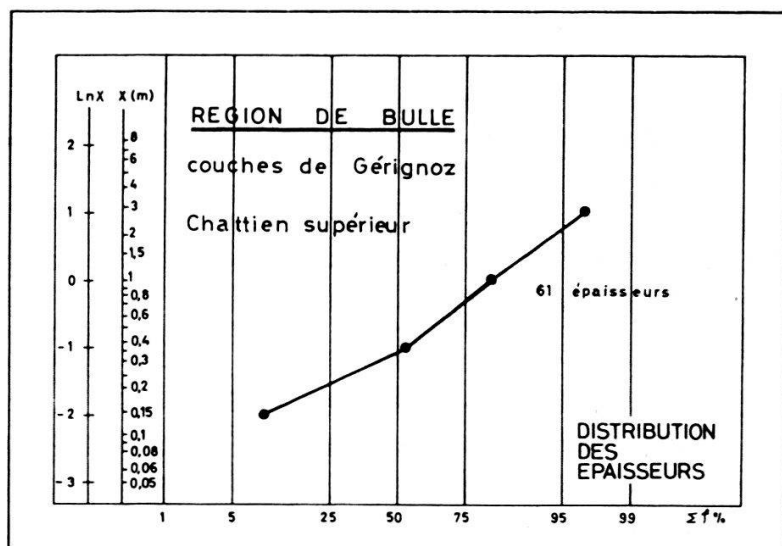


Fig. 8

Le tableau 4 contient les paramètres des distributions comptant au moins cent épaisseurs. Nous n'avons pas calculé les paramètres des distributions possédant moins de cent éléments, parce qu'elles ne sont pas assez significatives et parce qu'on peut les tirer facilement des graphiques. Le tableau 5 contient les épaisseurs totales des bancs molassiques classés par lithologie et par formation d'après la littérature.

D'une manière très générale, d'après les figures et les tableaux 4 et 5, on peut dire que :

- les épaisseurs sont distribuées lognormalement pour toutes les populations classées par régions, par lithologie et par formation ;
- les paramètres de concentration (moyenne, médiane, mode) des populations diffèrent d'une façon significative ;
- le paramètre de dispersion (variance) est sensiblement le même.

En ce qui concerne les lois expérimentales et théoriques des distributions, on peut dire que :

- les épaisseurs de l'ensemble des termes lithologiques des formations géologiques (Chattien, Aquitanien, Burdigalien) possèdent des distributions différentes ;
- les épaisseurs des termes lithologiques (grès, grès marneux, marne, argile, calcaire lacustre) de l'ensemble de la molasse du Plateau suivent des lois de distribution différentes ;
- les épaisseurs des bancs molassiques des régions de Morges et d'Yverdon (Chattien) suivent la même loi de distribution ; tel n'est pas le cas pour la région de Peissy ;
- les épaisseurs des régions du Jorat et de la Broye (Aquitanien) possèdent la même loi de distribution, qui diffère de celle du Mont-Vully ;
- les distributions des épaisseurs des types lithologiques de chaque région (Peissy, Morges, Yverdon, Jorat, Broye, Mont-Vully) ne sont pas significatives. En effet l'estimation qualitative de la lithologie est beaucoup plus subjective que la mesure de l'épaisseur et varie d'auteur à auteur.

En ce qui concerne la valeur des paramètres (moyenne, médiane, mode, variance) des distributions, on peut dire que :

- l'épaisseur des bancs molassiques pour tous les termes lithologiques augmente en passant du Chattien au Burdigalien ;
- l'épaisseur des bancs, pour toutes les formations, augmente en allant des calcaires lacustres aux grès, suivant la progression : calcaire lacustre, argile, marne, grès marneux, grès ;
- la dispersion des épaisseurs autour des valeurs centrales est la même pour tous les termes lithologiques, sauf pour les grès, qui possèdent une variance plus forte.

En ce qui concerne la quantité de bancs molassiques (indice de stratification), on constate que :

- le nombre de bancs par unité d'épaisseur diminue en passant du Chattien au Burdigalien ;
- le nombre de bancs par unité d'épaisseur diminue en passant des calcaires lacustres aux grès.

En ce qui concerne la puissance totale des termes lithologiques, on peut dire que :

- les grès augmentent en passant du Chattien au Burdigalien ;

- tous les autres termes diminuent en passant du Chattien au Burdigalien, les calcaires lacustres disparaissent à l'Aquitaniens et au Burdigalien, le terme argile disparaît au Burdigalien ;
- la puissance totale des termes lithologiques est davantage influencée par l'épaisseur de chaque couche que par leur nombre.

Les constatations que nous venons d'énoncer sont mises sous forme qualitative ; bien entendu il est possible, suivant le problème théorique ou pratique donné, de passer au traitement numérique.

Nous donnons deux exemples différents d'utilisation pratique de cette étude stratonomique.

Le premier exemple est tiré d'une description d'affleurement de la région de Bulle (MORNOD, 1949 : *Géologie de la région de Bulle*, p. 32-33). Nous considérons cet affleurement comme appartenant à une formation inconnue ; nous calculons alors la distribution de fréquence des épaisseurs des bancs. D'après la figure 8, la distribution est lognormale avec les paramètres suivants pour l'échelle logarithmique (les intervalles sont donnés avec 95 % de confiance) : moyenne $-1,24 < -0,98 < -0,72$, variance $0,72 < 1,0 < 1,50$.

Etant donné que les paramètres de la loi théorique de distribution des épaisseurs du Chattien sont contenus dans les intervalles de confiance de la distribution testée, nous pouvons affirmer que l'affleurement appartient au Chattien. Cette datation statistique correspond à la datation stratigraphique de l'auteur, qui attribue l'affleurement au Chattien supérieur.

Le deuxième exemple calcule la probabilité pour qu'un forage de recherche pétrolière traverse des formations gréseuses réservoir d'épaisseur donnée. Nous supposons connaître le renseignement suivant : les formations intéressantes en vue d'exploitation pétrolière sont les bancs gréseux d'épaisseur comprise entre 0,8 et 1 m. Nous aimerions connaître la puissance totale des formations potentiellement productives et leurs fréquences, pour les trois formations molassiques de notre étude.

Nous présentons en détail les calculs pour les formations chattiennes. Sur 100 bancs gréseux, il y a 8 bancs dont l'épaisseur est comprise entre 0,8 et 1 m (fig. 3). Sur 100 bancs chattiens, il y a 22 couches gréseuses (fig. 3 et 7) ; donc sur 100 bancs il y a 1,75 banc gréseux d'épaisseur comprise entre 0,8 et 1 m. Pour le Chattien, il faut 130 bancs en moyenne pour une épaisseur de 100 m (tableaux 4 et 5) ; on rencontre donc 2,3 bancs réservoir tous les 100 mètres ou, ce qui est mieux, on rencontre des bancs potentiellement productifs, d'épaisseur comprise entre 0,8 et 1 m, tous les 44 m en moyenne.

Pour l'Aquitaniens, on rencontre un banc productif tous les 140 m et pour le Burdigalien tous les 226 m en moyenne.

Nous remarquons que dans le cas de notre hypothèse, seul le Chatien peut présenter un intérêt pétrolier, étant donné que pour un forage de 1000 m les formations productrices peuvent avoir une puissance totale comprise entre 18 et 23 m.

Pour conclure, notre contribution à l'étude des formations molassiques de Suisse romande se borne à mettre sous forme quantitative statistique des renseignements déjà bien connus qualitativement. Les données numériques ainsi élaborées peuvent servir de base à des études ultérieures qui utilisent les moyens modernes d'investigation sédimentologique. Nous pensons par exemple à la variation dans l'espace et à la corrélation entre les épaisseurs. Or une des conditions d'utilisation des techniques plus avancées, c'est l'hypothèse de distribution normale ou lognormale des paramètres pris en considération, ce que nous avons justement montré dans cette étude stratigraphique.

BIBLIOGRAPHIE

- AITCHISON, J., BROWN, J., 1963. — *The lognormal distribution*. University Press, Cambridge.
- BERSIER, A., 1938. — Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.*, 6, 65-192.
- 1958. — Séquences détritiques et divagations fluviales. *Ecl. geol. Helv.*, 51, 854-893.
- BOKMAN, J., 1957. — Suggest use of bed-thickness measurements in stratigraphic descriptions. *J. Sed. Petr.*, 27, 333-335.
- BRIEL, A., 1962. — Géologie de la région de Lucens. *Ecl. geol. Helv.*, 55, 189-274.
- CRAUSAZ, C., 1959. — Géologie de la région de Fribourg. *Bull. Soc. frib. Sc. nat.* 48, 5-117.
- INGLIN, H., 1960. — Molasse et quaternaire de la région de Romont. *Bull. Soc. frib. Sc. nat.* 49, 5-94.
- JORDI, A., 1955. — Geologie der Umgebung von Yverdon. *Matériaux Carte géol. Suisse*, n. s. livr. 99.
- MORNOD, L., 1949. — Géologie de la région de Bulle. *Ecl. geol. Helv.* 38, 32-33.
- RAMSEYER, R., 1952. — Geologie des Wistenlacherberges. *Ecl. geol. Helv.* 45, 167-218.
- RUMEAU, J. L., 1954. — *Géologie de la région de Payerne*. Crépin-Leblond Ed., Paris.
- SIEBER, R., 1959. — Géologie de la région occidentale de Fribourg. *Bull. Soc. frib. Sc. nat.*, 48, 119-229.
- VERNET, J. P., 1957. — La géologie des environs de Morges. *Ecl. geol. Helv.*, 49, 157-241.